

MODUL PELATIHAN TENAGA TEKNIS KONSERVASI TINGKAT MENENGAH 2013

FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB DAN MEKANISME PROSES DEGRADASI BAHAN CAGAR BUDAYA BATA

(Hubertus Sadirin)

AMDAL

(Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S)

PENGANTAR KONSERVASI KERAMIK

(Ita Yulita S.Si., M.Hum)

PENGANTAR KONSERVASI CAGAR BUDAYA LOGAM

(Nahar Cahyandaru, S.Si)

PENGANTAR KONSERVASI KERTAS

(Aris Riyadi, S.Si)

PENGANTAR KONSERVASI KAWASAN

(Drs. Marsis Sutopo, M.Si)

PENGETAHUAN BAHAN KONSERVASI

(Aris Munandar)

METODE PENELITIAN

(Prof. Dr. Pranowo, M.Pd)

KAJIDAH PENULISAN ARTIKEL ILMIAH

(Prof. Dr. Pranowo, M.Pd)

REDAKSI

Penanggung Jawab :

Drs. Marsis Sutopo, M.Si
Kepala Balai Konservasi Borobudur

Editor :

Iskandar M. Siregar, S.Si

Redaktur :

Fr. Dian Ekarini, S.Si
Henny Kusumawati, S.S
Rony Muhammad, S.T

Tata Letak :

Ihwan Nurais

Telp. (0293) 788175, 788225

Fax. (0293) 788367

Email :

balai@konservasiborobudur.org

konservasiborobudur@yahoo.com

Website :

www.konservasiborobudur.org

SAMBUTAN

KEPALA BALAI KONSERVASI BOROBUDUR

Perubahan tugas dan fungsi Balai Konservasi Borobudur dari Peraturan Menteri Kebudayaan dan Pariwisata Nomor : PM.40/OT.001/MKP-2006 tanggal 7 September 2006 ke Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 tentang Organisasi dan Tata Kerja Balai Konservasi Borobudur, tidak menjadikan tusi Balai Konservasi Borobududur menyempit bahkan semakin melebar. Hal ini sejalan dengan perpindahan kementerian yang menaungi Balai Konservasi Borobudur yang sebelumnya berada di bawah Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata, sejak tahun 2012 berganti di bawah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Salah satu fungsi Balai Konservasi Borobudur adalah pengembangan tenaga teknis peninggalan purbakala. Dalam mewujudkan fungsi tersebut Balai Konservasi Borobudur setiap tahun menyelenggarakan pelatihan tenaga teknis baik dibidang konservasi maupun pemugaran dengan berbagai jenjang dasar, menengah dan tinggi. Tujuan utama dalam penyelenggaraan pelatihan tenaga teknis ini adalah untuk mencetak tenaga-tenaga konservator dan pemugar yang terampil dan profesional dalam rangka pelestarian cagar budaya di seluruh Indonesia.

Pada tahun 2012 ini Balai Konservasi Borobudur menyempunakan kurikulum dan rancang bangun program pembelajaran (RBPP) dari yang telah ada sehingga materi-materi yang diberikan dalam pelatihan semakin bermutu dan sesuai dengan permasalahan pelestarian di seluruh wilayah Indonesia. Dengan adanya kurikulum dan rancang bangun program pembelajaran (RBPP) yang telah disempurnakan ini dan akan selalu dikaji ulang tiap tahunnya, akan menjadi panduan dalam pembuatan modul-modul pembelajarannya.

Pelatihan tenaga teknis baik bidang konservasi dan pemugaran jenjang dasar, output yang diharapkan adalah peserta pelatihan mampu mengenal

dan memahami permasalahan pelestarian dan tindakan yang yang sebaiknya diambil, sedangkan pada jenjang menengah, peserta diharapkan akan mampu melaksanakan kegiatan konservasi maupun pemugaran dengan terampil dan pada jenjang tinggi, peserta diharapkan sudah mampu merencanakan, menganalisis dan melaksanakan kegiatan konservasi dan pemugaran secara integral.

Dengan adanya modul-modul pembelajaran untuk pelatihan tenaga teknis konservasi tingkat menengah ini, bisa memberikan pedoman dan arahan peserta untuk lebih memahami permasalahan dan terampil melaksanakan kegiatan konservasi dalam upaya pelestarian cagar budaya. Semoga modul-modul ini bermanfaat dalam peningkatan kompetensi peserta pelatihan.

Borobudur, Desember 2013
Kepala Balai Konservasi Borobudur

Drs. Marsis Sutopo, M.Si

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusun dapat menyusun Modul Pelatihan Tenaga Teknis Konservasi Tingkat Menengah. Modul ini berisi materi yang disampaikan dalam pelatihan tenaga teknis konservasi tingkat menengah. Materi tersebut telah disesuaikan dengan kurikulum dan rancang bangun program pembelajaran (RBPP) yang sudah disusun oleh Balai Konservasi Borobudur, sehingga modul pelatihan ini diharapkan dapat menjadi arahan dan acuan baik bagi pengajar maupun pengelola pelatihan tenaga teknis konservasi tingkat menengah dalam menyelenggarakan pelatihan.

Penyusunan modul pelatihan tenaga teknis konservasi tingkat menengah ini merupakan lanjutan dari program tahun sebelumnya yang belum lengkap materi-materi pembelajaran tentang konservasi tingkat menengah. Dalam penyusunan modul pelatihan ini tentunya melibatkan berbagai pihak yang ikut membantu hingga modul ini selesai disusun dan dicetak, oleh karena itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepala Balai Konservasi Borobudur yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyusunan modul pelatihan ini.
2. Drs. Marsis Sutopo, M.Si yang telah menyumbangkan beberapa tulisan dalam bentuk materi pelatihan.
3. Drs. Hubertus Sadirin, selaku pakar konservasi yang telah menyumbangkan artikel materi pembelajaran.
4. Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S dan Prof. Dr. Pranowo, M.Pd, selaku akademisi yang menumbangkan materi pembelajaran.
5. Ita Yulita, M.Hum dari Museum Nasional yang telah menyumbangkan tulisannya.
6. Aris Riyadi, S.Si dari Perpustakaan Nasional yang telah menyumbangkan tulisannya.

7. Aris Munandar, selaku pakar konservasi yang telah menyumbangkan tulisannya.
8. Nahar Cahyandaru, S.Si dari Balai konservasi Borobudur yang telah menulis materi pembelajaran.
9. Serta pihak-pihak lain yang ikut membantu dalam penyusunan, pencetakan dan penerbitan modul pelatihan ini.

Penyusun menyadari bahwa modul ini masih belum sempurna, oleh karena itu kami mengharap masukan dan saran pembaca untuk perbaikan modul ini dalam penerbitan berikutnya. Semoga materi yang telah disampaikan dapat bermanfaat bagi pengajar, instruktur, peserta pelatihan, pengelola pelatihan dan pihak-pihak lain yang membutuhkan.

Borobudur, Desember 2013

Pennyusun

DAFTAR ISI

SAMBUTAN KEPALA BALAI KONSERVASI BOROBUDUR	3
KATA PENGANTAR	5
DAFTAR ISI	7

FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB DAN MEKANISME PROSES DEGRADASI BAHAN CAGAR BUDAYA

Oleh : Hubertus Sadirin

BAB I PENDAHULUAN	14
A. Diskripsi Singkat	14
B. Tujuan Pembelajaran Umum (TPU).....	15
C. Tujuan Pembelajaran Khusus (TPK)	15
D. Manfaat Bagi Peserta	15
BAB II FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB DEGRADASI CAGAR BUDAYA...	16
A. Faktor Internal.....	16
B. Faktor Eksternal.....	20
C. Ringkasan	28
D. Pertanyaan Untuk Bahan Diskusi.....	28
BAB III MEKANISME PROSES DEGRADASI BAHAN CAGAR BUDAYA	29
A. Kerusakan Secara Mekanis (<i>Mechanical Process</i>)	29
B. Pelapukan Secara Fisis (<i>Wheathering Process</i>)	30
C. Pelapukan Secara Kimia (<i>Chemical Deterioration Process</i>)	31
D. Pelapukan Secara Biotis (<i>Biodeterioration Process</i>).....	32
E. Ringkasan	34
F. Pertanyaan Untuk Bahan Diskusi.....	35
G. Studi Kasus	35
BAB IV PENUTUP	37
DAFTAR PUSTAKA	38

AMDAL

Oleh : Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S

BAB I PENDAHULUAN	40
A. Latar Belakang	40
B. Deskripsi Singkat	40
C. Tujuan Pembelajaran Umum	42
D. Tujuan Pembelajaran Khusus	42
E. Pokok Bahasan	43
BAB II ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN HIDUP (AMDAL)	44
A. Deskripsi Umum	44
B. Dokumen AMDAL	46
C. Jenis Usaha dan/atau Kegiatan yang Wajib AMDAL	64
D. Penapisan Usaha dan/atau Kegiatan Non Wajib atau Wajib AMDAL	76
E. Ringkasan	80
F. Pertanyaan Untuk Diskusi	81
G. Penutup	81
DAFTAR PUSTAKA	82

PENGANTAR KONSERVASI KERAMIK

Oleh : Ita Yulita S.Si., M.Hum

BAB I PENDAHULUAN	84
A. Latar Belakang	84
B. Deskripsi Singkat	84
C. Tujuan Pembelajaran Umum (TPU)	85
D. Tujuan Pembelajaran Khusus (TPK)	85
BAB II PENGANTAR KONSERVASI KERAMIK	86
A. Keberadaan Keramik sebagai Benda Budaya	86
B. Bahan dan Pembuatan Keramik	86
C. Permasalahan yang Dihadapi	91
D. Teknis Konservasi Keramik	94
E. Ringkasan	100
F. Pertanyaan Untuk Diskusi	101

DAFTAR PUSTAKA	102
-----------------------------	------------

PENGANTAR KONSERVASI CAGAR BUDAYA LOGAM

Oleh : Nahar Cahyandaru, S.Si

BAB I PENDAHULUAN	104
BAB II ASPEK SEJARAH METALURGI	105
BAB III TEKNIK METALURGI	107
A. Teknik Pengerjaan Logam	108
B. Paduan Logam	109
BAB IV SIFAT-SIFAT KHAS LOGAM DAN KIMIA LOGAM	112
BAB V KOROSI LOGAM	116
BAB VI KONSERVASI LOGAM	119
A. Konservasi Logam Secara Umum	119
B. Logam Besi	121
C. Logam Tembaga dan Paduannya	127
D. Logam Mulia	129
E. Konservasi In Situ dengan Metode Perlindungan Katodik	129
BAB VII PENUTUP	138
DAFTAR PUSTAKA	139

PENGANTAR KONSERVASI KERTAS

Oleh : Aris Riyadi, S.Si

BAB I PENDAHULUAN	142
A. Latar Belakang	142
B. Deskripsi Singkat	143
C. Tujuan Pembelajaran Umum (TPU)	143
D. Tujuan Pembelajaran Khusus (TPK)	143
BAB II KERUSAKAN PADA KERTAS	144
A. Karakteristik Kertas	144
B. Lingkungan	149

C. Kerusakan Pada Kertas	156
BAB III KONSERVASI KERTAS	164
A. Perawatan dan Penanganan Kertas Rusak.....	164
B. Pertanyaan Untuk Diskusi.....	176
BAB III PENUTUP	177
DAFTAR PUSTAKA	178

PENGANTAR KONSERVASI KAWASAN

Oleh : Drs. Marsis Sutopo, M.Si

BAB I PENDAHULUAN	180
BAB II PENGERTIAN DAN CONTOH-CONTOH KAWASAN CAGAR BUDAYA	182
A. Kawasan Cagar Budaya di Pedesaan	185
B. Kawasan Cagar Budaya di Perkotaan (<i>Urban Heritage</i>)	195
BAB III UPAYA KONSERVASI KAWASAN CAGAR BUDAYA	200
A. Masalah Umum Kawasan Cagar Budaya di Perkotaan	200
B. Etika Konservasi	202
C. Tindakan Intervensi	204
D. Pendekatan Pengembangan	206
E. Prinsip Perencanaan Kawasan Cagar Budaya	209
BAB IV PENUTUP	212
DAFTAR PUSTAKA	213

PENGETAHUAN BAHAN KONSERVASI

Oleh : Aris Munandar

BAB I PENDAHULUAN	216
A. Latar Belakang.....	216
B. Diskripsi Singkat	217
C. Tujuan Pembelajaran.....	217

BAB II POKOK BAHASAN	218
A. Pengertian.....	218
B. Jenis Bahan Konservasi	218
C. Pengujian Bahan Konservasi.....	234

METODE PENELITIAN

Oleh : Prof. Dr. Pranowo, M.Pd

PENGANTAR	238
BAB I HAKIKAT KEBENARAN	239
A. Pengertian Kebenaran	239
B. Kebenaran Ilmiah	240
C. Latihan	243
BAB II LANGKAH MENYUSUN PROPOSAL PENELITIAN	244
A. Pengantar	244
B. Memilih Topik Penelitian	245
C. Menyusun Proposal Penelitian	246
D. Latihan	261
BAB III LAPORAN HASIL PENELITIAN, PEMBAHASAN,	
KESIMPULAN DAN SARAN	262
A. Pendahuluan	262
B. Menganalisis Data Penelitian	263
C. Pembahasan Hasil Analisis Data	265
D. Kesimpulan	266
E. Latihan	267
DAFTAR PUSTAKA	268

KAIDAH PENULISAN ARTIKEL ILMIAH

Oleh : Prof. Dr. Pranowo, M.Pd

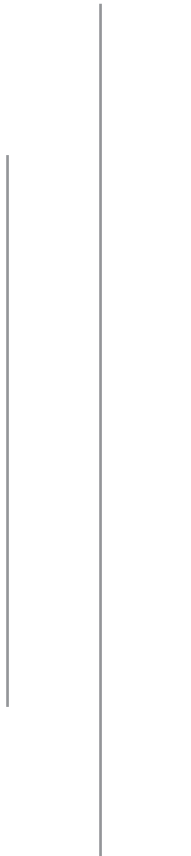
PENGANTAR	270
BAB I PENDAHULUAN	271

A. Menulis Sebagai Keterampilan	271
B. Latihan	275
BAB II ORGANISASI ARTIKEL	276
A. Judul Artikel	276
B. Menulis Abstrak dan Kata Kunci	277
C. Pendahuluan Artikel	278
D. Rumusan Masalah dalam Artikel	279
E. Penyajian Hasil dan Pembahasan	280
F. Penutup Artikel	281
G. Referensi dan Daftar Pustaka	282
H. Latihan	286
BAB III BAHASA ARTIKEL	287
A. Kalimat Efektif	287
B. Penulisan Paragraf	289
C. Kesalahan Penulisan Kalimat	293
D. Kesalahan Penulisan Kata atau Frasa	295
E. Kesalahan Penulisan Tanda Baca	296
F. Latihan	297
DAFTAR PUSTAKA	298

FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB DAN MEKANISME PROSES DEGRADASI BAHAN CAGAR BUDAYA

Oleh :

Hubertus Sadirin



BAB I

PENDAHULUAN

A. Deskripsi Singkat

Bahan ajar dengan topik **“Faktor-faktor Penyebab dan Mekanisme Proses Degradasi Bahan Cagar Budaya”** merupakan materi inti yang disajikan dalam pendidikan dan pelatihan tenaga teknis oleh Balai Konservasi Borobudur, Direktorat Jenderal Kebudayaan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang diselenggarakan dalam rangka pengembangan kapasitas sumber daya manusia, khususnya di bidang konservasi cagar budaya tingkat menengah.

Sebagaimana diketahui bahwa semua benda yang ada di dunia ini termasuk di dalamnya bangunan cagar budaya tidak mungkin akan terlepas dari kondisi lingkungannya. Interaksi dengan lingkungannya akan terjadi dan merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari, sehingga cepat atau lambat akan terjadi akan terjadi permasalahan yang berakibat terjadinya penurunan kualitas bahan dasar yang digunakan untuk cagar budaya tersebut. Sejauhmana pengaruh yang ditimbulkan akan sangat tergantung dari kondisi lingkungan tempat cagar budaya tersebut berada dan sifat-sifat alami bahan dasar yang digunakan.

Pemahaman atas kedua aspek tersebut sangat penting dan mendasar sifatnya, sebelum melakukan tindakan konservasi terhadap terhadap cagar budaya. Berkenaan dengan hal tersebut, maka dalam Modul ini akan diuraikan mengenai faktor-faktor penyebab proses degradasi yang berperan dan mekanisme proses degradasi yang umumnya terjadi pada pada cagar budaya.

Melalui proses pembelajaran ini para peserta dilatih untuk mampu memahami secara lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang berperan dalam proses degradasi dan mekanisme proses yang terjadi pada bahan cagar budaya.

B. Tujuan Pembelajaran Umum (TPU)

Setelah mengikuti pembelajaran para peserta diharapkan mampu mengetahui dan memahami tentang pengertian lingkungan, unsur-unsur lingkungan yang berperan dalam proses degradasi, mekanisme degradasi, proses degradasi dan bentuk-bentuknya yang bisa diamati secara visual.

C. Tujuan Pembelajaran Khusus (TPK)

Setelah mengikuti pembelajaran para peserta diharapkan mampu menjelaskan:

1. Pengertian lingkungan cagar budaya dan pengelompokkannya;
2. Unsur-unsur lingkungan dan perannya terhadap bahan penyusun cagar budaya;
3. Interaksi antara faktor lingkungan dengan bahan penyusun cagar budaya;
4. Cara identifikasi unsur-unsur lingkungan dan contoh-contoh dampak yang ditimbulkan sebagai akibat terjadinya interaksi dengan lingkungannya.

D. Manfaat Bagi Peserta

Manfaat yang diperoleh bagi para peserta setelah mempelajari Modul ini adalah memahami keterkaitan antara lingkungan dengan cagar budaya dan dampak yang ditimbulkan, sehingga dapat diantisipasi tindakan yang perlu dilakukan untuk menjaga kondisi keterawatan cagar budaya.

BAB II

FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB DEGRADASI CAGAR BUDAYA

Secara garis besar mekanisme proses kerusakan/pelapukan cagar budaya dapat digambarkan sebagai berikut.



Oleh karena itu, pada kesempatan ini kita akan kupas bagian demi bagian agar dapat diperoleh gambaran secara komprehensif kaitan antara satu dengan yang lainnya.

Berdasarkan atas sumbernya, pada dasarnya faktor penyebab proses degradasi bahan dasar koleksi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu faktor lingkungan (eksternal) yaitu kondisi lingkungan tempat koleksi tersebut berada dan faktor internal yang lebih terkait dengan kualitas bahan dasar yang digunakan untuk untuk cagar budaya. Untuk mendapatkan gambaran secara lebih komprehensif, berikut ini akan diuraikan secara garis besar masing-masing aspek tersebut.

A. Faktor Internal

Termasuk dalam faktor internal adalah kualitas bahan dasar yang digunakan untuk cagar budaya, teknologi konstruksi, dan lokasi geotopografi cagar budaya.

1. Kualitas Bahan Cagar Budaya

Berdasarkan atas sifat-sifat alaminya, kualitas bahan dasar cagar budaya pada umumnya dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu cagar budaya

yang terbuat dari bahan organik dan cagar budaya yang terbuat dari bahan non organik.

Bahan organik adalah bahan yang berasal dari jasad hidup, terdiri dari hidrokarbon, serta dapat mengalami pembusukan secara biologis dan mudah terbakar. Beberapa contoh bahan organik adalah kayu. Bahan non organik adalah bahan yang berasal dari mineral batuan. Beberapa contohnya adalah batuan yang meliputi batu vulkanis (batu gunung), batu endapan.

Pada umumnya benda-benda yang terbuat dari bahan organik lebih peka terhadap pengaruh kondisi lingkungan dibandingkan dengan benda-benda yang terbuat dari bahan non organik. Sehingga lebih cepat mengalami proses pelapukan. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan kualitas bahan dasar yang digunakan. Untuk memberikan gambaran secara lebih jelas berikut ini disajikan secara garis besar sifat-sifat alami yang umumnya digunakan untuk cagar budaya.

A. Bahan organik

Untuk bahan bangunan cagar budaya yang terbuat dari bahan organik adalah kayu. Kayu merupakan salah satu jenis bahan dasar yang banyak digunakan untuk cagar budaya. Secara anatomi, bahan dasar penyusun kayu terdiri atas sel-sel yang memiliki tipe bermacam-macam dan susunan dinding selnya terdiri atas senyawa kimia berupa *selulosa* dan *hemoselulosa* (senyawa karbohidrat) sekitar 60 % dan *lignin* (non-karbohidrat) sekitar 30 %, serta zat-zat hidrokarbon sekitar 10 %. Kayu merupakan jenis bahan yang bersifat higroskopis yaitu mudah menyerap air. Karena pengaruh lingkungan, bahan ini mudah mengalami proses dekomposisi atau pelapukan.

B. Bahan Non-organik

Batuan

Batuan adalah bahan non organik yang tersusun atas mineral-mineral., baik yang bersifat koheren maupun tidak, yang membeku dalam bentuk kristal. Unsur-unsur mineral penyusun batu meliputi silikat (Si), kalsium (Ca), kalium (K), besi (Fe), titanium (Ti), aluminium (Al), magnesium (Mg), dan kadang-kadang sulfur (S), khlor (Cl).

Ditinjau dari proses terjadinya, bahan penyusun batuan dapat dikelompokkan menjadi mineral primer dan mineral sekunder.

Mineral primer adalah mineral yang terbentuk secara langsung dari pembekuan magma, sedangkan mineral sekunder terjadi karena mineral primer mengalami perubahan struktur akibat proses pelapukan.

Berdasarkan cara terbentuknya, batuan terbagi dalam 3 (tiga) jenis batuan yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan *metamorf*.

1. Batuan beku

Batuan beku adalah jenis batuan yang terbentuk dari hasil pembekuan magma. Berdasarkan atas kandungan silikanya (SiO_2), batuan beku dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis yaitu :

a. Batu *granit*

Batu granit adalah jenis batuan dengan kandungan silika lebih besar dari 66 %. Jenis batu ini termasuk dalam kategori jenis batu asam. Ciri-ciri khusus batu granit adalah permukaannya kasar dan mempunyai warna yang *heterogen*.

b. Batu *basalt*

Adalah jenis batuan beku dengan kandungan silika kurang dari 52 %. Jenis batu ini termasuk dalam kategori jenis batuan yang bersifat basa. Ciri-ciri batu ini yaitu mempunyai permukaan yang sangat kompak. Porositas batuan berkisar di antara 10-50 %.

c. Batu *andesit*

Adalah jenis batuan beku dengan kandungan silika yang berada di antara 52-66 %. Jenis batuan ini termasuk dalam kategori batuan intermedia (batuan menengah). Secara fisik dikenal dengan ciri-ciri berwarna abu-abu terang, permukaan kasar dan tingkat porositasnya berkisar di antara 14-30 %.

2. Batuan Sedimen

Batuan sedimen merupakan jenis batuan yang terbentuk dari hasil proses sedimentasi atau pengendapan. Jenis batuan ini dibedakan menjadi dua yaitu batu pasir (*sand stone*) dan batu kapur (*lime stone*).

a. Batu pasir (*Sand stone*)

Jenis batuan ini tersusun atas mineral utama kuarsa dan

sejumlah mineral-mineral lainnya seperti halnya *feldspar* dan *mika*.

b. Batu gamping (*lime stone*)

Jenis batuan ini mempunyai struktur permukaan yang bervariasi. Tingkat porositasnya juga berbeda-beda tergantung atas proses pengendapannya.

3. Batuan *Metamorf* (Batuan Ubahan)

Batuan *metamorf* merupakan jenis batuan yang berasal dari batuan beku atau batuan sedimen yang telah berubah bentuk dari asalnya sebagai akibat dari pengaruh suhu dan tekanan tinggi. Dari segi jenisnya, dapat dibedakan sebagai berikut.

a. *Marmer*: adalah batu ubahan dari batuan gamping. Jenis batuan ini mempunyai permukaan yang sangat keras dan kompak. Porositas batu kurang dari 10 %.

b. *Quartzites*: merupakan jenis batu ubahan dari batu pasir. Jenis batu ini juga keras dengan porositas rendah.

c. *Slates*: merupakan jenis batu ubahan dari batu lempung. Tekstur batu lembut dan sangat *porous*.

d. *Gneis*: merupakan jenis batu ubahan dari batuan beku. Jenis batuan ini sangat kuat dan kompak.

2. Teknik Konstruksi Bangunan

Pada dasarnya ada dua teknik konstruksi bangunan cagar budaya. Teknik yang pertama yaitu teknik konstruksi bahan bangunan tanpa spesi pada nat-natnya, yang lebih dikenal dengan istilah *dry masonry technique*. Sebagai contoh adalah bangunan klasik seperti halnya candi-candi. Sedangkan untuk teknik yang kedua adalah sisten konstruksi bangunan dengan menggunakan spesi diantara nat-natnya, yang lebih dikenal dengan istilah *wet masonry technique*. Kedua metode konstruksi tersebut mempunyai implikasi yang berbeda satu sama lain, sehingga akan membawa dampak terhadap kondisi kelestarian bangunan tersebut.

3. Kondisi Geotopografi

Lingkungan tempat cagar budaya berada sangat dipengaruhi oleh kondisi

geotopografi suatu tempat. Tempat yang berada di daerah beriklim tropis lembab akan berbeda dengan daerah beriklim dingin. Demikian juga tempat yang berada di daerah pantai akan berbeda dengan daerah pedalaman, ataupun di dataran tinggi. Hal tersebut terutama berkaitan dengan kondisi suhu dan kelembaban udara, tekanan udara, Semakin tinggi tempat tersebut akan semakin rendah tekanan udaranya, dan semakin dingin, dan suhu udaranya pun juga akan berbeda. Perlu dicatat bahwa di daerah beriklim dingin tidak ada masalah rayap, sementara itu di daerah tropis lembab, rayap menjadi musuh utama dalam pelestarian cagar budaya.

B. Faktor Eksternal

Pada dasarnya, faktor eksternal dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) yaitu **faktor biotik** dan **faktor non biotik**. Faktor biotik adalah faktor yang berasal dari jasad hidup. Beberapa contoh yang paling utama meliputi jenis jasad renik/mikrobia dan serangga. Sedangkan faktor non biotik adalah faktor-faktor yang disebabkan bukan dari jasad hidup, misalnya suhu udara, air, sinar matahari, polusi udara. Guna mendapatkan gambaran secara lebih jelas, berikut ini diuraikan mengenai beberapa jenis jasad renik dan serangga yang sering berperan dalam proses kerusakan dan pelapukan cagar budaya.

1. Jasad renik

Jasad renik merupakan salah satu agensia utama dalam proses degradasi bahan cagar budaya. Keberadaannya tidak hanya sekedar tumbuh pada permukaan cagar budaya saja tetapi akibat dari aktifitasnya dapat berakibat terhadap penurunan kualitas bahan dasar yang digunakan. Faktor utamanya adalah kelembaban lingkungan.

Untuk cagar budaya yang berada di ruangan terbuka yang terkena sinar matahari baik secara tidak langsung (sinar diffus) dan terlebih yang terkena sinar matahari dan hujan secara langsung akan mudah ditumbuhi oleh berbagai jenis jasad renik, tidak hanya jamur dan bakteri saja tetapi juga jenis ganggang (*algae*), lumut sejati moss), dan bahkan lumut kerak (*lichens*), spermatophyta/pteridophyta. Untuk mengenal lebih dekat beberapa jenis jasad yang merupakan agensia pelapukan biotiksuraiannya.

Ganggang (Algae)

Ganggang merupakan jasad fotosintetis yang habitat pertumbuhannya memerlukan sinar matahari baik sinar secara langsung maupun tidak langsung, air, dan karbon, sehingga mudah tumbuh subur di permukaan benda yang lembab. Disamping itu juga jasad tersebut juga mudah di tempat-tempat lekukan yang terdapat akumulasi debu dan tanah. Dari segi warnanya bermacam-macam, ada yang berwarna hijau, hijau kebiru-biruan, coklat, hitam, merah, dan lain-lain, sesuai dengan spesiesnya. Sedangkan dari segi morfologi dibedakan menjadi tiga bentuk yaitu ganggang berbentuk benang/serabut, butiran, dan berlendir. Ganggang merupakan tipe jasad pioneer, artinya merupakan tipe jasad renik yang pertama kali tumbuh sebelum jasad lainnya ada.

Dampak negatif yang ditimbulkan dari pertumbuhan jasad tersebut tidak hanya mengganggu secara estetisnya saja tetapi juga berupa kerusakan mekanis dalam bentuk keausan permukaan koleksi maupun pelapukan secara biokimiawi dalam bentuk pelarutan sebagian unsur-unsur bahan dasar yang digunakan. Pada umumnya, tipe ganggang berbentuk benang mempunyai dampak secara lebih signifikan dibandingkan dengan tipe yang lain. Jenis ganggang tertentu mampu melarutkan unsur-unsur kalsium karbonat dalam batuan (C. Jaton, 1970).



Pertumbuhan berbagai jenis ganggang pada permukaan batu

Lumut (Moss)

Lumut merupakan jenis jasad renik yang tergolong dalam divisi bryophyta yang terbagi dalam dua klas yaitu lumut sejati (*musci*) dan lumut hati (*hepateceae*). Jasad tersebut mudah tumbuh pada permukaan benda yang bersifat porous terutama yang telah mengalami pelapukan dimana tempat tersebut terdapat akumulasi debu dan tanah yang kondisinya lembab. Oleh karena itu, jasad ini hanya tumbuh pada cagar budaya yang berada di luar ruangan yang terkena panas matahari dan hujan secara langsung. Di antara ke dua kelompok jasad tersebut, jenis lumut sejati merupakan jenis jasad yang tergolong berbahaya pada koleksi berbahan porous. Hal ini disebabkan karena akar-akar semu (*rhizoid*) jasad tersebut mampu menyusup beberapa milimeter ke dalam permukaan benda dan mampu meretakan dan melarutkan mineral-mineral yang telah rapuh, sehingga porositas benda semakin meningkat. Sedangkan untuk jenis hepateceae tidaklah begitu berbahaya, karena pertumbuhannya secara horizontal pada permukaan benda. Jenis jasad lumut berkembang dengan spora dan perkecambahan segmen batang maupun rhizoidnya.

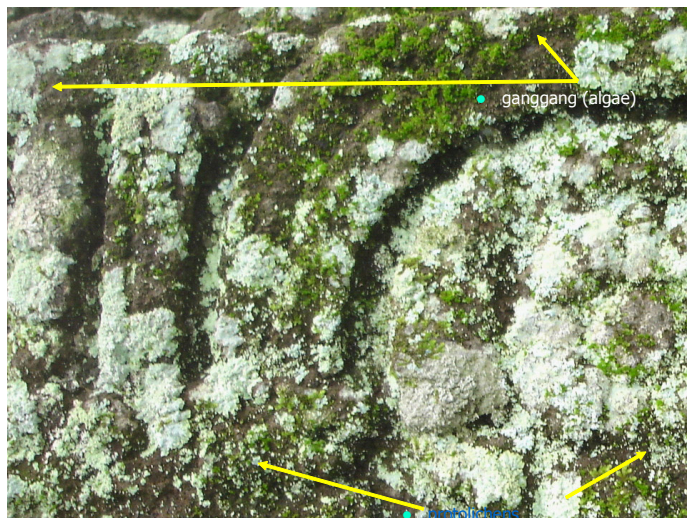


Pertumbuhan lumut jenis musci pada permukaan batu

Lumut Kerak (*Lichens*)

Lumut kerak merupakan jenis jasad simbiose antara ganggang (jasad fotosintetis) dan jamur (jasad non fotosintetis). Bentuk simbiosenya merupakan simbiose mutualistik, saling menguntungkan. Ada dua tahapan dalam pertumbuhannya, yaitu tahap simbiose awal yang dikenal dengan nama protolichens dan tahap berikutnya yang dikenal dengan nama lichens. Secara morfologi dibedakan menjadi tiga yaitu lichens tipe butiran (*Crustaceae lichens*), lichens tipe berdaun (*Foliaceae lichens*), dan lichens tipe berambut (*Fruticose lichens*). Di antara ketiga tipe tersebut yang dampaknya tergolong berbahaya adalah lichens tipe butiran, karena daya cekamnya yang sangat kuat terhadap substrat dimana jasad tersebut tumbuh. Dengan demikian merupakan tipe jasad yang paling sulit dibersihkan. Di samping itu dalam siklus kehidupannya juga mengekskresikan zat-zat organik dalam bentuk asam oksalat yang mampu melarutkan sebagian unsur benda (G. Hyvert,--).

Habitat atau kesukaan tumbuh jenis jasad tersebut yaitu pada permukaan benda yang kondisinya relatif kering dan terkena sinar matahari.



Pertumbuhan lumut kerak pada batuan

Spermatophyta, Pteridophyta, dan Tanaman Tingkat Tinggi

Jenis-jenis tanaman tersebut merupakan salah satu ancaman yang cukup mengawatirkan terhadap bangunan cagar budaya. Keberadaannya sangat mengganggu dan bahkan untuk tanaman tingkat tinggi yang pada awalnya hanya berupa spora kecil akhirnya dapat tumbuh dan berkembang menjadi besar, serta mengancam kelestarian cagar budaya.



Jamur Benang/Kapang (Fungi), Bakteri, dan Aktinomycetes

Kelompok jasad ini merupakan kelompok jasad renik yang secara visual tidak dapat diamati secara langsung. Untuk mengamati kelompok jenis jasad tersebut perlu diambil sampel dari benda dan ditumbuhkan/diinokulasikan ke dalam medium yang sesuai dengan habitatnya, selanjutnya diisolasi/dipisahkan sehingga merupakan jasad murni. Habitat pertumbuhannya pada koleksi-koleksi yang lembab.

Jenis jamur dan bakteri tertentu mampu menimbulkan proses dekomposisi bahan penyusun cagar budaya terutama untuk koleksi yang terbuat bahan organik seperti halnya koleksi kayu. Bahan-bahan yang sudah terdekomposisi tersebut pada gilirannya akan mudah diserang oleh rayap/insek yang dampaknya lebih berbahaya.



Hasil isolasi beberapa jenis jamur pada cagar budaya

2. Serangga

Serangga/insek merupakan agensia pelapukan dari faktor biotis yang peranan penting dalam proses degradasi bahan cagar budaya, terutama yang terbuat dari bahan-bahan organik, seperti halnya kayu.

Dari aspek faktor non biotik, terutama disebabkan oleh faktor fluktuasi suhu dan kelembaban udara, cahaya/penyinaran, dan pencemaran udara.

3. Suhu dan Kelembaban Udara

Sebagaimana diketahui bahwa secara geografis Indonesia terletak di daerah beriklim tropis lembab, dengan kelembaban udara yang cukup tinggi yaitu di atas 65 % dan kelembaban relatif rata-rata berkisar di antara 70 %-85 %. Bahkan dalam musim penghujan kelembaban udara dapat melebihi 90 %. Rata-rata suhu udara harian berkisar di antara 28° C-32° C (Herman, 1979). Dalam kaitannya dengan hal tersebut, kondisi iklim di Indonesia merupakan faktor eksternal yang memegang peranan penting dalam proses degradasi bahan dasar cagar budaya. Secara ideal, kondisi ruangan di museum hendaknya untuk kelembaban udara berkisar di antara 45 %-60 %. Kelembaban udara di bawah 45 % akan memungkinkan kondisi benda terlalu kering terutama untuk koleksi yang terbuat dari bahan

organik sehingga membahayakan cagar budaya, sedangkan kelembaban udara di atas 70 % akan menyebabkan tumbuhnya jamur.

4. Cahaya (Sinar)

Cahaya matahari maupun cahaya lampu buatan mempunyai pengaruh yang cukup serius terhadap beberapa jenis bahan cagar budaya. Dalam kehidupan sehari-hari dampak cahaya yang bisa teramati adalah terjadinya perubahan warna dari warna yang sebelumnya cerah menjadi pudar. Proses kerusakan karena cahaya ini secara teknis dikenal dengan istilah reaksi “photo-kimia” (*photo chemical reaction*). Sejauh mana pengaruh yang diakibatkan oleh sinar pada suatu benda koleksi di museum akan sangat dipengaruhi oleh beberapa hal yang meliputi kepekaan benda koleksi terhadap sinar, intensitas penyinaran, lamanya kena sinar, dan panjang gelombang sinar.

Sinar adalah suatu bentuk gelombang elektromagnetik yang mempunyai dua buah tipe cahaya yaitu cahaya yang bisa dilihat (*visible light*) dan sinar yang tidak bisa dilihat (*invisible light*). Cahaya yang tampak ini pada dasarnya merupakan spektrum sinar dengan panjang gelombang antara 400-760 nanometer, yang terdiri atas tujuh macam warna yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. Sedangkan cahaya yang tidak tampak terdiri dua macam yaitu sinar ultra violet dengan panjang gelombang lebih kecil dari 400 nanometer dan sinar infra merah dengan panjang gelombang lebih besar dari 760 nanometer.

Hasil penelitian yang dilakukan secara intensif menunjukkan bahwa makin pendek panjang gelombang suatu sinar makin tinggi energinya terhadap proses kerusakan cagar budaya (OP Agrawal, 1977). Dengan demikian, secara teknis radiasi ultra violet mempunyai dampak lebih bahaya dibandingkan sinar lainnya, terutama untuk benda organik.

5. Pencemaran Udara

Sebagaimana diketahui bahwa benda cagar budaya yang tak ternilai harganya. Agar benda cagar budaya tersebut dapat diwariskan kepada generasi mendatang dalam keadaan tetap terawat baik, maka perlu dijaga dari segala bentuk ancaman pelapukan/kerusakan yang terjadi, termasuk adalah ancaman dari pengaruh pencemaran udara.

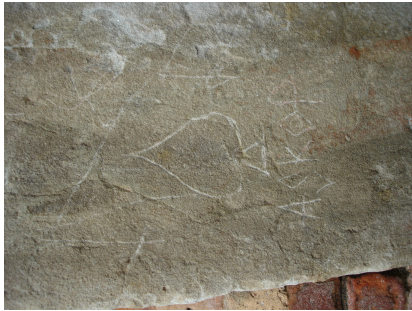
Pada dasarnya, semua benda, baik yang terbuat dari bahan organik maupun

non organik dapat terpengaruh oleh pencemaran udara lingkungan. Hanya tingkatan dan prosesnya satu sama lain berbeda, dari yang ringan sampai kepada bentuk ancaman yang serius. Pencemaran udara bisa berasal dari berbagai macam sumber, misalnya bangunan (baru) tempat penyimpanan koleksi yang melepaskan partikel-partikel yang sangat halus (0,01 mikron) dan bersifat alkali, sisa pembakaran gas/bahan bahan yang mengandung gas sulfur dioksida (SO_2) dan karbon dioksida (CO_2), alat-alat elektronik tertentu yang menghasilkan *ozone* dan nitrogen dioksida serta radiasi UV dengan panjang gelombang lebih kecil dari 300 nanometer.



6. ***Faktor-Faktor lain_***

Termasuk dalam faktor-faktor ini adalah faktor manusia, misalnya petugas/ pengunjung yang kurang menyadari, corat-coret pada bangunan cagar budaya. Di samping itu juga hal-hal lain yang tidak terduga, misalnya bahaya api (kebakaran) dan air (banjir).



Contoh corat-coret pada permukaan batu dan bata

C. Ringkasan

Faktor penyebab degradasi bahan cagar budaya pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal terkait dengan kualitas bahan cagar budaya yang digunakan, teknologi konstruksi bangunan cagar budaya, dan kondisi geotopografi. Sedangkan faktor eksternal terkait dengan kondisi lingkungan cagar budaya yang pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi faktor biotik dan faktor non biotik. Faktor biotik disebabkan oleh jasad renik yang tumbuh pada permukaan cagar budaya, sedangkan faktor non biotik adalah faktor yang disebabkan oleh bukan dari jasad hidup.

D. Pertanyaan Untuk Bahan Diskusi

1. Salah satu aspek terkait dengan faktor internal adalah teknologi konstruksi bangunan cagar budaya. Coba Saudara jelaskan mengapa teknologi konstruksi berperan terhadap kondisi keterawatan cagar budaya dan berikan contohnya!
2. Apakah dampak yang ditimbulkan interaksi antara faktor internal dan eksternal ?
3. Mana di antara faktor biotik yang dinilai paling berbahaya terhadap bangunan cagar budaya?

BAB III

MEKANISME PROSES DEGRADASI BAHAN CAGAR BUDAYA

Sebagaimana telah diutarakan di atas bahwa semua benda yang ada di dunia ini, baik yang terbuat dari bahan organik maupun yang terbuat dari bahan non organik akan mengalami proses interaksi dengan lingkungannya. Sebagai akibatnya kualitas benda akan semakin mengalami penurunan kualitasnya yang akhirnya akan mengalami proses kehancuran total dalam bentuk pelapukan tanah (*soiling process*).

Secara teknis dari segi prosesnya, degradasi bahan koleksi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu dalam bentuk kerusakan dan pelapukan. Pada aspek kerusakan, perubahan terjadi pada bahan yang digunakan tanpa diikuti oleh perubahan sifat-sifat kimiawinya, misalnya retak dan pecah. Sedangkan pada aspek pelapukan terjadi perubahan baik pada sifat-sifat fisik (*desintegrasi*) maupun kimiawinya (*dekomposisi*), yang diikuti dengan gejala kerapuhan, korosi, dan perubahan dimensinya.

Untuk faktor penyebab telah dibicarakan di atas, sehingga pada penjelasan berikut ini akan diberikan terkait dengan proses degradasi yang terjadi pada suatu cagar budaya.

Pada dasarnya proses degradasi yang terjadi pada koleksi dapat dikelompokkan menjadi 4 (empat) yaitu proses kerusakan secara mekanis, proses pelapukan secara fisis (*weathering*), pelapukan secara kimia (*chemical deterioration*), dan pelapukan secara biotis (*biodeterioration*). Penjelasan secara garis besar dari masing-masing proses tersebut adalah sebagai berikut.

A. Kerusakan Secara Mekanis (*Mechanical Process*)

Kerusakan mekanis adalah jenis kerusakan yang disebabkan oleh adanya faktor gaya dari luar, baik berupa gaya yang sifatnya statis karena beban atau

gaya yang bersifat dinamis, misalnya akibat gempa, runtuh, terjatuh, dan lain-lain. Akibat yang ditimbulkan dapat berupa retakan atau pecahan, yang skalanya tergantung dari besar kecilnya gaya yang ditimbulkan.



Retak karena gaya statis



Pecah karena gaya dinamis (gempa)

B. Pelapukan Secara Fisis (*Wheathering Process*)

Pelapukan secara fisis atau yang secara teknis dikenal dengan istilah *wheathering process*, yang terjadi pada cagar budaya disebabkan oleh faktor lingkungan mikro dimana koleksi tersebut berada. Perubahan tersebut kadang-kadang mendadak sifatnya yang tentu saja akan membawa dampak yang berbahaya pada kondisi keterawatan cagar budaya yang pada umumnya telah rapuh. Gejala yang terjadi dan dapat diamati secara makroskopis antara lain berupa perubahan warna asli cagar budaya oleh faktor cahaya yang secara teknis dikenal dengan istilah *fading affect* sebagai akibat adanya reaksi photo kimia (*photo chemical reaction*), pengekerutan dimensi benda, retakan-retakan mikro, atau pengelupasan.



Contoh pelapukan secara fisis pada batu dan bata

C. Pelapukan Secara Kimia (*Chemical Deterioration Process*)

Agensia utama proses terjadinya pelapukan secara kimiawi secara ekstrem adalah air. Air baik dalam bentuk air hujan, air rembesan, maupun air kapiler yang naik melalui pori-pori bahan bangunan yang digunakan merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya reaktivitas kimiawi. Air yang masuk ke dalam bahan bangunan akan melarutkan sebagian unsur-unsur bahan yang digunakan. Larutan garam yang terbentuk bersifat korosif, terutama *khlor* (Cl), baik dalam bentuk uap air dalam kelembaban yang terlalu tinggi, air tanah, maupun air laut, misalnya sewaktu tinggalan arkeologi tersebut masih berada di dalam laut. Di samping itu, juga disebabkan oleh adanya udara tercemar di sekitar cagar budaya yang dapat memacu proses pelapukan secara kimia. Hasil pelarutan yang terjadi akan terbawa ke luar pada waktu terjadi penguapan air dan terendapkan dalam bentuk kristal-kristal garam yang warnanya akan dipengaruhi oleh jenis mineral yang terlarut.

Dalam kasus benda arkeologi bawah air, air laut yang mengandung garam-garam terlarut tidak hanya sekedar menempel pada permukaan koleksi tetapi juga meresap ke dalam pori-pori, sehingga akan terjadi akumulasi. Selama kondisinya masih berada di dalam laut dapat dikatakan relatif stabil, tetapi setelah diangkat dimana kondisi lingkungan mikro berubah drastis. Endapan garam-garam terlarut tersebut akan mengering dan mengeras. Garam-garam tersebut pada umumnya masih aktif, sehingga akan menimbulkan korosi.



D. Pelapukan Secara Biotis (*Biodeterioration Process*)

Jenis pelapukan ini terutama disebabkan oleh adanya mikrobia atau jasad renik pada koleksi baik pada bagian dalam maupun pada permukaan koleksi. Adanya pertumbuhan mikrobia tersebut tidak hanya mengganggu secara *estetis*, tetapi sebagai akibat dari aktifitasnya dapat menimbulkan kerusakan pada koleksi tersebut. Hal ini akan sangat tergantung dari jenis dan kualitas bahan cagar budaya tersebut. Untuk benda cagar budaya yang berada di dalam ruangan, masalah utama yang dihadapi pada umumnya berupa pertumbuhan jamur, bakteri, atau serangan serangga/insek. Sedangkan untuk cagar budaya yang berada di tempat terbuka dapat berupa jasad-jasad renik seperti halnya ganggang (*algae*) lumut (*musc*i), atau bahkan lumut kerak (*lichens*), walaupun hal tersebut jarang terjadi, tetapi tidak menutup kemungkinan juga bisa terjadi.



Pertumbuhan lumut kerak pada batu



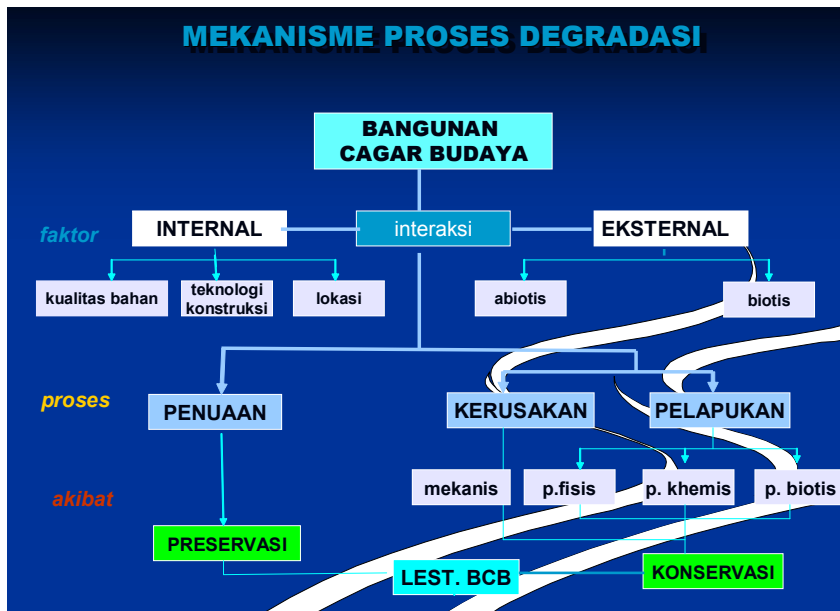
Pengelupasan akibat pertumbuhan ganggang



Photo by Hubertus Sadirin

Kerusakan biotis oleh tanaman tingkat tinggi

Untuk mendapatkan gambaran mengenai proses degradasi bahan dasar cagar budaya berikut ini disajikan bagan mekanismenya.



E. Ringkasan

Semua benda yang ada di dunia ini, termasuk dalam hal ini adalah cagar budaya, akan mengalami proses interaksi dengan lingkungannya. Interaksi tersebut merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari, sehingga cepat atau lambat pasti akan terjadi penurunan kualitas bahan cagar budaya yang digunakan.

Proses interaksi dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor eksternal dan faktor internal tempat cagar budaya tersebut berada. Faktor eksternal adalah faktor-faktor yang ada di sekitar cagar budaya tersebut, sebagai contoh adalah suhu udara dan kelembaban udara lingkungan baik lingkungan mikro maupun lingkungan makro, sinar matahari, dan polusi udara lingkungan. Sedangkan faktor internal adalah terkait dengan sifat-sifat alami bahan cagar budaya yang digunakan, yang pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu cagar budaya yang terbuat dari bahan organik dan cagar budaya yang terbuat dari bahan non organik. Interaksi dari ke dua faktor tersebut akan menimbulkan

proses degradasi yang bentuknya bisa berupa kerusakan dan pelapukan.

Kerusakan adalah perubahan yang terjadi pada cagar budaya dimana sifat-sifat fisik dan kimiawinya masih tetap utuh tetapi hanya dimensinya saja yang mengalami perubahan, misalnya retak atau pecah. Sedangkan pelapukan adalah perubahan yang terjadi pada cagar budaya dimana sifat-sifat fisik dan kimiawinya telah mengalami perubahan secara signifikan. Perubahan sifat-sifat fisik secara teknis dikenal dengan istilah desintegrasi, sedangkan perubahan secara kimiawi dikenal dengan istilah dekomposisi.

Dari segi prosesnya degradasi bahan cagar budaya dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu kerusakan secara mekanis (*mechanical process*) sebagai akibat adanya gaya yang terjadi pada cagar budaya tersebut, baik gaya statis maupun gaya yang sifatnya dinamis. Berikutnya adalah pelapukan secara fisis (*weathering process*) yang disebabkan oleh cuaca lingkungan, pelapukan secara kimiawi (*chemical deterioration process*), yang agensia utamanya adalah air, pelapukan secara biotis (*biodeterioration process*) yang disebabkan oleh aktifitas jasad renik yang tumbuh pada cagar budaya.

F. Pertanyaan Untuk Bahan Diskusi

1. Mengapa faktor lingkungan perlu dipelajari dalam konservasi cagar budaya? Uraikan pendapat Saudara sehingga jelas artinya!
2. Apa dampak yang ditimbulkan dari hasil interaksi antara faktor internal dan eksternal cagar budaya?. Jelaskan disertai dengan contoh-contohnya!
3. Jelaskan apa yang perlu dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya degradasi dalam cagar budaya?

G. Studi Kasus

Studi kasus dalam kaitannya Modul ini mengambil lokasi di Situs Cagar Budaya di daerah Sumatera Utara, yaitu di daerah Riau, tepatnya di Situs Candi Muara Takus. Kompleks Candi Muara Takus merupakan suatu situs cagar budaya yang di dalamnya terdapat beberapa candi, yaitu Candi Mahligai, Candi Tua, dan Candi Palangka, yang dikelilingi oleh pagar keliling terbuat dari batu pasir. Teknologi konstruksi bangunan menggunakan sistem konstruksi tanpa spesi (*dry masonry technique*).

Bahan bangunan yang digunakan untuk candi-candi tersebut mayoritas terdiri atas bata dan sebagian batu pasir. Situs tersebut berbatasan langsung dengan hutan lindung dan berbatasan juga dengan sungai dan daerahnya berada di daerah katulistiwa, sehingga fluktuasi suhu dan kelembaban udara sangat tajam. Dengan kondisi lingkungan tersebut dan bahan bangunan yang digunakan terdiri atas batu dan bata, banyak kasus yang menarik untuk dikaji.

Coba adakan kajian kasus degradasi yang terjadi pada Candi Muara Takus, melalui *focus group discussion* (FGD). Satu kelompok mengkaji masalah lingkungan dan satu kelompok lagi mengkaji dampak yang ditimbulkan oleh interaksi antara faktor internal dan eksternal terhadap kondisi keterawatan bahan bangunan yang ada. Hasil kajian selanjutnya diseminarkan.

BAB IV

PENUTUP

Pemahaman tentang faktor lingkungan dan proses degradasi bahan cagar budaya merupakan suatu hal yang mendasar sifatnya sebelum melakukan intervensi terhadap cagar budaya. Hal ini penting agar penanganan konservasi dapat dilakukan secara mendasar, tidak hanya berdasarkan atas gejala yang secara visual nampak tetapi atas dasar akar permasalahan yang dihadapi di lapangan.

Disadari sepenuhnya bahwa tindakan konservasi yang dilakukan tidaklah bersifat menghentikan secara total proses degradasi yang terjadi tetapi hanyalah menghambat. Karena bagaimanapun juga khususnya untuk cagar budaya yang terletak di alam terbuka pengaruh faktor lingkungan tidak akan bisa dihentikan secara total, tetapi hanya bisa dikendalikan.

Dengan mengetahui faktor-faktor yang berperan dan proses degradasinya, diharapkan para peserta akan lebih memahami bagaimana penurunan kualitas bahan cagar budaya harus dilakukan. Modul ini masih sangat mendasar sifatnya dan perlu dikembangkan melalui diskusi-diskusi kelompok, sehingga akan diperoleh pemahaman lebih mantap.

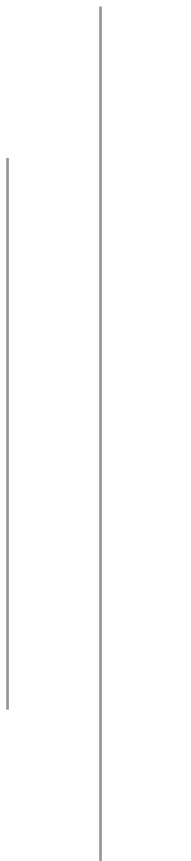
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1968 : *The Conservation of Cultural Property: Museums and Monuments*, UNESCO
- Agrawal, O.P, 1976 : *Conservation and Preservation of Museum Objects*, National Research Laboratory for Conservation of Cultural Property, Lucknow
- Giulia Caneva et al, 1991 : *Biology in the Conservation of Works of Art, ICCROM, Italy*
- Hubertus Sadirin, 1997 : Teknik Konservasi Koleksi Benda Cagar Budaya di Museum, Ditjen Kebudayaan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Hubertus Sadirin, 2005 : Benda Cagar Budaya: Sifat-sifat Alami Bahan dasar dan Kualitasnya, Diktat Acuan Mata Kuliah Konservasi Koleksi Museum, Program Studi Arkeologi, Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia
- Hubertus Sadirin, 2002 : Mengapa Benda Cagar Budaya Perlu Dikonservasi? Aspek Konservasi dan Pemeliharaan, Deputi Bidang Sejarah dan Purbakala, Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata
- Hubertus Sadirin, 2000 : Prinsip-prinsip Diagnostik dan Penanganan Konservasi Benda Cagar Budaya, Direktorat Purbakala, Ditjen Kebudayaan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Hubertus Sadirin, 2002 : Peranan Faktor Lingkungan dalam proses Degradasi Bahan Benda Cagar Budaya, Diktat Acuan Mata Kuliah Konservasi IIA dan IIB, Program Pascasarjana Studi Arkeologi, Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia
- Timbul Haryono, dkk, 2005 : Peranan Logam dalam Kehidupan Masyarakat Indonesia, Museum Nasional

AMDAL

Oleh :

Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tugas para Tenaga Teknis Pemugaran dan Konservasi antara lain melakukan pemugaran bangunan bersejarah atau cagar budaya, dan melakukan konservasi benda-benda cagar budaya yang telah ditemukan agar tidak mengalami kerusakan lebih parah. Pelaksanaan pemugaran dan konservasi sering melibatkan aktivitas yang besar seperti pengangkatan, penambahan bangunan, penggunaan bahan-bahan kimia dalam skala besar, dan sebagainya. Aktivitas semacam ini dapat berdampak negatif maupun positif yang luas bagi lingkungan hidup, yang meliputi aspek sosial, ekonomi, kesehatan, biologi, fisika, dan kimia. Agar dampak negatif tersebut dapat diminimalkan atau bahkan dihindari sedangkan dampak positifnya ditingkatkan, maka para Tenaga Teknis Pemugaran dan Konservasi harus mempunyai pengetahuan yang baik tentang prakiraan dampak, pengelolaan dan pemantauan kegiatan-kegiatan pemugaran dan konservasi benda cagar budaya. Pengetahuan tersebut secara umum dapat diperoleh melalui materi Analisis mengenai Dampak Lingkungan atau AMDAL. Untuk mendukung pembelajaran atau pelatihan diperlukan suatu MODUL sehingga para peserta pelatihan dapat memahami materi AMDAL secara baik. Oleh karena itu MODUL AMDAL ini disusun, yang dapat digunakan sebagai pegangan dan sumber bahan ajar bagi para peserta pelatihan. Dalam MODUL ini dikemukakan tentang Penjelasan Umum AMDAL, Dokumen AMDAL, dan Jenis Usaha dan atau Kegiatan yang Wajib AMDAL.

B. Deskripsi Singkat

1. Lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.

2. Pelestarian fungsi lingkungan hidup adalah rangkaian upaya untuk memelihara kelangsungan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.
3. Daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya.
4. Daya tampung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.
5. Sumber daya alam adalah unsur lingkungan hidup yang terdiri atas sumber daya hayati dan nonhayati yang secara keseluruhan membentuk kesatuan ekosistem.
6. Kajian lingkungan hidup strategis, yang selanjutnya disingkat KLHS, adalah rangkaian analisis yang sistematis, menyeluruh, dan partisipatif untuk memastikan bahwa prinsip pembangunan berkelanjutan telah menjadi dasar dan terintegrasi dalam pembangunan suatu wilayah dan/atau kebijakan, rencana, dan/atau program.
7. Analisis mengenai dampak lingkungan hidup, yang selanjutnya disebut Amdal, adalah kajian mengenai dampak penting suatu usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan pada lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan.
8. Upaya pengelolaan lingkungan hidup dan upaya pemantauan lingkungan hidup, yang selanjutnya disebut UKL-UPL, adalah pengelolaan dan pemantauan terhadap usaha dan/atau kegiatan yang tidak berdampak penting terhadap lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan.
9. Baku mutu lingkungan hidup adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup.
10. Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

11. Kerusakan lingkungan hidup adalah perubahan langsung dan/atau tidak langsung terhadap sifat fisik, kimia, dan/atau hayati lingkungan hidup yang melampaui kriteria baku kerusakan lingkungan hidup.

C. Tujuan Pembelajaran Umum (TPU)

Setelah mempelajari materi Analisis mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) maka peserta pelatihan akan memahami manfaat/pentingnya AMDAL, mengetahui dan mampu menentukan Jenis Usaha atau Kegiatan yang wajib AMDAL, dan memahami proses penyusunan DOKUMEN AMDAL.

D. Tujuan Pembelajaran Khusus (TPK)

Setelah mempelajari materi Analisis mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) peserta pelatihan :

1. Dapat menjelaskan pengertian AMDAL
2. Dapat mendefinisikan pengertian dampak besar dan penting
3. Dapat menyebutkan aspek-aspek lingkungan hidup yang dapat terkena dampak penting suatu usaha atau kegiatan
4. Dapat menyebutkan komponen-komponen aspek Lingkungan Hidup
5. Dapat mendeskripsikan manfaat AMDAL
6. Dapat menyebutkan dan menjelaskan jenis-jenis AMDAL
7. Dapat menyebutkan isi Dokumen AMDAL
8. Dapat menjelaskan Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan (KA-ANDAL)
9. Dapat mendeskripsikan Analisis Dampak Lingkungan (ANDAL)
10. Dapat mendeskripsikan isi dokumen Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup (RKL)
11. Dapat menjelaskan isi dokumen Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup (RPL)
12. Dapat menyebutkan jenis-jenis kegiatan yang wajib AMDAL
13. Dapat memahami cara penapisan suatu usaha atau kegiatan yang tidak tercantum dalam daftar Wajib AMDAL, namun dimungkinkan menimbulkan dampak penting

E. Pokok Bahasan

Secara garis besar materi utama yang disajikan dalam modul AMDAL adalah :

1. Pengertian AMDAL.
2. Definisi pengertian dampak besar dan penting.
3. Aspek-aspek Lingkungan hidup yang dapat terkena dampak penting suatu usaha atau kegiatan.
4. Komponen-komponen aspek Lingkungan Hidup.
5. Deskripsi manfaat AMDAL.
6. Jenis-jenis AMDAL.
7. Isi Dokumen AMDAL.
8. Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan (KA-ANDAL).
9. Analisis Dampak Lingkungan (ANDAL).
10. Deskripsi isi dokumen Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup (RKL).
11. Isi dokumen Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup (RPL).
12. Jenis-jenis kegiatan yang wajib AMDAL.
13. Cara penapisan suatu usaha atau kegiatan yang tidak tercantum dalam daftar Wajib AMDAL, namun dimungkinkan menimbulkan dampak penting.

BAB II

ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN HIDUP (AMDAL)

A. Deskripsi Umum

1. Pengertian AMDAL

AMDAL, menurut PERATURAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP (PERMEN LH) No. 08 Tahun 2006, adalah kajian mengenai dampak besar dan penting suatu usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan, pada lingkungan hidup, yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan. Yang dimaksud dampak besar dan penting selanjutnya disebut dampak penting adalah perubahan lingkungan hidup yang sangat mendasar yang diakibatkan oleh suatu usaha dan/atau kegiatan.

Lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain. Dampak lingkungan hidup adalah pengaruh perubahan pada lingkungan hidup yang diakibatkan oleh suatu usaha dan/atau kegiatan. Perubahan tersebut dapat bersifat positif maupun negatif.

Adapun yang termasuk aspek Lingkungan hidup adalah Geo-Fisika, dan Kimia, Biologi, dan Sosial-Ekonomi, dan Budaya, serta kesehatan Masyarakat. Setiap aspek tersebut mempunyai berbagai komponen, yang dituliskan dalam table 1 berikut ini.

Tabel II.1. Komponen-komponen penentu kualitas lingkungan hidup

No	Geo-Fisika dan Kimia	Biologi	Sosial-Ekonomi-Budaya	Kesehatan Masyarakat
1	Udara	Flora (darat dan air)	Keresahan	Sanitasi
2	Kebisingan	Fauna (darat dan air)	Perubahan Pendapatan	Pnyebaran penyakit
3	Getaran		Kesempatan Usaha	
4	Bau		Kesempatan kerja	
5	Air		Keterbukaan wilayah	
6	Tanah			

2. Jenis AMDAL

a. AMDAL Tunggal

Yaitu Kajian mengenai dampak besar dan penting satu jenis rencana usaha/kegiatan yang kewenangan pembinaannya di bawah satu instansi yang membidangi usaha/kegiatan. Contoh : Pembangunan Jalan Tol, Pabrik, dan Pembangunan Bandara

b. AMDAL Kawasan

Adalah Kajian mengenai dampak besar dan penting untuk :

- Berbagai usaha/kegiatan yang saling terkait perencanaannya satu sama lain.
- Usaha/kegiatan yang terletak dalam satu kesatuan zona rencana pengembangan kawasan sesuai rencana tata ruang kawasan (RTRW).
- Usaha/kegiatan yang terletak pada satu hamparan ekosistem. Contoh: Kawasan industry, Kawasan wisata.

c. AMDAL Terpadu/Multi Sektor

Kajian mengenai dampak besar dan penting untuk:

- Berbagai usaha/kegiatan mempunyai keterkaitan dalam hal perencanaan, pengelolaan, dan proses produksinya.
- Usaha/kegiatan yang berada dalam kesatuan hamparan ekosistem.
- Usaha/kegiatan yang melibatkan lebih dari satu instansi yang membidangi kegiatan tersebut.

Contoh: Pengembangan lapangan MIGAS serta sarana pendukungnya.

B. Dokumen AMDAL

1. Penjelasan Umum Dokumen AMDAL

Dokumen AMDAL secara umum berisi dampak positif maupun negatif, yang harus dikelola dan dipantau untuk komponen Geo-Fisika, dan Kimia, biologi, dan sosial-ekonomi, dan budaya, pada tahap :

1. Pra Konstruksi, yaitu sebelum dilakukan pembangunan prasarana usaha atau kegiatan.
2. Konstruksi, yaitu saat pelaksanaan pembangunan prasarana kegiatan atau usaha.
3. Operasi yaitu saat pengoperasian kegiatan atau usaha.
4. Pasca Operasi adalah setelah pelaksanaan kegiatan atau usaha.

Sesuai UU 32 Tahun 2009 pasal 25, Dokumen AMDAL berisi tentang :

1. Pengkajian mengenai dampak dari rencana usaha dan/atau kegiatan:
 - a. Evaluasi kegiatan di sekitar lokasi rencana usaha dan/atau kegiatan.
 - b. Saran, masukan serta tanggapan masyarakat terhadap rencana usaha dan/atau kegiatan.
 - c. Prakiraan terhadap besaran dampak serta sifat penting dampak yang terjadi jika rencana usaha dan/atau kegiatan tersebut dilaksanakan.
 - d. Evaluasi secara holistik terhadap dampak yang terjadi untuk menentukan kelayakan atau ketidaklayakan lingkungan hidup.
2. Rencana pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup.

2. Dokumen AMDAL

Dokumen AMDAL terdiri dari :

- a. Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Hidup, selanjutnya disebut KA-ANDAL.
- b. Analisis Dampak Lingkungan Hidup, yang selanjutnya disebut ANDAL.
- c. Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang selanjutnya disebut RKL.
- d. Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup, yang selanjutnya disebut RPL.

1. Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Hidup (KA-ANDAL)

KA-ANDAL adalah ruang lingkup studi analisis dampak lingkungan hidup yang merupakan hasil pelingkupan yang disepakati oleh Pemrakarsa/Penyusun AMDAL dan Komisi Penilai AMDAL. KA-ANDAL ini merupakan dokumen penting untuk memberikan rujukan tentang kedalaman studi ANDAL yang akan dicapai. Fungsi pedoman penyusunan KA-ANDAL adalah sebagai dasar bagi penyusunan KA-ANDAL baik KA-ANDAL kegiatan tunggal, KA-ANDAL terpadu dan KA-ANDAL kawasan.

- a. Tujuan penyusunan KA-ANDAL adalah:
 - i. Merumuskan lingkup dan kedalaman studi ANDAL
 - ii. Mengarahkan studi ANDAL agar berjalan secara efektif dan efisien
 - iii. sesuai dengan biaya, tenaga, dan waktu yang tersedia.
- b. Fungsi dokumen KA-ANDAL adalah:
 - i. Sebagai rujukan penting bagi pemrakarsa, instansi yang membidangi rencana usaha dan/atau kegiatan, dan penyusun studi AMDAL tentang lingkup dan kedalaman studi ANDAL yang akan dilakukan
 - ii. Sebagai salah satu bahan rujukan bagi penilai dokumen ANDAL untuk mengevaluasi hasil studi ANDAL.

c. Dasar pertimbangan penyusunan KA-ANDAL

i. Keanekaragaman

ANDAL bertujuan menduga kemungkinan terjadinya dampak dari suatu rencana usaha dan/atau kegiatan terhadap lingkungan hidup. Rencana usaha dan/atau kegiatan dan rona lingkungan hidup pada umumnya sangat beraneka ragam. Keanekaragaman rencana usaha dan/atau kegiatan dapat berupa keanekaragaman bentuk, ukuran, tujuan, sasaran, dan sebagainya. Demikian pula rona lingkungan hidup akan berbeda menurut letak geografi, keanekaragaman faktor lingkungan hidup, pengaruh manusia, dan sebagainya. Karena itu, tata kaitan antara keduanya tentu akan sangat bervariasi pula. Kemungkinan timbulnya dampak lingkungan hidup pun akan berbeda-beda. Dengan demikian KA-ANDAL diperlukan untuk memberikan arahan tentang komponen usaha dan/atau kegiatan manakah yang harus ditelaah, dan komponen lingkungan hidup manakah yang perlu diamati selama menyusun ANDAL.

ii. Keterbatasan sumber daya

Penyusunan ANDAL sering dihadapkan pada keterbatasan sumber daya, seperti antara lain: keterbatasan waktu, dana, tenaga, metode, dan sebagainya. KA-ANDAL memberikan ketegasan tentang bagaimana menyesuaikan tujuan dan hasil yang ingin dicapai dalam keterbatasan sumber daya tersebut tanpa mengurangi mutu pekerjaan ANDAL. Dalam KA-ANDAL ditonjolkan upaya untuk menyusun prioritas manakah yang harus diutamakan agar tujuan ANDAL dapat terpenuhi meski sumber daya terbatas.

iii. Efisiensi

Pengumpulan data dan informasi untuk kepentingan ANDAL perlu dibatasi pada faktor-faktor yang berkaitan langsung dengan kebutuhan prakiraan dan evaluasi dalam ANDAL sesuai hasil pelingkupan. Melalui cara ini ANDAL dapat dilakukan secara efisien. Penentuan masukan berupa data dan informasi yang amat relevan ini kemudian disusun dan dirumuskan dalam KA-ANDAL.

d. Pihak-pihak yang terlibat dalam penyusunan KA-ANDAL

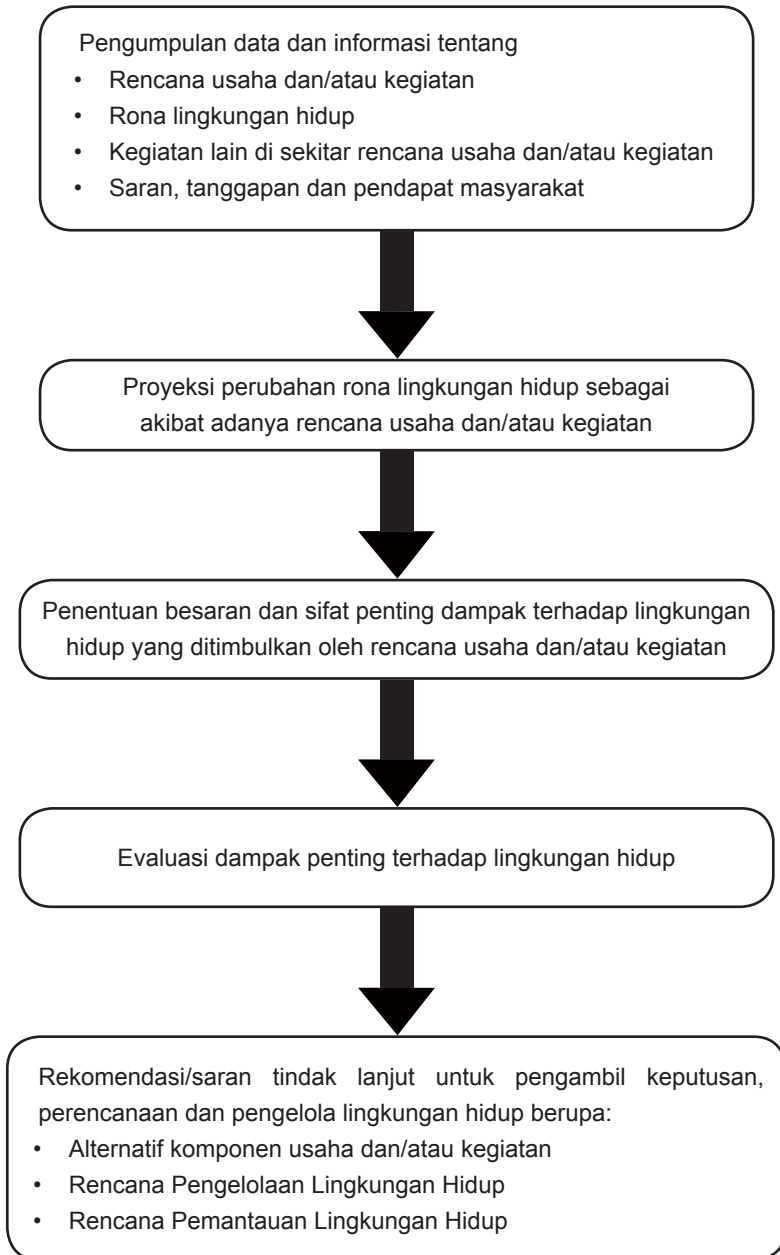
Pihak-pihak yang secara langsung terlibat dalam penyusunan KA-ANDAL adalah pemrakarsa, instansi yang bertanggung jawab, dan penyusun studi ANDAL. Namun dalam pelaksanaan penyusunan KA-ANDAL (proses pelingkupan) harus senantiasa melibatkan para pakar serta masyarakat yang berkepentingan sesuai Pasal 33, Pasal 34, dan Pasal 35 Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup.

e. Pemakai hasil ANDAL dan hubungannya dengan penyusunan KA-ANDAL

Menurut Pasal 2 Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999, Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup merupakan bagian kegiatan studi kelayakan rencana usaha dan/atau kegiatan. Selain itu, juga merupakan bagian lain dari studi kelayakan rencana usaha dan/atau kegiatan adalah aspek teknis dan aspek ekonomis-finansial.

Hasil studi kelayakan digunakan untuk proses pengambilan keputusan dan dapat merupakan bahan perencanaan pembangunan wilayah. Oleh karena itu, dalam menyusun KA-ANDAL untuk suatu ANDAL perlu dipahami bahwa hasilnya nanti akan merupakan bagian dari studi kelayakan yang akan digunakan oleh pengambil keputusan dan perencana. Meskipun demikian, berbeda dengan bagian studi kelayakan yang menggarap faktor penunjang dan penghambat terlaksananya suatu usaha dan/atau kegiatan ditinjau dari segi ekonomi dan teknologi, ANDAL lebih menunjukkan pendugaan dampak yang bisa ditimbulkan oleh usaha dan/atau kegiatan tersebut terhadap lingkungan hidup.

Diagram alir penyusunan ANDAL digambarkan sebagai berikut :



f. Wawasan KA-ANDAL

Dokumen KA-ANDAL harus mencerminkan secara jelas dan tegas wawasan lingkungan hidup yang harus dipertimbangkan dalam pembangunan suatu rencana usaha dan/atau kegiatan. Sehubungan dengan hal tersebut, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan:

- i. Dokumen KA-ANDAL harus menampung berbagai aspirasi tentang hal-hal yang dianggap penting untuk ditelaah dalam studi ANDAL menurut pihak-pihak yang terlibat.
- ii. Mengingat AMDAL adalah bagian dari studi kelayakan, maka dalam studi ANDAL perlu ditelaah dan dievaluasi masing-masing alternatif dari komponen rencana usaha dan/atau kegiatan yang dipandang layak baik dari segi lingkungan hidup, teknis maupun ekonomis sebagai upaya untuk mencegah timbulnya dampak negatif yang lebih besar.
- iii. Mengingat kegiatan-kegiatan pembangunan pada umumnya mengubah lingkungan hidup, maka menjadi penting memperhatikan komponen-komponen lingkungan hidup yang berciri:
 - Komponen lingkungan hidup yang ingin dipertahankan dan dijaga serta dilestarikan fungsinya, antara lain :
 - Hutan Lindung, Hutan Konservasi, dan Cagar Biosfer;
 - Sumber daya air;
 - Keanekaragaman hayati;
 - Kualitas udara;
 - Warisan alam dan warisan budaya;
 - Kenyamanan lingkungan hidup;
 - Nilai-nilai budaya yang berorientasi selaras dengan lingkungan hidup.
 - Komponen lingkungan hidup yang akan berubah secara mendasar dan perubahan tersebut dianggap penting oleh masyarakat di sekitar suatu rencana usaha dan/atau kegiatan, seperti antara lain:
 - Fungsi ekosistem;
 - Pemilikan dan penguasaan lahan;

- Kesempatan kerja dan usaha;
 - Taraf hidup masyarakat;
 - Kesehatan masyarakat.
- iv. Pada dasarnya dampak lingkungan hidup yang diakibatkan oleh suatu rencana usaha dan/atau kegiatan tidak berdiri sendiri, satu sama lain memiliki keterkaitan dan ketergantungan. Hubungan sebab akibat ini perlu dipahami sejak dini dalam proses penyusunan KA-ANDAL agar studi ANDAL dapat berjalan lebih terarah dan sistematis.

Keempat faktor tersebut harus menjadi bagian integral dalam penyusunan KA-ANDAL terutama dalam proses pelingkupan.

g. Proses pelingkupan

Pelingkupan merupakan proses awal untuk menentukan lingkup permasalahan dan mengidentifikasi dampak penting (hipotesis) yang terkait dengan rencana usaha dan/atau kegiatan. Pelingkupan merupakan proses terpenting dalam penyusunan KA-ANDAL karena melalui proses ini dapat dihasilkan:

- i. Dampak penting hipotetik terhadap lingkungan hidup yang dipandang relevan untuk ditelaah secara mendalam dalam studi ANDAL dengan meniadakan hal-hal atau komponen lingkungan hidup yang dipandang kurang penting untuk ditelaah.
- ii. Lingkup wilayah studi ANDAL berdasarkan beberapa pertimbangan: batas proyek, batas ekologis, batas sosial, dan batas administratif;
- iii. Batas waktu kajian yang merupakan rentang waktu yang akan digunakan sebagai dasar dalam melakukan prakiraan perubahan kualitas/kondisi lingkungan tanpa adanya proyek dan dengan adanya proyek.
- iv. Kedalaman studi ANDAL antara lain mencakup metode yang digunakan, jumlah sampel yang diukur, dan tenaga ahli yang dibutuhkan sesuai dengan sumber daya yang tersedia (dana dan waktu). Semakin baik hasil pelingkupan semakin tegas dan jelas arah dari studi ANDAL yang akan dilakukan.

Deskripsi masing-masing pelingkupan dijelaskan sebagai berikut :

i. Pelingkupan dampak penting

Pelingkupan dampak penting dilakukan melalui serangkaian proses berikut:

- **Identifikasi dampak potensial**

Pada tahap ini kegiatan pelingkupan dimaksudkan untuk mengidentifikasi segenap dampak lingkungan hidup (primer, sekunder, dan seterusnya) yang secara potensial akan timbul sebagai akibat adanya rencana usaha dan/atau kegiatan. Pada tahapan ini hanya diinventarisasi dampak potensial yang mungkin akan timbul tanpa memperhatikan besar/kecilnya dampak, atau penting tidaknya dampak. Dengan demikian pada tahap ini belum ada upaya untuk menilai apakah dampak potensial tersebut merupakan dampak penting.

Identifikasi dampak potensial diperoleh dari serangkaian hasil konsultasi dan diskusi dengan para pakar, pemrakarsa, instansi yang bertanggung jawab, masyarakat yang berkepentingan serta dilengkapi dengan hasil pengamatan lapangan (observasi). Selain itu identifikasi dampak potensial juga dapat dilakukan dengan menggunakan metode-metode identifikasi dampak berikut ini:

- penelaahan pustaka; dan/atau
- analisis isi (*content analysis*); dan/atau
- interaksi kelompok (rapat, lokakarya, *brainstorming*, dan lain-lain); dan/atau
- metode *ad hoc*; dan/atau
- daftar uji (sederhana, kuesioner, deskriptif); dan/atau
- matrik interaksi sederhana; dan/atau
- bagan alir (*flowchart*); dan/atau
- pelapisan (*overlay*); dan/atau
- pengamatan lapangan (observasi).

- **Evaluasi dampak potensial**

Pelingkupan pada tahap ini bertujuan untuk menghilangkan/meniadakan dampak potensial yang dianggap tidak relevan atau tidak penting, sehingga diperoleh daftar dampak penting hipotesis

yang dipandang perlu dan relevan untuk ditelaah secara mendalam dalam studi ANDAL. Daftar dampak penting potensial ini disusun berdasarkan pertimbangan atas hal-hal yang dianggap penting oleh masyarakat di sekitar rencana usaha dan/atau kegiatan, instansi yang bertanggungjawab, dan para pakar. Pada tahap ini daftar dampak penting hipotesis yang dihasilkan belum tertata secara sistematis. Metode yang digunakan adalah interaksi kelompok (rapat, lokakarya, *brainstorming*). Kegiatan evaluasi dampak potensial ini terutama dilakukan oleh pemrakarsa usaha dan/atau kegiatan (yang dalam hal ini dapat diwakili oleh konsultan penyusun AMDAL), dengan mempertimbangkan hasil konsultasi dan diskusi dengan pakar, instansi yang bertanggung jawab serta masyarakat yang berkepentingan.

- **Klasifikasi dan prioritas dampak penting**

Pelingkupan yang dilakukan pada tahap ini bertujuan untuk mengelompokkan/mengorganisir dampak penting yang telah dirumuskan dari tahap sebelumnya dengan maksud agar diperoleh klasifikasi dan prioritas dampak penting hipotetik yang akan dikaji lebih lanjut dalam dokumen ANDAL. Dalam melakukan klasifikasi dan prioritas, perlu memperhatikan hal berikut :

- Kebijakan atau peraturan yang menjadi dasar untuk arahan kajian AMDAL selanjutnya, seperti standar/baku mutu dan lain-lain.
- Konsep saintifik dari kajian yang akan dilakukan.

Dampak penting hipotetik tersebut dirumuskan melalui 2 (dua) tahapan. Pertama, segenap dampak penting dikelompokkan menjadi beberapa kelompok menurut keterkaitannya satu sama lain. Kedua, dampak penting yang berkelompok tersebut selanjutnya diurut berdasarkan kepentingannya.

Sebagai contoh :

Rencana pembuangan limbah cair dari industri petrokimia ke sungai akan menimbulkan dampak penting hipotetik berupa peningkatan kadar BOD, COD, dan TSS, sementara dari proses produksi akan menimbulkan dampak penting hipotetik berupa emisi SO₂ dan NO_x. Dampak penting hipotetik dari masing-masing parameter tersebut

selanjutnya dapat dikelompokkan menjadi; penurunan kualitas air sungai dan penurunan kualitas udara ambien. Selanjutnya terhadap 2 (dua) dampak penting tersebut diurut berdasarkan kepentingannya, misalnya: (1) Penurunan kualitas udara ambien, (2) Penurunan kualitas air sungai.

ii. Pelingkupan wilayah studi dan batas waktu kajian

Penetapan lingkup wilayah studi dimaksudkan untuk membatasi luas wilayah studi ANDAL sesuai hasil pelingkupan dampak penting, dan dengan memperhatikan keterbatasan sumber daya, waktu dan tenaga, serta saran pendapat dan tanggapan dari masyarakat yang berkepentingan.

- Lingkup wilayah studi ANDAL ditetapkan berdasarkan pertimbangan batas ruang sebagai berikut:
 - Batas proyek
Batas proyek adalah ruang dimana suatu rencana usaha dan/atau kegiatan akan melakukan kegiatan pra-konstruksi, konstruksi dan operasi. Dari ruang rencana usaha dan/atau kegiatan inilah bersumber dampak terhadap lingkungan hidup di sekitarnya, termasuk dalam hal ini alternatif lokasi rencana usaha dan/atau kegiatan. Posisi batas proyek ini agar dinyatakan juga dalam koordinat.
 - Batas ekologis
Batas ekologis adalah ruang persebaran dampak dari suatu rencana usaha dan/atau kegiatan menurut media transportasi limbah (air, udara), dimana proses alami yang berlangsung di dalam ruang tersebut diperkirakan akan mengalami perubahan mendasar. Termasuk dalam ruang ini adalah ruang di sekitar rencana usaha dan/atau kegiatan yang secara ekologis member dampak terhadap aktivitas usaha dan/atau kegiatan.
 - Batas sosial
Batas sosial adalah ruang di sekitar rencana usaha dan/atau kegiatan yang merupakan tempat berlangsungnya berbagai interaksi sosial yang mengandung norma dan nilai tertentu yang sudah mapan (termasuk sistem dan struktur sosial),

sesuai dengan proses dinamika sosial suatu kelompok masyarakat, yang diperkirakan akan mengalami perubahan mendasar akibat suatu rencana usaha dan/atau kegiatan. Batas sosial ini sangat penting bagi pihak-pihak yang terlibat dalam studi ANDAL, mengingat adanya kelompok-kelompok masyarakat yang kehidupan sosial ekonomi dan budayanya akan mengalami perubahan mendasar akibat aktivitas usaha dan/atau kegiatan. Mengingat dampak lingkungan hidup yang ditimbulkan oleh suatu rencana usaha dan/atau kegiatan menyebar tidak merata, maka batas sosial ditetapkan dengan membatasi batas-batas terluar dengan memperhatikan hasil identifikasi komunitas masyarakat yang terdapat dalam batas proyek, ekologis serta komunitas masyarakat yang berada di luar batas proyek dan ekologis namun berpotensi terkena dampak yang mendasar dari rencana usaha dan/atau kegiatan melalui penyerapan tenaga kerja, pembangunan fasilitas umum dan fasilitas sosial.

- Batas administratif

Batas administrasi adalah ruang dimana masyarakat dapat secara leluasa melakukan kegiatan sosial ekonomi dan sosial budaya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku di dalam ruang tersebut. Batas ruang tersebut dapat berupa batas administrasi pemerintahan atau batas konsesi pengelolaan sumber daya oleh suatu usaha dan/atau kegiatan (misalnya, batas HPH, batas kuasa pertambangan).

Dengan memperhatikan batas-batas tersebut di atas dan mempertimbangkan kendala-kendala teknis yang dihadapi (dana, waktu, dan tenaga), maka akan diperoleh ruang lingkup wilayah studi yang dituangkan dalam peta dengan skala yang memadai.

- Batasan ruang lingkup wilayah studi ANDAL

Batasan ruang lingkup wilayah studi ANDAL adalah ruang yang merupakan kesatuan dari keempat wilayah di atas, namun penentuannya disesuaikan dengan kemampuan pelaksana yang biasanya memiliki keterbatasan sumber data, seperti

waktu, dana, tenaga, teknik, dan metode telaahan. Dengan demikian, ruang lingkup wilayah studi memang bertitik tolak pada ruang bagi rencana usaha dan/atau kegiatan, kemudian diperluas ke ruang ekosistem, ruang sosial dan ruang administratif yang lebih luas.

- iii. Lingkup batasan waktu kajian ANDAL ditetapkan berdasarkan pertimbangan batasan waktu pelaksanaan rencana usaha dan/atau kegiatan.

Batasan waktu kajian adalah batas waktu kajian yang akan digunakan dalam melakukan prakiraan dan evaluasi dampak dalam kajian ANDAL. Batas waktu tersebut minimal dilakukan selama umur rencana usaha dan/atau kegiatan berlangsung. Penentuan batas waktu kajian ini selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk melakukan penentuan perubahan rona lingkungan tanpa adanya rencana usaha dan/atau kegiatan atau dengan adanya rencana usaha dan/atau kegiatan.

Sebagai catatan, batas waktu yang digunakan dalam kajian AMDAL bukan merupakan batas waktu untuk menyatakan kadaluarsa atau tidaknya suatu kajian AMDAL.

h. Sistematika KA-ANDAL (Per. Men. LH No.8 Th.2006)

1. PENDAHULUAN

- Latar belakang
- Tujuan & Manfaat
- Peraturan

2. RUANG LINGKUP

- Rencana Kegiatan
- Rona Lingkungan Awal
- Pelingkupan
- Proses
- Hasil (Dampak dan hipotesis)
- Batas Wilayah Studi

3. METODE

- Pengumpulan & Analisis Data
- Prakiraan Dampak Penting

- Tingkat Kepentingan Dampak
 - Evaluasi Dampak Penting
4. PELAKSANA STUDI
- Pemrakarsa
 - Penyusun
 - Biaya studi (% distribusi)
 - Waktu studi

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN :

- Perijinan terkait, Pengumuman, Peta (Lokasi, BWS, Rencana Pengambilan Sampel), Hasil Konsultasi Masyarakat, CV Penyusun.

2. Pedoman Penyusunan ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN HIDUP (ANDAL)

a. Fungsi pedoman penyusunan dokumen ANDAL

Pedoman penyusunan ANDAL digunakan sebagai dasar penyusunan ANDAL, baik AMDAL kegiatan tunggal, AMDAL kegiatan terpadu/ multisektor maupun AMDAL kegiatan dalam kawasan.

b. Sistematika ANDAL (Per. Men. LH No 8 Th.2006)

1. PENDAHULUAN

- Latar belakang
- Tujuan studi
- Peraturan

2. RENCANA KEGIATAN

- Pemrakarsa
- Uraian Rencana Kegiatan
- Alternatif (lokasi, tata letak, dan lain-lain)
- Keterkaitan Rencana Kegiatan dengan Kegiatan sekitar

3. RONA LINGKUNGAN HIDUP

- Uraian kondisi komponen lingkungan yang potensial terkena dampak

- Kondisi Lingkungan Saat ini
4. RUANG LINGKUP STUDI
- Dampak penting yg ditelaah
 - Wilayah studi dan waktu kajian
5. PRAKIRAAN DAMPAK PENTING
- Kondisi lingkungan yang akan datang, ketika kegiatan dilaksanakan.
 - Prakiraan Besar Dampak setiap Rencana Kegiatan (Pra Konstruksi-Konstruksi-Operasional-Pasca Operasional).
 - Penentuan sifat penting dampak setiap Rencana Kegiatan.
6. EVALUASI DAMPAK
- Holistik
 - Metode (Leopold, Lohani & Thanh, Sorensen, Battelle, Fisher & Davies, Overlay)
 - Pemilihan alternatif
 - Rekomendasi kelayakan lingk

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- Ijin terkait, peta, diagram, dan lain-lain

3. Pedoman Penyusunan Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup (RKL)

a. Penjelasan umum

Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup selanjutnya disebut RKL adalah upaya penanganan dampak penting terhadap lingkungan hidup yang ditimbulkan akibat dari rencana usaha dan/atau kegiatan. Dokumen RKL merupakan dokumen yang memuat upaya-upaya mencegah, mengendalikan dan menanggulangi dampak penting lingkungan hidup yang bersifat negatif dan meningkatkan dampak positif yang timbul sebagai akibat dari suatu rencana usaha dan/atau kegiatan. Dalam pengertian tersebut upaya pengelolaan lingkungan hidup mencakup 4 (empat) kelompok aktivitas :

- i. Pengelolaan lingkungan yang bertujuan untuk menghindari atau mencegah dampak negatif lingkungan hidup melalui pemilihan atas alternatif, tata letak (tata ruang mikro) lokasi, dan rancang bangun proyek.
- ii. Pengelolaan lingkungan hidup yang bertujuan untuk menanggulangi, meminimalisasi, atau mengendalikan dampak negatif baik yang timbul di saat usaha dan/atau kegiatan beroperasi, maupun hingga saat usaha dan/atau kegiatan berakhir (misalnya: rehabilitasi lokasi proyek).
- iii. Pengelolaan lingkungan hidup yang bersifat meningkatkan dampak positif sehingga dampak tersebut dapat memberikan manfaat yang lebih besar baik kepada pemrakarsa maupun pihak lain terutama masyarakat yang turut menikmati dampak positif tersebut.
- iv. Pengelolaan lingkungan hidup yang bersifat memberikan pertimbangan ekonomi lingkungan sebagai dasar untuk memberikan kompensasi atas sumber daya tidak dapat pulih, hilang atau rusak (baik dalam arti sosial ekonomi dan atau ekologis) sebagai dasar untuk memberikan kompensasi atas sumber daya tidak dapat pulih, hilang atau rusak (baik dalam arti sosial ekonomi dan atau ekologis) sebagai akibat usaha dan/atau kegiatan.

b. Kedalaman rencana pengelolaan lingkungan hidup

Mengingat dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan merupakan bagian dari studi kelayakan, maka dokumen RKL hanya akan bersifat memberikan pokok-pokok arahan, prinsip-prinsip, kriteria atau persyaratan untuk pencegahan/penanggulangan/pengendalian dampak. Bila dipandang perlu dapat dilengkapi dengan acuan literatur tentang “*basic design*” untuk pencegahan/penanggulangan/pengendalian dampak. Hal ini disebabkan :

- i Pada taraf studi kelayakan, informasi tentang rencana usaha dan/atau kegiatan (proyek) relatif masih umum, belum memiliki spesifikasi teknis yang rinci, dan masih memiliki beberapa alternatif. Hal karena pada tahap ini

memang dimaksudkan untuk mengkaji sejauhmana proyek dipandang patut atau layak untuk dilaksanakan ditinjau dari segi teknis dan ekonomi; sebelum investasi, tenaga, dan waktu terlanjur dicurahkan lebih banyak. Keterbatasan data dan informasi tentang rencana usaha atau kegiatan ini sangat berpengaruh pada bentuk kegiatan pengelolaan yang dapat dirumuskan dalam dokumen RKL

- ii. Pokok-pokok arahan, prinsip-prinsip, kriteria atau persyaratan pengelolaan lingkungan hidup yang tertuang dalam dokumen RKL selanjutnya akan diintegrasikan atau menjadi dasar pertimbangan bagi konsultan rekayasa dalam menyusun rancangan rinci rekayasa. Di samping itu perlu diketahui bahwa rencana pengelolaan lingkungan hidup yang tertuang dalam dokumen RKL harus terkait dengan hasil dokumen ANDAL, dalam arti komponen lingkungan hidup yang dikelola adalah yang hanya mengalami perubahan mendasar sebagaimana disimpulkan oleh dokumen ANDAL.

c. Rencana pengelolaan lingkungan hidup

Rencana pengelolaan lingkungan hidup dapat berupa pencegahan dan penanggulangan dampak negatif, serta peningkatan dampak positif yang bersifat strategis. Rencana pengelolaan lingkungan hidup harus diuraikan secara jelas, sistimatis, serta mengandung ciri-ciri pokok sebagai berikut :

- i. pokok-pokok arahan, prinsip-prinsip, kriteria pedoman, atau persyaratan untuk mencegah, menanggulangi, mengendalikan atau meningkatkan dampak penting baik negatif maupun positif yang bersifat strategis; dan bila dipandang perlu lengkapi pula dengan acuan literatur tentang rancang bangun penanggulangan dampak dimaksud.
- ii. Rumusan sedemikian rupa sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk pembuatan rancangan rinci rekayasa, dan dasar pelaksanaan kegiatan pengelolaan lingkungan hidup.
- iii. Rencana pengelolaan lingkungan hidup mencakup pula

upaya peningkatan pengetahuan dan kemampuan karyawan pemrakarsa usaha dan/atau kegiatan dalam pengelolaan lingkungan hidup melalui kursus-kursus yang diperlukan pemrakarsa berikut dengan jumlah serta kualifikasi yang akan dilatih.

- iv. Rencana pengelolaan lingkungan hidup juga mencakup pembentukan unit organisasi yang bertanggung jawab di bidang lingkungan hidup untuk melaksanakan RKL. Aspek-aspek yang perlu diutarakan sehubungan dengan hal ini antara lain adalah struktur organisasi, lingkup tugas dan wewenang unit, serta jumlah dan kualifikasi personalnya.

d. Pendekatan pengelolaan lingkungan hidup

Untuk menangani dampak penting yang sudah diprediksi dari studi ANDAL, dapat menggunakan salah satu atau beberapa pendekatan lingkungan hidup yang selama ini dikenal seperti: teknologi, sosial ekonomi, maupun institusi.

e. Format dokumen RKL

Mengingat dokumen RKL disusun sekaligus dengan dokumen ANDAL dan RPL, dan ketiganya dinilai sekaligus maka format dokumen RKL langsung berorientasi pada keempat pokok rencana pengelolaan lingkungan hidup sebagaimana pada butir 1 di atas.

1. PENDAHULUAN

- Maksud & tujuan
- Pernyataan kebijakan
- Kegunaan

2. PENDEKATAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN

- Pendekatan teknologi
- Sosial ekonomi
- Institusi

3. RENCANA PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP

PUSTAKA

LAMPIRAN

4. Pedoman Penyusunan Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup (RPL)

a. Pejelasan umum

Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup selanjutnya disebut RPL adalah upaya pemantauan komponen lingkungan hidup yang terkena dampak penting akibat dari rencana usaha dan/atau kegiatan. Pemantauan lingkungan hidup dapat digunakan untuk memahami fenomena-fenomena yang terjadi pada berbagai tingkatan, mulai dari tingkat proyek (untuk memahami perilaku dampak yang timbul akibat usaha dan/atau kegiatan), sampai ke tingkat kawasan atau bahkan regional; tergantung pada skala masalah yang dihadapi. Pemantauan merupakan kegiatan yang berlangsung secara terus-menerus, sistematis dan terencana. Pemantauan dilakukan terhadap komponen lingkungan yang relevan untuk digunakan sebagai indikator untuk mengevaluasi penataan (*compliance*), kecenderungan (*trendline*) dan tingkat kritis (*critical level*) dari suatu pengelolaan lingkungan hidup.

b. Kedalaman rencana pemantauan lingkungan hidup

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam penyusunan dokumen rencana pemantauan lingkungan hidup, yakni :

- i. Komponen/parameter lingkungan hidup yang dipantau hanyalah yang mengalami perubahan mendasar, atau terkena dampak penting.
- ii. Aspek-aspek yang dipantau perlu memperhatikan benar dampak penting yang dinyatakan dalam ANDAL, dan sifat pengelolaan dampak lingkungan hidup yang dirumuskan dalam dokumen RKL.
- iii. Pemantauan dapat dilakukan pada sumber penyebab dampak dan/atau terhadap komponen/parameter lingkungan hidup yang terkena dampak. Dengan memantau kedua hal tersebut sekaligus akan dapat dinilai/diuji efektivitas kegiatan pengelolaan lingkungan hidup yang dijalankan.
- iv. Pemantauan lingkungan hidup harus layak secara ekonomi. Walau aspek-aspek yang akan dipantau telah

dibatasi pada hal-hal yang penting saja (seperti diuraikan pada butir (a) sampai (c), namun biaya yang dikeluarkan untuk pemantauan perlu diperhatikan mengingat kegiatan pemantauan senantiasa berlangsung sepanjang usia usaha dan/atau kegiatan.

- v. Rancangan pengumpulan dan analisis data aspek-aspek yang perlu dipantau, mencakup :
 - Jenis data yang dikumpulkan;
 - Lokasi pemantauan;
 - Frekuensi dan jangka waktu pemantauan;
 - Metode pengumpulan data (termasuk peralatan dan instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data)
 - Metode analisis data.
- vi. Dokumen RPL perlu memuat tentang kelembagaan pemantauan lingkungan hidup. Kelembagaan pemantauan lingkungan hidup yang dimaksud adalah institusi yang bertanggung jawab sebagai penyandang dana pemantauan, pelaksana pemantauan, pengguna hasil pemantauan, dan pengawas kegiatan pemantauan.

c. Sistematika Dokumen RPL

1. PENDAHULUAN

- Latar belakang
- Tujuan,
- Kegunaan pemantauan lingkungan hidup

2. RENCANA PEMANTAUAN LINGKUNGAN HIDUP

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

C. Jenis Usaha dan/atau Kegiatan yang Wajib AMDAL

Pengantar

Sesuai Permen L No. 11 TAHUN 2006, j33 Jenis Rencana Usaha dan/atau Kegiatan Yang Wajib Dilengkapi dengan Analisis Mengenai

Dampak Lingkungan Hidup, kegiatan-kegiatan yang wajib dilengkapi dokumen AMDAL dapat dikelompokkan dalam berbagai bidang, yaitu Bidang Pertahanan, Bidang Pertanian, Bidang Perikanan, Bidang Kehutanan, Bidang Perhubungan, Bidang Pekerjaan Umum, Bidang Teknologi Satelit, Bidang Perindustrian, Bidang Energi dan Sumber Daya Mineral, Bidang Pariwisata, Bidang Pengembangan Nuklir, Bidang Pengelolaan Limbah B3, dan Bidang Rekayasa Genetika. Beberapa contoh kegiatan yang wajib AMDAL dalam bidang-bidang tersebut disajikan dalam tabel-tabel berikut ini. Untuk contoh yang lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran PERMEN LH No 11 Tahun 2006.

a. Bidang Pertahanan

Secara umum, kegiatan yang berkaitan dengan aktivitas militer dengan skala/besaran sebagaimana tercantum dalam tabel di bawah ini berpotensi menimbulkan risiko lingkungan dengan terjadinya ledakan serta keresahan sosial akibat kegiatan operasional dan penggunaan lahan yang cukup luas. Beberapa contoh kegiatan disajikan dalam tabel di bawah ini, dan contoh-contoh yang lain dapat dilihat dalam Lampiran dari Permen LH No 11 Tahun 2006.

Tabel II.2. Beberapa Contoh Kegiatan Yang Wajib AMDAL Di Bidang Pertahanan

No	Jenis Kegiatan	Skala/Besaran	Alasan Ilmiah Khusus
1	Pembangunan Pangkalan TNI AL	Kelas A dan B	Kegiatan pengerukan dan reklamasi berpotensi mengubah ekosistem laut dan pantai. Kegiatan pangkalan berpotensi menyebabkan dampak akibat limbah cair dan sampah padat.
2	Pembangunan Pangkalan TNI AU	Kelas A dan B	Kegiatan pangkalan berpotensi menyebabkan dampak akibat limbah cair, sampah padat dan kebisingan pesawat.

b. Bidang Pertanian

Pada umumnya dampak penting yang ditimbulkan usaha budidaya tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan berupa erosi tanah, perubahan ketersediaan dan kualitas air akibat kegiatan pembukaan lahan, persebaran hama, penyakit dan gulma pada saat beroperasi, serta perubahan kesuburan tanah akibat penggunaan pestisida/herbisida. Di samping itu sering pula muncul potensi konflik sosial dan penyebaran penyakit endemik. Skala/besaran yang tercantum dalam tabel di bawah ini telah memperhitungkan potensi dampak penting kegiatan terhadap ekosistem, hidrologi, dan bentang alam. Skala/besaran tersebut merupakan luasan rata-rata dari berbagai ujicoba untuk masing-masing kegiatan dengan mengambil lokasi di daerah dataran rendah, sedang, dan tinggi. Salah satu contoh kegiatan pertanian ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel II.3. Contoh Kegiatan Bidang Pertanian Yang Wajib AMDAL

No	Jenis Kegiatan	Skala/ Besaran	Alasan Ilmiah Khusus
1	Budidaya tanaman pangan dan hortikultura a. Semusim dengan atau tanpa unit pengolahannya - Luas	> 2.000 ha	Kegiatan akan berdampak terhadap ekosistem, hidrologi dan bentang alam
	b. Tahunan dengan atau tanpa unit pengolahannya - Luas	> 5.000 ha	

c. Bidang Perikanan

Pada umumnya dampak penting yang ditimbulkan usaha budidaya tambak udang, ikan adalah perubahan ekosistem perairan dan pantai, hidrologi, dan bentang alam. Contoh kegiatan perikanan yang wajib AMDAL diberikan dalam tabel berikut.

Tabel II.4. Contoh Jenis Kegiatan Yang Wajib AMDAL Pada Bidang Perikanan

No	Jenis Kegiatan	Skala/ Besaran	Alasan Ilmiah Khusus
1	Usaha budidaya perikanan a. Budidaya tambak udang/ikan tingkat teknologi maju dan madya dengan atau tanpa unit pengolahannya - Luas	> 50 ha	☐ Rusaknya ekosistem mangrove yang menjadi tempat pemijahan dan pertumbuhan ikan (nursery areas) akan mempengaruhi tingkat produktivitas daerah setempat. ☐ Beberapa komponen lingkungan yang akan terkena dampak adalah: kandungan bahan organik, perubahan BOD, COD, DO, kecerahan air, jumlah phytoplankton maupun peningkatan virus dan bakteri.

d. Bidang Kehutanan

Pada umumnya dampak penting yang ditimbulkan adalah gangguan terhadap ekosistem hutan, hidrologi, keanekaragaman hayati, hama penyakit, bentang alam dan potensi konflik sosial. Salah satu contoh kegiatan yang wajib AMDAL dapat dilihat pada tabel II.5.

Tabel II.5. Contoh Jenis Kegiatan Bidang Kehutanan Yang Wajib AMDAL

No	Jenis Kegiatan	Skala/ Besaran	Alasan Ilmiah Khusus
1	Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan a. Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu (UPHK) dari Hutan Alam (HA)	Semua besaran	☐ Pemanenan pohon dengan diameter tertentu berpotensi merubah struktur dan komposisi tegakan. ☐ Mempengaruhi kehidupan satwa liar dan habitatnya.

e. Bidang Perhubungan

Di dalam tabel di bawah ini dicantumkan contoh kegiatan bidang perhubungan yang wajib dilengkapi dengan dokumen AMDAL.

Tabel II.6. Contoh Kegiatan Bidang Perhubungan Yang Wajib AMDAL

No	Jenis Kegiatan	Skala/ Besaran	Alasan Ilmiah Khusus
1	Pembangunan Jaringan Jalan Kereta Api - Panjang	> 25 km	Berpotensi menimbulkan dampak berupa emisi, gangguan lalu lintas, kebisingan, getaran, gangguan pandangan, ekologis dan dampak sosial.
2	Pembangunan terminal terpadu Moda dan Fungsi - Luas	≥ 2 ha	Berpotensi menimbulkan dampak berupa emisi, gangguan lalu lintas, kebisingan, getaran, ekologis, tata ruang dan sosial.
3	Perluasan bandar udara beserta/atau fasilitasnya: a. - Pemindahan penduduk, atau - Pembebasan lahan b. Reklamasi pantai: - Luas, atau - Volume urugan c. Pematangan bukit dan pengurangan lahan dengan luas	> 200 KK > 100 ha > 25 ha > 100.000 m ³ ≥ 500.000 m ³	Termasuk kegiatan berteknologi tinggi, harus memenuhi aturan keselamatan penerbangan. Berpotensi menimbulkan dampak kebisingan, getaran, dampak sosial, keamanan negara, emisi dan kemungkinan bangkitan transportasi baik darat dan udara.

f. Bidang Perindustrian

Salah satu contoh kegiatan bidang industri yang wajib AMDAL ditunjukkan dalam tabel II.7 ini.

Tabel II.7. Contoh Kegiatan Yang Wajib Amdal Pada Bidang Perindustrian

No	Jenis kegiatan	Skala/ Besaran	Alasan Ilmiah Khusus
1	Industri semen (yang dibuat melalui produksi klinker) Industri semen dengan Proses Klinker adalah industri semen yang kegiatannya bersatu dengan kegiatan penambangan, dimana terdapat proses penyiapan bahan baku, penggilingan bahan baku (<i>raw mill process</i>), penggilingan batubara (<i>coal mill</i>) serta proses pembakaran dan pendinginan klinker (<i>Rotary Kiln and Clinker Cooler</i>).	Semua besaran	Umumnya dampak yang ditimbulkan disebabkan oleh: » Debu yang keluar dari cerobong. » Penggunaan lahan yang luas. » Kebutuhan air cukup besar (3,5 ton semen membutuhkan 1 ton air). » Kebutuhan energi cukup besar baik tenaga listrik (110 – 140 kWh/ton) dan tenaga panas (800 – 900 Kcal/ton). » Tenaga kerja besar (+ 1-2 TK/3000 ton produk). » Potensi berbagai jenis limbah: padat (<i>tailing</i>), debu (CaO, SiO₂, Al₂O₃, FeO₂) dengan radius 2-3 km, limbah cair (sisa <i>cooling</i> mengandung minyak pelumasan), limbah gas (CO₂, SO_x, NO_x) dari pembakaran energi batubara, minyak dan gas.

2	Industri pulp atau industri kertas yang terintegrasi dengan industri pulp, kecuali pulp dari kertas bekas dan pulp untuk kertas budaya. Proses pembuatan pulp meliputi kegiatan penyiapan bahan baku, pemasakan serpihan kayu, pencucian pulp, pemutihan pulp (<i>bleaching</i>) dan pembentukan lembaran pulp yang dalam prosesnya banyak menggunakan bahan-bahan kimia	Semua besaran	Berpotensi menghasilkan limbah cair (BOD, COD, TSS), limbah gas (H₂S, SO₂, NO_x, Cl₂) dan limbah padat (ampas kayu, serat pulp, lumpur kering). Umumnya dampak yang ditimbulkan disebabkan oleh: » Penggunaan lahan yang luas (0,2 ha/1000 ton produk). » Tenaga kerja besar. » Kebutuhan energi besar (0,2 MW/1000 ton produk).
---	--	---------------	--

g. Bidang Pariwisata

Pada umumnya dampak penting yang ditimbulkan adalah gangguan terhadap ekosistem, hidrologi, bentang alam dan potensi konflik sosial. Contoh-contoh kegiatan yang wajib AMDAL disajikan dalam tabel II.8.

Tabel II.8. Contoh Kegiatan Bidang Pariwisata Yang Wajib AMDAL

No	Jenis Kegiatan	Skala/Besaran	Alasan ilmiah/khusus
1	a. Kawasan Pariwisata b.Taman Rekreasi	Semua besaran > 100 ha	Berpotensi menimbulkan dampak berupa perubahan fungsi lahan/kawasan, gangguan lalu lintas, pembebasan lahan, dan sampah.
2	Lapangan golf (tidak termasuk <i>driving range</i>)	Semua besaran	Berpotensi menimbulkan dampak dari penggunaan pestisida/herbisida, limpasan air permukaan (<i>run off</i>), serta kebutuhan air yang relative besar.

h. Bidang Pengelolaan Limbah B3

Kegiatan yang menghasilkan limbah B3 berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, terutama kegiatan yang dipastikan akan mengkonsentrasikan limbah B3 dalam jumlah besar sebagaimana tercantum dalam tabel. Kegiatan-kegiatan ini juga secara ketat diikat dengan perjanjian internasional (Konvensi Basel) yang mengharuskan pengendalian dan penanganan yang sangat seksama dan terkontrol. Contoh kegiatan pada bidang pengelolaan limbah B3 disajikan dalam table II.9.

Tabel II.9. Contoh Kegiatan Dalam Bidang Pengelolaan Limbah B3
Yang Wajib AMDAL

No	Jenis kegiatan	Skala/Besaran	Alasan ilmiah/ khusus
1	Pengumpulan, pemanfaatan, pengolahan dan/atau penimbunan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) sebagai kegiatan utama a. Setiap kegiatan pengumpulan limbah B3 sebagai kegiatan utama, tidak termasuk kegiatan skala kecil seperti pengumpul minyak kotor dan <i>slope oil</i>, timah dan <i>flux solder</i>, minyak pelumas bekas, aki bekas, <i>solvent</i> bekas, limbah kaca terkontaminasi limbah B3. b. Setiap kegiatan pemanfaatan limbah B3 sebagai kegiatan sebagai kegiatan utama.	Semua besaran Semua besaran Semua besaran	Berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.
	c. Setiap kegiatan pengolahan limbah B3 sebagai kegiatan utama. - Pengolahan dengan insinerator - Pengolahan secara biologis (<i>land farming, biopile, composting, bioventing, biosparging, bioslurping, alternate electron acceptors</i>, fitoremediasi). d. Setiap kegiatan penimbunan limbah B3 sebagai kegiatan utama.	Semua besaran Semua besaran	

i. Bidang Pekerjaan Umum

Beberapa kegiatan pada bidang Pekerjaan Umum mempertimbangkan skala/besaran kota yang menggunakan ketentuan berdasarkan jumlah populasi, yaitu:

- kota metropolitan : > 1.000.000 jiwa
- kota besar : 500.000-1.000.000 jiwa
- kota sedang : 200.000-500.000 jiwa
- kota kecil : 20.000-200.000 jiwa

Beberapa contoh kegiatan yang wajib AMDAL disajikan dalam tabel II.10 berikut ini :

Tabel II.10. Contoh Kegiatan Yang Wajib Memiliki Dokumen Amdal Pada Bidang Pekerjaan Umum

No	Jenis Kegiatan	Skala/ Besaran	Alasan ilmiah/khusus
1	Persampahan a. Pembangunan TPA sampah domestik Pembuangan dengan sistem <i>control landfill/ sanitary landfill</i> termasuk instalasi penunjangnya - Luas kawasan TPA, atau - Kapasitas total b. TPA di daerah pasang surut - Luas landfill, atau - Kapasitas total c. Pembangunan <i>transfer station</i> - Kapasitas	> 10 ha > 10.000 ton > 5 ha > 5.000 ton > 1.000 ton/hari	Dampak potensial adalah pen-cemaran gas/udara, risiko kesehatan masyarakat dan pencemaran dari <i>leachate</i> Dampak potensial berupa pencemaran dari <i>leachate</i> , udara, bau, vektor penyakit dan gangguan kesehatan. Dampak potensial berupa pen-cemaran udara, bau, vektor penyakit dan gangguan kesehatan. Dampak potensial berupa pen-cemaran dari <i>leachate</i> (lindi), udara, bau, gas beracun, dan gangguan kesehatan.

	d. Pembangunan Instalasi Pengolahan sampah terpadu - Kapasitas	≥ 500 ton/hari	Dampak potensial berupa <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i>, pencemaran udara, emisi biogas (H₂S, NO_x, SO_x, CO_x, dioxin), air limbah, <i>cooling water</i>, bau dan gangguan kesehatan
	e. Pengolahan dengan insinerator - Kapasitas	≥ 500 ton/hari	Dampak potensial berupa pen-cemaran dari bau dan gangguan kesehatan
	f. <i>Composting Plant</i> - Kapasitas	≥ 100 ton/hari	Dampak potensial berupa pen-cemaran dari air sampah dan sampah yang tercecer, bau, gangguan kesehatan dan aspek sosial masyarakat di daerah yang dilalui kereta api
	g. Transportasi sampah dengan kereta api - Kapasitas	≥ 500 ton/hari	
2	Pembangunan Pusat Perkantoran, Pendidikan, Olahraga, Ke senian, Tempat Ibadah, Pusat perdagangan/ perbelanjaan relative terkonsentrasi - Luas lahan, atau - Bangunan	> 5 ha >10.000 m²	Besaran diperhitungkan berdasar-kan: » Pembebasan lahan. » Daya dukung lahan. » Tingkat kebutuhan air sehari-hari. » Limbah yang dihasilkan. » Efek pembangunan terhadap lingkungan sekitar (getaran, kebisingan, polusi udara, dan lain-lain).

			» KDB (koefisien dasar bangunan) dan KLB. (koefisien luas bangunan) » Jumlah dan jenis pohon yang mungkin hilang. Khusus bagi pusat perdagangan/perbelanjaan relatif terkonsentrasi dengan luas tersebut diperkirakan akan menimbulkan dampak penting: » Konflik sosial akibat pembebasan lahan (umumnya berlokasi dekat pusat kota yang memiliki kepadatan tinggi). » Struktur bangunan bertingkat tinggi dan <i>basement</i> menyebabkan masalah <i>dewatering</i> dan gangguan tiang-tiang pancang terhadap akuifer sumber air sekitar. » Bangkitan pergerakan (<i>traffic</i>) dan kebutuhan permukiman dari tenaga kerja yang besar. » Bangkitan pergerakan dan kebutuhan parkir pengunjung. » Produksi sampah.
--	--	--	--

j. Bidang Teknologi Satelit

Kegiatan ini memerlukan persyaratan lokasi yang khusus (sepi penduduk, di daerah katulistiwa/ekuator, dekat laut), teknologi canggih, dan tingkat pengamanan yang tinggi. Bangunan peluncuran satelit dan fasilitas pendukung, termasuk daerah penyangga, tertutup bagi masyarakat.

k. Bidang Sumber Daya Energi dan Mineral

Dampak penting terhadap lingkungan antara lain: merubah bentang alam, ekologi dan hidrologi.

l. Bidang Pengembangan Nuklir

Secara umum, kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan pengembangan dan penggunaan teknologi nuklir selalu memiliki potensi dampak dan risiko radiasi. Persoalan kekhawatiran masyarakat yang selalu muncul terhadap kegiatan-kegiatan ini juga menyebabkan kecenderungan terjadinya dampak sosial.

m. Bidang Rekayasa Genetika

Kegiatan-kegiatan yang menggunakan hasil rekayasa genetik berpotensi menimbulkan dampak terhadap kesehatan manusia dan keseimbangan ekosistem.

D. Penapisan Usaha dan/atau Kegiatan Non Wajib Atau Wajib AMDAL

Dalam hal skala/besaran suatu jenis rencana usaha dan/atau kegiatan lebih kecil daripada skala/besaran yang tercantum dalam tabel-tabel tersebut, akan tetapi atas dasar pertimbangan ilmiah mengenai daya dukung dan daya tampung lingkungan serta tipologi ekosistem setempat diperkirakan berdampak penting terhadap lingkungan hidup, maka Bupati atau Walikota atau Gubernur untuk wilayah Daerah Khusus Ibukota Jakarta dapat menetapkan jenis rencana usaha dan/atau kegiatan tersebut sebagai Jenis Rencana Usaha dan/atau Kegiatan Yang Wajib Dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup.

Penapisan jenis rencana usaha dan/atau kegiatan yang tidak terdapat dalam daftar jenis rencana usaha dan/atau kegiatan yang wajib dilengkapi

Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

Langkah 1

Lakukan pengisian terhadap daftar pertanyaan berikut, terkait lokasi rencana usaha dan/atau kegiatan:

No.	Apakah lokasi rencana usaha dan/atau kegiatan:	Ya/Tidak/ Ragu-ragu Jelaskan secara ringkas	Apakah hal tersebut akan berdampak penting? Ya/Tidak/Ragu-ragu kenapa?
1	Akan mengubah tata guna lahan yang ada?		
2	Akan mengubah kelimpahan, kualitas dan daya regenerasi sumber daya alam yang berada di lokasi?		
3	Akan mengubah kapasitas absorpsi lingkungan alami, khususnya daerah berikut? a. Lahan basah b. Daerah pesisir c. Area pegunungan dan hutan d. Kawasan lindung alam dan taman nasional e. Kawasan yang dilindungi oleh peraturan perundangan yang berlaku		
	f. Daerah yang memiliki kualitas lingkungan yang telah melebihi batas ambang yang ditetapkan g. Daerah berpenduduk padat h. Lanskap yang memiliki nilai penting sejarah, budaya atau arkeologi		

Langkah 2

Lakukan pengisian terhadap daftar pertanyaan berikut untuk menilai karakteristik rencana usaha dan/atau kegiatan.

No.	Apakah lokasi rencana usaha dan/atau kegiatan:	Ya/Tidak/ Ragu-ragu Jelaskan secara ringkas	Apakah hal tersebut akan berdampak penting? Ya/Tidak/Ragu-ragu Kenapa?
1	Akan mengubah bentuk lahan dan bentang alam?		
2	Akan mengeksploitasi sumber daya alam, baik yang terbaharui maupun yang tak terbaharui?		
3	Dalam proses dan kegiatannya akan menimbulkan pemborosan, pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup, serta kemerosotan sumber daya alam dalam pemanfaatannya?		
4	Proses dan kegiatan yang hasilnya dapat mempengaruhi lingkungan alam, lingkungan buatan, serta lingkungan sosial dan budaya?		
5	Proses dan kegiatan yang hasilnya akan mempengaruhi pelestarian kawasan konservasi sumber daya alam dan/atau perlindungan cagar budaya?		
6	Akan mengintroduksi jenis tumbuh-tumbuhan, jenis hewan, dan jasad renik?		
7	Akan membuat dan menggunakan bahan hayati dan non-hayati?		
8	Akan menerapkan teknologi yang diperkirakan mempunyai potensi besar untuk mempengaruhi lingkungan hidup?		
9	Akan mempunyai risiko tinggi, dan/atau mempengaruhi pertahanan negara?		

Jawaban “YA” merupakan indikasi bahwa jenis rencana usaha dan/atau kegiatan tersebut wajib dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (AMDAL).

Langkah 3

Lakukan penentuan dampak penting untuk setiap jawaban “YA” dari daftar pertanyaan pada Langkah 1 dan Langkah 2 menggunakan kriteria penentuan dampak penting berikut:

1. Jumlah manusia yang akan terkena dampak;
2. Luas wilayah persebaran dampak;
3. Intensitas dan lamanya dampak berlangsung;
4. Banyaknya komponen lingkungan lainnya yang terkena dampak;
5. Sifat kumulatif dampak; dan
6. Berbalik (*reversible*) atau tidak berbaliknya (*irreversible*) dampak.

Langkah 4

Pelajari apakah dalam 10 tahun terakhir hasil implementasi pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup dari jenis usaha dan/atau kegiatan dimaksud menunjukkan bahwa:

1. usaha dan/atau kegiatan dimaksud senantiasa menimbulkan dampak penting negatif yang hampir serupa di seluruh wilayah Indonesia.
2. tidak tersedia ilmu pengetahuan dan teknologi, tata cara atau tata kerja untuk mengelola dampak penting negatif usaha dan/atau kegiatan dimaksud, baik yang bersifat terintegrasi dengan proses produksi maupun terpisah dari proses produksi.

Langkah 5

Bila hasil analisis langkah 4 menunjukkan bahwa dalam 10 tahun terakhir dampak lingkungan usaha dan/atau kegiatan tersebut tidak dikenali karakter dampaknya dan tidak tersedia ilmu pengetahuan, teknologi dan tata cara untuk mengatasi dampak penting negatifnya, maka usaha dan/atau kegiatan dimaksud yang semula tergolong tidak wajib AMDAL dapat digolongkan sebagai usaha dan/atau kegiatan yang wajib dilengkapi dengan AMDAL.

E. Ringkasan

AMDAL adalah kajian mengenai dampak besar dan penting suatu usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan, pada lingkungan hidup, yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan. Kajian-kajian tersebut dituangkan dalam dokumen AMDAL yang terdiri dari Kerangka Acuan (KA)-ANDAL, ANDAL, RPL, dan RKL. KA-ANDAL. Fungsi KA-ANDAL adalah sebagai rujukan penting bagi pemrakarsa, instansi yang membidangi rencana usaha dan/atau kegiatan, dan penyusun studi AMDAL tentang lingkup dan kedalaman studi ANDAL yang akan dilakukan, dan juga sebagai salah satu bahan rujukan bagi penilai dokumen ANDAL untuk mengevaluasi hasil studi ANDAL.

Pedoman penyusunan ANDAL digunakan sebagai dasar penyusunan ANDAL, baik AMDAL kegiatan tunggal, AMDAL kegiatan terpadu/ multisektor maupun AMDAL kegiatan dalam kawasan. Dokumen RKL merupakan dokumen yang memuat upaya-upaya mencegah, mengendalikan dan menanggulangi dampak penting lingkungan hidup yang bersifat negatif dan meningkatkan dampak positif yang timbul sebagai akibat dari suatu rencana usaha dan/atau kegiatan.

Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup selanjutnya disebut RPL adalah upaya pemantauan komponen lingkungan hidup yang terkena dampak penting akibat dari rencana usaha dan/atau kegiatan. Pemantauan merupakan kegiatan yang berlangsung secara terus-menerus, sistematis dan terencana. Rencana usaha dan/atau kegiatan yang wajib dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (AMDAL) ditetapkan berdasarkan Potensi dampak penting dan Ketidakpastian kemampuan teknologi yang tersedia untuk menanggulangi dampak penting negatif yang akan timbul. Kegiatan-kegiatan yang wajib dilengkapi dokumen AMDAL dapat berasal berbagai bidang, yaitu Bidang Pertahanan, Bidang Pertanian, Bidang Perikanan, Bidang Kehutanan, Bidang Perhubungan, Bidang Pekerjaan Umum, Bidang Teknologi Satelit, Bidang Perindustrian, Bidang Energi dan Sumber Daya Mineral, Bidang Pariwisata, Bidang Pengembangan Nuklir, Bidang Pengelolaan Limbah B3, dan Bidang Rekayasa Genetika. Namun demikian jenis usaha dan/atau kegiatan yang tidak tercantum dalam PERMEN No. 11 tahun 2006, tetapi dapat menimbulkan dampak penting dan setelah melalui penapisan, dimungkinkan untuk wajib melengkapi dengan dokumen AMDAL.

F. Pertanyaan Untuk Diskusi

1. Jika ditemukan bangunan candi yang berasal dari abad ke 8, yang terkubur di dalam tanah, dan akan dilakukan pengangkatan (ekskavasi?) yang dilanjutkan dengan perlakuan-perlakuan sesuai keperluan. Apakah dalam kegiatan tersebut harus dilengkapi dengan dokumen AMDAL?
2. Konservasi kapal peninggalan sejarah yang telah terendam dalam air laut dapat dilakukan dengan membuat bangunan untuk melindungi kapal tersebut dari kerusakan yang lebih parah. Dalam pembangunan bangunan tersebut apakah wajib dilengkapi dengan dokumen AMDAL?
3. Apabila anda diminta untuk melakukan studi AMDAL suatu kegiatan yang berupa pembangunan area wisata yang terdiri dari taman/botani, hotel, dan fasilitas pendukung lainnya, yang berlokasi di lereng sebuah bukit yang terdapat candi peninggalan sejarah, maka kajian apa saja yang harus anda lakukan?

G. Penutup

Dengan mempelajari Dasar-Dasar AMDAL ini, maka peserta Pelatihan diharapkan dapat lebih memahami bahwa setiap usaha dan atau kegiatan pada berbagai bidang dapat menimbulkan dampak penting baik positif dan negatif yang harus dikelola dan dipantau baik pada tahap pra-konstruksi, konstruksi, operasional, maupun pasca-operasional. Kajian dalam AMDAL yang meliputi Prakiraan, Pemantauan, dan Pengelolaan dampak suatu rencana usaha dan atau kegiatan dituangkan dalam Dokumen AMDAL, yang disebut dengan Penyusunan dokumen AMDAL. Untuk menjadi seorang Penyusun AMDAL, tidak cukup hanya dengan membaca Modul ini, namun diperlukan Pelatihan Khusus yang disebut dengan Kursus Penyusun AMDAL.

DAFTAR PUSTAKA

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2006 tentang Pedoman Penyusunan Analisa Mengenai Dampak Lingkungan Hidup. 2006

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2006 tentang Jenis Rencana Usaha dan/atau Kegiatan Yang Wajib Dilengkapi Dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup. 2006

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2007 tentang Dokumen Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Hidup Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Yang Tidak Memiliki Dokumen Pengelolaan Lingkungan Hidup. 2007

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 2010 tentang Upaya Pengelolaan dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup dan Surat Pernyataan Kesanggupan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Hidup. 2010

PENGANTAR KONSERVASI KERAMIK

Oleh :

Ita Yulita S.Si., M.Hum



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Keramik merupakan salah satu benda budaya yang banyak ditemukan di situs-situs budaya dan ditempatkan di museum. Sebagai salah satu warisan budaya keramik harus terus dirawat dan dipelihara sehingga dapat dinikmati dan dipelajari oleh generasi yang akan datang. Dalam mempelajari perawatan keramik perlu dipahami bahasa yang ada di dalam konservasi. Bahasa pertama adalah bahasa konteks, yaitu pemahaman bagaimana keramik menjadi bagian dari institusi di mana kita bekerja dan pentingnya keramik untuk sejarah kebudayaan Indonesia. Bahasa kedua yang harus dipahami adalah bahasa sains atau ilmiah mengenai keramik, yaitu bagaimana keramik dibuat dan apa bahan utama serta tipe-tipe keramik yang ada karena adanya perbedaan temperatur pembakaran. Bahasa ketiga yang harus dipahami adalah bahasa konservasi, yaitu permasalahan apa yang ditemukan pada keramik dan mengapa timbul permasalahan tersebut. Dengan pemahaman ketiga bahasa yang saling berkaitan maka tindakan konservasi yang diambil akan tepat dan efisien karena sesuai dengan permasalahan.

B. Deskripsi Singkat

Keramik pada awalnya berasal dari bahasa Yunani *keramikos* yang artinya suatu bentuk dari tanah liat yang telah mengalami proses pembakaran. Pada ensiklopedia tahun 1950-an keramik didefinisikan sebagai suatu hasil seni dan teknologi untuk menghasilkan barang dari tanah liat yang dibakar seperti gerabah, genteng, tembikar, dan sebagainya. Tetapi saat ini tidak semua keramik berasal dari tanah liat. Balai Besar Keramik Bandung mendefinisikan keramik sebagai berikut:

Keramik adalah produk yang terbuat dari bahan galian anorganik non logam yang telah mengalami proses panas yang tinggi. Dan bahan jadinya

mempunyai stuktur kristalin dan nonkristalin atau campuran dari padanya (Praptopo Sumitro, dkk 1984:15).

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia keramik memiliki arti barang-barang yang terbuat dari tanah liat, dicampur dengan bahan-bahan lain dan kemudian dibakar menjadi barang tembikar (porselen). Pengetahuan mengenai bahan campuran dan teknik pembuatan keramik akan mendasari teknik konservasi yang akan digunakan dalam perawatan keramik.

C. Tujuan Pembelajaran Umum (TPU)

Setelah mengikuti mata pelatihan ini peserta mampu memahami :

- Keberadaan keramik sebagai benda budaya
- Bahan dan pembuatan keramik
- Permasalahan yang dihadapi keramik
- Teknis perawatan keramik

D. Tujuan Pembelajaran Khusus (TPK)

Menjelaskan langkah-langkah penanganan perawatan keramik secara tepat dan benar

BAB II

PENGANTAR KONSERVASI KERAMIK

A. Keberadaan Keramik sebagai Benda Budaya

Salah satu benda budaya yang ditemukan di situs maupun dapat ditemukan di museum adalah objek atau benda keramik. Keramik-keramik tersebut umumnya disimpan dan dipelihara karena memiliki peranan penting dalam sejarah kebudayaan suatu situs bahkan dalam sejarah kebudayaan Indonesia. Keramik yang ada memiliki simbol dan arti khusus. Seringkali keramik di suatu daerah akan memiliki ciri khas yang berbeda dengan daerah yang lain. Ini menandakan keramik memiliki nilai yang sangat penting dalam budaya Indonesia yang beraneka ragam. Dengan demikian perawatan keramik yang memperhatikan nilai budaya sangat diperlukan untuk menjaga kelestarian keramik sehingga dapat dipelajari dan dinikmati oleh generasi yang akan datang.

B. Bahan dan Pembuatan Keramik

Keramik merupakan campuran bahan-bahan alam yang dikombinasikan, dibentuk dengan berbagai bentuk dan ukuran melalui beberapa proses dan dengan adanya panas dari pembakaran akan menghasilkan benda baru yang padat, namun mudah rapuh, dan tidak ditemukan sebelumnya di alam. Perbedaan temperatur yang digunakan dalam pembakaran akan menghasilkan keramik dengan berbagai variasi kekerasan dan porositas.

Bahan penyusun keramik terdiri atas campuran tanah liat atau lempung (*clay*), bahan mineral anorganik dan bahan organik yang sengaja ditambahkan (*temper*). Tanah liat atau tanah lempung adalah mineral berbutir halus, yang merupakan partikel terkecil dari batuan tertentu. Memiliki sifat liat saat dicampur air sehingga dapat dibentuk. Saat dibakar akan mengeras dan sifat fisika dan sifat kimianya akan berubah. Bahan mineral anorganik (*flux*) berupa soda, mica, potassium, magnesita, yang berfungsi untuk menurunkan suhu pembakaran. Sedangkan bahan tambahan nonplastis (*temper*) berfungsi untuk mengurangi

penyusutan dan retak selama pembakaran dan pengeringan. Contoh *temper* yang sering ditambahkan antara lain pasir, kerang, dan bahan-bahan organik.

Keramik dibakar di dalam tungku yang disebut kiln. Di dalam kiln ini campuran tanah liat ini akan berubah secara fisik dan kimianya. Kiln didesain sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan keramik yang berkualitas. Fungsi kiln antara lain untuk:

- meletakkan keramik yang baru dibentuk dan mengering secara alami
- mengontrol jumlah dan waktu oksigen dan panas dari pembakaran



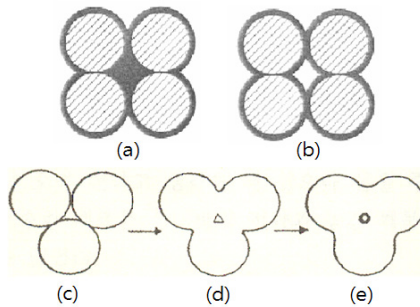
Gambar 2.1. Tungku pembakar keramik atau Kiln
(<http://johnnuttgensceramics.blogspot.com>)

Selama pembakaran, keramik mengalami proses pengeringan. Kedua proses tersebut, yaitu proses pengeringan dan pembakaran merupakan proses yang terkontrol. Pengeringan setelah keramik dibentuk merupakan pengeringan alami, dimana terjadi secara perlahan-lahan dan hanya 25% dari kandungan air pada keramik menguap. Pengeringan secara pelan-pelan ini sangat penting, karena jika dipaksa untuk mengering maka yang terjadi adalah akan terjadi penyusutan pada keramik. Setelah melalui proses pengeringan alami selama 2 hari, permukaan badan keramik mulai mengeras, namun dapat diberi tambahan glasir. Pada kondisi ini, keramik siap dimasukkan ke dalam kiln.

Ada dua jenis pembakaran dalam kiln, yaitu pembakaran tunggal (*single*) dan pembakaran berganda (*multiple*). Pembakaran tunggal/*single* dilakukan pada suhu 800–1400°C. Pembakaran tunggal ini dilakukan pada keramik yang kering alami dan sudah ditambahkan glasir. Dengan demikian, proses vitrifikasi badan keramik dengan glasir akan terjadi secara bersamaan. Pada pembakaran ganda/*multiple*, keramik kering alami belum ditambah glasir, lalu dimasukkan ke dalam kiln dan dibakar hingga 600°C, lalu didinginkan. Setelah badan keramik dingin, lalu ditambahkan glasir pada permukaannya. Kemudian dimasukkan ke dalam kiln kembali dan dibakar hingga 800°C.

Temperatur pada kiln berperan pada perubahan sifat kimia dari campuran tanah liat. Pada temperatur 200-600°C bahan organik yang ditambahkan (*temper*) yang berperan untuk mengurangi penyusutan sudah terbakar. Selanjutnya pada temperatur 400–700°C tanah liat sudah mulai terdekomposisi. Kandungan air yang mengisi pori-pori sudah menguap dan meninggalkan pori-pori tanah liat dalam keadaan kosong. Pori-pori ini akan mulai menyatu saat temperatur dinaikkan (sintering) dan membuat ikatan kohesi yang makin kuat. Pada temperatur 700–900 °C karbon dan kandungan sulfur akan mulai terbakar. Saat temperatur pembakaran makin tinggi maka pori-pori akan makin menyatu sehingga tidak terdapat pori-pori pada badan keramik. Pada saat ini dikenal sebagai proses vitrifikasi.

Pori-pori pada saat pembakaran keramik dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2. Pori-pori pada permukaan keramik (sumber: Lee, SanJin 2013)

Keterangan :

- Pori-pori saat pembentukan keramik
- Pori-pori saat pengeringan alami
- Pori-pori mulai menyatu, sudah terjadi sintering
- Mulai terjadi proses vitrifikasi
- Pori-pori sudah tidak ada (nonporous), vitrifikasi sudah terjadi dengan sempurna

Berdasarkan temperatur pembakaran, dikenal 4 tipe keramik yaitu :

1. Adobe atau bata: yaitu objek yang berasal dari campuran tanah liat/clay yang dikeringkan secara alami, tanpa melalui pembakaran di tungku/kiln. Contohnya adalah tablet yang ditemukan di candi atau patung/mainan anak-anak.



Gambar 2.3. Sumerian tablet

(<http://www.flickr.com/photos/photopetros/3186515973/>)

2. *Earthenware* adalah campuran *clay* dibakar pada temperatur antara 950–1100°C. Keramik jenis ini sudah mengalami sintering, namun belum terjadi vitrifikasi. Keramik jenis ini umumnya berwarna merah karena adanya kandungan besi (Fe) dalam *clay*. Warna dapat bervariasi ke arah coklat, hitam, dan kuning tergantung dari bahan campuran yang digunakan. Keramik yang terbentuk bersifat porous (memiliki pori-pori). Sifat keramik yang porous ini akan mudah menyerap air, apalagi jika keramik tidak diberi lapisan glasir dipermukaannya. Struktur granular, lunak dan mudah tergores.



Gambar 2.4. Keramik tipe earthenware (foto koleksi pribadi)

Masih jelas dibedakan antara lapisan badan keramik dan lapisan glasir.

3. *Stoneware* adalah keramik yang melalui temperatur pembakaran antara 1100-1350°C. Pada stoneware ini sintering sudah sempurna dan sudah mulai terjadi vitrifikasi. Dengan demikian pori-pori pada badan keramik sudah mulai berkurang dibanding earthenware. Warna yang umum ditemukan adalah kecoklatan cenderung abu-abu dan coklat kekuningan.



Gambar 2.5. Keramik tipe stoneware (http://www.bruningpottery.com/sinks.htm)

4. *Porcelain* adalah keramik yang temperatur pembakarannya di atas 1300°C. Keramik ini juga menggunakan *clay* khusus yang dikenal dengan nama kaolin, yang hanya dapat dibakar pada suhu tinggi. Pada keramik tipe porcelain vitrifikasi sudah terjadi dengan sempurna. Sehingga tahan terhadap air karena bersifat nonporous. Sifat fisik keras dan berwarna putih. Lapisan badan keramik dan glasir hampir tidak dapat dibedakan.



Gambar 2.6. Keramik tipe porselen
(<http://www.sunrise-art.com>)

C. Permasalahan yang Dihadapi

Secara alami semua benda budaya termasuk keramik akan mengalami deteriorasi (penurunan mutu) seiring dengan waktu. Deteriorasi dapat terjadi jika mengalami interaksi dengan lingkungan atau dengan material atau bahan yang berada di dalam benda budaya itu sendiri. Menurut *Canadian Conservation Institute* terdapat 10 faktor pencetus timbulnya deteriorasi yaitu :

1. Gaya fisik
2. Kriminal dan vandalisme
3. Api
4. Air
5. Hama: jamur/mikroorganisme, serangga, burung, tikus
6. Polutan: gas, debu,
7. Cahaya, ultra violet, dan infra merah
8. Temperatur tidak sesuai
9. Kelembaban relatif tidak sesuai
10. Disosiasi

Pada keramik 10 faktor pencetus deteriorasi dapat menyebabkan permasalahan pada keramik. Permasalahan yang ditemukan berdasarkan pencetusnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Faktor Pencetus Deteriorasi

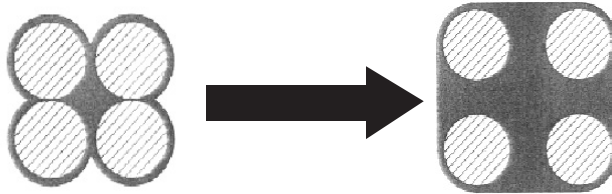
Gaya fisik (eksternal: gempa; internal: salah penyimpanan, salah memegang)	Tergores, geripis retak, pecah, sebagian hilang
Kriminal dan vandalisme	Hilang, patah, pecah, noda
Api	Noda hitam, akumulasi asap, terbakar
Air	Mengembang, lembab, rontok
Hama: jamur, serangga, burung, tikus	Noda, kotor, endapan
Polutan: gas, debu	Noda, endapan debu
Cahaya, ultraviolet, infra merah	Pudar, rontok
Temperatur tidak sesuai	Kering, mudah hancur, pengkristalan garam, glasir mengelupas
Kelembaban relatif tidak sesuai	Lembab, jamur, terlalu kering, mudah hancur, pengkristalan garam, glasir terlepas
Dissosiasi	Hilangnya informasi

Jika dilihat lebih dalam lagi, faktor air, kelembaban yang tidak sesuai dan gaya fisik merupakan faktor deteriorasi utama pada keramik. Karena kondisi ini dapat menyebabkan keramik pecah atau hancur secara fisik dan secara kimia. Dekomposisi kimia pada keramik tidak terlihat pada struktur fisik, namun pada tingkatan komposisi material, yaitu penguraian komposisi material menjadi materi yang lebih sederhana. Hal ini dapat terjadi karena ada reaksi kimia yang tidak diinginkan. Reaksi kimia ini menjadikan material keramik menjadi lebih lemah saat terkena faktor lingkungan seperti air, polutan dan kelembaban yang tidak sesuai.

Keberadaan faktor air ditambah dengan tipe pembakaran keramik menentukan tingkat kekuatan. Tingkat kekuatan keramik terhadap air secara berurutan mulai dari yang terendah adalah:

1. Keramik dengan pengeringan alami (tipe adobe): akan sangat mudah hancur, karena bentuk fisik yang lunak dan pori-pori yang besar.

2. Keramik dengan suhu pembakaran dibawah 1000°C yaitu keramik tipe *earthenware*. Keramik tipe ini jika terkena air akan menyerap air karena memiliki pori-pori pada permukaannya. Terlebih lagi jika tidak terdapat glasir. Hal ini menyebabkan badan keramik mengembang dan menyebabkan keramik menjadi lebih lunak dan hancur. Disamping itu material keramiknya sendiri pun akan larut dalam air.



Gambar 2.7. Pori-pori keramik menyerap air sehingga badan keramik mengembang
(sumber: Lee San Jin, 2013)

3. Keramik dengan suhu pembakaran $1000-1200^{\circ}\text{C}$, yaitu tipe *stoneware*. Pembakaran ini menyebabkan material keramik tidak dapat larut dengan air namun demikian air dari luar dapat masuk ke dalam karena pori-pori yang ada belum rapat/belum terjadi vitrifikasi sempurna pada permukaan keramik meski sudah terjadi pembentukan glasir. Dengan adanya pori-pori yang masih terlihat, keramik tipe ini rentan terhadap kelembaban dan menimbulkan permasalahan antara lain retak dan timbulnya jamur.
4. Keramik dengan pembakaran $1200-1400^{\circ}\text{C}$. Contohnya adalah porselen. Pembakaran tingkat tinggi akan sebabkan pori-pori akan tertutup dan membentuk permukaan yang keras sehingga akan tahan terhadap air, kelembaban dan jamur. Namun di sisi lain pembakaran yang tinggi ini menyebabkan permukaan keramik menjadi lebih rapuh dan menjadi lebih mudah retak. Keramik dengan temperatur pembakaran tinggi dapat pula larut dalam air jika bahan utamanya bersifat mudah larut dalam air seperti gipsum atau *calcite*. Hal ini karena gas karbondioksida dalam gipsum tersebut akan larut dalam air dan dapat membentuk kalsium bikarbonat yang sangat mudah larut dalam air.

Permasalahan teknis lain yang ditemukan pada keramik adalah adanya faktor gaya fisik, yang berhubungan dengan sifatnya yang mudah pecah. Seiring dengan waktu, keramik yang sudah dipergunakan akan mulai

mengalami retak dan goresan, yang terjadi karena salah dalam teknik pemajangan, teknik penyimpanan, teknik pengepakan saat transportasi, dan teknik dalam memegang keramik itu sendiri.

Disamping itu faktor internal, yaitu yang berasal dari bahan keramik itu sendiri saat pembuatan dapat menjadi pemicu. Hal ini sangat sulit dicegah karena hal tersebut terjadi secara alami. Dapat dikatakan keramik sudah mengalami deteriorasi sebelum digunakan, yaitu karena:

- adanya material atau bahan yang tidak diinginkan yang menyebabkan kualitas menurun.
- adanya desain dan konstruksi yang tidak baik saat pembuatan.
- Adanya pengeringan yang terlalu cepat sehingga keramik akan retak atau pecah.

Permasalahan lain adalah munculnya pertumbuhan jamur karena faktor kelembaban yang tidak sesuai (terlalu tinggi), terutama pada keramik yang tidak memiliki glasir di permukaannya. Spora jamur dengan mudah memasuki pori-pori pada permukaan keramik yang tidak tertutup glasir. Permasalahan lain yang ditemukan karena adanya kelembaban yang tidak sesuai adalah perubahan pada lapisan garam pada permukaan. Keramik yang sudah lama terkubur biasanya memiliki lapisan garam dipermukaannya. Lapisan ini akan berubah saat terjadi perubahan kelembaban. Pada kelembaban yang tinggi garam-garam menjadi mudah larut dan saat kelembaban rendah akan mengkristal. Perubahan dari larut menjadi kristal dan kembali larut ini akan merusak permukaan material keramik karena kristal garam bentuk padat akan lebih besar dibandingkan kristal garam terlarut dan ini akan menyebabkan perubahan bentuk pada badan keramik. Adanya endapan putih (enkrastasi) adalah indikasi adanya garam terlarut.

D. Teknis Konservasi Keramik

Saat permasalahan sudah ditemukan pada keramik, langkah paling tepat adalah melakukan serangkaian kegiatan yang ditujukan untuk pelestarian keramik jangka panjang. Kegiatan ini didahului dengan observasi dan dokumentasi keramik sebelum dilakukan *treatment* pada keramik. Observasi perlu dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat kerusakan dan mengetahui bagian keramik yang tidak stabil, rentan, pecah, retak, longgar

dan sebagainya. Data ini dimasukkan ke dalam form laporan kondisi koleksi (*condition report*).

1. Pembersihan

Pembersihan dilakukan pada keramik karena adanya :

a. Akumulasi debu pada permukaan

Debu dan kotoran pada permukaan keramik akan berpengaruh pada kesehatan dan keselamatan keramik jangka panjang. Debu dapat dengan mudah diangkat dari permukaan keramik karena ikatan yang ada antara debu dan keramik sangat lemah. Beberapa endapan seperti garam-garam kalsium, dapat dengan kuat menempel pada permukaan keramik, khususnya keramik yang tidak memiliki glasir. Terdapat dua metode dalam pembersihan yaitu pembersihan secara mekanik dan secara kimia.

Pembersihan secara mekanik

Metode pembersihan mekanik pada keramik antara lain penghilangan debu dengan menggunakan kuas halus atau kain katun yang lembut, pengangkatan, pencungkilan, pemotongan, dan penggosokan dengan menggunakan alat khusus. Pada dasarnya pembersihan mekanik lebih mudah dikontrol, namun pengerjaannya harus dilakukan secara hati-hati karena akan menyebabkan kerusakan fisik seperti goresan pada permukaan, retak bahkan pecah karena penggunaan peralatan. Sebaiknya pembersihan secara mekanik dilakukan oleh tenaga yang sudah ahli dan terlatih. Guci atau tempayan keramik yang berukuran besar dapat dibersihkan dengan *vacum cleaner* yang daya hisapnya kecil dan permukaannya ditutupi kain lembut.

Pencungkil dan pemotong digunakan jika ditemukan endapan yang keras atau ditemukan sisa material dari kegiatan restorasi lama pada permukaan. Jarum tajam, scavel kayu berujung runcing, atau jarum getar elektronik dapat digunakan dengan kontrol yang ketat agar tidak timbul goresan, retak bahkan pecah akibat tekanan selama kegiatan pembersihan. Menghilangkan kotoran pada permukaan keramik dengan bahan pengikis yang bersifat abrasif dikenal sebagai proses

pengikisan. Bahan abrasif yang digunakan dapat berupa benda padat dan dalam bentuk krim atau pasta. Dalam bentuk padat materi pengikis dapat berupa sikat *fiber glass* atau *rubber burr* seperti pada bor untuk gigi. Abrasif berbentuk krim ini akan mengangkat lapisan tipis yang tidak larut dengan air pada permukaan keramik. Krim atau pasta yang digunakan tidak boleh mengandung minyak atau oli atau pemutih sebagai zat tambahan. Dan hanya digunakan pada keramik yang memiliki glasir.

Untuk keramik yang berasal dari ekskavasi arkeologi umumnya dibersihkan dalam kondisi lembab cenderung basah atau segera diangkat kotorannya sebelum keramik benar-benar kering. Dan akan tetap dibiarkan dalam keadaan basah hingga treatment selesai dikerjakan.

Pembersihan secara kimia

Metode kimia dalam pembersihan keramik melibatkan air, pelarut, asam, dan basa. Perendaman yang cukup lama dimungkinkan sebagai *treatment* konservasi. Tujuannya adalah untuk menghilangkan noda pada permukaan atau untuk menghilangkan garam-garam yang mudah larut di dalam air. Pembersihan dengan cara ini sebagai alternatif jika tidak mampu melakukan pembersihan secara mekanik karena khawatir keramik pecah/hancur.

b. Penghilangan restorasi lama

Restorasi yang pernah dilakukan seringkali harus dihilangkan karena alasan tertentu. Deteriorasi pada keramik akibat restorasi terdahulu antara lain berasal dari, pengaplikasian *overpaint* (lapisan permukaan), pengisian lubang dengan materi baru (filler), dan penggunaan zat perekat. *Overpaint* adalah teknik yang digunakan untuk menutupi ketidaksempurnaan pada permukaan keramik. Deteriorasi yang terjadi dapat terlihat dengan adanya perubahan warna dan perubahan tekstur. Untuk perubahan warna yang lebih detail dapat dilihat menggunakan cahaya dan pembesaran atau mikroskop. *Overpaints* dan lapisan permukaan dapat dihilangkan secara mekanik atau dengan penggunaan pelarut.

Pembersihan mekanik terhadap *overpaints* dilakukan dengan menggunakan teknik fisik menghilangkan lapisan pada permukaan. Pada permukaan yang berglasir digunakan jarum tajam atau scavel. Jika pembersihan secara mekanik tidak dapat dilakukan karena mengkhawatirkan keramik akan pecah, maka pembersihan dengan menggunakan bahan kimia dapat dilakukan. Pelarut yang dapat digunakan antara lain air, alkohol dan aseton. Namun yang banyak digunakan adalah air dan alkohol karena aseton lebih berbahaya untuk kesehatan. Teknik pembersihan dilakukan dengan mengaplikasikan kapas atau kain katun pada permukaan. Jangan melakukan perendaman keramik pada larutan karena justru akan menekan cat akan masuk lebih jauh ke dalam pori-pori keramik.

c. Penghilangan materi pengisi (*filler*)

Seringkali pada keramik yang patah atau ada bagian yang hilang sering ditambahkan material lain sebagai pengisi bagian yang hilang. Tujuan penambahan material ini adalah untuk menjaga agar keramik stabil. Material yang digunakan adalah materi berbahan dasar kalsium sulfat atau resin sintesis berbahan dasar epoksi, akrilat atau poliester. Pada saat ini pengisi yang dapat digunakan adalah materi berbahan dasar silikat seperti etil silikat yang akan membentuk poli etil silikat. Filler atau materi pengisi lama dapat dihilangkan secara mekanik dan kimia, lalu kemudian diisi dengan filler baru sehingga koleksi akan stabil dan lebih kuat. Filler dapat secara fisik dengan pengangkatan mekanik tergantung dari material yang digunakan. Mortar semen dapat dihilangkan dengan pahat secara pelan-pelan. Plaster dapat dihilangkan secara mekanik dengan pahat dan pemotong yang tajam. Gergaji, bor, dan metode mekanik lain dapat digunakan untuk mengangkat filler namun dapat menyebabkan goresan bahkan patah. Untuk lebih aman digunakan pengangkatan secara kimia. Tidak seperti zat perekat, filler cenderung lebih mudah diangkat dari keramik.

d. Penghilangan zat perekat

Pemilihan pelarut yang sesuai untuk mengangkat zat perekat tergantung dari jenis pelarut yang digunakan. Karena setiap perekat

memiliki pelarut yang sesuai untuk memutuskan komposisi kimia. Warna, kekerasan, dan sifat fisik lainnya dapat digunakan untuk mengidentifikasi zat perekat. Zat perekat dapat dilunakkan dalam bentuk cair atau gas. Waktu yang diperlukan tergantung dari kelarutan setiap perekat dan ketebalan bagian yang digabungkan dengan perekat.

Keramik yang berpori, dengan temperatur pembakaran rendah dapat direndam dengan sedikit air untuk mencegah perekat kembali setelah dihilangkan dengan larutan.

2. Perbaikan

Perbaikan atau restorasi sering diterapkan pada keramik, dan hal ini sudah berlangsung sejak lama, mengingat sifat fisik keramik yang mudah pecah. Namun kegiatan restorasi sebaiknya selalu memperhatikan tujuan untuk apa dilakukan restorasi. Prinsip restorasi untuk keramik adalah perekat yang digunakan yang bersifat reversibel atau dapat dengan mudah dihilangkan jika terjadi kesalahan dalam melakukan restorasi.

Kegiatan perbaikan keramik meliputi :

a. Konsolidasi

Konsolidasi adalah proses penambahan material yang akan memperkuat ikatan diantara material keramik. Dapat menggunakan zat perekat yang sudah terlebih dulu diuji penggunaannya berupa epoxy, etil silikat, dan polimer akrilat.

b. Pemancangan

Apabila keramik membutuhkan penguat di bagian dalam (untuk koleksi yang berukuran besar) dapat dimasukkan semacam penguat (angkur) di dalamnya. Pengerjaannya harus dilakukan dengan cara yang hati-hati karena dapat mengakibatkan pecah di bagian yang lain. Sebaiknya dilakukan oleh tenaga ahli.

c. Pengisian

Adakalanya keramik membutuhkan pengisian di bagian yang berlubang. Tujuannya adalah untuk alasan estetika atau sebagai penyokong (*support*) jika keramik tersebut dalam kondisi rapuh. Materi pengisi yang digunakan sebaiknya yang bersifat reversibel, yang digunakan adalah plaster yang mengandung kalsium sulfat,

wax sintetis yang mengandung polyvinil asetat. Plaster dan wax ini dicampur dengan resin, kemudian dimasukkan ke dalam bagian yang akan diisi. Larutan lain yang telah banyak digunakan adalah dan larutan etil silikat yang akan berubah menjadi gel di dalam pori-pori keramik.

3. Penyimpanan

Dalam melakukan penyimpanan keramik tetap diperhitungkan keselamatan jangka panjang. Perlindungan terhadap lingkungan seperti cahaya, temperatur, kelembaban, dan air menjadi perhatian utama. Penyimpanan keramik di dalam insitusi budaya berada di dua tempat, yaitu ruang pameran dan ruang simpan.

a. Ruang pameran

Di dalam ruang pameran, umumnya keramik ditempatkan dalam vitrin atau rak tertutup. Kerusakan yang akan timbul adalah jika rak tersebut tidak stabil dan koleksi jatuh. Oleh karena itu sebaiknya penempatan keramik di dalam vitrin tidak terlalu berdesakan dan memiliki ruang yang cukup. Begitu pula alas/*mounting* yang akan digunakan sebaiknya terbuat dari bahan yang mampu menahan beban keramik. Cahaya di dalam ruang pameran sebaiknya tidak terlalu langsung mengenai keramik karena dapat memudarkan warna. Kelembaban ruang tetap harus dijaga agar tidak fluktuasi.

b. Ruang Simpan

Kondisi lingkungan pada ruang simpan keramik sebaiknya tidak jauh berbeda dengan ruang pameran. Dan harus diperhatikan jangan terjadi penumpukan keramik, karena akan menyebabkan keramik tergores, retak bahkan pecah. Untuk keramik tanpa glasir seperti tipe *earthenware* yang selama ini terkubur di dalam tanah akan rentan jika kelembaban ruang fluktuatif. Jika kelembaban ruang simpan tinggi, maka lapisan garam pada permukaan keramik akan larut dan saat kelembaban menurun akan terbentuk kristal pada permukaan keramik.

E. Ringkasan

Salah satu benda budaya yang ditemukan di situs maupun dapat ditemukan di museum adalah objek atau benda keramik yang disimpan dan dipelihara karena memiliki peranan penting dalam sejarah kebudayaan Indonesia. Keramik didefinisikan sebagai campuran bahan-bahan alam yang dikombinasikan, dibentuk dengan berbagai bentuk dan ukuran melalui beberapa proses dan dengan adanya panas dari pembakaran akan menghasilkan benda baru yang padat, namun mudah rapuh, dan tidak ditemukan sebelumnya di alam. Bahan penyusun keramik terdiri atas campuran tanah liat atau lempung (*clay*), bahan mineral anorganik dan bahan organik yang sengaja ditambahkan (*temper*).

Perbedaan temperatur yang digunakan dalam pembakaran akan menghasilkan keramik dengan berbagai variasi kekerasan dan porositas. Ada 4 tipe keramik, yaitu:

1. Tipe *adobe/brick*
2. Tipe *earthenware*
3. Tipe *stoneware*
4. Tipe *porcelain*

Permasalahan yang ditemukan pada keramik tidak berbeda dengan permasalahan benda budaya yang lain. Namun faktor air, kelembaban yang tidak sesuai dan gaya fisik merupakan faktor deteriorasi (penurunan mutu) utama pada keramik. Karena kondisi ini dapat menyebabkan keramik pecah atau hancur secara fisik dan secara kimia.

Teknis konservasi keramik dilakukan setelah mengetahui permasalahan yang ada. Secara umum kegiatan teknis yang dilakukan adalah pembersihan, perbaikan, dan penyimpanan keramik dan dilakukan dengan memperhatikan nilai budaya dan nilai historis keramik tersebut sehingga tidak terjadi salah penanganan.

F. Pertanyaan Untuk Diskusi

1. Berikut ini adalah bahasa yang harus difahami dalam melakukan kegiatan konservasi, kecuali: ...
 - a. Bahasa konteks
 - b. Bahasa lokal
 - c. Bahasa sains
 - d. Bahasa teknis
2. Terdapatnya perbedaan kekerasan dan porositas dalam keramik yang ditemukan adalah karena ...
 - a. Perbedaan lokasi pembakaran
 - b. Perbedaan bahan baku
 - c. Perbedaan temperatur pembakaran
 - d. Pengrajinnya berbeda
3. Noda atau pada permukaan keramik sebaiknya ...
 - a. Dihilangkan saja
 - b. Tetap dibiarkan
 - c. Dihilangkan setelah dilakukan penelitian mengenai arti noda
 - d. Tetap dibiarkan setelah dilakukan penelitian mengenai arti noda
 - e. c dan d benar
4. Untuk mengurangi penyusutan dan retak selama pembakaran dan pengeringan keramik, maka pada campuran bahan dasar keramik ditambahkan: ...
 - a. Temper
 - b. Flux
 - c. Glasir
 - d. Clay
5. Pada keramik yang dibakar pada temperatur tinggi seperti porselen, material kristal keramik akan menyatu dan sifat keramik menjadi non porous (tahan terhadap air). Proses ini dikenal dengan nama: ...
 - a. Cracking
 - b. Vitrifikasi
 - c. Adobe
 - d. Joining
 - e. Sintering

DAFTAR PUSTAKA

- Byrne Greg., *Removing Dust From Ceramic and Glass Objects.*, Conserve O Gram 8/1 National Park Services., July 1993
- Craft, Meg; *Preservation of Low Fired Ceramic Objects.*, Conserve O Gram 8/3., National Park Service., September 2002
- Johnson, Jessica S., *The Museum Hand book Part I. Museum Collections; Appendix P: Curatorial Care of Ceramics, Glass and Stone Objects.*, National Park Service., 2000
- Lee, Sang Jin Dr., *Andesit and Terracotta*, Presentasi pada Bimtek Preservasi Batu di Museum Nasional, Oktober 2013
- Newton, Charlotte and Judy Logan., *Care of Ceramics and Glass.*, CCI Notes 5/1., Canadian Conservation Institute., 2007
- Poerwodarminto, WJS, 1976 Kamus Umum Bahasa Indonesia., Balai Pustaka., Jakarta
- Yulita, Ita., *Kisah Tiga Bahasa dalam Perawatan Koleksi Museum.*, Naskah Untuk Museografia., belum diterbitkan

PENGANTAR KONSERVASI CAGAR BUDAYA LOGAM

Oleh :

Nahar Cahyandaru, S.Si



BAB I

PENDAHULUAN

Ilmu arkeologi berusaha untuk mengetahui aspek perilaku manusia masa lampau melalui jejak-jejak yang ditinggalkan yang berupa benda-benda. Jenis bahan utama yang umum dipakai oleh manusia untuk pembuatan alat adalah tanah, batu, dan logam. Ketiga bahan inilah yang seringkali masih bertahan menghadapi proses alam yang panjang. Logam merupakan salah satu material yang sering memberikan fakta budaya masa lampau yang bermanfaat. Pengolahan bahan logam mengalami proses yang lebih rumit dibanding dengan bahan lain. Karena kerumitan itulah maka pengetahuan metalurgi kemudian menjadi tolok ukur bagi munculnya peradaban. Isu metalurgi berpengaruh dalam hal kemajuan kebudayaan, khususnya teknologi.

Metalurgi menjadi ilmu yang penting sebagai perangkat ilmu arkeologi untuk melakukan analisis dan interpretasi terhadap benda cagar budaya. Pengetahuan metalurgi akan mendasari analisis dari segi material dan teknik pembuatannya. Pengetahuan material juga bermanfaat pada teknik konservasi yang akan dilakukan. Konservasi terhadap artefak logam akan meliputi analisis bahan dan kerusakan/pelapukannya, metode pembersihan dan perbaikan, serta perawatannya. Aspek-aspek tersebut memerlukan pengetahuan yang memadai terhadap material yang dikerjakan.

BAB II

ASPEK SEJARAH METALURGI

Jenis logam yang paling awal digunakan untuk bahan artefak adalah jenis tembaga alam (*native copper*). Dalam metalurgi, tahap selama pemanfaatan tembaga alam sebagai satu-satunya bahan metalik disebut sebagai tahap monometalik. Jenis tembaga ini didapatkan manusia bukan melalui penambangan biji tembaga. Teknik pengerjaannya sangat sederhana yaitu hanya penempaan (*hammering*) untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Sifat tembaga alam cukup lunak sehingga proses *anaealing*, yaitu suatu proses pemanasan atau pembakaran objek agar menjadi lunak dan mudah ditempa baru dikenal pada periode selanjutnya. Melalui pengalaman yang panjang manusia menemukan teknik peleburan (*melting*) sehingga tembaga dapat dicetak. Sejak itulah kemudian dikenal teknik cetak (*casting*). Dengan demikian, proses teknologi tembaga alam meliputi *hammering*, *annealing*, dan *melting*.

Perkembangan tahap berikutnya adalah penemuan bijih tembaga melalui teknik penambangan. Jenis bijih yang yang dimanfaatkan pada masa-masa awal meliputi bijih oksida dan karbonat (*oxide-ores/ carbonate-ores*), yaitu: *cuprite* (merah, Cu_2O), *malachite* (hijau, $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$), *azurite* (biru, $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$) dan *chrysocolla* ($\text{CuSiO}_3\cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Keletakan dalam tanah dari jenis bijih tembaga tersebut yang tidak terlalu dalam dan mudah dikenali karena kenampakannya mencolok (biru, hijau, serta merah), mungkin yang menyebabkan penambang primitif mudah mendapatkan.

Fase historis penting dalam sejarah metalurgi adalah fase ke-3, yaitu fase polimetalik. Fase tersebut adalah fase pemaduan tembaga dengan logam lain yang menghasilkan perunggu. Perubahan dari *unalloyed metal* (logam tanpa paduan) menjadi *alloyed metal* (logam paduan) tentu saja menyebabkan terjadinya perubahan sifat-sifat tertentu. Logam paduan dapat terdiri atas dua komponen (*binary alloy*) dan dapat pula terdiri atas tiga komponen (*ternary alloy*) sebagai komponen utama, misalnya tembaga + timah ($\text{Cu} + \text{Sn}$) atau tembaga + timah + timbal ($\text{Cu} + \text{Sn} + \text{Pb}$). Logam lain setelah penemuan perunggu adalah

brass (kuningan), yaitu campuran antara tembaga dan seng (Zn), makin banyak unsur Zn (sampai 30 %) menghasilkan warna makin kuning serta meningkatkan kekerasan dan plastisitasnya (*ductility*). Selain artefak logam dari bahan seperti di atas, logam emas (Au) juga banyak dimanfaatkan untuk artefak alat dan dekorasi. Logam emas adalah jenis logam yang lunak sehingga mudah dikerjakan dengan ditempa. Logam emas juga sering digunakan dalam bentuk paduannya. Logam lain untuk membentuk *alloy* tersebut adalah tembaga (Cu), perak (Ag), atau keduanya (Timbul Haryono, 2001).

BAB III

TEKNIK METALURGI

Logam terdapat di bumi dalam bentuk bijih (ores) yang biasanya mengandung unsur-unsur logam dalam beragam prosentase. Yang disebut *native ore* adalah bijih yang kandungan unsur logamnya sangat tinggi sehingga disebut logam murni, seperti emas, perak, platina, dan tembaga. Cakupan pertama dari ilmu metalurgi adalah ekstraksi logam, yaitu teknik untuk mendapatkan logam murni dari bijih secara ekonomis. Ekstraksi logam berhubungan dengan teknik pirometalurgi, hidrometalurgi, dan elektrometalurgi. Pirometalurgi berkenaan dengan penggunaan api (panas) untuk ekstraksi logam dari bijih (smelting), hidrometalurgi berkenaan dengan penggunaan air untuk ekstraksi logam dari bijih (leaching). Sedangkan elektrometalurgi menggunakan listrik atau magnet pada ekstraksi logam dari bijih (Timbul Haryono, 2003).

Teknologi metalurgi di Indonesia juga telah berkembang sejak masa lampau. Salah satu buktinya adalah adanya relief pada Candi Sukuh yang menggambarkan adegan menempa logam (pande) untuk membuat alat-alat dan senjata. Selain pembuatan sistem tempa, metode pembuatan logam dengan peleburan juga telah dilakukan. Antara lain penelitian yang dilakukan pada artefak yang ditemukan pada ekskavasi situs Banten 1976 (Mundarjito, 2003), yaitu ditemukannya artefak wadah pelebur logam. Yang berdasarkan analisis yang telah dilakukan merupakan alat yang dipergunakan untuk melebur campuran logam pada pembuatan benda perunggu.

Logam memiliki sifat fisika seperti halnya zat lainnya, antara lain titik leleh dan titik didih. Ketika dipanaskan pada kondisi tertentu logam akan mengalami perubahan fisika dari padat menjadi cair. Pada pemanasan yang lebih tinggi cairan akan berubah menjadi uap, yaitu pada titik didihnya. Titik leleh dan titik didih logam sangat bervariasi antara yang satu dengan yang lain. Dari yang bertitik lebur rendah seperti raksa (merkuri) yang cair pada suhu biasa, hingga yang memiliki titik leleh tinggi seperti besi yang mencapai 1539°C. Pada keadaan cair inilah logam dapat dicampur dengan cairan logam lain menjadi paduan

logam (*alloy*), sehingga setelah menjadi padat kembali dapat terbentuk larutan fasa padat dalam padatan. Logam *alloy* akan memiliki sifat yang berbeda dari kedua logam pembentuknya.

A. Teknik Pengerjaan Logam

1. Tempa

Teknik tempa merupakan teknik yang sudah sangat lama dikenal. Pada teknik tempa logam dibedakan istilah *cold working* dan *hot working*. Umumnya selain besi menggunakan teknik *cold working*. Teknik *hot working* disebut juga *annealing*, yang dilakukan dengan memanaskan logam. Pada kondisi panas logam akan lebih lunak dan mudah ditempa. Logam yang mengalami pemanasan dan pendinginan akan mengalami perubahan struktur kristal. Untuk mendapatkan hasil akhir logam yang bermutu tinggi dan berstruktur kristal baik, dibutuhkan keahlian khusus dalam hal kecepatan pemanasan dan pendinginan (lambat atau mendadak). Pendinginan lambat dan pendinginan mendadak akan menghasilkan struktur kristal yang berbeda, sehingga sifat benda juga akan berbeda. Dalam hal cara pembentukannya dengan teknik tempa, dibedakan menjadi *raising*, *sinking*, *blocking*, atau *hollowing*. *Raising* adalah penempaan dari sisi luar benda pada sebuah landasan yang berbentuk cembung, sedangkan *sinking* adalah penempaan yang dilakukan dari sisi dalam pada sebuah landasan yang berbentuk cekung.

2. Cetak

Teknik ini membutuhkan cetakan yang mempunyai bentuk rongga sesuai dengan benda yang akan dibuat. Bahan logam yang akan dibentuk dicairkan terlebih dahulu dengan cara memanaskan hingga titik lelehnya. Cetakan yang digunakan bermacam-macam tergantung dari tingkat kerumitan benda yang akan dibuat. Cetakan dibedakan menjadi cetakan tunggal, cetakan setangkup, dan cetakan multi. Untuk pembuatan benda yang rumit dan tidak simetris digunakan teknik lain yang disebut *cire perdue* atau *lost-wax casting*. Tahap pertama teknik ini adalah pembuatan model (positif) dari wax/lilin, tahap kedua adalah tahap negatif yaitu pembentukan bahan pencetak pada model positif. Setelah cetakan negatif cukup keras selanjutnya wax/lilin dipanaskan agar mencair dan dapat keluar dari cetakan negatif. Cetakan negatif akan memiliki rongga yang

bentuknya sesuai dengan benda model yang akan dibuat. Tahap ketiga adalah penuangan bahan logam ke dalam rongga cetakan.

Benda yang berbentuk rumit seringkali memerlukan penyambungan setelah dicetak. Penyambungan dapat menggunakan *casting on* yang dilakukan dengan cara membalut bagian yang akan disambung kemudian dituangkan logam cair. Cara lain adalah dengan teknik *welding* yang dilakukan dengan memanaskan kedua bagian logam sampai titik leleh kemudian ditempa. Cara selanjutnya adalah dengan *soldering*, yaitu dengan menggunakan logam lain sebagai bahan penyambung. Logam yang digunakan adalah yang bertitik leleh rendah, yaitu *alloy* Cu + Zn atau *alloy* Pb + Sn.

3. Dekorasi

Teknik dekorasi pada pembuatan artefak logam sangat bervariasi, tergantung bentuk yang akan dibuat dan keahlian pembuatnya. Teknik penempaan juga banyak diaplikasikan pada proses dekorasi. Baik penempaan dari sisi dalam atau penempaan dari sisi luar. Teknik yang menggunakan penempelan logam lain pada permukaan artefak yang akan dihias juga dilakukan. Cara yang digunakan adalah menempelkan pada permukaan kemudian ditempa, atau menempelkan logam tersebut dengan soldir maupun perekat. Pada artefak emas dan perak, selain teknik-teknik di atas dilakukan juga dengan membuat kawat atau butiran-butiran yang ditempelkan dengan soldir. Soldir yang digunakan berupa *alloy* emas dan tembaga (82% Au + 18% Cu).

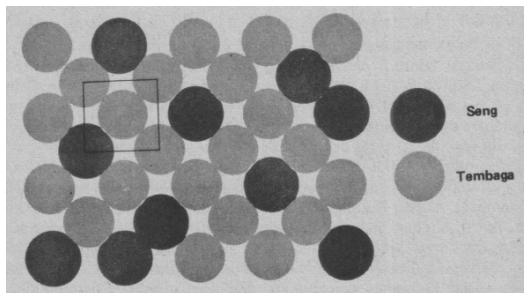
B. Paduan Logam

Perkembangan metalurgi yang semakin maju membawa manusia pada penemuan paduan logam. Paduan logam yang pertama dikenal adalah yang berbahan dasar tembaga, yaitu perunggu kemudian kuningan. Teknologi paduan logam semakin berkembang, bahkan hingga saat ini. Sifat hasil paduan logam pada umumnya berbeda dari logam penyusunnya, dan seringkali terjadi penyimpangan. Sebagai contoh tembaga yang memiliki nilai kekerasan 40 Rf bila dipadu dengan nikel yang memiliki kekerasan 85 Rf akan menghasilkan paduan (30% Cu) yang memiliki kekerasan 95 Rf. Campuran emas dan tembaga (82% Au + 18% Cu) juga menunjukkan gejala penyimpangan. Paduan tersebut bertitik leleh 878°C, padahal emas bertitik leleh 1063°C dan tembaga 1083°C. Hal yang sama terjadi juga pada campuran timbal dan timah (67% Pb + 33%

Sn) dan tembaga-seng (55% Cu + 45% Zn).

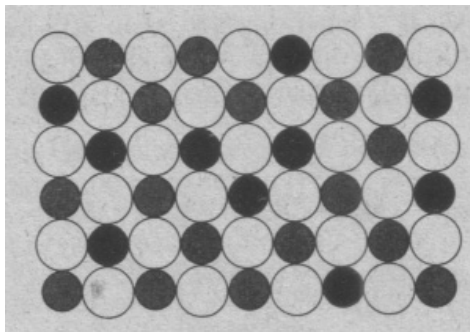
Logam modern yang merupakan paduan antara magnesium dan aluminium menunjukkan gejala yang luar biasa. Magnesium dikenal sebagai logam yang sangat lunak dan tidak stabil oleh korosi, sedangkan aluminium meskipun stabil dari korosi merupakan logam yang cukup lunak. Tetapi paduannya yang disebut sebagai magnelium merupakan logam yang sangat keras dan stabil, serta masih “mewarisi” sifat ringan yang dimiliki aluminium. Logam paduan magnelium sangat sesuai untuk konstruksi mesin dan komponen pesawat terbang yang memerlukan bahan keras dan ringan.

Sifat penyimpangan ini dapat dikaji dari konsep penataan atom-atom dalam kristal logam. Logam akan menempati ruang-ruang dalam kristal sedemikian rupa sehingga tertata membentuk padatan yang mempunyai sifat-sifat tertentu. Hal ini dapat dilihat dari gambar berikut ini :



Gambar 3.1. Penataan atom seng dan tembaga dalam kuningan (Van Vlack, 1991)

Adanya penyimpangan dapat terjadi karena ukuran yang berbeda, sehingga penataannya menjadi lebih rapat. Hal ini dapat dijelaskan pada gambar berikut ini:



Gambar 3.2. Penataan atom yang berbeda ukuran; Jarak antar atom menjadi lebih rapat (Van Vlack, 1991)

Penyimpangan dapat terjadi secara positif atau negatif. Penyimpangan positif akan menghasilkan paduan yang memiliki sifat lebih “baik” dari logam penyusunnya, dalam hal kekerasan, titik leleh, daya hantar listrik/panas, dan kuat tarik. Sedangkan berat jenis akan mengikuti logam penyusunnya. Penyimpangan negatif menghasilkan paduan yang memiliki sifat fisika lebih rendah dari logam penyusunnya. Penyimpangan negatif bermanfaat terutama untuk memperoleh logam yang lebih rendah titik lelehnya dan lebih mudah dibentuk.

BAB IV

SIFAT-SIFAT KHAS LOGAM DAN KIMIA LOGAM

Dibandingkan dengan material lain logam memiliki sifat khas, yang tidak dimiliki oleh material lain. Sifat-sifat tersebut adalah:

1. Liat (dapat ditempa/ditarik)
2. Penghantar listrik/panas
3. Mengkilap
4. Dapat dilebur
5. Dapat dibuat paduan
6. Dapat mengalami korosi

Adanya sifat-sifat tersebut menjadikan logam sebagai material yang banyak digunakan dalam peradaban manusia sejak zaman dahulu hingga sekarang. Pada pembahasan ilmu bahan (*material science*) sifat-sifat tersebut harus dapat dijelaskan secara ilmiah. Diperlukan suatu kerangka ilmu yang dapat memberikan jawaban yang memuaskan mengapa logam memiliki sifat-sifat demikian. Salah satu yang dapat menjelaskan adalah konsep ilmu kimia yang akan dibahas pada tulisan ini.

Logam merupakan unsur yang menempati jenis terbanyak dari semua unsur yang ada di permukaan bumi. Sebagian diantaranya dapat dijumpai secara langsung dalam bentuk logam secara alami (*native ores*), ada juga yang berada dalam senyawa yang disebut bijih yang dapat diolah menjadi logam. Namun ada juga yang sangat sulit dijumpai sebagai logam, tetapi selalu berada dalam senyawa (Na, Ca, Mg, Li, Ba, K). Kelimpahan logam sangat bervariasi, mulai dari besi yang merupakan unsur utama penyusun kerak bumi sampai unsur yang keberadaannya sangat sedikit seperti logam-logam radioaktif.

Dari sudut pandang kimia logam dikelompokkan berdasarkan kecenderungannya dalam mengikat elektron. Logam merupakan unsur yang untuk mencapai kestabilannya kelebihan elektron, sehingga cenderung melepas elektron. Sebagai senyawa, logam akan mengadakan ikatan ionik dengan

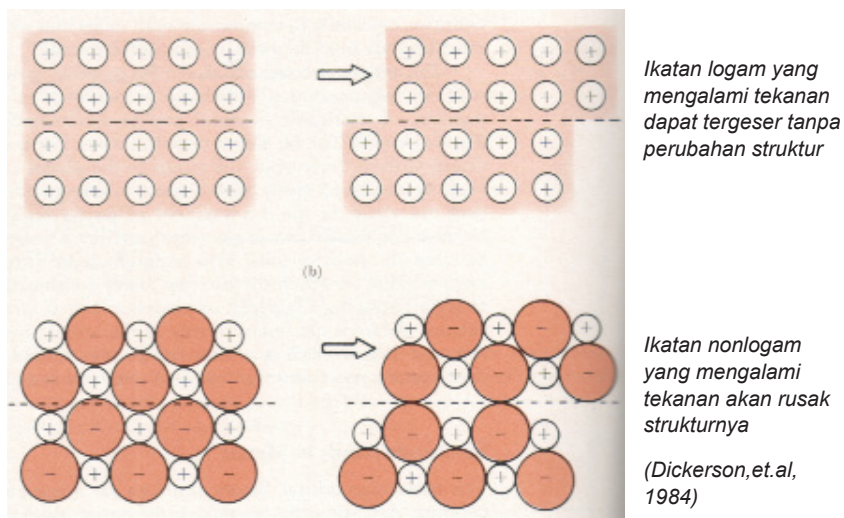
[illegible]

Ikatan logam terbentuk oleh penataan inti-inti atom logam pada struktur tiga dimensi yang dikelilingi oleh lautan elektron. Sebagai unsur yang kelebihan elektron, maka elektron yang bermuatan negatif akan mengisi celah-celah diantara inti-inti atom logam yang bermuatan positif. Hal ini dapat dilihat pada gambar berikut :

Modul Pelatihan Tenaga Teknis Konservasi Tingkat Menengah 2013 113

Dengan memahami ikatan ini maka sifat-sifat khas logam dapat dikaji secara lebih baik. Sifat penghantar listrik/panas dapat dijelaskan secara lebih mudah dengan konsep ini. Elektron pada logam akan mengisi celah-celah dan dapat berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain. Sehingga pertanyaan mengapa logam menghantarkan listrik dapat dengan mudah dijawab, yaitu karena pergerakan elektron diantara inti-inti atom logam. Perlu diingat bahwa arus listrik adalah aliran elektron. Penghantaran panas oleh logam juga erat kaitannya dengan hal ini, karena elektron identik dengan energi. Sifat logam yang mengkilap juga disebabkan oleh struktur yang dipenuhi elektron ini, dimana elektron akan berperan dalam pemantulan cahaya yang menyebabkan logam tertangkap mata sebagai permukaan yang mengkilap.

Sifat liat yang menyebabkan logam sebagai material yang dapat ditempa/ditarik juga dapat dijelaskan dengan konsep ini. Hal ini dapat dijelaskan dari gambar berikut:



Gambar 4.3. Ikatan logam dan nonlogam

Berdasarkan ilustrasi di atas dapat dilihat bahwa adanya tekanan terhadap struktur ikatan logam hanya menggeser posisi atom-atom. Keseluruhan struktur tidak rusak, sehingga tekanan yang ada hanya merubah bentuk luar. Pada ikatan nonlogam tekanan yang terjadi akan menggeser posisi struktur atom

dan ikatan antar atom menjadi lepas. Lepasnya ikatan antar atom ini akan menyebabkan rusaknya bentuk benda (pecah atau retak). Penjelasan ini telah dapat menggambarkan sifat logam yang liat dan dapat ditempa.

Sifat logam yang dapat dibuat paduan telah diuraikan di atas, yaitu terbentuknya penataan baru atom-atom dalam struktur kristal. Penataan ini hanya dapat terjadi jika logam mengalami perpaduan dan bukan hanya pencampuran. Perpaduan bermakna terjadi larutan padat dalam padatan, dimana komposisi campuran di setiap bagian seragam. Hal ini dapat tercapai apabila pemaduan dilakukan dengan teknik tertentu, yang meliputi komposisi yang tepat dan kondisi pencampuran (harus dalam keadaan cair).

Sedangkan pencampuran dapat juga terjadi pada logam, yaitu dua jenis logam berbeda yang menyatu tetapi tidak merata secara sempurna. Hal ini dapat terjadi jika pencampuran dilakukan dalam keadaan padat. Contoh pencampuran logam adalah pada keris tradisional yang sering dijumpai adanya guratan-guratan logam lain pada permukaan logam (pamor). Sifat campuran tidak akan seperti pada paduan yang menghasilkan logam dengan sifat baru.

BAB V

KOROSI LOGAM

Pembahasan penting lain pada metalurgi adalah sifat korosi logam. Korosi dapat terjadi karena sifat dasar logam yang secara kimia cukup reaktif. Logam dapat membentuk berbagai senyawa, terutama oksida, hidroksida, dan garam. Korosi sendiri merupakan suatu proses pelapukan yang secara alami akan selalu terjadi pada semua benda. Kecepatan korosi logam sangat dipengaruhi oleh jenis logam di samping kondisi lingkungan logam berada. Ketahanan setiap logam terhadap korosi berbeda-beda tergantung reaktivitas masing-masing unsur. Ketahanan korosi logam oleh reaksi kimia dapat dipelajari melalui deret volta, sebagai berikut:

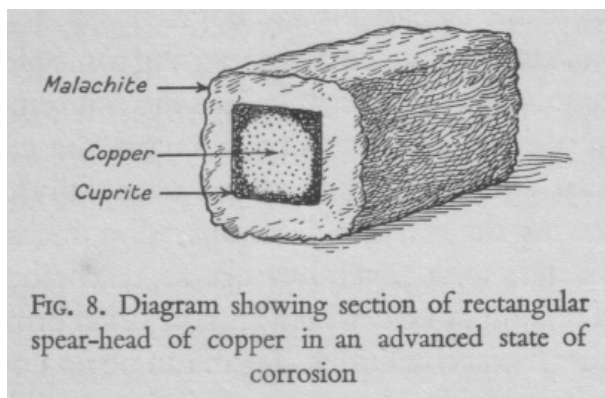
K;Na;Ba;Sr;Ca;Mg;Al;Mn;Zn;Cd;Fe;Co;Ni;Sn;Pb;H;Cu;Hg;Ag;Pt;Au

Deret di atas menunjukkan urutan potensial oksidasi dari masing-masing unsur. Sebagai contoh apabila ada logam Na yang direaksikan dengan CaCl_2 , maka Na mampu menggantikan Ca membentuk NaCl dan logam Ca. Semakin ke kanan unsur semakin stabil karena sulit dioksidasi oleh unsur lain. Unsur hidrogen pada deret menempati nomor 6 dari kanan. Unsur ini mewakili senyawa asam karena asam dapat dipandang sebagai senyawa yang dapat melepaskan H^+ .

Korosi logam oleh asam sering terjadi sebagai salah satu bentuk pelapukan logam di alam. Logam di sebelah kanan H, yaitu Cu, Hg, Ag, Pt, dan Au tidak dapat dilarutkan oleh asam, karena memiliki potensial oksidasi lebih tinggi. Sehingga dapatlah dipahami bahwa logam-logam tersebut (terutama perak, emas, dan platina) dianggap sebagai logam mulia yang tidak mudah mengalami korosi. Logam di sebelah kiri H dapat dioksidasi oleh ion H^+ . Semakin ke kiri akan semakin mudah teroksidasi. Sehingga dapatlah terjawab teka-teki mengapa logam seperti K, Na, Ba, Ca, dan Mg sangat jarang ditemui sebagai logam, karena akan segera membentuk senyawa oleh pengaruh lingkungan. Sedangkan logam Cu yang terdekat dengan H, masih dapat ditemui di alam sebagai logam murni (*native ores*).

Menurut Trethewey dan Chamberlain (1991) korosi merupakan peristiwa yang sangat berkaitan dengan potensial oksidasi-reduksi. Bahkan peristiwa listrik juga terlibat sebagai bentuk sel baterai, dimana logam-logam berperan sebagai elektroda. Pengetahuan awal mengenai korosi menganggap bahwa korosi disebabkan oleh reaksi logam dengan oksigen di udara yang dipercepat oleh adanya air yang disebut sebagai pengkaratan. Ternyata korosi jenis ini hanyalah bagian dari peristiwa korosi dan pengendaliannya.

Peristiwa pengkaratan paling banyak terjadi pada logam besi. Karena hasil oksidasi besi menghasilkan besi oksida yang porous dan menyebabkan reaksi korosi lebih lanjut terjadi. Hal ini berbeda dengan logam seng, timah, maupun timbal yang walaupun lebih mudah korosi, hasil oksida korosinya akan menutupi permukaan sehingga korosi lebih lanjut tidak terjadi. Lain pula dengan tembaga, perunggu dan paduan-paduan yang berbahan dasar tembaga lainnya. Korosi yang terjadi menyebabkan terbentuknya dua lapisan oksida sebagai berikut :



Gambar. 5.1. Korosi tembaga membentuk lapisan cuprite dan malachite (Plendleith, 1957)

Besi sebagai logam yang telah mewarnai peradaban Romawi banyak memberikan andil dalam pembuatan alat-alat dan senjata. Karat yang terjadi pada besi menjadi masalah serius yang dihadapi. Filsuf besar Plinius mencari jawaban atas permasalahan ini. Masih kurangnya kemampuan penyelidikan eksperimental menyebabkan Plinius menyimpulkan jawaban yang metafisis. Besi walaupun sangat bermanfaat, telah digunakan oleh manusia untuk kejahatan,

perang, menyiksa orang, merampok, dan mempercepat hilangnya nyawa. Tulisannya tentang anak panah menyebutkan bahwa “betapa jahatnya, karena untuk mempercepat datangnya kematian pada manusia, kita telah mengajari besi untuk terbang”. Ia percaya bahwa besi yang membawa manfaat, juga akan menyebabkan kesusahan manusia yaitu dengan ditakdirkannya korosi. Akibat yang jelas dari filosofi ini adalah dilakukannya teknik-teknik pengendalian korosi melalui upacara keagamaan (Trethewey dan Chamberlain, 1991).

Angkatan laut Inggris tahun 1769 pernah membanggakan kapal yang dilapisi dengan tembaga. Logam yang tahan terhadap korosi, sehingga diperkirakan kapal akan tahan terhadap air laut dan binatang laut. Ternyata baru dua tahun bertugas, kapal mengalami kerusakan parah. Hampir sebagian besar lembaran tembaga telah lepas. Setelah diteliti, baut dari besi yang bersinggungan dengan tembaga mengalami korosi hebat. Jauh lebih lapuk dibanding besi yang tidak berhubungan dengan tembaga. Didapatlah kesimpulan bahwa tembaga dan besi yang terkena air laut membentuk sel yang menyebabkan besi menjadi larut.

Pengendalian korosi modern senantiasa memperhatikan faktor pertemuan dua jenis logam seperti ini. Salah satu teknik yang digunakan pada pengendalian korosi adalah dengan memasang logam lain yang lebih lemah sebagai “umpan” untuk membuat logam lebih tahan. Misalnya tiang-tiang listrik/telpon dari besi yang ditanam di tanah disambungkan dengan sedikit pita Magnesium. Korosi akan menyerang Magnesium sedangkan besi akan awet.

BAB VI

KONSERVASI LOGAM

A. Konservasi Logam Secara Umum

Meskipun logam yang ada di bumi sangat banyak jenisnya, namun ternyata jenis logam yang ditemukan sebagai peninggalan budaya tidaklah terlalu banyak. Penggunaan jenis logam yang sangat bervariasi baru dilakukan pada era modern ini. Fakta penemuan benda-benda peninggalan sejarah berbahan logam hanya menggunakan beberapa jenis logam yaitu; besi, tembaga, timbal, timah, emas, dan perak. Meskipun ada juga logam lain dalam jumlah kecil sebagai campuran. Sehingga secara umum berdasarkan ketahanan, proses pelapukan, dan metode konservasinya benda peninggalan logam dapat dikelompokkan menjadi kelompok logam besi dan paduannya, kelompok logam tembaga dan paduannya (termasuk perunggu dan kuningan), kelompok logam timah-timbal, dan kelompok logam mulia. Dalam pembahasan konservasi peninggalan bawah air ini akan dibahas kelompok logam besi, tembaga, dan logam mulia, karena kelompok inilah yang paling banyak ditemukan.

Secara umum konservasi logam akan meliputi beberapa tahap yang meliputi identifikasi dan analisis, pembersihan, pencucian, dan pelapisan.

1. Identifikasi Jenis Logam

Tahap pertama sebelum melakukan konservasi adalah identifikasi jenis logam. Sebagaimana disebutkan di atas, jenis logam peninggalan budaya dapat dikelompokkan menjadi logam berbahan besi, logam berbahan tembaga, logam berbahan timah-timbal dan logam mulia. Identifikasi dilakukan dengan mengamati secara visual permukaan logam maupun korosi yang terjadi. Biasanya dengan mengamati secara visual dapat dibedakan antara satu jenis dengan lainnya. Logam besi misalnya biasanya berwarna coklat karena tertutup karat dengan warna khas karat besi. Logam tembaga juga mudah dikenali karena warna logamnya yang kuning dan warna korosinya yang cenderung ada warna hijau-biru. Logam mulia juga mudah dikenali karena biasanya kilapnya masih bisa dikenali meskipun sudah berusia sangat tua.

Identifikasi lebih lanjut dapat dilakukan dengan analisis kimia kualitatif. Analisis dilakukan dengan cara melarutkan sebagian logam atau hasil korosinya kemudian diuji dengan beberapa metode analisis kualitatif yang sesuai.

2. Pembersihan Logam Dari Endapan

Pembersihan permukaan logam dari endapan termasuk endapan berupa karang. Penghilangan endapan harus dilakukan secara hati-hati agar tidak merusak benda. Pembersihan dilakukan secara manual dan dapat dibantu dengan larutan asam lemah encer. Pembersihan pada tahap ini merupakan pembersihan awal, sehingga belum membersihkan permukaan logam secara keseluruhan. Untuk membantu proses pembersihan, bentuk obyek logam sebaiknya telah diketahui sehingga analisis dengan X-ray (foto rontgen) bisa dilakukan jika perlu.

3. Identifikasi Pelapukan Logam

Identifikasi pelapukan dilakukan untuk mengetahui jenis pelapukan apa saja yang terjadi. Jenis pelapukan juga bisa dianalisis dengan metode kimia analisis kualitatif yang sesuai, atau dengan instrumentasi seperti XRD (*X Ray Diffraction Spectroscopy*). Identifikasi pelapukan juga bermanfaat untuk menentukan pemilihan metode konservasi yang sesuai. Berdasarkan pengamatan dan evaluasi kondisi logam dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat pelapukan yang terjadi. Menurut Western dalam Hamilton (1999) logam dapat diklasifikasi dalam tiga kategori sebagai berikut :

- Logam dengan bentuk dasar yang masih terlihat, permukaan masih keras, dan masih dapat bertahan dengan pembersihan secara kimia, elektrokimia atau reduksi elektrolitik. Logam dengan tingkat kerusakan jenis ini lebih cocok dengan pembersihan secara reduksi elektrolitik.
- Logam yang telah terkorosi secara hebat namun masih menyisakan keseluruhan bentuknya. Sudah sangat sedikit atau bahkan tidak ada logam yang masih tersisa, tetapi masih menyisakan kekuatan yang membentuk benda. Berbagai *treatment* mungkin menyebabkan kerusakan bentuk. Metode yang direkomendasikan adalah menstabilkan obyek dengan menghilangkan garam terlarut terutama klorida kemudian mengkonsolidasi dengan konsolidan yang sesuai.
- Logam yang telah terkorosi sangat parah dan rapuh. Semua perlakuan

akan menyebabkan kerusakan terhadap benda, sehingga hanya bisa dikonsolidasi. Pembuatan replika atau mencetak objek dari endapan yang membentuk cetakan secara alami mungkin merupakan langkah yang bisa dilakukan.

4. Pembersihan kimia

Pembersihan kimia dilakukan untuk membersihkan permukaan obyek dengan bantuan bahan-bahan kimia. Bahan-bahan kimia yang digunakan disesuaikan dengan jenis logam dan korosinya.

5. Pembersihan Dengan Elektrokimia dan Reduksi Elektrolitik

Pembersihan elektrolitik menggunakan arus listrik untuk memudahkan penghilangan pengotor pada permukaan benda. Metode ini harus dilakukan dengan hati-hati karena dapat menyebabkan logam mengalami keausan.

6. Pencucian dan Pelapisan

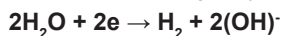
Setelah pembersihan kimia dan pembersihan elektrokimia/reduksi elektrolitik objek perlu dicuci. Pencucian dilakukan dengan akuades sampai bebas dari bahan kimia (cek pH air cucian). Selanjutnya dicuci dengan alkohol, kemudian aseton. Sisa aseton dikeringkan dengan pengeringan alami. Setelah kering objek dilapisi dengan bahan pelapis dan konsolidan yang sesuai.

B. Logam Besi

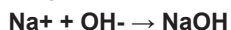
1. Korosi Logam Besi

Korosi logam besi terjadi karena sifat logam besi yang mudah teroksidasi dan banyaknya senyawa-senyawa terlarut dalam air. Keberadaan oksigen juga mempengaruhi proses korosi, meskipun dalam kondisi tanpa oksigen pun korosi dapat berlangsung. Mekanisme reaksi yang terjadi pada korosi logam bawah air adalah sebagai berikut (Hamilton, 1999):

Reaksi yang terjadi pada permukaan logam yang lebih inert (katoda)



Ion hidroksida bereaksi dengan ion natrium dalam air



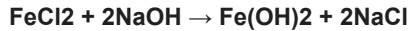
Pada bagian anoda reaksi menghasilkan ion besi



Yang kemudian bereaksi dengan ion klorida dalam air yang mengandung garam

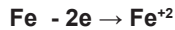


Dalam kondisi air yang mengandung oksigen reaksi akan berlanjut membentuk hidroksida

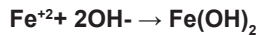


Senyawa hidroksida yang terbentuk tersebut pada larutan yang mengandung oksigen akan mengalami reaksi sekunder dengan terbentuknya endapan korosi disekitar permukaan logam bagian anoda.

ferrous ion

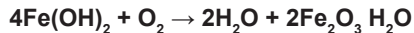


ferrous hydroxide



hydrated ferric hydroxide

(red-brown rust)



Reaksi sekunder yang melibatkan ion feri menghasilkan produk lain dari korosi



(green hydrated magnetite)



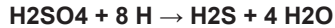
(black magnetite)

Produk-produk reaksi korosi dapat bervariasi bergantung pada kondisi lingkungan logam besi tersebut berada. Lapisan-lapisan korosi paling umum yang dapat terjadi pada permukaan logam besi adalah

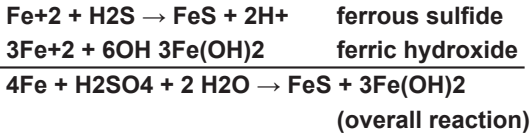


Berikut ini adalah mekanisme reaksi korosi pada kondisi anaerobik atau kondisi yang tidak ada oksigen. Reaksi ini melibatkan aktivitas bakteri pereduksi sulfat yang umum ditemukan pada perairan bergaram (laut), air tawar, atau tanah berair. Aktivitas pelapukan awal menggunakan oksigen sehingga pada bagian-bagian tertentu terjadi lokasi yang tidak mengandung

oksigen. Bakteri yang hidup tanpa oksigen akan menggunakan sulfat sebagai sumber metabolismenya dengan reaksi sebagai berikut



Hidrogen Sulfida (H_2S) akan bereaksi dengan besi yang menghasilkan korosi sebagai besi sulfida dan besi hidroksida



Logam-logam paduan besi seperti baja juga akan mengalami mekanisme pelapukan yang sama. Berdasarkan mekanisme-mekanisme yang terjadi maka produk-produk korosi yang umum ditemukan pada peninggalan bawah air berbahan besi adalah :

$\text{Fe}(\text{OH})_2$	ferrous hydroxide
$\text{FeO}(\text{OH})$	ferro-hydroxide
FeCl_2	ferrous chloride, anhydrous
$\text{FeCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	ferrous chloride, hydrated
FeS	ferrous sulfide
Fe_3O_4 or $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	ferro-ferrous oxide (magnetite)
$2\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	magnetite, hydrated
$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	ferric hydroxide (common rust)
Fe_2O_3	ferric oxide
FeCl_3	ferric chloride, anhydrous
$\text{FeCl}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$	ferric chloride, hydrated

2. Konservasi Logam Besi

Secara umum tahapan konservasi peninggalan berbahan besi mengikuti tahapan-tahapan sebagai berikut (Hamilton, 1999):

a. Penanganan pra konservasi

Penanganan pra konservasi bertujuan untuk mencegah pelapukan lebih lanjut apabila benda sudah diangkat dan belum segera dikonservasi. Penanganan yang dilakukan meliputi desalinasi atau

penghilangan kandungan garam dan pembersihan lainnya untuk cagar budaya dari bawah air. Jika proses konservasi masih akan dilakukan cukup lama maka logam direndam dalam larutan yang menurunkan laju oksidasi besi. Larutan yang digunakan bersifat inhibitor korosi sehingga logam aman dari korosi meskipun disimpan cukup lama. Larutan yang dapat digunakan adalah larutan natrium karbonat, atau larutan natrium sesquikarbonat 5%. Larutan diatur pH nya sekitar 8. pH larutan tidak boleh terlalu tinggi karena dapat menimbulkan korosi basa. Penyimpanan dapat juga dilakukan dalam air bebas mineral yaitu dapat menggunakan akuades atau air demineralisasi.

b. Penghilangan kerak/korosi

Penghilangan kerak merupakan tahap yang sangat sulit dalam konservasi besi. Kondisi besi yang sudah sangat lapuk menyebabkan kerak sangat tebal dan bendanya sendiri sudah sangat sulit dikenali bentuknya. Pada dasarnya penghilangan kerak dilakukan secara manual dengan alat-alat secara hati-hati. Alat yang dapat digunakan adalah jarum, skavel, palu kecil, mini gerinda, bor mini, dan lain-lain. Pada keadaan karang yang sangat tebal, larutan asam dapat digunakan untuk melunakkan endapan.

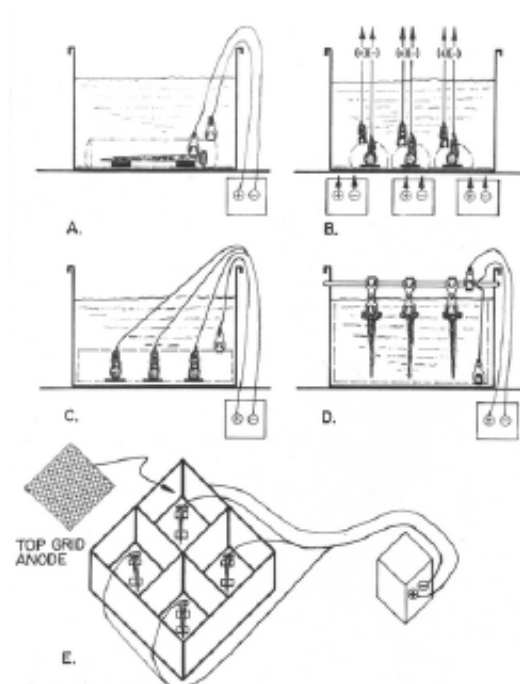
Penghilangan kerak harus dilakukan secara perlahan sehingga yang terlepas adalah keraknya bukan bagian dari objek tersebut. Oleh karena itu sebisa mungkin bentuk benda dikenali terlebih dahulu sehingga memudahkan dalam melepaskan bagian yang harus dihilangkan. Jika objek sudah sangat sulit dikenali bentuknya karena tebalnya kerak, dapat dilakukan identifikasi dengan alat rontgen. Citra dari foto rontgen dapat digunakan sebagai acuan dalam proses penghilangan kerak.

c. Pembersihan elektrokimia dan reduksi elektrolitik

Pembersihan elektrokimia dan pembersihan reduksi elektrolitik merupakan metode pembersihan yang melibatkan dua logam sebagai katoda dan anoda. Proses pembersihan dapat terjadi karena adanya perbedaan potensial redoks dari logam. Perbedaan mendasar dari metode elektrokimia dan reduksi elektrolitik adalah penggunaan listrik sebagai pendorong terjadinya proses pembersihan. Metode

elektrokimia tidak menggunakan listrik sedangkan metode reduksi elektrolitik menggunakan arus listrik untuk berlangsungnya proses. Adanya arus listrik akan menyebabkan terjadinya proses elektrolisis yang memudahkan pelepasan pengotor dari permukaan logam. Proses ini menyerupai proses elektroplating (penyepuhan) yaitu dengan cara mengendapkan ion logam ke benda yang dipasang sebagai katoda. Namun proses ini dibalik, logam berperan sebagai anoda dan katoda yang digunakan adalah logam yang inert. Ion-ion akan mengendap pada katoda, sebaliknya logam pada anoda akan terlarut ke larutan. Proses pelarutan logam dari anoda akan menyebabkan kerak mudah dibersihkan. Metode ini cukup efektif namun harus dilakukan dengan hati-hati karena dapat menyebabkan terlalu banyak logam yang larut sehingga objek menjadi rusak.

Berikut ini gambar model konservasi reduksi elektrolitik pada logam cagar budaya.



Gambar 6.1. Gambar model konservasi reduksi elektrolitik pada logam

d. Pembersihan kimia

Pembersihan kimia menjadi salah satu alternatif yang mudah dilakukan dan cukup efektif. Beberapa bahan kimia dapat digunakan untuk proses pembersihan ini. Bahan kimia yang dapat digunakan antara lain:

- Asam, misalnya asam oksalat, asam sitrat, asam fosfat, asam tannat
- Alkali, misalnya alkali sulfit
- Garam pengompleks, misalnya EDTA (*ethylene diamine tetraacetic acid*)

Pembersihan dilakukan dengan cara perendaman atau pengolesan sambil dibersihkan dengan sikat atau alat lain yang sesuai.

e. Pengeringan dan konsolidasi

Tahap akhir dari proses konservasi adalah pengeringan dan konsolidasi. Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan seluruh bahan kimia yang digunakan selama proses pembersihan dan menstabilkan hasil akhir konservasi. Tahap pertama adalah pembilasan objek sampai betul-betul bebas dari bahan kimia terlarut. Cara yang dilakukan adalah merendam objek dalam akuades. Air rendaman tersebut diukur kadar garamnya atau dengan ion meter untuk mengetahui bahwa sudah tidak ada lagi bahan terlarut dalam objek. Proses pengeringan dilakukan dengan terlebih dahulu merendam objek dalam alkohol atau aseton. Perendaman ini bertujuan untuk menggantikan air dalam objek dengan pelarut yang lebih mudah menguap. Setelah itu pengeringan dapat dilakukan dengan cara alami karena alkohol atau aseton merupakan pelarut yang mudah menguap.

Konsolidasi dan stabilisasi dapat dilakukan terhadap obyek yang telah kering. Bahan konsolidan yang digunakan bermacam-macam dan dapat dipilih sesuai ketersediaan. Bahan berbahana akrilik seperti Acriloid atau Paraloid dapat digunakan. Demikian juga dengan bahan lain seperti PVAc (*Poly Vinyl Acetate*). Bahan konsolidan berbasis epoxy juga bisa digunakan. Bahkan bahan sejenis wax juga bisa

digunakan sebagai pelindung permukaan logam dari kelembaban udara yang bisa menyebabkan korosi.

C. Logam Tembaga dan Paduannya

1. Pelapukan Logam Tembaga

Pelapukan logam tembaga pada dasarnya berlangsung hampir sama dengan pelapukan material besi. Yang berbeda adalah produk korosinya yang mempunyai kenampakan dan sifat fisika berbeda. Logam tembaga relatif lebih tahan korosi dibanding logam besi. Hal ini disebabkan posisi logam Cu dalam seret Volta yang berada di sebelah kanan. Pada deret Volta semakin ke kanan unsur akan semakin inert atau semakin sulit bereaksi.

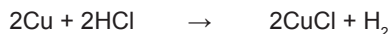
Logam tembaga umumnya ditemukan sebagai paduan dengan logam lain, misalnya perunggu dan kuningan. Namun jenis pelapukan akan ditentukan oleh tembaga sebagai komponen dominan dalam paduan logam. Mekanisme pelapukan tembaga dalam air adalah sebagai berikut. Pertama kali terbentuk ion tembaga (cupro) dari logam tembaga atau paduannya



Tembaga klorida merupakan garam yang sangat tidak stabil. Jika tembaga yang mengalami korosi dengan terbentuknya tembaga klorida (CuCl) terekspos di udara, maka akan terhidrolisa oleh adanya oksigen dan uap air di udara.



Adanya senyawa asam dalam lingkungan tembaga berada akan memicu korosi tembaga lebih lanjut menghasilkan lebih banyak tembaga klorida (CuCl). Misalnya reaksi tembaga dengan asam klorida sebagai berikut.



Reaksi korosi ini akan berlangsung terus menerus sampai semua logam habis terkorosi. Jadi tahapan penting dalam konservasi tembaga maupun paduannya adalah menghilangkan senyawa tembaga klorida (CuCl) yang

berpotensi memicu korosi selanjutnya.

Logam tembaga yang ditemukan di laut atau di bawah air kadang-kadang juga mengalami pelapukan akibat terbentuknya senyawa tembaga sulfida (CuS dan Cu_2S). Hal ini juga terjadi seperti pada pelapukan besi yaitu akibat dari aktivitas bakteri pereduksi sulfat.

2. Konservasi Logam Tembaga

Tahapan konservasi logam tembaga pada prinsipnya sama dengan konservasi logam besi. Perbedaannya adalah pada tahap pembersihan kimia yang menggunakan beberapa jenis bahan kimia yang berbeda. Jenis bahan kimia yang bisa digunakan adalah:

- Natrium sesquikarbonat
- Natrium karbonat
- Benzotriazol (BTA)

Natrium sesquikarbonat dan natrium karbonat dapat membersihkan lapisan pengotor dan juga tembaga klorida (CuCl) dalam objek. Larutan ini cukup efektif untuk pembersihan sehingga cukup sering digunakan dalam konservasi tembaga dan paduannya.

BTA merupakan bahan kimia untuk pembersihan kimia logam berbahan tembaga. BTA dapat membersihkan lapisan pengotor pada logam tembaga maupun melarutkan tembaga klorida (CuCl) dari dalam objek. BTA juga berfungsi sebagai konsolidan sehingga treatment ini sekaligus sebagai treatment untuk konsolidasi objek.

(Hati-hati: BTA merupakan senyawa karsinogen atau pemicu kanker, jadi hindari kontak langsung dengan kulit atau terhirup. Gunakan masker dan sarung tangan karet selama bekerja dengan BTA).

Kelemahan pembersihan dengan metode natrium sesquikarbonat dan natrium karbonat adalah tidak mampu menghilangkan lapisan korosi hijau pada permukaan tembaga. Namun hal ini tidak menjadi masalah karena seringkali permukaan kerak hijau tidak dihilangkan karena dianggap sebagai patina. Jadi disesuaikan dengan kebutuhan, apakah lapisan kerak hijau akan dihilangkan atau tidak. Jika tidak dihilangkan karena dianggap

sebagai patina maka metode tersebut dapat digunakan. Pembersihan dengan BTA juga hanya mampu menghilangkan sedikit lapisan hijau. Jika pembersihan menghendaki sampai semua lapisan kerak dihilangkan maka bisa menggunakan bahan kimia lain yang lebih kuat. Bahan yang dapat digunakan adalah Garam Rochelle alkali yang dikombinasikan dengan asam sulfat encer (Plenderleith, 1957). Pertama kali objek dibersihkan dengan garam Rochelle alkali dan selanjutnya dinetralkan dengan asam sulfat encer.

D. Logam Mulia

Konservasi terhadap logam mulia umumnya paling mudah dilakukan karena logam mulia merupakan logam yang inert atau tidak mudah bereaksi. Jika logam mulia terkubur dalam tanah maupun dalam air laut, korosi yang terjadi sangat lambat sehingga tidak terlalu banyak mengalami pelapukan. Bahkan logam emas masih bisa dilihat kilapnya meskipun sudah terpendam dalam tanah dalam waktu yang sangat lama. Oleh karena itu konservasi logam mulia tidak perlu banyak dibahas di sini. Konservasi yang dilakukan misalnya pembersihan kerak akibat pertumbuhan karang atau biota laut lainnya. Kesulitan akan dihadapi jika logam mulia ini tertanam pada logam lain yang telah mengalami korosi, maka logam yang mengalami korosi tersebut yang harus dikonservasi.

E. Konservasi In Situ dengan Metode Perlindungan Katodik

Konservasi in situ merupakan isu penting dalam konservasi peninggalan bawah air termasuk logam. Meskipun konservasi in situ dalam prakteknya sangat sulit dilakukan dan banyak kendala baik teknis maupun non teknis, namun patut menjadi perhatian kita saat mempelajari dan mengembangkan metode-metode konservasi.

Konservasi peninggalan bawah air in situ berarti logam tersebut dibiarkan tetap berada dalam air. Hal ini tentu saja membutuhkan teknik khusus agar besi tidak mengalami pelapukan. Teknik yang digunakan mengacu pada teknik pengawetan logam model sel galvanik. Pada sistem sel galvanik, bila dua buah logam dihubungkan dengan suatu kawat penghubung dan berada dalam medium elektrolit maka akan berlaku sistem sel Galvani. Logam yang berada di sebelah kanan deret volta akan bertindak sebagai katoda dan logam disebelah kirinya

akan bertindak sebagai anoda. Jika sistem ini bekerja maka akan terjadi aliran listrik dan anoda akan teroksidasi, sebaliknya katoda akan tereduksi. Kondisi katoda yang tereduksi akan menyebabkan logam tidak mengalami oksidasi atau tidak mengalami korosi. Di sisi lain anoda akan terkorosi dan suatu saat akan habis. Dengan demikian anoda menjadi semacam “umpan” yang dibiarkan terkorosi sementara katoda aman dari korosi. Metode ini disebut sebagai sistem perlindungan katodik (*cathodic protection system*). Teknik ini sebenarnya telah diaplikasikan secara luas pada pengawetan besi yang ditancapkan di tanah. Misalnya tiang-tiang listrik/telepon dan jaringan pipa dari besi yang ditanam di tanah.

Korosi merupakan peristiwa reaksi kimia reduksi-oksidasi (redoks) yang berkaitan dengan potensial redoks suatu unsur. Logam yang terkorosi akan mengalami reaksi oksidasi (teroksidasi), sedangkan senyawa pengkorosinya akan mengalami reduksi. Sebagai contoh adalah besi yang terkorosi akan teroksidasi menjadi senyawa besi oksida yang kita lihat sebagai kerak/karat. Setiap peristiwa korosi logam selalu melibatkan reaksi redoks. Metode pencegahan korosi dengan mengendalikan potensial redoks merupakan cara yang efisien dan non destruktif. Metode yang digunakan disebut sebagai sistem perlindungan katodik (*cathodic protection system*). Metode perlindungan katodik ada dua jenis, yaitu metode arus tanding yang melibatkan pemberian arus listrik dan metode anoda tumbal.

Metode perlindungan katodik yang lebih praktis diaplikasikan adalah metode anoda tumbal. Secara teori, untuk mencegah logam mengalami korosi maka logam dibuat menjadi bahan yang memiliki potensial redoks yang tinggi. Cara yang ditempuh adalah dengan menghubungkan logam dengan logam lain yang potensial redoksnya rendah. Dengan sistem ini maka logam yang berpotensi redoks rendah akan teroksidasi sedangkan logam yang berpotensi redoks tinggi tidak akan teroksidasi.

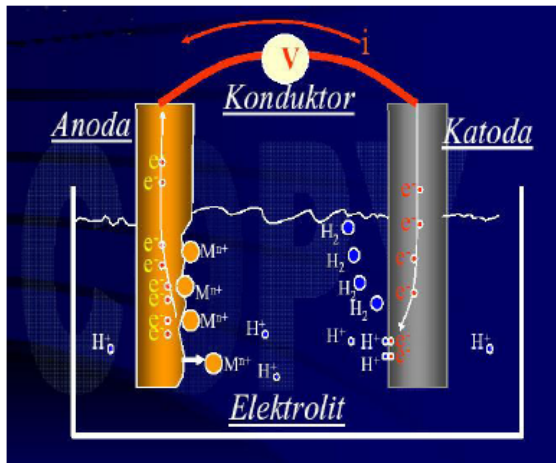
Sistem ini secara awam dapat dipahami sebagai sistem perlindungan dengan cara pemasangan logam lain sebagai umpan/tumbal. Logam yang dilindungi dihubungkan dengan logam umpan yang memiliki potensial redoks rendah. Apabila rangkaian ini mengalami korosi, maka yang diserang terlebih dahulu adalah logam yang potensial redoksnya rendah. Logam yang umum digunakan pada perlindungan katodik sistem anoda tumbal adalah Seng (Zn), Aluminium (Al), dan Magnesium (Mg). Logam umpan akan mengalami korosi dan lama-kelamaan akan habis terkorosi, selanjutnya dapat diganti dengan

logam yang baru agar perlindungan tetap berlanjut.

Metode perlindungan katodik telah umum digunakan pada berbagai bidang, antara lain pertambangan lepas pantai, teknologi perkapalan, sistem perpipaan bawah tanah, tiang pancang, tiang listrik dan lain-lain. Penerapan di bidang konservasi cagar budaya juga telah berkembang, terutama untuk perlindungan besi pada rangka, angkur, atau struktur bangunan cagar budaya. Perlindungan katodik juga telah dikembangkan pada konservasi cagar budaya logam bawah air in situ. Metode konservasi logam dengan sistem perlindungan katodik menarik dikembangkan di Indonesia yang sangat kaya dengan cagar budaya logam.

1. Teori Perlindungan Katodik

Ada dua jenis proteksi katodik, yaitu dengan metoda anoda korban (*sacrificial anode*) dan dengan metoda arus tanding (*impressed current*). Anoda korban relatif lebih murah, mudah dipasang bila dibandingkan dengan metoda arus tanding. Keuntungan lainnya adalah tidak diperlukannya peralatan listrik yang mahal dan tidak ada kemungkinan salah arah dalam pengaliran arus (Trethewey dan Chamberlain, 1991). Barangkali yang paling sederhana untuk menjelaskan cara kerja proteksi katodik dengan anoda korban adalah menggunakan konsep tentang sel korosi basah seperti Gambar 6.2. Kaidah umum dari sel korosi basah adalah bahwa dalam suatu sel, anodalah yang terkorosi, sedangkan yang tidak terkorosi adalah katoda. Anoda-anoda yang dihubungkan ke struktur dengan tujuan mengefektifkan perlindungan terhadap korosi dengan cara ini disebut anoda korban (*sacrificial anodes*). Kita dapat memanfaatkan pengetahuan mengenai deret galvanik untuk memilih suatu bahan yang akan menjadi anoda. Anoda korban yang biasa digunakan di lingkungan pantai diantaranya adalah seng dan aluminium (Trethewey dan Chamberlain, 1991).



Gambar 6.1. Sel korosi basah sederhana (Trethewey dan Chamberlain, 1991).

Dalam hal ini perlu memperhitungkan luas relatif dari anoda dan katoda, karena apabila anoda telah terkorosi habis maka katoda akan segera terkorosi. Jadi laju korosi anoda harus diperhitungkan untuk memperkirakan penggantian anoda. Parameter untuk menghitung laju korosi adalah keluaran arus per satuan luas permukaan terbuka yang juga disebut laju pengausan (*wastage*). Juga dinyatakan dengan laju hilangnya logam dalam satuan volume maupun satuan masa perluas permukaan per tahun. Dalam perlindungan korosi dengan metode anoda korban ini, laju korosi dapat dinyatakan sebagai berikut (Trethewey dan Chamberlain, 1991):

$$CR = \frac{K \times W}{A \times D \times T}$$

dimana :

CR = Laju korosi (mm/th)

W = Massa yang terkorosi (gram)

A = Luas tercelup (cm²)

K = 8.76×10^4

T = Waktu (jam)

D = Densitas (gram/cm³)

2. Aplikasi Perlindungan Katodik pada Cagar Budaya Logam

Perlindungan katodik terhadap logam banyak diaplikasikan pada berbagai bidang, antara lain pertambangan lepas pantai, teknologi perkapalan, sistem jaringan perpipaan, dan bidang lain yang menggunakan logam. Penerapan di bidang pelestarian cagar budaya di Indonesia memang masih langka. Namun untuk negara-negara maju lainnya, metode ini sudah sering digunakan. Konservasi in situ merupakan isu penting dalam konservasi saat ini, sehingga metode perlindungan katodik dapat berperan. Metode perlindungan katodik sangat menarik untuk diterapkan pada cagar budaya logam karena metode ini sangat efektif dan non destruktif, permukaan benda juga tetap asli karena tidak ada perlakuan dengan bahan kimia pada permukaannya. Metode ini juga sangat berpotensi untuk diterapkan pada cagar budaya bawah air misalnya pada kapal tenggelam yang dikonservasi secara in situ.

Bartuli dkk (2008) melakukan penelitian perlindungan katodik untuk meriam yang berada dalam laut dengan logam pengumpan seng (Zn). Meriam yang dikonservasi berada di lepas pantai Pulau Morettime (Wilayah Sisilia, Italia), yang merupakan peninggalan abad 17-18 M. Meriam tersebut tidak diangkat, namun tetap berada dalam laut karena dikonservasi secara in situ. Untuk menghindari korosi oleh air laut maka dilindungi dengan perlindungan katodik menggunakan logam pengumpan seng (Zn).

Penelitian serupa dilakukan oleh Heldtberg, dkk (2004) untuk mempelajari korosi beberapa jenis logam dan penggunaan perlindungan katodik pada peninggalan kapal tenggelam *James Matthews* (1841). Kapal tenggelam ini dikonservasi secara in situ menurut acuan piagam perlindungan dan pengelolaan cagar budaya bawah air (*charter on the protection and management of underwater cultural heritage*, ICOMOS, 1997) oleh Western Australian Museum. Sebelumnya telah ada beberapa penelitian tentang kapal tenggelam ini untuk mengetahui korosi yang terjadi dan monitoringnya. Penelitian oleh Heldtberg, dkk (2004) memperdalam kajian laju korosi dengan simulasi di laboratorium dan meneliti aplikasi perlindungan katodik dengan anoda tumbal seng. Hasil penelitian menunjukkan metode perlindungan katodik dengan anoda tumbal seng efektif untuk menstabilkan obyek.

Cagar budaya berupa bangunan banyak yang menggunakan logam.

Farrel, dkk (2001) melakukan penelitian untuk penerapan perlindungan katodik terhadap besi tulangan dan angkur pada bangunan bersejarah. Bangunan kuno, terutama di Eropa banyak menggunakan tulangan dan angkur dari besi. Besi tersebut ada yang berada dalam bangunan, namun ada pula yang sekaligus menjadi bagian yang ditampilkan. Dengan sistem perlindungan katodik maka logam tersebut menjadi lebih awet dan dapat menopang bangunan dengan lebih baik.

Penelitian serupa di atas juga dilakukan oleh Atkins, dkk (2002) untuk baja rangka pada bangunan bersejarah. Penelitian ini difokuskan pada model aplikasi perlindungan rangka bangunan bersejarah. Perlindungan katodik merupakan salah satu cara dari beberapa alternatif metode konservasi logam pada bangunan. Penelitian ini mengkaji masing-masing cara tersebut, apabila cara perlindungan katodik yang dipilih maka disain, pemilihan anoda, cara instalasi, dan monitoringnya diuraikan dalam penelitian ini.

Contoh penerapan secara langsung pada konservasi bangunan menara sebuah Gereja dilakukan oleh Hunt dan Farrell (2009). Bangunan bersejarah yang dibangun pada abad 18 dan 19 menggunakan tiang atau tulangan berbentuk balok dan pipa yang terbuat dari besi tempa. Besi tempa ini mudah mengalami korosi bila terekspos pada udara dan kelembaban. Laporan ini menguraikan kinerja perlindungan katodik pada beberapa menara gereja, termasuk ketahanan dan keuntungan-keuntungannya. Keuntungan dari metode ini adalah tidak merubah kondisi bangunan karena tidak dilakukan pembongkaran. Dari sisi biaya metode ini juga cukup ekonomis. Penggantian tulangan dan pemasangan angkur dengan logam yang lebih baik membutuhkan biaya yang sangat besar. Pengalaman instalasi sistem ini pada beberapa menara Gereja membutuhkan biaya antara € 2.000-8.000.

Perkembangan penerapan metode perlindungan katodik pada cagar budaya di berbagai negara telah cukup maju. Oleh karena itu kajian penerapannya untuk cagar budaya logam di Indonesia sangat menarik untuk dilakukan, baik di darat maupun bawah air.

3. Percobaan di Laboratorium untuk Penerapan pada Cagar Budaya

Percobaan di Laboratorium telah dilaksanakan oleh Cahyandaru,

dkk (2012) untuk mengetahui efektivitas perlindungan katodik untuk logam besi. Percobaan masih menggunakan logam sampel dan belum diterapkan pada Cagar Budaya. Percobaan dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Selama percobaan dilakukan pengamatan kualitatif terhadap terjadinya korosi pada logam sampel. Pengamatan kualitatif ditujukan untuk mengamati terjadinya korosi dan perbandingan antara korosi pada logam yang diberi perlindungan dan kontrol. Hasil pengamatan kualitatif dapat dilihat pada gambar berikut:

a. Hasil percobaan logam setelah direndam dalam air tanah



*Gambar 6.2.
Percobaan logam
yang direndam dalam
air tanah*

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara logam yang diberi perlindungan katodik dan yang tidak diberi perlindungan. Hasil paling memuaskan dapat diperoleh dengan anoda magnesium, di mana besi terlihat bersih tidak berkarat. Sedangkan logam yang diberi perlindungan anoda aluminium dan seng masih mengalami pengkaratan meskipun relatif lebih kecil dibanding yang tidak diberi perlindungan.

b. Hasil percobaan setelah direndam air laut



Hasil yang serupa dapat diperoleh pada percobaan dalam air laut. Logam kontrol yang tidak diberi perlindungan mengalami pengkaratan paling banyak. Untuk logam dengan perlindungan anoda magnesium mengalami pengkaratan karena setelah satu hari logam magnesium sudah habis, sehingga sudah tidak lagi terlindungi.

Gambar 6.3.

Percobaan logam yang direndam dalam air laut

c. Hasil percobaan logam setelah dipasang dalam tanah



Untuk percobaan dalam tanah, korosi yang terjadi relatif sulit diamati karena tidak terlihat dengan jelas perbedaannya. Hal ini disebabkan karena posisi di dalam tanah, sehingga logam berkorosi bersama dengan tanah. Pada saat diambil untuk pengamatan sebagian korosi tertinggal. Namun secara umum terlihat adanya pola yang sama, yaitu logam yang tidak diberi perlindungan mengalami korosi paling banyak.

Gambar 6.4.

Percobaan logam yang dipasang dalam tanah

d. Pengamatan kuantitatif

Percobaan di atas juga menghitung penghambatan korosi secara kuantitatif. Perhitungan dilakukan dengan menimbang berat logam uji sebelum dan setelah perlakuan. Berat elektroda juga ditimbang untuk mengetahui pengurangan beratnya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlindungan katodik ini secara kuantitatif terbukti dapat menurunkan laju korosi logam.

e. Penelitian Lanjutan

Hasil percobaan yang telah dilakukan baru menjawab efektivitas metode perlindungan katodik untuk memperlambat pelapukan. Penelitian lanjutan yang harus dilakukan adalah bagaimana efektivitasnya untuk perlindungan material cagar budaya. Selanjutnya yang tidak kalah pentingnya adalah bagaimana cara penerapannya di lokasi. Penerapan di lapangan tidak sederhana, karena banyak hal yang harus dipertimbangkan. Parameter yang harus diperhatikan antara lain; ukuran elektroda, cara pemasangan, jarak elektroda dengan benda, jangka waktu perlindungan, aspek estetika, dan lain-lain. Oleh karena itu penelitian lanjutan harus terus dilakukan, sampai didapatkan metode penerapan yang efektif di lapangan.

BAB VII

PENUTUP

Pengetahuan metalurgi sangat penting dalam kerangka ilmu konservasi. Berbagai metode konservasi logam di lapangan sering membutuhkan pemahaman yang memadai dalam hal ilmu bahan. Tulisan ini bermaksud menguraikan permasalahan sains bahan yang secara teoritis memang relatif sulit. Berbagai penyederhanaan dilakukan agar sains bahan dapat dipahami dan memberikan dasar bagi pelaksanaan konservasi. Namun ilmu sains bahan yang sangat kental dengan nuansa kimia tersebut cukup sulit untuk disederhanakan. Harapan dari penulis adalah tulisan ini dapat menjadi bacaan yang dapat mengantarkan pembaca pada pemahaman baru tentang *material science*.

Kerangka berfikir baru tentang berbagai fenomena yang dijumpai dan senantiasa dipertanyakan sebab yang mendasarinya. Pola berfikir skeptis seperti ini akan membawa kita pada pertanyaan-pertanyaan mendasar tentang apa, bagaimana, disebabkan oleh apa, mengapa demikian, dan lain sebagainya. Pada gilirannya akan membuka pengetahuan kita tentang ilmu yang mendasarinya. Dalam ranah konservasi, ilmu mendasar itu adalah *material science*.

Konservasi logam secara umum relatif sulit karena karakter tinggalan purbakala berbahan logam yang telah mengalami pelapukan. Logam yang saat ditemukan sudah sangat lapuk relatif sulit dikonservasi, sedangkan logam yang pelapukannya masih tahap awal dapat dikonservasi dengan berbagai metode yang ada. Tulisan ini telah mengulas metode konservasi logam tersebut meskipun belum komprehensif. Metode yang diuraikan belum terlalu aplikatif dan masih harus disesuaikan dengan kebutuhan lapangan. Tentu saja tulisan ini masih banyak kekurangan, masukan demi perbaikan di masa mendatang sangat diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkins, Lambert, Coull, (2002), *Cathodic Protection Of Steel Framed Heritage Structures*, 9DBMC-2002 Paper
- Bartuli, Petriaggio, Davidde, Palmisano, Lino, (2008), *In Situ Conservation by Cathodic Protection of Cast Iron Finding in Marine Environment*, 9th International Conference on NDT of Art, Jerusalem
- Cahyandaru N, (2010), *Identifikasi Kerusakan dan Penanganan Konservasi Terhadap Kayu dan Logam Cagar Budaya Peninggalan Bawah Air*, Makalah pada Pelatihan Tenaga Teknis Konservasi, Direktorat Peninggalan Bawah Air, Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata
- Cahyandaru N, (2011), *Metode Penanganan Konservasi Peninggalan Bawah Air*, Makalah pada Rapat Penyusunan Metode Teknis Konservasi, Direktorat Peninggalan Bawah Air, Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata
- Cahyandaru N, (2012), *Pengembangan Konservasi Logam dengan Sistem Perlindungan Katodik*, Kajian Balai Konservasi Borobudur
- Dickerson, Grey, Darensbourg, Darensbourg., 1984, *Chemical Prinsipals*, The Benjamin/Gummings Publishing Company, California
- Farrell, Davies, McCaig, (2001), *Cathodic Protection of Iron and Steel*, The Building Conservation Directory
- Hamilton DL, (1999), *Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites*, Conservation Research Laboratory, Texas A&M University
- Heldtberg, Mac Leod, Richards (2004) *Corrosion and Cathodic Protection of Iron in Seawater; a Case Study of the James Matthews (1841)*, Proceeding of Metal National Museum of Australia Canberra

- Hunt C, Farrel D, (2009), *Cathodic Protection of Tie Bars and Ring Beams in Church Tower*, Rowan Technologies, Manchester
- Mundarjito, 2003, *Wadah Pelebur Logam dari Ekskavasi Banten 1976: Metode Identifikasi dan Analisis Artefak*, Makalah Diklat Identifikasi dan Analisis BCB Bergerak Tingkat Lanjut, Bogor
- Plendleith, H.J., 1957, *The Conservation of Antiquities and Work of Art*, Oxford University Press, London
- Sasono Eko Julianto (2008) *Analisa Perbandingan Pemakaian Aluminium Cathodic Protection dan Zinc Cathodic Protection pada Pelat Badan Kapal*, Prodi Teknik Perkapalan FT Universitas Diponegoro, Semarang
- Sasono, Eko Julianto (2010) *Efektivitas Penggunaan Anoda Korban Paduan Aluminium pada Pelat Baja Kapal AISI 2512 terhadap Laju Korosi di dalam Media Air Laut*, Tesis pada Prodi Magister Teknik Mesin FT Universitas Diponegoro, Semarang
- Timbul Haryono (1999) *Analisis Metalurgi: Peranannya dalam Eksplanasi Arkeologi*, Evaluasi Hasil Penelitian Arkeologi. Lembang, Bandung: Pusat Penelitian Arkeologi Nasional, 21-26 Juni 1999
- Timbul Haryono, 2001, *Analisis Metalurgi; Peranannya dalam Eksplanasi Arkeologi*, Humaniora volume XIII
- Timbul Haryono, 2003, *Metode Identifikasi dan Analisis Logam (Ringkasan)*, Makalah Diklat Identifikasi dan Analisis BCB Bergerak Tingkat Lanjut, Bogor
- Trethewey, K.R., Chamberlain, J., 1991, *Korosi untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasawan*, Gramedia, Jakarta
- Van Vlack, L.H., 1991, *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)* alih bahasa Sriati Djaprie, Erlangga, Jakarta

PENGANTAR KONSERVASI KERTAS

Oleh :

Aris Riyadi, S.Si



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor : 55 Tahun 2012 tentang Organisasi dan Tata Kerja Balai Konservasi Borobudur, kantor Balai Konservasi Borobudur mempunyai tugas pokok melaksanakan kajian konservasi, pelestarian Borobudur. Untuk menyelenggarakan tugas tersebut Balai Konservasi Borobudur mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a. Pelaksanaan kajian konservasi terhadap aspek teknik sipil, arsitektur, geologi, biologi, kimia dan arkeologi Candi Borobudur dan cagar budaya lainnya;
- b. Pelaksanaan pengamanan, pemeliharaan dan pemugaran Candi Borobudur, Candi Mendut dan Candi Pawon;
- c. Pelaksanaan pengembangan dan pemanfaatan Candi Borobudur, Candi Mendut dan Candi Pawon;
- d. Pelaksanaan dokumentasi dan publikasi Candi Borobudur, Candi Mendut dan Candi Pawon;
- e. Pelaksanaan kemitraan dibidang konservasi, pelestarian Candi Borobudur, Candi Mendut dan Candi Pawon;
- f. Pelaksanaan pengembangan metode dan teknik konservasi cagar budaya;
- g. Fasilitasi pelaksanaan kajian konservasi Candi Borobudur dan candi lainnya serta pengembangan tenaga teknis peninggalan purbakala; dan
- h. Pelaksanaan urusan ketatausahaan Balai Konservasi Borobudur.

Salah satu Tupoksi Balai Konservasi Borobudur adalah untuk melaksanakan pengembangan tenaga teknis peninggalan purbakala dengan menyelenggarakan kegiatan pelatihan tenaga teknis baik di bidang konservasi dan pemugaran cagar budaya. Hal ini mengandung makna bahwa tenaga teknis di bidang konservasi dan pemugaran perlu dipersiapkan dengan cara

menyelenggarakan pelatihan sehingga menjadi tenaga konservator dan pemugar yang siap pakai dan profesional. Tenaga konservator dan pemugar merupakan SDM yang memiliki posisi pokok dan menjadi ujung tombak dalam upaya pelestarian terhadap cagar budaya. Beberapa fasilitas pendukung dan tenaga teknis yang menguasai bidang pelestarian, khususnya konservasi dan pemugaran, sudah dimiliki oleh Balai Konservasi Borobudur. Hal inilah yang mengantarkan Balai Konservasi Borobudur menjadi pelaksana pelatihan tenaga teknis konservasi dan pemugaran untuk institusi tingkat nasional maupun regional.

B. Deskripsi Singkat

Modul ini berisi tentang perbaikan dan perawatan (konservasi) koleksi artefak berbahan dasar kertas yang meliputi karakteristik kertas, faktor-faktor penyebab kerusakan dan mekanismenya. Perlakuan konservasi kertas dilakukan berdasarkan sudut pandang pamong budaya dan konservator dengan metodologi terbaru sehingga pembaca dapat menganalisa, mempraktekan dan mengerti cara kerja yang tertulis. Disajikan beberapa peralatan dan koreksi penanganan koleksi kertas sehingga tujuan konservasi yang lebih baik dapat tercapai.

C. Tujuan Pembelajaran Umum (TPU)

Dengan adanya modul ini pembaca mampu memahami kompetensi dan membuka pengetahuan konservasi kertas bahwa ilmu konservasi merupakan multi disiplin dari berbagai kajian ilmu terapan, sehingga banyak sekali kesempatan konservator maupun pamong untuk dapat mengembangkannya.

D. Tujuan Pembelajaran Khusus (TPK)

Dapat mempraktekan tindakan preventif dengan menjaga lingkungan yang optimal terhadap ruang koleksi kertas dan tindakan kuratif penanganan koleksi dengan material dan metodologi yang benar. Menumbuhkan kreativitas konservator untuk dapat mengembangkan ide dalam penanganan perbaikan koleksi kertas. Menjalin kerjasama dan komunikasi antar konservator secara aktif dalam perbaikan koleksi kertas sehingga tidak terjadi kesalahan dalam penanganan.

BAB II

KERUSAKAN PADA KERTAS

A. Karakteristik Kertas

Kertas mempunyai sejarah yang panjang sejak millennium ketiga sebelum masehi, istilah kertas pertama kali muncul dari bahan pembuat kertas itu sendiri. Bahasa kertas atau “*paper*” berasal dari kata *papyrus*, kertas pertama yang pernah ditemukan oleh bangsa Mesir sekitar 2400 SM, terbuat dari irisan batang bunga papyrus dengan cara ditekan-tekan lalu dikeringkan kemudian digunakan untuk menulis naskah atau gambar. Ditemukan pula media menulis saat itu selain *papyrus* yaitu *parchment* (kulit binatang) dan *vellum* (kulit binatang yang lebih halus).

Perkembangan kertas selanjutnya pada millennium pertama, T'sai Lun (China) dapat membuat kertas murni dengan metode yang lebih maju, kertas china dihasilkan dari suspensi kayu rami yang direndam dan dicuci dengan air kemudian dihancurkan menjadi bagian yang lebih kecil dengan cara dipukul-pukul. Setelah itu disaring menggunakan kain dan dikeringkan. Teknik pembuatan kertas China kemudian menyebar hingga Korea dan Jepang. Dengan kemajuan tingkat peradapan dan tradisi Jepang pada saat itu membuat teknik pembuatan kertas lebih maju, yaitu menggunakan material kulit kayu *mulberry* (koko) yang tidak dipotong, disteam kemudian direndam dan dipukul-pukul sehingga menghasilkan bubur serat yang lebih panjang dan murni.

Pada abad ke 14 dan selanjutnya pembuatan kertas secara massal telah ditemukan oleh bangsa Eropa (revolusi industri) melalui penemuan mesin rolling, *flat screen*, berbagai material dasar pembuatan kertas dan bahan tambahan sebagai aditif tujuannya adalah agar kualitas kertas sesuai dengan penggunaannya. Kertas merupakan produk yang luar biasa karena dapat terbarukan, reversible, dan serbaguna manfaatnya.

1. Proses pembuatan kertas

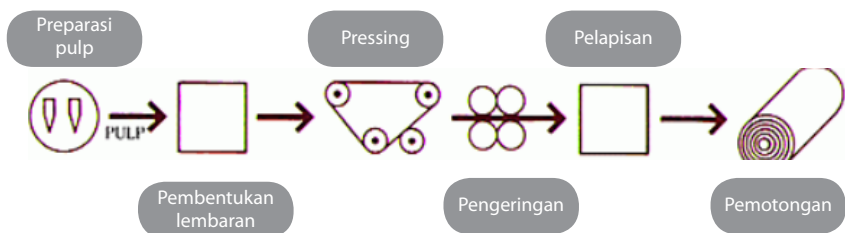
Pembuatan kertas industry modern saat ini selalu didahului dengan

industri pembuatan pulp terlebih dahulu sebagai material dasarnya sehingga produksi kayu pada hutan industri menjadi hulu yang mempunyai peran penting. Pulp kertas sebagai bahan dasar diambil dari batang kayu (kambium) yang merupakan bagian penting dari tumbuhan untuk proses transport air, mineral dan hasil fotosintesis. Pemilihan batang kayu sebagai bahan dasar pulp dikarenakan jumlahnya mencapai 70 % dari tumbuhan jika dibandingkan kulit kayunya, walaupun kualitas pulp yang dihasilkan kulit kayu lebih baik jika dibandingkan batang kayunya. Ada beberapa tumbuhan industri yang dimanfaatkan sebagai pulp kertas seperti eukaliptus, akasia, rami, pinus, dan cemara. Tahap pertama dari pembuatan kertas adalah preparasi dari bubur kertas (pulp).

Secara garis besar pulp kertas dibuat dengan dua cara yaitu secara mekanik dan secara kimia. Namun ada beberapa industri yang mengkombinasikan kedua metode tersebut sehingga dihasilkan *mechanical-thermo-chemical pulp*. Pulp mekanikal dihasilkan dengan cara memutar dan menekan kayu yang telah tercacah menjadi *chip* dengan batu yang berputar dan ditambahkan air kedalam gilingannya sehingga dihasilkan bubur kertas. Produksi pulp kimia akan menghasilkan pulp yang lebih murni jika dibandingkan pulp mekanik. Pulp kimia sendiri terdiri menjadi dua proses berdasarkan bahan kimia yang digunakan yaitu proses *sulfite* dan proses *sulfate*. Proses *sulfate* merupakan proses basa yang dipakai untuk pengolahan kayu keras. Proses *sulfite* merupakan proses asam dengan mengkombinasikan antara asam sulfat dan *magnesium bisulfate* yang dapat menghilangkan lignin pada bubur kertas.

Setelah bubur kertas siap kemudian dimasukkan kedalam tangki feeding untuk masuk kedalam roll mesin kertas.

Berikut diagram proses pembuatan kertas :

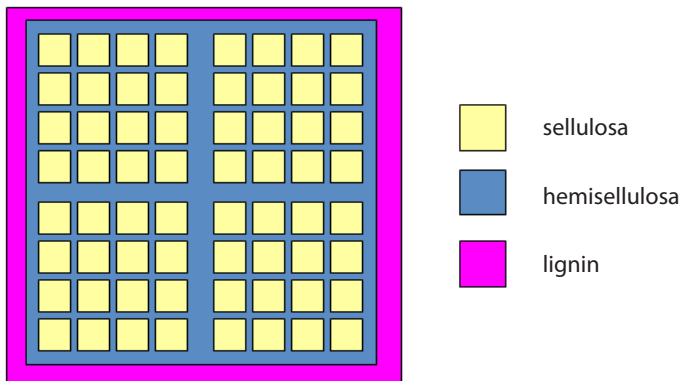


Gambar 1. Proses pembuatan kertas

Ada beberapa bahan tambahan yang dicampur guna meningkatkan kualitas kertas, sehingga nantinya kualitas yang dihasilkan akan mempengaruhi sifat kertas itu sendiri. Sebagai contoh: bahan pengisi atau filler (kalsium carbonate, titanium oksida), *additive* (pewarna, agen pencerah) dan perekat (kanji, lateks).

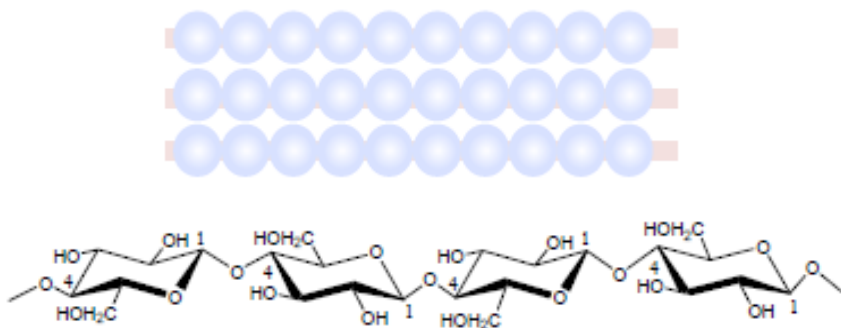
2. Sifat-sifat kertas

Karakteristik kertas ditentukan dari bahan penyusun utamanya yang juga merupakan bahan utama kayu. Kertas selain bahan tambahan yang telah dibahas diatas tersusun dari tiga bahan kimia utama yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Berikut deskripsi susunan serat kayu atau kertas :



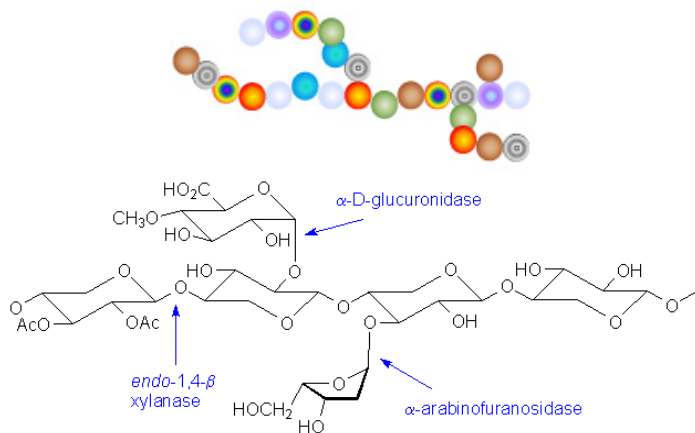
Gambar 2. Deskripsi penyusun kayu atau kertas

Selulosa merupakan karbohidrat yang terdiri dari unsur karbon, oksigen dan hidrogen tersusun dari rantai polimer glukosa panjang dengan struktur yang sama. Selulosa membentuk jaringan tiga dimensi yang membentuk kristal. Kandungan selulosa yang banyak dan semakin murni pada suatu kertas menghasilkan kualitas kertas lebih baik jika dibandingkan kertas dengan kandungan hemiselulosa dan lignin yang tinggi.



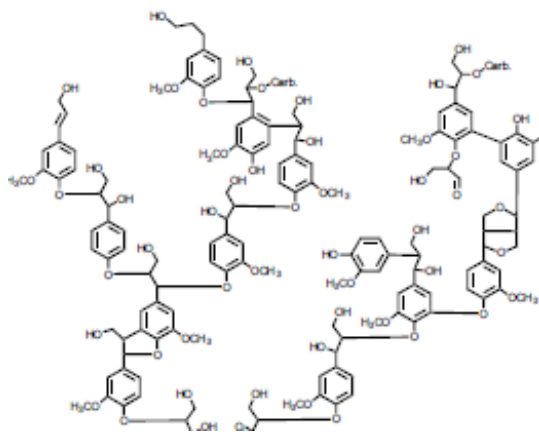
Gambar 3. Struktur selulosa

Hemiselulosa tersusun atas lima glukosa yang berbeda dengan rantai polimer panjang yang bercabang dan bersifat amorph.



Gambar 4. Struktur hemiselulosa

Lignin tersusun atas molekul polimer panjang dengan tiga tipe monomer, dengan komposisi yang berbeda-beda, bersifat amorph dan berfungsi sebagai perekat serat selulosa. Jumlah lignin yang terlalu banyak pada kertas mengakibatkan tingkat keasaman kertas menurun oleh laju oksidasi lingkungan sehingga membuat kertas menjadi lebih rapuh.



Gambar 5. Struktur lignin

Berikut beberapa sifat kertas industri :

1. Berat dasar atau ketebalan (GSM)

Berat kertas dalam gram untuk tiap meter persegi (gr/m²). Parameter berat ini menunjukkan kandungan material serat, bahan pengisi, aditif dan kandungan air didalam kertas.

2. Tingkat keputihan dan warna kertas

Nilai keputihan dan warna diukur menggunakan *colorimeter* yang dapat mengukur nilai Lab dari suatu kertas dibandingkan dengan standar magnesium oksida 100 %. Semakin tinggi nilai keputihannya maka kertas semakin putih. Tingkat keputihan dan warna ini dapat menunjukkan persentase kandungan fiber dan kualitas pemutihan (*bleaching*) dari proses pembuatan pulp kimia.

3. Mengkilap

Tingkat kilap menunjukkan persentase cahaya biru pada panjang gelombang 457 nm yang dapat dipantulkan dengan sudut datang tertentu. Semakin tinggi nilai kilapnya maka semakin kertas itu mengkilap. Nilai ini sangat berguna terutama pada kertas dengan *sizing* yang banyak seperti majalah dan kertas bergambar.

4. Tingkat kehalusan

Mengukur seberapa halus atau kasarnya permukaan pada kertas. Nilai ini sangat penting bagi kertas yang menunjukkan kemampuan menyerap dan kemudahan kertas untuk dapat ditulis atau diprint.

5. *Relative humidity*

Jumlah maksimum uap air yang dapat diserap oleh kertas dibandingkan dengan jumlah air yang ada di udara pada suhu tertentu.

6. Opasitas

Tingkat transparansi dari suatu kertas yang menunjukkan semakin tinggi opasitas, semakin kertas itu tidak dapat dilalui oleh cahaya melainkan dipantulkan kembali (tidak transparan).

7. Tingkat keasaman (pH)

Nilai yang menunjukkan tingkat keasaman dari permukaan kertas dengan skala 1-14. Nilai pH dibawah 7 menunjukkan kertas yang asam sedangkan diatas 7 menunjukkan kertas basa. Nilai pH yang diharapkan dari kertas adalah netral dengan nilai 7.

8. Kekuatan tekuk

Kemampuan suatu kertas untuk dapat ditekuk berulang kali secara terus menerus sampai kertas itu mengalami kerusakan atau sobek. Kertas dengan fleksibilitas tinggi (serat panjang) memiliki nilai kekuatan tekuk yang lebih tinggi.

B. Lingkungan

1. Suhu dan Kelembapan

Kelembapan relatif (RH) diperoleh dengan cara mengukur atau membandingkan tekanan uap dari suatu sampel udara pada dimensi tertentu dengan udara jenuh atau maksimum pada temperatur yang sama. Dengan menggunakan grafik higrometri jumlah maksimum kandungan air yang dapat ditampung oleh 1 m³ pada temperatur tertentu dapat digunakan sebagai pembanding. Air yang ada pada tekanan atmosfer ini berada dalam kondisi uap air. Semakin tinggi temperatur air mempunyai kecenderungan berada dalam kondisi gas atau uap air. Udara dengan temperatur rendah (dingin) hanya dapat menampung kandungan uap air jika dibandingkan

udara dengan temperatur tinggi, sebagai contoh pada volume yang sama berat uap air 10°C yang dapat dipertahankan dalam kondisi uap hanya 9 gram jenuh tetapi dengan temperature 20°C dapat menampung 17 gram jenuh. Temperatur dimana udara mengalami penjumlahan disebut titik cair atau kondensasi.

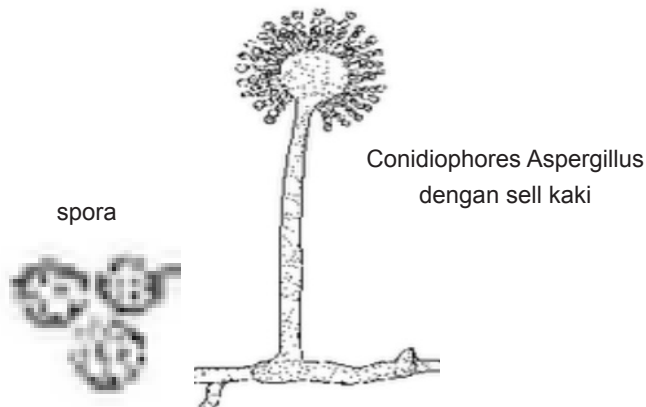
Untuk material kertas dan koleksi perpustakaan standar temperatur dan kelembapan adalah 13°C sampai 20°C dengan 35 % sampai 60% RH. Point penting yang perlu diperhatikan dengan *range* yang cukup lebar adalah jenis koleksi yang berbeda-beda menyebabkan standar nilai yang berbeda beda, Koleksi kertas sudah pasti memiliki standar suhu dan RH ideal yang berbeda dengan batu, begitu juga dengan koleksi yang lain.

Reaksi kimia pada bahan organik meningkat ketika suhu naik. Meningkatnya suhu pada RH yang rendah dapat menyebabkan kertas rapuh, melengkung, pecah, kaku dan kering, tetapi apabila RH nya tinggi dapat menyebabkan tumbuhnya jamur. Fluktuasi suhu dan kelembapan dalam waktu yang singkat dapat menyebabkan kerusakan kertas jika dibandingkan kondisi suhu dan kelembapan kurang baik namun dalam waktu yang lama.

Bukti ilmiah menunjukkan bahwa stabilitas kimia dan fisik kertas akan stabil dengan suhu dan RH yang konstan pada suhu 10°C dan RH 30 %. Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam menentukan kondisi suhu dan kelembapan ideal yaitu kondisi alamiah koleksi, cuaca lokal dan sumber daya yang ada untuk menstabilkan lingkungan. Apabila suhu diluar *storage* atau gedung lebih rendah dibandingkan ruang penyimpanan, maka sebaiknya koleksi menyesuaikan diri dengan disimpan pada ruang perantara untuk mencegah terjadinya pengembunan dan kerusakan. Kelembapan pada cuaca panas kadang lebih dapat diterima dan mudah *ditreatment* dengan menurunkan suhu menggunakan AC tetapi pada musim dingin terkadang suatu institusi menggunakan pemanas ruangan yang dijalankan pada siang hari tetapi mati pada malam hari sehingga menjadi lembab dan dingin.

2. Jamur

Secara umum kondisi yang paling tepat untuk jamur dapat tumbuh adalah lingkungan yang lembab (RH 65%), gelap, dan sedikit sirkulasi udara. Istilah fungi berbeda dengan jamur (*mold*), fungi memiliki ribuan jenis, merupakan organisme seperti tanaman dengan sedikit klorofil, karena fungi tumbuh pada daerah yang gelap sehingga tidak dapat membuat makanan sendiri dan mencari materi lain sebagai sumber makanan seperti kertas, daun, kayu, karton, dan lain-lain. Jamur merupakan istilah kumpulan pertumbuhan fungi berbulu pada bahan organik yang lembab dan sudah membusuk. Dalam kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan fungi akan merubah dirinya menjadi spora dan spora ini selalu hadir di udara yang kita hirup. Kerusakan yang disebabkan jamur pada kertas biasanya disebut *foxing*. Adanya *foxing* pada kertas menyebabkan kertas menjadi rapuh, bernoda dan gambar cacat tertutup jamur. Jenis fungi yang biasa tumbuh pada kertas adalah jenis *aspergillus niger*.



Gambar 6. Fungi aspergillus

Penampakan serangan jamur sangat mudah dikenali dan dapat dilihat oleh mata apabila berada dalam bentuk kondiofernya tetapi tidak dalam bentuk sporanya. Lampu UV biru juga dapat digunakan untuk melihat jamur yang ada pada kertas apabila mata tidak dapat melihatnya.



Gambar 7. Senter jamur

Perlakuan yang dilakukan pada koleksi yang terserang jamur :

1. Pisahkan koleksi yang terserang jamur aktif, isolasi dan bawa keluar terpisah dari kumpulannya.
2. Apabila ditemukan jamur aktif dengan jumlah sedikit masukkan koleksi kedalam plastik mikro bersama dengan *silica gel* atau *desiccant* dan tutup rapat.
3. Perlakuan cara kering akan lebih baik dilakukan dibandingkan menggunakan *freezer-drying*, yaitu dengan mengusap bagian koleksi yang terkena jamur menggunakan kuas dan menyedot kotorannya menggunakan *vacuum cleaner* HEPA filter (0,3 mikron) sehingga spora yang tersedot tidak lagi terlempar keluar dari filternya.
4. Apabila pekerjaan dimungkinkan diluar akan menjadi lebih baik. Gunakan kipas angin dengan filter ventilasi yang dapat menangkap jamur.
5. Koleksi yang telah terkena jamur dapat dihilangkan menggunakan teknik yang dilakukan konservator yang akan dijelaskan pada bab selanjutnya.
6. Kontrol sistem HVAC (*heat, ventilation, air conditioning*) dan gunakan *dehumidifier* dalam ruang koleksi sehingga diperoleh kondisi ideal dengan kelembapan 65 % dan suhu 20°C.

7. Sirkulasikan udara yang ada pada ruangan, *vacuum* secara berkala, jauhkan koleksi dari AC atau alat-alat yang dapat menimbulkan air dan inspeksi terjadwal sehingga diteksi dini dapat dilakukan sebelum jamur menyebar.

3. Cahaya

Semua jenis cahaya (ultraviolet, ultraviolet tampak dan infrared) dengan masing-masing panjang gelombangnya menyebabkan dekomposisi kimia dari bahan organik dengan reaksi oksidasinya. Cahaya dapat menyebabkan kertas yang telah diputihkan menjadi kekuningan dan kecoklatan, sedangkan tinta atau pigment yang tertulis dikertas menjadi luntur dan berubah warna. Kerusakan yang ditimbulkan cahaya bersifat tidak dapat kembali dan kumulatif artinya kerusakan yang timbul oleh 100 lux selama 5 jam pencahayaan akan sama dengan 50 lux selama 10 jam. Ada beberapa jenis cahaya yang dihasilkan dari beberapa jenis lampu tertentu. Lampu pijar yang dihasilkan dari kawat filament tipis. Lampu pijar biasanya kurang berbahaya terhadap kertas karena sedikit radiasi UV dibandingkan lampu *flourecent* tetapi mengeluarkan panas yang tinggi dari radiasi inframerah. Lampu halogen tungsten menghasilkan cahaya dari kawat tungsten dengan menambahkan gas halogen pada bohlamnya sehingga cahaya yang dihasilkan lebih putih. Cahaya UV yang dihasilkan lampu ini 3 sampai 5 kali jika dibandingkan lampu flourecent, namun lebih efektif. Lampu flourescent yang menghasilkan UV tampak dengan keluarnya phosphor dari lapisan dinding lampunya. Jenis lampu ini banyak menghasilkan sinar UV dengan intensitas yang tinggi dan merusak namun saat ini penggunaan lampu ini lebih banyak dipilih karena lebih efektif dibanding jenis lampu yang lain. Intensitas cahaya diukur dengan satuan lux (*lumens per square meter*) atau nm (*nanometer*). Pada ruang pameran dan baca intensitas cahaya yang dipakai biasanya mencapai 200-300 lux (terang) yang sangat nyaman bagi pengguna tetapi buruk bagi koleksi sebaliknya pada ruang *storage* intensitasnya mencapai 50-200 lux (gelap) yang sangat baik untuk penyimpanan koleksi.

Pemanfaatan cahaya alami matahari sebagai sumber cahaya untuk memenuhi standard lux yang sesuai juga dapat digunakan selain menggunakan filter cahaya (*sleeves*) langsung pada bohlam lampunya. Pastikan pula mematikan lampu pada ruang koleksi apabila sudah tidak

dipakai lagi. Untuk keperluan pameran jangan menggunakan intensitas 50-70 lux selama 8 jam berturut pada koleksi bergambar dengan berbagai macam warna didalamnya.

4. Polusi Udara dan Partikel

Polusi udara yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar mengeluarkan emisi berupa gas SO_2 , H_2S dan NO_2 . Gas tersebut apabila bercampur dengan uap air yang ada di udara akan menghasilkan hujan asam atau uap asam yang merusak material kertas. Polusi partikel seperti debu, tanah, kotoran, jelaga dan noda makanan dapat menimbulkan tumbuhnya jamur pada koleksi kertas. Kebanyakan kotoran bersifat higroskopis atau mudah menarik air sehingga mempunyai kecenderungan tumbuhnya jamur.

5. Serangga dan Binatang

Kerusakan yang ditimbulkan oleh binatang seperti tikus dan curut yang dapat menghancurkan koleksi adalah:

1. Mereka akan mencegah pertumbuhan gigi dengan cara mengigit material penyimpan koleksi
2. Dapat menyebabkan kebakaran apabila banyak kabel yang terbuka akibat gigitan mereka.
3. Kotoran mereka dapat menyebabkan korosi dan noda pada koleksi.
4. Mereka akan merusak kumpulan koleksi kertas sebagai sarang.

Tikus dan curut merupakan salah satu jenis binatang yang sangat pintar dalam mencari makanan, apabila terjadi gangguan terhadap dirinya atau temannya maka mereka tidak akan mengulangi hal yang sama. Maka pembasmiannya tidak dapat dilakukan dengan model yang sama pada waktu yang sama melainkan menerapkan banyak alternatif seperti perangkap tikus, racun makanan, kapur barus, fumigasi.

Jenis serangga yang biasa menimbulkan kerusakan pada kertas yaitu, kutu buku, kecoa, rayap dan ngengat.



silverfish



Kutu Buku



Rayap



Kecoa



Ngengat

Gambar 8. Jenis-jenis serangga kertas

Serangga di atas memakan material organik seperti kertas, lem kanji, kulit, gelatin, sampul buku sebagai sumber karbohidrat yang dirubah menjadi glukosa. Banyak sekali metode yang dapat diterapkan dalam pengendalian serangga:

1. Membersihkan koleksi dengan usapan kuas atau *vacuum cleaner*.
2. Memasukkan koleksi yang telah terbungkus plastik kedalam freezer.
3. Pemasangan perangkap serangga menggunakan veromon atau umpan makanan.
4. Memasukkan koleksi kedalam chamber kedap udara kemudian dialirkan gas karbondioksida atau nitrogen.
5. Menggunakan mesin pemancar radiasi gelombang sinar X secara tertutup diantara koleksi.
6. Fumigasi menggunakan gas phosphine, chloropicrin, permetrin, formaldehid, dan lain-lain

Hal yang terpenting dalam pengendalian serangga dan binatang adalah tindakan pencegahan dengan menjaga lingkungan yang ideal, bersih, dingin, kering, ventilasi yang baik, tidak menimbulkan adanya makanan dan tempat bersarang,

C. Kerusakan Pada Kertas

Kerusakan yang terjadi pada kertas disebabkan oleh dua faktor dari dalam kertas itu sendiri (komposisi kertas, lignin, pH, bahan tambahan, ion logam) dan dari luar (suhu, kelembapan, cahaya, serangga, perilaku manusia). Kekuatan kertas bergantung ada ikatan yang terjadi antar serat dan inter seratomikro. Kerusakan pada molekul serat terjadi karena adanya energi yang masuk ke dalam serat seperti reaksi kimia (oksidasi, hidrolisis asam, degradasi basa), thermal (perbedaan suhu), radiasi (radiasi UV atau UV tampak) dan mekanik (tekanan).

1. Noda Pada Kertas

Ada beberapa faktor yang dapat menimbulkan noda (*stain*) pada kertas.

- a. Kandungan lignin pada kertas surat kabar dapat menimbulkan noda kekuningan hingga kecoklatan dikarenakan produsen kertas tidak melakukan proses *bleaching* untuk menghasilkan selulosa yang tinggi.



Gambar 9. Noda coklat surat kabar

- b. *Tanning* adalah warna kecoklatan pada kertas yang langsung terkena radiasi cahaya. Sebenarnya penyerapan cahaya tidak secara langsung

akan memutus rantai ikatan selulosa melainkan adanya bahan tambahan atau aditif seperti Fe^{2+} , pewarna dan kotoran yang akan menyerap energi cahaya sehingga terjadi oksidasi. Reaksi oksidasi inilah yang menyebabkan rantai selulosa putus menjadi glukosa. Noda ini biasanya terjadi pada kertas yang terkena langsung radiasi sinar atau apabila dilihat pada buku kuno maka bagian luar buku akan terlihat lebih coklat dibandingkan bagian dalam buku.



Gambar 10. Noda tanning

- c. *Foxing*, sampai saat ini istilah tersebut belum diketahui secara pasti penyebabnya hanya saja karakter warna yang terjadi pada kertas adalah bintik coklat hingga kehitaman yang menyebar tidak merata. Ada pendapat yang mengatakan bahwa *foxing* terjadi karena pertumbuhan jamur pada kertas yang timbul dari lingkungan dan adanya sisa besi yang timbul dalam proses pembuatan kertas.



Gambar 11. Foxing

d. Noda pulau

Kotoran yang terjadi pada noda pulau terjadi karena kondisi lembab yang terjadi hanya pada sedikit pada bagian kertas.



Gambar 12. Noda pulau pada kertas

2. Vandalisme

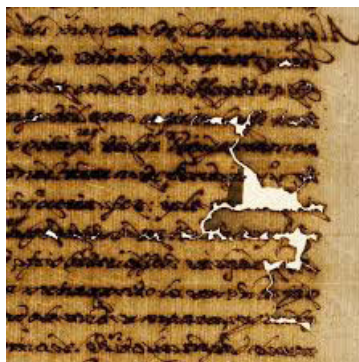
Vandalisme pada koleksi terjadi karena ulah manusia yang menyebabkan kerusakan hingga menghancurkan koleksi. Vandalisme terjadi oleh perbuatan yang tanpa disengaja karena kurangnya ilmu pelestarian dan dengan disengaja oleh maksud tertentu. Seorang pamong atau preservator yang sengaja merawat koleksi kertas dapat juga melakukan vandalisme karena kurangnya pengetahuan dalam merawat koleksi. Sebagai contoh menyatukan kertas menggunakan solatape plastik yang bersifat asam, seorang konservator membleaching gambar dengan konsentrasi yang tinggi sehingga terjadi hilangnya warna bahkan gambar pada kertas, dan lain-lain.



Gambar 13. Solatape pada kertas

3. Tinta

Kerusakan lain yang terjadi pada kertas terutama koleksi berwarna, lithograph, tuisan tangan adalah tinta yang digunakan. Tinta *iron gall* yang dibuat dari campuran *tanning* (galls), gum Arabic dan air biasa dipakai pada abad ke-12 oleh bangsa Eropa. Sejalan waktu gum Arabic atau besi sulfat akan mengalami oksidasi sehingga membuat tulisan menjadi lebar (bold) kecoklatan, reaksi selanjutnya menyebabkan tulisan tembus hingga kebagian belakang hingga membakar kertas (berlubang). Fenomena ini sering disebut dengan kertas menjadi asam karena mengalami korosi tinta.



Gambar 13.
Korosi tinta

4. Serangga

Dampak kerusakan yang terjadi pada koleksi sebenarnya lebih diketahui oleh seorang staff yang memakai atau berhubungan langsung dengan koleksi. Sehingga seorang staff memiliki tanggung jawab untuk melakukan inspeksi dan memonitor secara rutin. Serangga dan binatang yang biasa merusak koleksi kertas adalah ngengat, kecoa, silverfish, kutu buku, rayap, ulat buku dan tikus. Berikut dampak yang ditimbulkan oleh serangga kertas:

a. Kecoa (*Periplaneta Americana*)

Kecoa Amerika biasanya paling bertanggung jawab terhadap kerusakan yang terjadi pada sampul buku. Mereka dapat mencompang-campingkan sampul dari bagian pinggir hingga ke punggung buku dikarenakan rahang yang kuat. Setelah makan mereka biasa mengeluarkan cairan coklat yang merupakan veromon untuk menarik kecoa lain datang pada tempat yang sama. Betina kecoa menghasilkan 6-14 oteka selama hidupnya dan didalam oteka terdapat 14-16 telur.

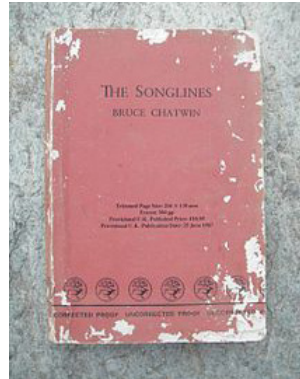


Gambar 15. Kecoa dan kerusakannya

b. Silverfish (*Iepisma saccharina*)

Serangga primitif, mengkilap, tanpa sayap, dan memiliki 3 antena pada bagian belakang. Silverfish biasa memakan kertas dan cover dengan kerusakan atau lubang yang acak dan tidak merata. Koleksi

dengan kandungan kanji dan tinta tinggi terutama pada jilidan buku memiliki kecenderungan menarik mereka untuk datang. Serangga ini paling senang memakan kertas yang tua jika dibandingkan kertas baru.



Gambar 16. Silverfish dan kerusakannya

c. Ulat buku (*Stegobium paniceum*)

Ulat buku merupakan *lifecycle* kumbang rokok, *Mexican drugstore* yang berbentuk larva. Kumbang dewasa biasanya menaruh larva pada punggung badannya kemudian ketika menemukan makanan maka larva tersebut akan jatuh pada kertas atau buku. Ciri kerusakan yang terjadi pada ulat buku adalah lubang kecil hingga besar bergantung ukuran badan mereka dan menembus dari ujung sisi hingga ke ujung yang lain, seperti terowongan.



Gambar17. Ulat buku dan kerusakannya

d. Kutu buku (*Liposcelis bostrychophila*)

Kutu buku merupakan serangga yang sangat kecil dengan ukuran 2 mm dan lebih mudah ditemukan jika dibandingkan serangga kertas yang lain. Serangga ini dapat dilihat ketika kertas terdapat jamur yang sangat banyak, kehadirannya sudah pasti dapat ditemukan. Kerusakan yang terjadi pada kertas akibat kutu buku sebenarnya tidak berdampak langsung dikarenakan ia lebih suka memakan jamur jika dibandingkan kertasnya. Kutu buku tidak memiliki pejantan dan betina dapat bertelur tanpa proses kawin, jika temperatur di atas 25°C populasi mereka akan meningkat tajam.



Gambar 18.
Kutu buku dan kerusakannya

e. Rayap (*termite*)

Rayap memiliki tiga jenis yaitu rayap tanah, rayap kayu kering dan rayap kayu basah. Timbulnya rayap yang memakan koleksi dikarenakan proses pencarian makanan dimana pada dasar tanah tidak ditemukan lagi makanan yang ada (habis). Sehingga dengan membuat lorong mereka naik ke atas membangun rumah sekunder dimana selulosa kertas menjadi makanannya. Ketika ditemukan sumber selulosa baru maka akan terbentuk koloni baru. Rayap terdiri dari 4 anggota yaitu ratu, raja, prajurit dan pekerja yang memiliki tugas masing-masing. Kerusakan yang ditimbulkan oleh rayap sangat parah dan dapat menghancurkan koleksi hingga habis.



Gambar 19.
Rayap dan kerusakannya



5. Kerapuhan dan Tingkat Keasaman

Pemakaian bahan *sizing alum resin* dalam pembuatan kertas disinyalir menjadi penyebab utama timbulnya kerusakan pada kertas. Hal ini dikarenakan unsur aluminium yang ada terhidrolisis dan mengeluarkan ion H^+ (asam) sehingga menyebabkan kertas menjadi asam. Ion H^+ yang bebas tadi kemudian memutus rantai karbon selulosa sehingga mengurangi derajat polimerisasi glukosa dan kekuatan kertas menjadi lemah. Kandungan lignin yang tinggi pada kertas juga menjadi penyebab utama kertas menjadi sangat asam apabila hanya mengandung selulosa murni. Seperti kertas Koran dengan kualitas paling rendah memiliki kandungan lignin yang lebih tinggi dibandingkan kertas tulis yang lain sehingga dalam kurun waktu 10 tahun saja kertas akan menjadi kecoklatan dan getas secara merata, adapun pH nya mencapai 4-5 (asam).

BAB III

KONSERVASI KERTAS

A. Perawatan dan Penanganan Kertas Rusak

1. *Logbook*

Penulisan *log book* atau buku catatan adalah hal terpenting dalam pekerjaan konservasi karena isinya semua hal tentang apa yang dikerjakan seorang konservator terhadap koleksinya. Sistematika *log book* dirancang tidak baku melainkan bergantung pada kreativitas konservator, tetapi ada beberapa point yang harus dimasukkan kedalam *log book* tersebut. Isi dari *log book* adalah :

- a. Dokumentasi berupa gambar atau foto awal dari sebuah koleksi yang akan dikonservasi.
- b. Catatan kerusakan yang ada pada koleksi (kerusakan seperti yang disebutkan diatas)
- c. Deskripsi tentang isi koleksi (gambar, tulisan, dimensi kertas, jenis kertas, tinta, dan lain-lain).
- d. Rencana pekerjaan dan hasil diskusi tim tentang langkah yang akan dilakukan.
- e. Catatan pekerjaan yang dilakukan dan waktu pekerjaan.
- f. Formula dan kendala yang ditemui ketika bekerja.
- g. Analisa laboratorium, catatan hasil pekerjaan dan dan kontrol kualitas.
- h. Berita acara serah terima antara pemilik koleksi dan konservator.



Gambar 20. Log book

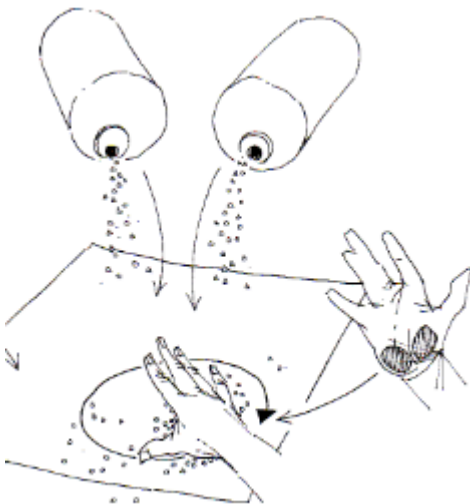
Log book ini merupakan sumber informasi terhafap konservator dengan konservator yang lain dan konservator dengan pemilik koleksi. Apabila terjadi kesalahan dalam proses penanganan maka akan tercatat sebagai bahan koreksi. *Log book* diisi setiap hari konservator bekerja. Semakin singkat dan padat pembuatannya akan semakin baik. Pembuatan *log book* merupakan nilai histori terhadap kemajuan yang akan dilakukan untuk masa yang akan datang.

2. Pembersihan Permukaan Kertas

Membersihkan noda yang ada pada permukaan dapat dilakukan dengan cara kering dan cara basah. Membersihkan dengan cara basah menggunakan solvent atau bahan kimia akan dibahas pada bab selanjutnya, kemudian membersihkan dengan cara kering diperlukan beberapa alat seperti kuas, sapu tangan kain, busa khusus, rempahan penghapus karet, kain pembersih. Sebelum melakukan pekerjaan perlu diperhatikan terlebih dahulu koleksi yang akan dibersihkan karena penggunaan bahan tersebut melihat jenis koleksinya. Apakah kertas rapuh atau tidak? Apakah tulisan dari pensil, tinta, karbon dan lain-lain.

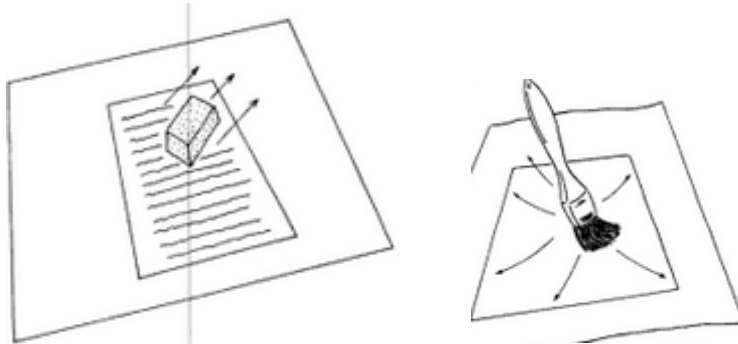
Rempahan karet atau busa banyak digunakan untuk menghilangkan kotoran dan minyak yang menempel pada permukaan kertas, terutama

dengan tulisan non karbon atau pensil tetapi ada beberapa kelemahan karena debu yang ada pada kertas terkadang menempel dan sulit untuk dihilangkan. Apabila koleksi akan dihilangkan dengan serbuk ini maka lakukan dengan gerakan melingkar searah menggunakan telapak tangan.



Gambar 21. Membersihkan dengan serbuk karet

Untuk koleksi yang tidak rapuh dan kering mulailah membersihkan permukaan dengan menaruhnya pada lembaran yang lebih lebar putih dan bersih kemudian usap koleksi dengan kuas dari tengah menuju pinggir secara merata. Gunakan penghapus karet vinyl untuk menghilangkan noda pada bagian pinggir dan hilangkan segera.



Gambar 22. Membersihkan koleksi dengan busa dan kuas

Karet busa Gonzo juga dapat digunakan untuk membersihkan debu dan jamur yang menempel pada kertas. Sedangkan untuk koleksi yang rapuh hanya gunakan kuas lembut saja dalam penanganan koleksi.

3. Menghilangkan Noda Pada Kertas (*Bleaching*)

Bleaching atau menghilangkan noda pada kertas merupakan salah satu cara restorasi dengan metode basah. Memang menjadi perdebatan antara diperbolehkan atau tidaknya cara ini dikarenakan caranya yang sulit, beresiko tinggi menghilangkan warna bahkan gambarnya, menurunkan derajat polimerisasi ikatan selulosa dan sizing kertas, menghilangkan kekuatan fisik kertas, memerlukan *trial-error* dan membutuhkan pengalaman. Akan tetapi tujuan restorasi ini adalah untuk menghilangkan noda (jamur, *foxing*, *tanning*) sehingga penyebarannya tidak berlanjut, selain itu akan mengembalikan nilai keindahan dari koleksi sebelumnya. Metode *bleaching* terhadap kertas menggunakan bahan kimia sudah banyak ditemukan dan terkadang membuat konservator bingung memilih bahan kimia mana yang akan digunakan. Berikut rambu-rambu yang perlu diperhatikan ketika melakukan *bleaching*:

- a. Tentukan komposisi penyusun koleksi seperti jenis warna yang terlukis (jenis tinta, pensil, lithograph, cetak, tulisan tangan), kualitas kertas (tebal, tipis, rapuh), sizing, jenis noda yang ada (*foxing*, *tanning*, jamur), posisi noda pada koleksi (tengah, pinggir, pada gambar).
- b. Tentukan bahan kimia apa yang tepat untuk melakukan *bleaching*, komposisi dan efek yang terjadi setelah *bleaching* agar resiko dapat diminimalisir.
- c. Pastikan secara fisik dan kimia koleksi kembali baik seperti hilangnya noda, pH kembali netral dan warna merata.
- d. Keselamatan bekerja selalu menjadi nomer satu sehingga gunakan APD dalam proses *bleaching* ini dan terapkan manajemen limbah yang tepat.

Prinsip *bleaching* sebenarnya menggunakan reaksi kimia oksidasi-reduksi dan *disinfectant* (membunuh organisme), sebagai contoh ketika besi dalam keadaan bebas Fe^{2+} mengalami oksidasi (penambahan jumlah ion) karena lingkungan sehingga menjadi Fe^{3+} yang disebut noda *foxing*, kemudian setelah dilakukan *bleaching* ion ferri tadi mengalami reduksi kembali menjadi ion ferro kembali dan terlarut pada asam kuat. Di bawah ini tabel singkat jenis larutan dan konsentrasi yang dapat digunakan dalam proses *bleaching* (Vinas, 1988).

Tabel 1. *Bleaching agent*

Nama bleaching agent	Dosis (%)	Waktu	Jenis reaksi	Keterangan
Sodium hipoklorite	2-10	15 menit	Oksidasi	Sangat efektif, terutama untuk noda yang disebabkan mikroorganisme
Calcium hipoklorite	0,5		Oksidasi	Tipe <i>bleaching</i> yang lemah dan dapat menimbulkan warna kekuningan

Kloramin T	5	15 menit	Oksidasi	Lebih lambat daripada hipoklorit dan residu sulit dihilangkan
Klorin dioksida		10 menit	Oksidasi	Sodium klorida 2 % + 25 ml formaldehid/l
Potassium permanganate	1 %		Oksidasi	Memiliki efek degradasi. Direaksikan lagi menggunakan metabisulfite 5 % atau asam oksalit 3 %
Sodium borohidrate	1 gr/100 gr		Reduksi	Direkomendasikan untuk koleksi dengan lignin tinggi. Memiliki efek degradasi kecil
Hydrogen peroksida	Variable		Oksidasi	Degradasi selulosa. Melakukan pencucian dan deasidifikasi. Tidak terlalu efektif
Sinar matahari	Lama		Oksidasi	Sinar ultraviolet, hanya untuk kertas yang tidak mengandung lignin dan basa

Di Indonesia hanya ditemui metode *bleaching* menggunakan *cloramin T* dan *potassium permanganate*, itupun tidak dilakukan dengan *research* terlebih dahulu. Pemakaian kedua *bleaching agent* tersebut sangat memiliki kontroversi karena efek yang terjadi setelah *bleaching* akan merusak sifat fisik dan kimia kertas, bahkan secara estetika warna koleksi menjadi lebih putih dan menghilangkan sizing dan warna-warna yang timbul sebelumnya. Penulis akan menggambarkan salah satu cara kerja dalam proses *bleaching* tersebut tetapi tidak direkomendasikan.

Dengan melihat table diatas maka dapat disimpulkan jenis bleaching agent yang tepat untuk menghilangkan noda dengan tingkat resiko yang kecil dan efektif adalah penggunaan sodium borohidrate dan sinar matahari (larutan alkaline).

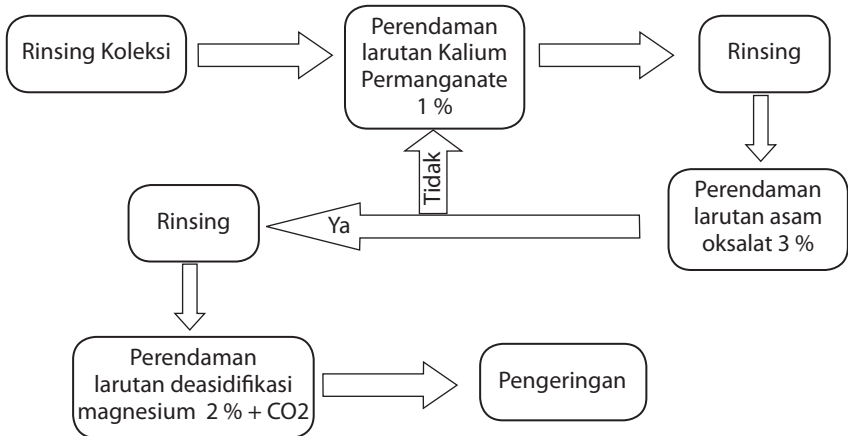


Diagram 1. Bleaching dengan potassium permanganate

4. Deasidifikasi

Deasidifikasi adalah proses menghilangkan keasaman kertas hingga kedalam serat selulosa sehingga pH yang dihasilkan di atas 7 tetapi tidak lebih dari 9. Kualitas pH lebih dari 7 memberikan dampak yang sangat baik bagi kertas untuk memperkuat serat selulosa dan memberi efek buffer yang lama sehingga tidak cepat asam kembali. Ada beberapa metode yang dapat diaplikasikan berdasarkan bahan kimia yang dipakai dan banyaknya koleksi yang dideasidifikasi, dapat dilakukan lembar per lembar hingga berpuluh eksemplar (deasidifikasi massal). Prinsip deasidifikasi adalah menangkap ion H^+ barnsted-lewis bebas yang ada pada permukaan dan bagian dalam serat, direaksikan dengan larutan deasidifikasi sehingga menjadi netral dan memberikan buffer ion OH^- kepada kertas.

Terdapat 3 katagori metode deasidifikasi, yaitu :

- a. Metode deasidifikasi larutan pelarut air

Metode ini paling pertama ditemukan dan metode konvensional dimana kertas yang dideasidifikasi direndam ke dalam larutan alkaline (basa) selama waktu tertentu kemudian dikeringkan, hasil deasidifikasi akan menunjukkan pH diatas 7,5 tetapi terkadang menimbulkan noda kekuningan pada bagian pinggir kertas. Pada koleksi dengan tinta atau tulisan larut pada air, maka disarankan tidak menggunakan metode ini. Contoh larutannya adalah **magnesium karbonat (MgCO_3) + air suling 2 % + gas CO_2 hingga bening atau kalsium klorida (CaCl_2) + ammonium karbonat (NH_4)₂ CO_3 + air suling 2%.**

b. Metode deasidifikasi larutan pelarut organik (*solvent*)

Metode ini memiliki banyak kelebihan dibandingkan metode pertama dimana selain menetralkan keasaman juga memberi efek buffer (melindungi) kertas terhadap serangan asam diwaktu yang akan datang. Kombinasi antara bahan kimia dan pelarut organik yang digunakan memberikan efek inert terhadap tinta dan kertas tetapi tidak kepada asam yang ada, kemudian larutan ini mudah menguap (tidak memerlukan pengeringan) dan resiko terhadap kesehatan kecil. Adapun caranya dapat dilakukan dengan perendaman, spray, dan memberi tekanan. Contoh larutannya adalah bookkeeper, papersave, CSC booksaver.

c. Metode deasidifikasi gas alkaline

Merupakan metode terbaik jika dibandingkan kedua metode di atas. Karena berbentuk gas maka tidak diperlukan perendaman dan pengeringan lagi dan akan banyak sekali koleksi yang dapat terdeasidifikasi. Kelemahan metode ini adalah menggunakan gas bahan kimia beracun sangat berbahaya bagi manusia dan peralatan yang sangat canggih. Contoh gasnya adalah **diethyl zinc (DEZ) + air (H_2O) + Nitrogen (N_2) + vacuum atau ammonia kering + etilen oksida + vacuum.**

5. Leafcasting dan Mending

Konservasi kertas memakai metode *leafcasting* dan *manding* merupakan teknik perbaikan dengan keahlian yang khusus dan membutuhkan keahlian yang tinggi. Pada prinsipnya kedua teknik ini memiliki tujuan yang

sama yaitu mengisi atau menambal kertas menggunakan kertas baru yang mempunyai daya tahan lebih baik dari kertas aslinya. *Manding* adalah menambal-menyambung secara manual dengan potongan kertas *tissue* jepang atau hinges bagian manuskrip atau naskah yang berlubang (bagian yang hilang) dengan warna, densitas, tekstur dan ketebalan *tissue* yang mirip naskah aslinya. Lem *tissue* yang digunakan berasal dari MC (*methyl cellulose*), CMC (*carboxyl methyl cellulose*) dan *starch* dengan viskositas tinggi atau kental.

Hal penting yang perlu diperhatikan adalah kemampuan membuat pola yang presisi sesuai luas lubangnya, tidak terlalu lebar dan tidak terlalu kecil, sehingga serat *tissuenya* tidak akan menutupi gambar atau tulisan yang ada. Diperlukan alat bantu untuk memperoleh kualitas robekan yang baik seperti meja cahaya, pensil air dan teflon.



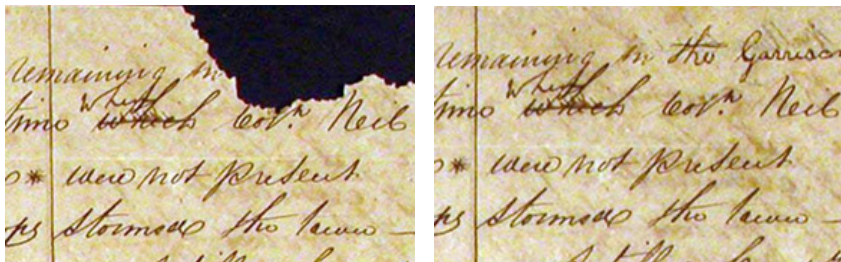
Gambar 23. Menambal dan menyambung (*manding*)

Apabila dokumen memiliki lubang yang terlalu banyak dan memungkinkan dokumen terendam oleh air maka cara yang paling tepat adalah *leafcasting*. *Leafcasting* adalah menambal atau mengisi bagian yang hilang dengan bubur kertas dan menyatu pada dokumen aslinya. Warna dan jumlah pulp yang diberikan dengan luas yang hilang harus sama sehingga ketebalannya akan mirip. Prinsip kerja *leafcasting* hampir sama dengan meja penyedot, yaitu dokumen ditaruh diatas tangki dengan layar yang lubangnya sangat kecil, kemudian memasukkan bubur kertas kedalam tangki umpan (*feed*) yang berisi air sehingga bubur kertas akan larut, lalu diangkat ke atas air

yang berisi bubur kertas ke tangki dokumen. Air dan bubur kertas kemudian disedot dengan pompa lain sehingga turun ke bawah melewati layar dan meninggalkan bubur kertas pada layar atau lubang dokumen yang hilang.



Gambar 24. Mesin leafcaster



Gambar 25. Hasil leafcasting

6. Lining

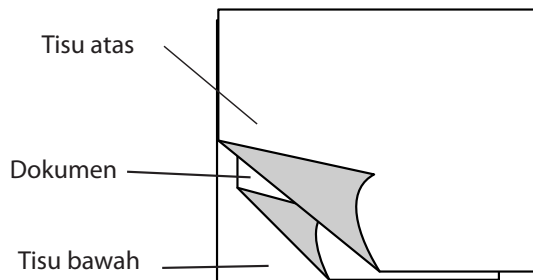
Metode ini paling sering digunakan untuk koleksi kertas bergambar satu sisi saja atau dengan bagian belakang tanpa ada informasi didalamnya. *Lining* adalah melapisi bagian belakang (*backing*) dengan tisu jepang dengan ketebalan yang hampir sama atau lebih tebal sedikit dan warna

yang netral. Dalam *lining* sebaiknya gunakan lem *starch* cair dan *sizing* dengan gelatin atau cmc cair. Gunakan mesin press dan jangan gunakan flating akrilik agar dokumen yg telah di *lining* menjadi rata (flat). Tujuan *lining* adalah memperkuat struktur kertas dengan adanya lapisan sekunder dan menyatukan kembali bagian-bagian dokumen yang terpecah.

7. Laminasi

Laminasi adalah metode memperkuat koleksi kertas yang rapuh dan terpecah atau robek menjadi satu bagian kembali dengan lapisan tisu jepang atau selulosa asetat yang berada pada bagian atas dan bawahnya. Laminasi dengan tisu jepang menggunakan lem cmc atau mc sebagai bahan perekatnya sedangkan dengan selulosa asetat menggunakan pemanas dan tekanan untuk menyatukan ketiga lapisannya. Koleksi kertas dengan tingkat kerapuhan tinggi setelah laminasi akan mengalami pengkuatan akan tetapi ada beberapa kelemahan setelah laminasi seperti koleksi akan menjadi buram dan merubah tekstur kertas, pada prinsipnya memang reversible, tetapi koleksi yang terpecah belah seperti puzzle tidak akan dapat dikembalikan lagi sebagai dokumen aslinya. Cara kerja laminasi sangat mudah:

- Memotong tisu sebanyak 1 pasang atas dan bawah dengan densitas 5-6 gr/m² melebihi luas ukuran dokumen aslinya.
- Menyiapkan koleksi asli yang sudah tersusun menjadi satu bagian dan pastikan dokumen tidak asam.
- Menaruh koleksi di tengah diantara dua lapis tisu, gunakan lem kental dan usap dari tengah ke pinggir, setelah rata lakukan pula untuk lapisan bawahnya

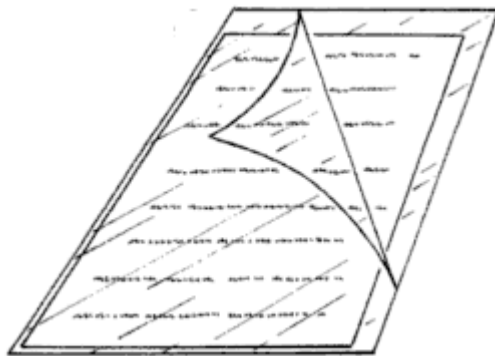


Gambar 26. Lapisan laminasi

8. Enkapsulasi

Enkapsulasi adalah proses melindungi dokumen atau benda yang flat yang ditaruh di tengah diantara dua plastik polyester. Tujuan enkapsulasi adalah mempermudah penanganan dan penyimpanan dengan cara melindungi atau mengisolasi dari lingkungan yang dapat merusak dokumen. Tujuannya sebenarnya sama dengan laminasi hanya saja melihat kelemahan yang ada pada laminasi maka sangat tepat jika menggunakan metode enkapsulasi terhadap kertas yang rapuh.

Jika laminasi sangat sulit sekali mendapatkan dokumen aslinya maka enkapsulasi hanya dengan memotong bagian pinggir yang tersegel maka dokumen aslinya dapat diperoleh kembali (*reversible*). Plastik yang digunakan merupakan plastik khusus PET (*polyethylene terephthalate*) yang sangat *transparent* tidak berwarna, tidak mudah bereaksi (*inert*), mempunyai sifat dielektrik, dan mempunyai ketebalan yang diinginkan (3-4 mil). Perlu diperhatikan pemilihan bahan polyesternya karena sifat statik plastik dapat membuat dokumen tetap berada pada posisi yang sama tetapi merugikan ketika dokumen memiliki tinta atau karbon sangat tebal sehingga menarik warna ke plastiknya.



Gambar 27. Enkapsulasi

Proses menyegel atau *seal* antar kedua plastiknya dapat dilakukan menggunakan doubletape bebas asam atau menggunakan peralatan panas atau ultrasound. Plastik polyester ada yang berbentuk roll sehingga perlu dipotong dan ada yang sudah berbentuk lembaran dengan ukuran

tertentu dan sudah tersegel di dua bagian pinggir atau L sehingga jika ingin menggunakannya cukup mensegel dua bagian saja. Syarat enkapsulasi adalah dokumen tidak boleh asam dan minimal sirkulasi udara sehingga udara lembab tidak dapat masuk kedalamnya.

9. Fumigasi

Secara umum banyak literatur mengartikan fumigasi sebagai tindakan represif untuk membunuh serangga dengan cara pengasapan menggunakan fumigant tertentu baik secara insitu maupun eksitu. Metode yang diterapkan dalam fumigasi sebagian besar menggunakan fumigant kimia yang sangat berbahaya bagi subjek pelaku fumigasi dan sangat tidak direkomendasikan kecuali dengan alasan yang sangat perlu dan tindakan terakhir. Fumigasi eksitu lebih disarankan dibandingkan insitu karena suatu gedung koleksi baik museum, perpustakaan, arsip dan ruang pameran tidak pernah dirancang sebagai ruang untuk fumigasi, sehingga pasti terdapat banyak kesulitan dalam melakukan fumigasi. Berikut tabel beberapa fumigant dan dosisnya :

Table 2. Jenis fumigant versus Dosis

Fumigant	Pemakaian (dosis)
Phospine	4 - 6 gr/m ³
Karbon dioksida	0,1 kg/m
Para-dikloro benzene	1,5 kg/ m ³
Naphtalen	225 gr/ m ³
Timol	120 gr/ m ³
CS ₂ : CCl ₄ (1:4)	0,75 gr/ m ³

Karakter fumigant yang baik memiliki volatilitas yang tinggi pada suhu kamar sehingga dapat membunuh serangga dengan cepat, inert terhadap berbagai jenis bahan disekitarnya, memiliki residu yang mudah pembuangannya, tidak beracun bagi manusia dan penetrasi yang tinggi setelah selesai pekerjaan fumigasi.

B. Pertanyaan Untuk Diskusi

1. Apabila ada seorang membawa kertas yang bertuliskan “Surat Perintah Sebelas Maret”, bagaimana cara mengetahui bahwa kertas tersebut original atau tidak?
2. Seorang kolektor mempunyai naskah Gurindam 12 dan ingin mengkonservasikan naskahnya, apa yang harus dilakukan oleh konservator untuk memperbaiki naskahnya?
3. Sebutkan kelebihan dan kelemahan deasidifikasi pelarut organik jika dibandingkan dengan deasidifikasi pelarut air?
4. Menurut anda apakah menghilangkan noda dengan *bleaching* diperbolehkan?
5. Sebutkan apa saja kesulitan yang ada ketika fumigasi insitu dilakukan?

BAB III

PENUTUP

Pekerjaan konservasi koleksi yang sangat bernilai adalah pekerjaan yang membutuhkan keahlian dan harus dilakukan oleh seorang konservator ahli. Minimum intervensi, penggunaan bahan dengan kualitas konservasi, reversibilitas dan stabilitas jangka panjang menjadi prinsip utama terhadap artefak atau koleksi. Ilmu dan praktek konservasi saat ini telah mengalami kemajuan yang sangat pesat secara global dengan cara yang lebih canggih.

Penemuan teknik dan materi (bahan) konservasi yang lebih tepat banyak sekali mengalami perubahan. Indonesia sebagai negara yang dengan sejarah panjang tentang kebudayaan nusantara dan penjajahan seharusnya juga memiliki penelitian dan lembaga-lembaga pendidikan formal jurusan konservasi. Sebagai harapan ke depan dengan sering diadakannya diklat dan pelatihan akan membuka peluang kecintaan sumber daya manusia Indonesia untuk melestarikan hasil peradaban dan budayanya sendiri.

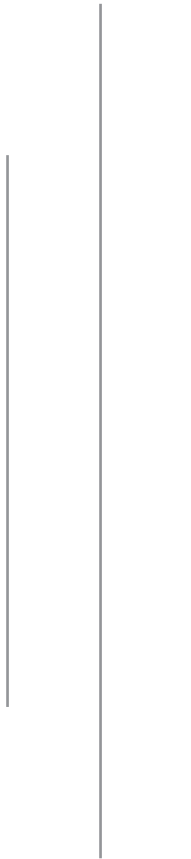
DAFTAR PUSTAKA

- Sappi, 2013, *The Paper Making Process*, Brussel, Belgia.
- Torraspapel, 2008, *Paper Manufacturing*, Bcelona, Spanyol.
- Walker, Alison, 2013, *Basic Preservation*, Esmee Fairbairn, British Library, London, United Kingdom.
- Swartzburg, S.G., 1995, *Preserving library materials*, 2nd ed., Metuchen, N.J. & London: Scarecrow Press, United Kingdom.
- Crespo, Carmen, 1985, *The preservation and restoration of paper records and books: A RAMP study with guidelines*, Unesco, Paris.

PENGANTAR KONSERVASI KAWASAN

Oleh :

Drs. Marsis Sutopo, M.Si



BAB I

PENDAHULUAN

Konservasi Kawasan dalam pelestarian Cagar Budaya merupakan hal yang relatif baru. Paling tidak masalah ini muncul dan semakin menguat dengan masuknya Kawasan Cagar Budaya sebagai salah kriteria atau jenis Cagar Budaya sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya.

Sebelum diundangkan Undang-Undang Cagar Budaya Nomor 11 Tahun 2010 sebagai pengganti Undang-Undang Benda Cagar Budaya Nomor 5 Tahun 1992, Konservasi terhadap Cagar Budaya hanya dikenal untuk Konservasi **Benda, Konservasi Bangunan, dan Konservasi Situs**. Dalam Undang-Undang Cagar Budaya Nomor 11 Tahun 2010, jenis Cagar Budaya meliputi **Benda, Bangunan, Struktur, Situs, dan Kawasan**. Pembagian jenis Cagar Budaya ini mengandung konsekuensi metode dan teknik konservasi juga perlu dikembangkan, bukan hanya konservasi yang berorientasi pada benda, bangunan, dan situs saja, tetapi juga konservasi yang berorientasi pada kawasan.

Ada dua istilah yang kadang dalam implementasi di lapangan hampir sama, yaitu **konservasi** dan **preservasi**. Secara umum **konservasi** adalah tindakan perawatan dengan cara pengawetan terhadap Cagar Budaya yang **telah** mengalami kerusakan dan/atau pelapukan, dilakukan dengan teknik tradisional maupun modern untuk menghambat kerusakan lebih lanjut. Atau secara sederhana konservasi juga dapat diartikan sebagai tindakan pemeliharaan dan perlindungan sesuatu secara teratur untuk mencegah kerusakan dan kemusnahan dengan jalan mengawetkan. Dalam hal ini konservasi merupakan tindakan yang bersifat **kuratif** karena menangani benda yang telah mengalami kerusakan.

Sementara itu **preservasi** adalah tindakan perawatan terhadap Cagar Budaya dengan cara menanggulangi pengaruh faktor lingkungan yang dapat mengancam kondisi keterawatannya. Dalam hal ini preservasi merupakan tindakan ini bersifat **preventif** (pencegahan).

Pengertian antara konservasi dan preservasi dalam dunia arkeologi memang masih terjadi perbedaan pengertian.

Di Amerika dan Eropa Daratan, **presevasi** memiliki makna yang lebih luas, karena preservasi merupakan tindakan pelestarian dalam arti yang luas. Sementara itu **konservasi** merupakan upaya pengawetan dengan menggunakan bahan kimia yang dilakukan dengan menggunakan teknik dan metode tertentu.

Di Inggris dan Australia justru makna **konservasi** justru memiliki makna yang lebih luas, yang merupakan tindakan pelestarian dalam arti yang luas. **Preservasi** merupakan upaya pengawetan dengan menggunakan bahan kimia yang dilakukan dengan menggunakan teknik dan metode tertentu.

Dalam tindakan konservasi, ada dua prinsip yang harus dipenuhi, yaitu **prinsip arkeologis** dan **prinsip teknis**. Prinsip arkeologis yang harus dipenuhi adalah harus memperhatikan nilai-nilai arkeologis yang terkandung di dalam CB, yang meliputi keaslian bahan, desain, teknologi pengerjaan, tata letak, kontekstual.

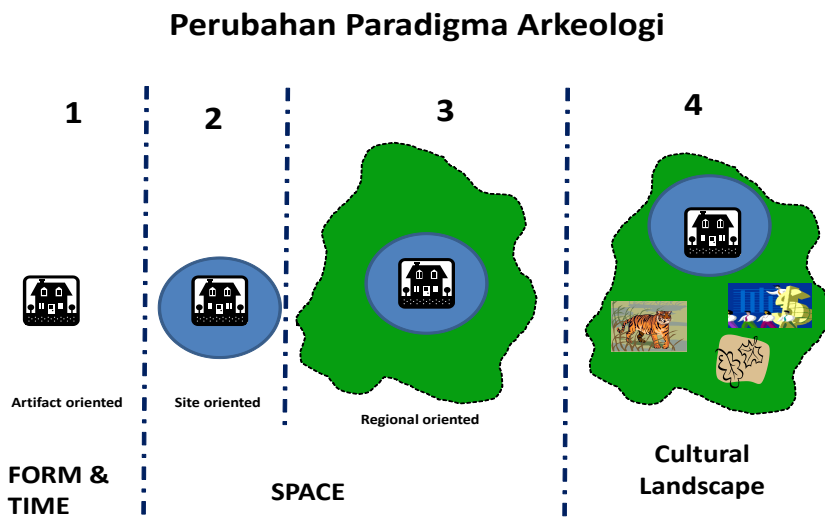
Sementara itu prinsip teknis yang harus dipenuhi antara lain:

- a. Bagian asli benda yang mengalami pelapukan dan secara arkeologis bernilai tinggi sejauh mungkin dipertahankan dengan cara konservasi; penggantian dengan bahan baru hanya dilakukan apabila memang secara teknis sudah tidak dapat berfungsi lagi dan upaya konservasi tidak mungkin dilakukan.
- b. Metode konservasi bersifat *reversible*
- c. Teknik pelaksanaannya bersifat efektif, efisien, aman (baik bagi benda, manusia, maupun lingkungannya), tahan lama, dan secara ilmiah dapat dipertanggungjawabkan.

BAB II

PENGERTIAN DAN CONTOH-CONTOH KAWASAN CAGAR BUDAYA

Kawasan Cagar Budaya adalah satuan ruang geografis yang memiliki dua Situs Cagar Budaya atau lebih yang letaknya berdekatan dan/atau memperlihatkan ciri tata ruang yang khas, sesuai ketentuan dalam Undang-Undang Cagar Budaya Pasal 1 Angka 6. Dari pengertian tersebut sebenarnya mencerminkan perkembangan paradigma ilmu Arkeologi di Indonesia. Perkembangan ilmu Arkeologi pada awalnya berorientasi pada artefak untuk menjawab pertanyaan yang menyangkut *form* (bentuk) dan *time* (waktu). Perkembangan berikutnya berorientasi pada artefak yang menyatu dengan space (ruang), dari tataran situs sampai regional. Perkembangan terakhir adalah berorientasi pada *cultural landscape* (bentang budaya) (lihat: Gambar 2.1).



Gambar 2.1. Perubahan Paradigma Arkeologi

Sesuai dengan perkembangan paradigma tersebut dan ketentuan Undang-Undang Cagar Budaya maka di Indonesia banyak terdapat Kawasan Cagar Budaya, meskipun secara regulasi belum ditetapkan sebagai Kawasan Cagar Budaya. Kawasan Cagar Budaya mulai menjadi perhatian di kalangan para pelestari Cagar Budaya yang perlu mendapatkan penanganan dan pengaturan secara khusus, berbeda dengan cara penanganan terhadap situs, benda, struktur, maupun bangunan Cagar Budaya. Oleh karena itu maka dalam Undang-Undang Cagar Budaya banyak Pasal dan ayat yang mengatur secara khusus keberadaan Kawasan Cagar Budaya.

Undang-Undang Cagar Budaya Pasal 34 mengatur bahwa Kawasan Cagar Budaya yang berada di dua kabupaten/kota atau lebih ditetapkan sebagai Kawasan Cagar Budaya provinsi. Sementara itu yang berada di dua provinsi atau lebih ditetapkan sebagai Kawasan Cagar Budaya nasional. Ketentuan Pasal ini secara jelas melindungi keberadaan Kawasan Cagar Budaya yang berada di daerah perbatasan, baik yang berada di antara kabupaten/kota maupun yang berada di antara provinsi.

Selanjutnya dalam Pasal 72 dinyatakan bahwa:

(1) Pelindungan CB (termasuk KCB) dilakukan dengan menetapkan batas-batas keluasanya dan pemanfaatan ruang melalui sistem Zonasi berdasarkan hasil kajian.

(2) Sistem Zonasi ditetapkan oleh:

- a. Menteri apabila telah ditetapkan sebagai CB nasional atau mencakup 2 (dua) provinsi atau lebih.
- b. Gubernur apabila telah ditetapkan sebagai CB provinsi atau mencakup 2 (dua) kabupaten/kota atau lebih.
- c. Bupati/Wali Kota sesuai dengan keluasan Situs CB atau Kawasan CB di wilayah kabupaten/kota.

Ketentuan Pasal 72 tersebut mengatur tentang perlunya pelindungan dengan menentukan batas-batasnya yang jelas dengan sistem Zonasi. Dengan demikian maka Zonasi tidak hanya diterapkan dalam suatu Situs Cagar Budaya saja tetapi juga dapat diterapkan pada Kawasan Cagar Budaya.

Dalam Pasal 80 selanjutnya mengatur mengenai Revitalisasi Kawasan Cagar Budaya. Menurut ketentuan Pasal tersebut dinyatakan bahwa Revitalisasi Kawasan CB harus memperhatikan tata ruang, tata letak, fungsi sosial, dan/

atau lanskap budaya asli berdasarkan kajian. Revitalisasi terhadap Kawasan Cagar Budaya selanjutnya dilakukan dengan menata kembali fungsi ruang, nilai budaya, dan penguatan informasi tentang CB.

Selanjutnya dalam Pasal 81 dinyatakan bahwa Setiap orang dilarang mengubah fungsi ruang Situs CB dan/atau Kawasan peringkat nasional, peringkat provinsi, atau peringkat kabupaten/kota, baik seluruh maupun bagian-bagiannya, kecuali dengan izin Menteri, Gubernur, atau Bupati/Walikota sesuai dengan tingkatannya. Ketentuan lebih lanjut mengenai pemberian izin diatur dalam Peraturan Pemerintah.

Sesuai dengan ketentuan Pasal 82, Revitalisasi terhadap potensi Situs Cagar Budaya, termasuk Kawasan Cagar Budaya, harus memberi manfaat untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan mempertahankan ciri budaya lokal. Selanjutnya di dalam upaya Adaptasi terhadap Bangunan Cagar Budaya atau Struktur Cagar Budaya, sesuai dengan ketentuan Pasal 83, harus tetap mempertahankan:

- a. Ciri asli dan/atau muka Bangunan CB atau Struktur CB,
- b. Ciri asli lanskap budaya dan/atau permukaan tanah Situs Cagar Budaya atau Kawasan Cagar Budaya sebelum dilakukan adaptasi.

Dalam kondisi bencana, Pemerintah dan Pemerintah Daerah juga harus tetap memperhatikan keberadaan Kawasan Cagar Budaya. Hal ini sesuai dengan ketentuan Pasal 95 bahwa Pemerintah dan Pemerintah Daerah sesuai dengan tingkatannya mempunyai tugas untuk penanggulangan bencana dalam keadaan darurat terhadap Benda, Bangunan, Struktur, Situs, dan Kawasan yang telah dinyatakan sebagai Cagar Budaya serta memberikan dukungan terhadap daerah yang mengalami bencana.

Selanjutnya Pemerintah dan Pemerintah Daerah berdasarkan Pasal 96 sesuai dengan tingkatannya mempunyai wewenang untuk mengelola Kawasan Cagar Budaya dan menetapkan batas Kawasan Cagar Budaya. Selain itu, Pemerintah berwenang untuk menetapkan Kawasan Cagar Budaya sebagai Cagar Budaya Nasional.

Dalam rangka pengelolaan terhadap Kawasan Cagar Budaya maka Pemerintah dan Pemerintah Daerah sesuai dengan ketentuan Pasal 97 maka terhadap Kawasan Cagar Budaya diatur sebagai berikut:

- (1) Pemerintah dan Pemerintah Daerah memfasilitasi pengelolaan

Kawasan Cagar Budaya.

- (2) Pengelolaan Kawasan dilakukan tidak bertentangan dengan kepentingan masyarakat terhadap Cagar Budaya dan kehidupan sosial.
- (3) Pengelolaan Kawasan Cagar Budaya dilakukan oleh Badan Pengelola yang dibentuk oleh Pemerintah, Pemerintah Daerah, dan/atau masyarakat hukum adat.
- (4) Badan Pengelola dapat terdiri dari atas unsur Pemerintah dan/atau Pemerintah Daerah, dunia usaha, dan masyarakat.

Kawasan Cagar Budaya (KCB) di Indonesia secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi dua berdasarkan lokasinya, yaitu yang berada di daerah perdesaan dan perkotaan. KCB yang berada di daerah perdesaan umumnya merupakan tinggalan dari masa Prasejarah dan Klasik. Sementara KCB yang berada di daerah perkotaan umumnya merupakan tinggalan dari masa Islam-Kolonial. KCB yang berada di perkotaan umumnya merupakan kawasan Kota Lama atau Kota Tua, yang merupakan tempat awal pertumbuhan kota pada masa pemerintahan Belanda dan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari pertumbuhan kota tersebut. Tinggalan yang berada di KCB kota lama umumnya berupa bangunan-bangunan kolonial.

A . Kawasan Cagar Budaya di Perdesaan

Kawasan Cagar Budaya yang berada di perdesaan antara lain:

- 1 . Daerah Aliran Sungai (DAS) Batanghari, Dharmasraya, Sumatera Barat
KCB DAS Batanghari berada di tepi Sungai Batanghari yang berada di Kabupaten Dharmasraya, Provinsi Sumatera Barat. Tinggalan yang ada di KCB DAS Batanghari adalah bangunan candi yang merupakan sisa-sisa dari kerajaan Melayu Dharmasraya. KCB DAS Batanghari yang berada di Dharmasraya terdiri dari beberapa situs yang di dalamnya terdapat tinggalan-tinggalan bangunan candi yang terbuat dari bata, antara lain situs kompleks percandian Sungailangsar dan Situs kompleks percandian Pulausawah. Di situs Pulausawah terdapat beberapa buah sisa-sisa bangunan candi yang umumnya masih terpendam dalam tanah dan membentuk gundukan tanah yang disebut munggu. Tiga buah sisa-sisa bangunan candi yang sudah digali dan pugar. Bangunan candi di Pulausawah umumnya juga

ditemukan tinggal bagian lantai. Kemungkinan bangunan-bangunan candi di Pulausawah merupakan sisa-sisa dari peninggalan kerajaan Melayu Dharmasraya yang pernah mengalami kejayaan semasa pemerintahan Kertanegara di kerajaan Singasari. Pada situs Pulausawah ini dahulu ditemukan arca Amoghapasa yang merupakan arca kiriman dari raja Kertanegara untuk menjalin persahabatan dengan kerajaan Melayu Dharmasraya untuk bersama-sama menahan serangan Kubilai Khan dari utara.



Gambar 2.2. Salah satu bangunan candi di Kompleks Percandian Sungai Langsat

Ke arah hilir dari situs kompleks percandian Pulausawah terdapat situs kompleks percandian Sungailangsar, yang di dalamnya terdapat 4 buah bangunan candi yang tinggal tersisa bagian lantai. Di dekat situs Sungailangsar ini terdapat arca Bhairawa yang menggambarkan Adityawarman sebagai penganut Budha aliran Tantrayana. Tokoh Adityawarman merupakan tokoh yang sejaman dengan Gajah Mada. Menurut silsilah Adityawarman merupakan anak Dara Jingga sebagai penerus dinasti Mauli yang berkuasa di Kerajaan Melayu. Arca Bhairawa ini sekarang disimpan di Museum Nasional Jakarta.

2. Kawasan Daik–Lingga, Kepulauan Riau

Kawasan Daik–Lingga merupakan pusat kerajaan Melayu Riau Lingga

antara sekitar tahun 1772–1812. Sebelumnya pusat kerajaan berada di Hulu Riau–Tanjungpinang. Sultan Mahmud Syah III sengaja memindahkan pusat kerajaan dari Tanjungpinang ke Daik untuk menghindari ancaman dari pihak Belanda. Kerajaan Melayu Riau Lingga yang berpusat di Daik mengalami masa kejayaan ketika berpusat di Daik Lingga semasa pemerintahan Sultan Mahmud Syah III yang memerintah selama 50 tahun, dan meninggal pada 12 Januari 1812.



Gambar 2.3. Salah satu sisa-sisa tangga Istana Damnah

Tinggalan yang ada di Daik yaitu Masjid Sultan, bekas Istana Damnah, Gedung Bilik 44, Benteng pertahanan Bukit Cening, Makam Merah, Kompleks Makam Bukit Cengkeh, Bekas Istana Robat, dan masih banyak tinggalan lain yang berupa sisa-sisa bangunan maupun artefak-artefak yang menunjukkan sebagai sisa-sisa dari peninggalan kerajaan Melayu Riau Lingga.

3. Kawasan Pulau Penyengat, Tanjungpinang, Kepulauan Riau

Pulau Penyengat merupakan sebuah pulau kecil yang berada di dekat kota Tanjungpinang. Pulau ini merupakan mas kawin yang diberikan oleh Sultan Mahmud Syah kepada Engku Putri sekitar tahun 1801–1802. Bahkan Pulau Penyengat menjadi pusat kedudukan Yang Dipertuan Muda Riau sebagai pemegang regalia kerajaan Melayu Riau.

Tinggalan yang berada di Pulau Penyengat yang sangat terkenal adalah Masjid Raya Pulau Penyengat yang dibangun pada tahun 1832 atas prakarsa Raja Abdurrahman Yang Dipertuan Muda Riau VII. Selain itu masih banyak tinggalan lainnya yang berupa bangunan istana, benteng, rumah pejabat kerajaan, dan makam tokoh-tokoh sejarah. Tokoh-tokoh sejarah yang dimakamkan di Pulau Penyengat antara lain Raja Haji Abdullah, Raja Jafafar, Raja Ali Haji, Raja Abdurrahman, Engku Putri, dan lain-lain.



Gambar 2.4. Masjid Raya Pulau Penyengat

Sementara itu tinggalan bangunan yang ada antara Bekas Gedung Tabib Kerajaan, Bekas Istana Sultan Abdurrahman, Bekas Gedung Tengku Bilik, Gudang Mesiu, Benteng Pertahanan Bukit Kursi, Bukit Penggawa, Bukit Tengah, Balai Adat Indra Perkasa, dan masih banyak lagi reruntuhan bangunan. Pulau Penyengat bahkan sudah masuk dalam daftar sementara (*Tentative List*) sebagai Warisan Dunia.

4. Kawasan Muaratakus, Kampar, Riau

Meskipun belum ditetapkan sebagai Kawasan Cagar Budaya tetapi Kompleks Percandian Muaratakus layak sebagai Kawasan Cagar Budaya. Kompleks percandian Muaratakus merupakan tinggalan candi

yang berlatar belakang Agama Buddha. Bangunan candi yang berada di dalam pagar keliling candi berukuran 74 x 74 meter terdiri dari Candi Tuo, Candi Bungsu, dan Candi Palangka. Di luar pagar kompleks percandian ini masih terdapat beberapa bangunan candi yang tersisa pada bagian lantai dan tanggul dari tanah melingkar sepanjang lebih kurang 2 km. Di luar tanggul kuno, di seberang barat Sungai Kampar Kanan juga ditemukan sisa-sisa struktur candi dari bahan bata.



Gambar 2.5. Kawasan Muaratakus, Kampar, Riau

5. Kawasan Mahat, 50 Koto, Sumatera Barat

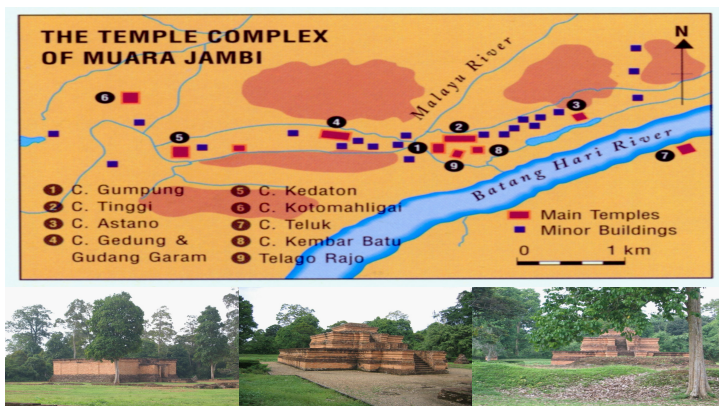
Kawasan Mahat merupakan situs megalitik yang berupa menhir. Situs Koto Tinggi merupakan situs yang paling luas dan paling banyak menhirnya. Menhir-menhir yang berada di situs Kototinggi berukuran kecil (rendah) dan besar (tinggi), baik polos maupun berhias. Di sekitar banyak situs-situs yang berukuran lebih kecil yang di dalamnya juga terdapat menhir-menhir dengan berbagai ukuran. Jarak antara satu situs dengan situs lainnya relatif berdekatan sehingga sangat memungkinkan dijadikan sebagai Kawasan Cagar Budaya.



Gambar 2.6. Salah satu Situs Megalitik Mahat

6. Kawasan Muarajambi, Jambi

Kompleks percandian Muarajambi berada di DAS Batanghari yang tinggalannya berupa bangunan candi dari bata. Beberapa bangunan candi tersebut sudah dipugar, antara lain Candi Gumpung, Candi Tinggi, Candi Astano, Candi Kedaton. Masih banyak candi-candi yang terpendam dalam tanah yang membentuk bukit-bukit kecil yang disebut sebagai *manapo* oleh masyarakat setempat. Tinggalan candi-candi di Kawasan Muarajambi diperkirakan dari abad-abad ke 7-13 Masehi yang merupakan tinggalan Kerajaan Melayu Jambi atau Sriwijaya ketika berpusat di Muarajambi.

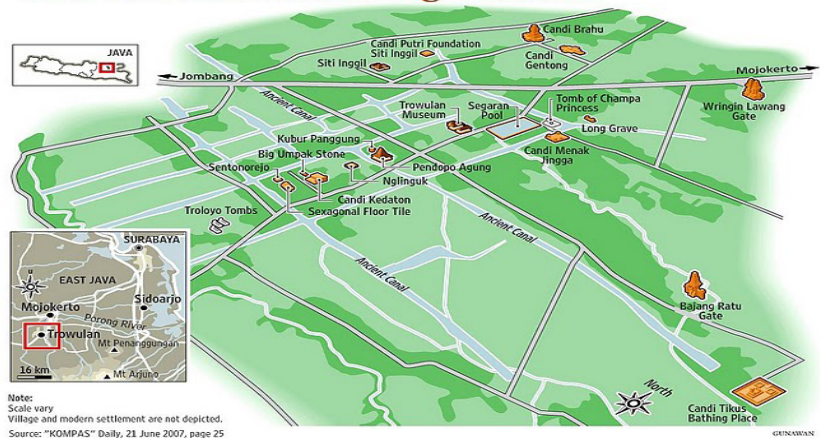


Gambar 2.7. Kawasan Kompleks Percandian Muarajambi

7. Kawasan Trowulan, Mojokerto, Jawa Timur

Kawasan Trowulan merupakan satu-satunya sisa-sisa situs perkotaan dari masa Hindu-Buddha di Indonesia yang paling lengkap. Bentuk-bentuk tinggalan yang masih dapat dijumpai di Situs Kawasan Trowulan antara lain dalam bentuk bangunan candi, struktur lantai bangunan rumah, sumur kuno, kanal kuno, dan kolam segaran. Selain itu juga berbagai bentuk Benda Cagar Budaya berupa tembikar peralatan rumah tangga dan benda-benda artefaktual lainnya yang merupakan tinggalan dari masa kerajaan Majapahit.

Trowulan Archaeological Site



Gambar 2.8. Kawasan Trowulan sebagai Pusat Kota Majapahit

8. Kawasan Dieng, Wonosobo, Jawa Tengah

Kawasan Dieng di Wonosobo merupakan kompleks percandian yang berlatar belakang agama Hindu yang dibangun pada abad ke-8–ke-13 Masehi, pada masa kekuasaan Dinasti Sanjaya yang beragama Hindu Siwa. Candi-candi yang berada di Kawasan Dieng dinamakan dengan nama tokoh-tokoh wayang, yaitu Candi Arjuna, Candi Katotkoco, Candi Bima, Candi Puntadewa, Candi Sembadra, Candi Semar, Candi Nakula-Sadewa, Candi Setyaki, dan sebagainya. Namun kawasan Dieng ini terancam oleh aktivitas penggunaan lahan untuk pertanian kentang yang dilakukan oleh masyarakat setempat sebagai mata pencahariannya.



Gambar 2.9. Salah satu kelompok Percandian Dieng

9. Kawasan Gedongsongo, Semarang, Jawa Tengah

Kawasan Gedongsongo berada di Kabupaten Semarang, terletak di lereng Gunung Ungaran pada ketinggian sekitar 1.200 meter di atas permukaan laut. Kompleks Percandian Gedongsongo dibangun pada abad ke-9 Masehi dengan latar belakang Agama Hindu. Hal ini dikuatkan dengan bukti-bukti arca yang ada, yaitu arca Durga, Ganesa, Agastya, Nandiswara. Dinamakan Gedongsongo karena jumlah bangunan candi yang ada sebanyak 9 bangunan. Candi Gedong I berada pada posisi yang paling bawah, sekitar 200 m dari pintu masuk kompleks percandian. Candi Gedong 2 sampai Gedong 3 berada pada posisi yang lebih tinggi.



Gambar 2.10. Candi Gedong Songo

10. Kawasan Borobudur, Magelang, Jawa Tengah

Kawasan Borobudur awalnya merupakan Zonasi yang dilakukan JICA ketika Candi Borobudur akan dijadikan sebagai Taman Purbakala Nasional (Tapurnas). Berdasarkan pemetaan Zonasi JICA tahun 1979, Kawasan Borobudur dibagi dalam lima zona, yaitu Zona 1, Zona 2, Zona 3, Zona 4, dan Zona 5. Kawasan Borobudur dalam lima zona ini yang dijadikan sebagai peta lampiran Borobudur sebagai Warisan Dunia (*World Heritage*) dengan nomor 592 Tahun 1991 dengan nama *Borobudur Temple Compound*.

Zona 1 merupakan zona inti tempat keberadaan bangunan candi dengan radius 200 meter. Zona 2 merupakan zona penyangga yang sekaligus berfungsi sebagai zona taman wisata, dengan radius 500 m. Zona 3 merupakan zona pengembangan, sekaligus sebagai zona permukiman penduduk dengan radius 2 km. Zona 4 merupakan zona perlindungan untuk daerah bersejarah dengan radius 5 km. Zona 5 merupakan daerah untuk survei arkeologi dan pencegahan kerusakan tinggalan-tinggalan arkeologi dalam radius 10 km.

Zona 1 di bawah kepemilikan dan penguasaan Balai Konservasi Borobudur Direktorat Jenderal Kebudayaan; Zona 2 di bawah kepemilikan dan penguasaan Taman Wisata Candi Borobudur, Prambanan, dan Ratu Boko; Zona 3-4-5 di bawah kepemilikan masyarakat dan Pemkab Magelang.

Sejak tahun 2008 Kawasan Borobudur yang terbagi dalam lima Zona dinyatakan sebagai Kawasan Strategis Nasional dan tercantum dalam PP Nomor 26 Tahun 2008 tentang Tata Ruang Wilayah Nasional. Sesuai dengan ketentuan PP Nomor 26 Tahun 2008 tersebut Kawasan Strategis Nasional Borobudur terbagi dalam dua wilayah, yaitu SP1 dan SP2. SP1 (Satuan Pelestarian 1) terdiri dari Zona 1, Zona 2, Zona 3, dan Zona 4 koridor Mendut–Palbapang. SP2 terdiri dari Zona 4 di luar koridor Mendut–Palbapang dan Zona 5. Secara keseluruhan Kawasan Strategis Nasional Borobudur lebih kurang 10.117,42 hektar.

**PETA PERSEBARAN SITUS
DI KAWASAN CAGAR BUDAYA BOROBUDUR**

LEGENDA :

- Batas Administrasi
- Jalan
- Sungai
- Persebaran Situs
- KSN SP 1
- KSN SP 2

Skala 1 : 40.000

0 800 1600 M

**Balai Konservasi Borobudur
2013**

Gambar 2.11. Peta Sebaran Situs Di Kawasan Cagar Budaya Borobudur

B. Kawasan Cagar Budaya di Perkotaan (*Urban Heritage*)

Kawasan Cagar Budaya di perkotaan antara lain:

1. Kawasan Batang Arau–Pasar Mudik, Padang, Sumatera Barat

Kawasan Batang Arau–Pasar Mudik berada di sebelah selatan kota Padang sekarang, tepatnya di tepi Batang (Sungai) Arau. Kawasan Batang Arau–Pasar Mudik ini merupakan pusat kota pada zaman kolonial Belanda. Oleh karena itu di sepanjang Batang Arau ini banyak bangunan-bangunan kolonial yang dahulu sebagai kantor, bank, gudang, dan rumah pejabat pada masa penjajahan Belanda. Namun pada saat bencana gempa tahun 2010 banyak bangunan-bangunan kolonial Belanda di kawasan Batang Arau–Pasar Mudik mengalami kehancuran.



Gambar 2.12. Kawasan Batang Arau–Pasar Mudik Padang

2. Kota Sawahlunto, Sawahlunto, Sumatera Barat

Kota Sawahlunto muncul sebagai kota pada masa penjajahan Belanda karena adanya Tambang Batubara Ombilin (TBO). Sebagai kota yang tumbuh dan berkembang sebagai kota tambang maka fasilitas kota pun muncul untuk melayani aktivitas pertambangan pada saat itu. Tinggalan-

tinggalan yang ada sebagai sisa-sisa dari aktivitas pertambangan antara lain lubang-lubang tambang batubara, tempat pengolahan batubara, stasiun kereta api, rel jaringan transportasi, gudang ransum, rumah-rumah pejabat, kantor pusat tambang, mess pekerja tambang, dan sebagainya. Sebagai suatu kota tambang yang paling lengkap tinggalannya dan masih terjaga keasliannya sampai sekarang, maka kota Sawahlunto akan didaftarkan sebagai World Heritage Cities dan sudah menjadi salah satu anggota Jaringan Kota Pusaka Indonesia.



Gambar 2.13. Kota Sawahlunto

3. Kawasan Kraton–Malioboro, Yogyakarta

Kawasan Kraton–Malioboro merupakan kawasan campuran antara area Kasultanan dan area Kolonial. Area Kasultanan diwakili oleh keberadaan bangunan kraton dengan segala fasilitas dan sarannya, antara lain bangunan Kraton, Masjid Agung, Tamansari, Alun-alun, bangunan Benteng Kraton, Pasar Beringharjo, dan Tugu. Sementara area Kolonial antara lain diwakili oleh keberadaan bangunan Benteng Vrederberg, Gedung Agung, Bank Indonesia, Kantor Pos, Stasiun Tugu, Hotel Tugu, dan beberapa bangunan lainnya di sepanjang Jalan Malioboro yang merupakan bangunan-bangunan kolonial Belanda.

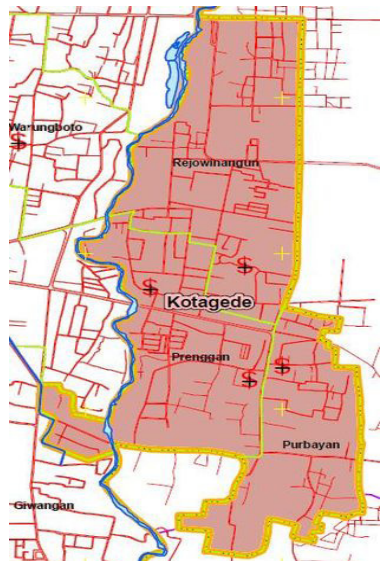


Gambar 2.14. Kawasan Kraton–Malioboro

4. Kawasan Kota Gede, Yogyakarta

Kawasan Kota Gede merupakan bekas pusat Kasultanan Mataram ketika belum terbagi menjadi dua, antara Kasultanan Yogyakarta dan Kasunanan Surakarta. Di Kota Gede masih ditemukan sisa-sisa bangunan Istana Kasultanan yang tinggal tersisa bagian-bagian lantai. Selain itu juga bangunan masjid kasultanan dan makam kerabat kerajaan.

Sebagai sisa-sisa ibukota Kesultanan Mataram tentunya memiliki nilai hiostoris yang sangat tinggi. Masih banyak bangunan-bangunan tradisional yang berupa rumah joglo, yang merupakan



Gambar 2.15.
Peta Kawasan Kota Gede

tempat tinggal para bangsawan dan saudagar kaya. Sekarang Kota Gede menjadi pusat kerajinan perak yang sangat terkenal.

5. Kota Surakarta, Jawa Tengah

Kota Surakarta merupakan pusat ibukota Kasunan Surakarta dan Mangkunegaran Surakarta. Pada kota ini bangunan kraton Kasunanan Surakarta dan Mangkunegaran masih berdiri megah. Selain itu juga banyak bangunan-bangunan dari masa kolonial. Salah satu bangunan kolonial Belanda yang terkenal di Surakarta adalah Benteng Vasten Berg. Selain itu juga banyak bangunan-bangunan tradisional lainnya sehingga Surakarta juga menjadi salah satu kota yang layak untuk diusulkan sebagai *World Heritage Cities* dan menjadi Jaringan Kota Pusaka.



Gambar 2.16. Kraton Kasunanan Surakarta

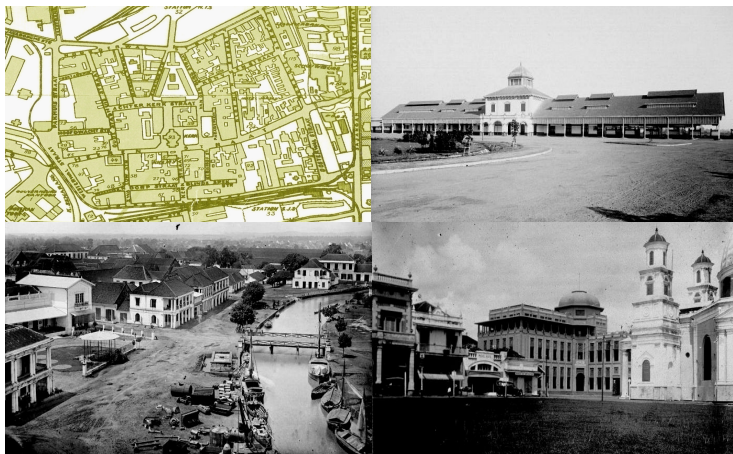
6. Kawasan Kota Lama, Semarang, Jawa Tengah

Kawasan Kota Lama Semarang adalah bagian sejarah yang tidak dapat dipisahkan dari keberadaan kota Semarang sekarang. Kota Lama Semarang atau yang sering disebut **Outstadt** atau **Little Netherland**

mencakup setiap daerah di mana gedung-gedung yang dibangun sejak zaman Belanda. Namun seiring berjalannya waktu istilah kota lama sendiri terpusat untuk daerah dari sungai Mberok hingga menuju daerah Terboyo.

Sejarah Kota Lama diawali dengan perjanjian antara Amangkurat II dengan pihak Belanda pada 15 Januari 1678. Saat itu Amangkurat II menyerahkan Semarang kepada pihak VOC karena Belanda telah membantu Mataram menumpas pemberontakan Trunojoyo. Setelah Semarang jatuh dalam kekuasaan VOC, maka benteng pertahanan mulai dibangun oleh Belanda. Demikian juga rumah-rumah hunian Belanda dan bangunan Belanda untuk perkantoran dan perdagangan mulai dibangun. Demikian juga bangunan untuk peribadatan, yang sangat terkenal sampai sekarang, yaitu Gereja Blenduk.

Secara umum karakter bangunan di Kawasan Kota Lama Semarang mengikuti bangunan-bangunan di benua Eropa sekitar tahun 1700-an. Hal ini bisa dilihat dari detail bangunan yang khas dan ornamen-ornamen yang identik dengan gaya Eropa. Seperti ukuran pintu dan jendela yang luar biasa besar, penggunaan kaca-kaca berwarna, bentuk atap yang unik, sampai adanya ruang bawah tanah. Hal ini tentunya bisa dibilang wajar karena faktanya wilayah ini dibangun saat Belanda datang. Tentunya mereka membawa sebuah konsep dari negara asal mereka untuk dibangun di Semarang yang merupakan tempat baru bagi mereka.



Gambar 2.17. Gambaran Kota Lama Semarang tempo dulu

BAB III

UPAYA KONSERVASI KAWASAN CAGAR BUDAYA

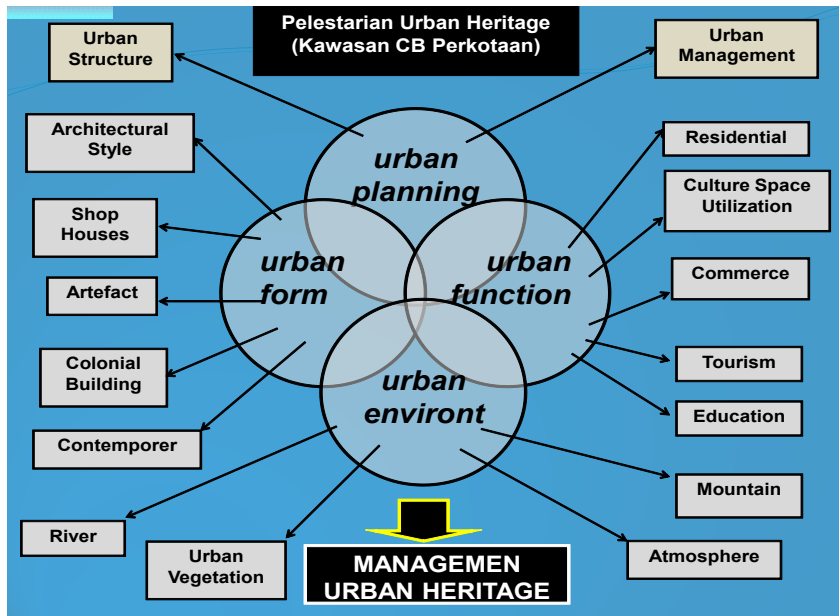
A. Masalah Umum Kawasan Cagar Budaya di Perkotaan

Masalah-masalah umum yang dijumpai di perkotaan khususnya berkaitan dengan upaya pelestarian terhadap cagar budaya di perkotaan antara lain sebagai berikut.

1. Konsep konservasi (pelestarian) Kawasan Cagar Budaya (KCB) belum dipahami masyarakat luas. Dengan kondisi seperti ini maka pelestarian kawasan seolah-olah hanya menjadi tanggung jawab pemerintah saja. Masyarakat luas khususnya pemilik bangunan cagar budaya di perkotaan, baik perorangan maupun perusahaan, kadang mengabaikan kelestarian bangunan cagar budaya di kawasan Cagar Budaya. Padahal bangunan tersebut merupakan ruh atau isi dari sebuah Kawasan Cagar Budaya. Jika bangunannya hilang maka Kawasan Cagar Budaya tersebut akan berkurang bahkan hilang nilainya sebagai sebuah Kawasan Cagar Budaya.
2. Pengabaian/Penggusuran Bangunan Cagar Budaya di perkotaan. Pengabaian terhadap bangunan Cagar Budaya di perkotaan kadang menjadui suatu strategi yang dilakukan oleh pemilik atau yang menguasainya, sehingga kondisi bangunan tersebut menjadi tidak terawat, rusak, dan kumuh. Dengan kondisi demikian maka seolah-olah menjadi suatu pilihan untuk dilakukan demolisi atau penghancuran/penggusuran.
3. “Pembangunan” yang dilakukan oleh para pengambil keputusan atau para pengusaha seringkali diartikan menggantikan yang lama. Oleh karena itu bangunan-bangunan lama yang menurut perhitungan kebutuhan sekarang tidak sesuai maka diganti dengan bangunan baru yang dinilai lebih sesuai. Upaya revitalisasi, adaptasi, adaptiv use kadang menjadi pilihan yang dihindari oleh pembangunan yang disalahartikan.

4. Alih fungsi (adaptasi) terhadap bangunan lama kadang tidak sesuai dan justru mengancam kelestarian bangunan tersebut dalam jangka panjang. Kadang adaptasi hanya memikirkan kebutuhan kekinian berdasarkan perhitungan untung dan rugi dari aspek ekonomi. Dengan pola pikir demikian maka banyak bangunan cagar budaya yang mengalami adaptasi yang tidak sesuai dengan tujuan pelestarian.
5. Pada sisi lain penegakan hukum terhadap Cagar Budaya masih lemah. Banyak pelanggaran yang dilakukan di berbagai tempat, namun dalam kenyataannya sanksi hukum sesuai dengan ketentuan Undang-Undang Cagar Budaya belum dapat diberlakukan secara efektif. Lemahnya perlindungan hukum terhadap Kawasan Cagar Budaya juga secara langsung dapat dilihat dari kebijakan Pemerintah yang umumnya belum memasukkan Kawasan Cagar Budaya sebagai kawasan lindung yang masuk dalam RTRW. Bahkan baru sedikit Pemerintah Daerah melindungi Bangunan Cagar Budaya dan Kawasan Cagar Budaya dengan Peraturan Daerah (Perda).
6. Umumnya juga belum ada pengelolaan yang terpadu antar Stakeholders terhadap Kawasan Cagar Budaya di perkotaan. Hal ini mengakibatkan antara satu kebijakan dengan kebijakan lain tidak saling mendukung, bahkan justru kontra produktif terhadap upaya pelestarian. Padahal dalam upaya pelestarian terhadap Kawasan Cagar Budaya tidak dapat hanya melibatkan satu aspek saja, tetapi banyak aspek, antara lain ekonomi, sosial, budaya, pendidikan, transportasi, dan lain-lain.

Upaya pelestarian terhadap Kawasan Cagar Budaya, khususnya yang berada di daerah perkotaan, perlu memperhatikan empat aspek pokok, yaitu bentuk kota (*urban form*), fungsi kota (*urban function*), lingkungan kota (*urban enviroant*), dan rencana kota (*urban planning*). Dari keempat aspek pokok tersebut akan melahirkan banyak faktor yang merupakan turunan dari empat aspek pokok tersebut. Baik empat aspek pokok maupun faktor-faktor turunannya harus mendapatkan perhatian dan penanganan sehingga upaya pelestarian Kawasan Cagar Budaya di Perkotaan dapat tercapai dengan optimal.



Gambar 2.18. Empat Aspek Pokok dalam Pelestarian KCB Perkotaan

B. Etika Konservasi

Dalam upaya pelestarian Kawasan Cagar Budaya di perkotaan tentunya harus diperhatikan tujuh pilar Etika Teknis Konservasi (Kriswandono, 2014: 61-62):

1. **Menguasai karakter bangunan.** Hal ini diperoleh melalui penyelidikan yang seksama atas bangunan cagar budaya secara menyeluruh sehingga menghasilkan pengetahuan yang benar. Hal ini diharapkan mampu menjelaskan dan menguraikan sisi nilai-nilai kesejarahan pada saat pengambilan keputusan semua tindakan konservasi. Juga, sekaligus mampu mempertahankan setiap keputusan yang telah diambil serta terbuka terhadap semua pertanyaan yang diajukan.
2. **Respek dan hati-hati.** Sikap hati-hati sangat diperlukan ketika bangunan akan dialihfungsikan dan digunakan sesuai dengan kebutuhan yang baru. Penanganan teliti dan hati-hati sangat diperlukan dan selalu didiskusikan dengan pihak-pihak yang bersangkutan berkaitan dengan kebutuhan

penanganan secara teknis struktur, kebutuhan fungsi baru di masa datang, dan kebutuhan penanganan secara estetika. Juga, haruslah selalu dipahami bahwa bangunan ini akan berlanjut hingga generasi berikutnya.

3. **Menjaga dan memelihara.** Kemampuan untuk merencanakan penggunaan, perawatan, dan perbaikan, serta bagaimana pemeliharaan yang berkelanjutan dan penuh ketelitian dengan penyusunan perencanaan program pemeliharaan dan perawatan yang baik.
4. **Intervensi Minimal.** Setiap tindakan intervensi pada bangunan cagar budaya haruslah didasarkan pada penghargaan tinggi dalam estetika, sejarah, dan kesatuan fisik bangunan dari sebuah kesatuan hasil budaya. Semua bentuk tindakan intervensi konservasi diusahakan seminimal mungkin, termasuk saat mengadakan penelitian, pengambilan contoh bahan penyusun, dan ekskavasi.
5. **Selalu terkait dengan sejarah.** Masalah ini berkaitan antara tindakan konservasi dengan kemampuan pengambilan keputusan yang ada hubungannya dengan nilai-nilai dalam konteks waktu yang berbeda, restorasi, rekonstruksi, dan penambahan bangunan baru pada lingkungan yang lama. Penerapan konsep otentisitas harus mewarnai semua pengambilan keputusan pelestarian bangunan lama.
6. **Menguasai pengetahuan tentang penguasaan bahan bangunan dan teknik pengolahannya.** Kemampuan pengetahuan menguasai bahan bangunan baik jenis, karakter, maupun teknik penggunaannya. Bahan bangunan lama yang secara terun-temurun telah digunakan harus diperlakukan sama dengan bahan bangunan modern. Bahan yang digunakan diputuskan melalui diskusi dengan pihak-pihak terkait dan dengan alasan yang dapat dipertanggungjawabkan.
7. **Selalu mendokumentasikan sebelum, selama dan sesudah konservasi.** Teknik konservasi harus mampu mendokumentasikan semua tindakan yang sedang dan yang telah dilakukan. Keadaan bangunan sebelum dilakukan satu tindakan konservasi dan semua metode serta bahan bangunan yang digunakan selama tindakan harus dicatat atau didokumentasikan secara menyeluruh.

C. Tindakan Intervensi

Sesuai dengan tujuh pilar etika teknis konservasi tersebut di atas, maka selanjutnya terdapat enam bentuk tindakan intervensi terhadap Bangunan dan Kawasan Cagar Budaya, yaitu prevensi, preservasi, restorasi, rehabilitasi, reproduksi, rekonstruksi, dan demolisi (Kriswandono, 2014: 68-70).

Prevensi, suatu tindakan bertujuan untuk melindungi bangunan cagar budaya dengan mengendalikan lingkungan tempat bangunan tersebut. Tindakan ini mencegah atau mengurangi berbagai penyebab pelapukan dan kerusakan, misalnya, mengontrol kelembaban udara, suhu, dan sinar matahari yang mengenai tempat atau bangunan cagar budaya. Prevensi juga dilakukan melalui menghindari tempat atau bangunan cagar budaya dari ancaman kebakaran, gas-gas polutan, pencurian, dan vandalisme, termasuk mengendalikan ancaman rob dan banjir. Tindakan pembersihan berkala dan pengelolaan yang baik termasuk bagian ini. Intinya, pengawasan yang baik pada tempat atau bangunan cagar budaya adalah dasar dari tindakan prevensi.

Preservasi, suatu tindakan untuk menjaga seluruh keberadaan asli, isi, lokasi bangunan cagar budaya sama seperti keadaan asli dan tanpa perubahan. Tindakan perubahan dilakukan bilamana diperlukan untuk mencegah berbagai kerusakan di masa akan datang. Segala kerusakan yang disebabkan oleh air, bahan-bahan yang bersifat khemis, serangga, dan mikroorganisme dalam berbagai bentuk, harus dihentikan untuk menjaga keutuhan struktur bangunan cagar budaya secara keseluruhan.

Restorasi, proses mengembalikan bangunan cagar budaya pada keadaan semula dengan menghilangkan tambahan-tambahan dan memasang komponen semula tanpa menggunakan bahan baru. Restorasi layak dilakukan bila ada sebagian kecil maupun besar bangunan cagar budaya telah hilang yang berkaitan dengan sejarah dan waktu. Jika persyaratan dan nilai sejarah menuntut tetap pada kondisi semula maka pengambilan keputusan restorasi harus diambil, meskipun harus mengorbankan sebuah evolusi bangunan dan bukti bahwa bangunan tersebut mampu bertahan.

Prinsip restorasi yang baik terletak pada keaslian elemen yang akan direstorasi, meskipun keadaannya tidak lagi dalam kondisi baik, dan jika memungkinkan harus membuat replika. Tindakan menduga-duga tanpa bukti yang jelas berkaitan dengan hal yang ada di masa lalu tidak diperkenankan dalam restorasi. Jika tidak ada dokumen yang menunjukkan aslinya maka lebih

baik dibiarkan saja apa adanya. Restorasi tidak dilakukan dengan menduga-duga tentang bentuk asli tetapi harus didasarkan pada bukti yang ada, meskipun jumlahnya sangat terbatas.

Rehabilitasi, biasanya paling umum dilakukan untuk bangunan cagar budaya yang tidak lagi berfungsi dan berguna seperti aslinya tetapi masih memiliki nilai arsitektur yang tinggi. Jadi, rehabilitasi adalah tindakan pendekatan penyesuaian (*adaptive use*) saat bagian-bagian bangunan cagar budaya mengalami kerusakan atau pelapukan tetapi masih dapat dilakukan modifikasi untuk kegunaan baru bangunan tersebut. Pada umumnya, perubahan paling banyak dilakukan pada bagian interior, tempat yang lebih leluasa untuk melakukan perubahan. Untuk bagian eksterior, dilakukan perubahan seminimal mungkin guna mempertahankan dan menjaga integritas karakter bangunan cagar budaya itu.

Ketika *adaptive use* dipilih sebagai bentuk teknis teknologi intervensi, perubahan atau penambahan dapat saja dilakukan, tetapi tidak boleh rancu dengan elemen asli bangunan cagar budaya tersebut. Konstruksi baru pada umumnya merupakan sebuah rancangan yang bersifat kekinian dapat saja selaras atau kontras dengan bangunan lama. Design baru yang selaras dengan bangunan lama harus dijaga dalam beberapa elemen arsitekturnya seperti skala, warna, tatanan massa, proporsi, dan bahan penyusun bangunan. Elemen-elemen ini akan menjadi semacam pengikat atau penyesuaian antara elemen pada bangunan lama. Pada umumnya, bagian-bagian baru dalam sebuah rancangan arsitektur menjadi pendukung bangunan asli daripada menjadi saingan.

Desain kontras merupakan sebuah usaha untuk mencoba menghargai bangunan lama dengan menciptakan perbedaan daripada persamaan. Contoh, konstruksi kaca gelap yang lembut ditambahkan pada sebuah struktur batubata bangunan lama dapat membuat perbedaan satu sama lain daripada saling mengalahkan.

Reproduksi, meliputi pembuatan tiruan artefak asli untuk keperluan penggantian karena hilang atau telah rusak. Pada umumnya, hal ini berkaitan dengan elemen dekoratif untuk menjaga harmonisasi estetika bangunan. Jika sebuah warisan budaya mengalami kerusakan secara permanen atau terancam oleh karena lingkungan yang tidak mendukung lagi, mungkin lebih baik jika dipindahkan saja untuk mendapatkan lingkungan yang lebih sesuai dan harus

segera dilakukan tindak reproduksi untuk menjaga keutuhan kawasan, situasi atau karakter bangunan cagar budaya.

Rekonstruksi, bertujuan untuk mengembalikan sebuah bangunan cagar budaya atau warisan budaya lainnya sesuai dengan aslinya dengan menggunakan bahan penyusun mula-mula atau baru. Perlu diperhatikan di sini, jika harus digunakan bahan baru maka tidak diizinkan untuk diberi penyelesaian supaya terkesan seperti bangunan lama (seperti penambahan patina). Dalam rekonstruksi, sekali lagi harus didasarkan pada dokumen yang akurat dan bukti-bukti yang dapat dipertanggungjawabkan dan bukan dengan cara menduga-duga.

Proses tersebut bukanlah sebuah rumusan baku. Perlakuan bangunan cagar budaya sebagai sebuah keunikan membawa dampak bahwa tidak ada satu ukuran yang dapat diterapkan secara universal dalam tindak konservasi. Penerapan tingkat intervensi proses konservasi diserahkan sepenuhnya kepada tim konservator sesuai dengan keunikan dan karakter bangunan cagar budaya yang akan dikonservasi. Meskipun setiap ahli dapat menguraikan proses konservasi menjadi lebih terinci dari proses di atas, semuanya itu tidak dapat dilepaskan dari prinsip-prinsip intervensi minimal.

Demolisi atau penghancuran adalah musuh besar yang harus dihindari dalam tindak konservasi. Tindakan tersebut adalah pengkhianatan prinsip-prinsip proses konservasi. Rekomendasi ini tentu sangat mengecewakan, karena pihak-pihak tertentu dapat saja melegitimasi tindakan penghancuran warisan budaya arsitektur berdasarkan dari hasil studi tersebut.

D. Pendekatan Pengembangan

1. Permanensi

Pada dasarnya Kawasan Cagar Budaya memiliki masa lalu–masa kini–masa depan. Oleh karena itu nilai-nilai lama masih dapat dinikmati kehadirannya pada masa kini. Inilah yang dinamakan sebagai nilai-nilai ***permanensi***. Dengan mempertimbangkan nilai-nilai permanensi maka dimensi *spatial continuity* dan temporal menjadi pertimbangan dalam pengembangan Kawasan Cagar Budaya. Dalam Kawasan Cagar Budaya juga terdapat elemen evolutif yang sifatnya temporal (*slum area*, bantaran sungai) dan elemen primer (*historical buildings*). Dengan keberadaan elemen demikian maka Kawasan Cagar Budaya juga dapat menjadi elemen *propelling*

(penggerak/pendorong) dan elemen *patologis* (ancaman, sumber masalah) dalam konteks kesatuan ruang dengan kawasan kota secara keseluruhan.

2. Sistemik

Kawasan Cagar Budaya sebagai sub-sistem dari seluruh ruang kota saling memiliki keterkaitan. Dengan kenyataan demikian maka perlu adanya pengorganisasian sub-sistem secara keseluruhan yang berada di ruang kota. Hal ini perlu dilakukan untuk menciptakan kelancaran komunikasi dan pergerakan penduduk, barang, dan jasa. Jika hubungan yang sistemik antar sub-sistem ruang kota tidak berjalan secara harmonis maka secara langsung akan mengakibatkan tidak meratanya arus energi, barang, dan jasa pada ruang kota, sehingga akan mendorong terjadinya ketidakharmonisan hubungan antar ruang kota.

3. Humanis

Dalam pendekatan *humanis* maka perencanaan pembangunan lebih banyak ditentukan oleh masyarakat sendiri. Dalam hal ini maka perencanaan pembangunan ditekankan pada skala kecil tapi menjadi bagian penting dari kehidupan sehari-hari, misalnya bagaimana merencanakan dan membangun ruang publik, jalan, dan fasilitas umum di Kawasan Cagar Budaya. Perubahan yang terjadi dilakukan secara bertahap dan prosedural, bukan perubahan yang mendadak dan menyeluruh yang diarahkan oleh *master plan*. Dengan pendekatan yang humanis maka masyarakat akan merasa memiliki dan bertanggung jawab terhadap segala bentuk perubahan yang terjadi.

4. Katalis

Pada dasarnya introduksi elemen baru sebagai *katalis* (mempercepat proses) untuk menuntun perubahan dalam suatu Kawasan Cagar Budaya dapat dilakukan, misalnya dalam bentuk *homestay*, toko souvenir, ruang pameran seni, dan sebagainya. Katalis dapat berupa nilai-nilai ekonomi, sosial, arsitektur. Hal yang perlu mendapatkan perhatian bahwa prinsipnya katalis dapat diterima masyarakat setempat. Oleh karena masing-masing Kawasan Cagar Budaya memiliki spesifikasi dan karakter maka masing-masing Kawasan Cagar Budaya memiliki katalisator yang berbeda dengan Kawasan lainnya.

5. Ekologis

Sesuai dengan Deklarasi Rio pada KTT Bumi 1992, dalam setiap pembangunan perlu adanya integritas ekologi, yaitu melestarikan lingkungan dan penggunaan energi ramah lingkungan. Selanjutnya dalam pembangunan juga perlu memperhatikan keadilan sosial untuk memberikan kesempatan dan pengakuan yang sama di antara individu, kelompok sosial, gender. Masalah integritas budaya juga perlu diperhatikan untuk mempertahankan kekayaan tradisi dan kultur masyarakat. Dalam kaitannya dengan pengembangan dan pembangunan di area Kawasan Cagar Budaya transportasi, jalur pejalan kaki, vegetasi langka, ruang-ruang terbuka untuk perjumpaan warga, dan lain-lain menjadi bagian yang tidak boleh diabaikan.

6. Organik

Dalam pengembangan Kawasan Cagar Budaya perlu adanya keseimbangan hubungan yang dinamis di antara fungsi elemen Kawasan Cagar Budaya. Pengambilan keputusan untuk menentukan mana yang perlu dikonservasi, mana yang perlu dirobohkan, dan mana yang diganti harus mempertimbangkan banyak aspek. Keputusan yang bijak dan cerdas adalah bagaimana dengan pemilihan tersebut sekaligus untuk memberi ruang agar Kawasan Cagar Budaya tersebut dapat berkembang secara dinamis dan harmonis sesuai proses sejarah. Salah satu contoh Kawasan Cagar Budaya yang dapat berkembang secara Organik adalah **Piazza San Marco** di Venice Itali. Awalnya bangunan dan kawasan tersebut sebagai kebun anggrek kerajaan, kemudian berubah fungsi menjadi *public open area*. Pada periode berikutnya berubah menjadi katedral yang diikuti dengan berdirinya bangunan-bangunan bergaya Ghotic yang mewakili periode masa. Dengan berkembang secara organik maka sekaligus membentuk kesatuan proses sejarah.



Gambar 2.19. Piazza San Marco di Venecia Itali yang dikembangkan dengan pendekatan Organik

E. Prinsip Perencanaan Kawasan Cagar Budaya

Dalam perencanaan Kawasan Cagar Budaya paling tidak terdapat sembilan prinsip, yaitu Kesenambungan Sejarah, Keterpaduan, Penguatan Satuan-satuan Keunikan, Ketahanan Spasial, Penguatan Komunitas Lokal, Skala Kegiatan Ekonomi, Skala Fisik dan Gaya Arsitektur, Ekologi, dan Kemauan Poilitik.

1. Kesenambungan Sejarah

Dalam perencanaan Kawasan Cagar Budaya prinsip kesinambungan sejarah yang berupa kontinyuitas/keberlanjutan sejarah sangat perlu dipertahankan. Implementasinya adalah artefak-artefak lama perlu dipertahankan. Lay-out kawasan harus dijaga keasliannya karena memiliki nilai permanensi yang akan memberikan ciri khas suatu Kawasan Cagar Budaya. Pertumbuhan fisik harus mengambil referensi atau berdasarkan pada artefak-artefak lama, misalnya introduksi bangunan baru harus menyesuaikan dengan arsitektur bangunan lama yang sudah ada.

2. Keterpaduan

Dalam Kawasan Cagar Budaya terdapat elemen-elemen yang bersifat primer dan evolutif. Oleh karena itu dua elemen ini harus tetap dipertahankan secara seimbang dan harmonis. Demikian juga perlunya zonasi untuk menentukan antara kawasan inti dan kawasan bukan inti, sehingga dimungkinkan adanya pengembangan yang terpadu antar zona dalam suatu Kawasan Cagar Budaya.

3. Penguatan Satuan Keunikan

Aspek-aspek budaya yang unik dalam Kawasan Cagar Budaya, baik yang bersifat *intangible* dan *tangible*, perlu dibina dan diperkuat agar tidak mudah hilang digerus oleh perkembangan zaman. Keragaman satuan-satuan keunikan yang dimiliki oleh Kawasan Cagar Budaya, misalnya gaya arsitektur, pola jalan, aktivitas budaya, ekonomi, sosial kemasyarakatan, landscape, dan vegetasi langka perlu dipertahankan dan dibina sebagai daya pikat kawasan.

4. Ketahanan Spasial

Kawasan Cagar Budaya perlu memiliki ketahanan spasial yang tidak mudah digerogeti oleh kepentingan yang kontra produktif terhadap upaya pelestarian. Ketahanan spasial dapat diwujudkan dalam peraturan-peraturan perlindungan sebagai kendali pembangunan dan pemberian penghargaan serta insentif yang konsisten terhadap pihak-pihak yang ikut serta dalam upaya pelestarian.

5. Penguatan Komunitas Lokal

Masyarakat lokal penghuni Kawasan Cagar Budaya perlu dilindungi, dikuatkan, dan diberi insentif agar tidak mengalihkan hak kepemilikan tanah dan bangunan kepada pihak lain. Upaya demikian sebagai salah satu cara agar masyarakat lokal benar-benar dapat menyatu dengan artefak dan lingkungannya. Selain itu juga masyarakat lokal perlu didorong dan didukung untuk menjadi aktor pelestari Kawasan Cagar Budaya.

6. Skala Kegiatan Ekonomi

Skala kegiatan ekonomi harus selaras dengan karakter kawasan. Artinya, kegiatan ekonomi yang sudah dan berlangsung lama mengikuti irama sejarah perlu dilindungi dan dipertahankan, tidak boleh dimatikan dan dikalahkan dengan kegiatan ekonomi yang baru. Dengan kata lain,

introdusir kegiatan ekonomi harus dipertimbangkan masak-masak agar tidak menenggelamkan kegiatan-kegiatan ekonomi yang telah ada. Dengan demikian maka kegiatan-kegiatan ekonomi baru yang berskala besar sebaiknya ditempatkan di kawasan-kawasan pengembangan kota bukan di Kawasan Cagar Budaya.

7. Skala Fisik dan Gaya Arsitektur

Makna suatu Kawasan Cagar Budaya adalah ditentukan oleh kualitas pemeliharaan keaslian gaya arsitektur bangunan-bangunan yang ada di dalamnya. Pemanfaatan ruang tidak merusak keasliannya, sehingga justru menghancurkan simbol-simbol fisik yang ada dan menghilangkan nilai-nilai permanensinya. Dalam skala horizontal kawasan tetap dipertahankan dan pembangunan bangunan-bangunan baru ketinggiannya tidak boleh melebihi ketinggian bangunan-bangunan lama yang sudah ada. Oleh karena itu pembangunan di Kawasan Cagar Budaya harus tetap mempertahankan keaslian fisik dan arsitektur bangunan lama, karena keaslian fisik dan arsitektur tersebut sudah menjadi *landmark* atau *tetenger* sebuah Kawasan Cagar Budaya.

8. Ekologi

Prinsip ekologis adalah penggunaan energi dan perlindungan terhadap sumber budaya harus sesuai dengan karakter Kawasan Cagar Budaya. Untuk itu maka Kawasan Cagar Budaya perlu diarahkan sebagai kawasan rujukan dalam penerapan prinsip-prinsip ekologis, misalnya pengelolaan air bersih, pengelolaan air limbah dan sampah, perlindungan terhadap tanaman langka, dan perlindungan terhadap budaya setempat. Prinsip ekologis yang diterapkan akan memberikan keramahan dan kenyamanan bagi masyarakat penghuninya.

9. Kemauan Politik

Pengembangan Kawasan Cagar Budaya pada akhirnya harus menjadi agenda bersama, antara masyarakat, pemerintah, politisi, budayawan, pengusaha, dan *stakeholders* yang ada. Kawasan Cagar Budaya perlu dijadikan sebagai agenda bersama sehingga pengembangan dan perubahan yang ada menjadi milik bersama, khususnya masyarakat yang tinggal di Kawasan Cagar Budaya. Tentunya ini semua harus menjadi kemauan politik (*political will*) pemerintah.

BAB IV

PENUTUP

Pada paparan di atas sudah diuraikan mengenai pengertian dasar konservasi yang diuraikan dalam Bab I. Pada Bab II diuraikan pengertian mengenai Kawasan Cagar Budaya dan kebijakan Pemerintah dalam perlindungan Kawasan Cagar Budaya sesuai dengan ketentuan Undang-Undang Cagar Budaya Nomor 11 Tahun 2010. Selanjutnya pada Bab II juga diberikan contoh-contoh Kawasan Cagar Budaya di Indonesia, yang berada di perdesaan maupun di perkotaan. Pada Bab III selanjutnya diuraikan mengenai berbagai permasalahan Kawasan Cagar Budaya, khususnya yang berada di perkotaan.

Meskipun Kawasan Cagar Budaya merupakan kawasan yang harus dilestarikan dan dijaga keasliannya, namun pada prinsipnya boleh dikembangkan. Oleh karena itu pada Bab III juga diuraikan mengenai pendekatan dan prinsip-prinsip dalam perencanaan pengembangan Kawasan Cagar Budaya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, **Undang-Undang RI Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya**

Attoe, Wayne and Logan, Donn. **American Urban Architecture: Catalysts in the Design of Cities**. Los Angeles: University of California Press, 1989.

Kriswandhono dan Nurtjahja Eka Pradana, **Sejarah dan Prinsip Konservasi Arsitektural Bangunan Cagar Budaya Kolonial**. Semarang: Institut Konservasi ERMIT, 2014.

Rossi, Aldo. **The Architecture of City**. Massachusetts: The Institute for Architecture and Urban Studies, 1982.

Whittick, Arnold. **Encyclopedia of Urban Planning**. New York: Mc Graw Hill Book Company, 1974.

PENGETAHUAN BAHAN KONSERVASI

Oleh :

Aris Munandar



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Benda atau bangunan cagar budaya pada umumnya umurnya puluhan bahkan ratusan tahun. Pada waktu ditemukan, kondisinya ada yang masih baik dan ada yang sudah rusak atau rapuh. Untuk melestarikannya perlu tindakan pemeliharaan atau perawatan. Pemeliharaan hanya dilakukan pada benda atau obyek yang kondisinya masih baik dalam arti belum terjadi kerusakan maupun kerapuhan, tindakan pemeliharaan ini dilaksanakan menggunakan cara dan peralatan sederhana baik secara rutin maupun berkala, jadi dalam konteks ini kegiatan yang dilakukan bersifat preventif (pencegahan) agar benda terhindar dari faktor alami, unsur hayati atau pencemaran yang dapat merusak atau merapuhkan benda. Sedangkan perawatan dilakukan pada benda atau obyek yang kondisinya telah mengalami kerapuhan atau rusak. Tindakan perawatan ini dilakukan dengan teknologi modern sebagai upaya untuk menghambat proses kerusakan dan pelapukan lebih lanjut atau dikenal dengan istilah *konservasi*. Tindakan konservasi tidak terbatas pada bendanya saja, tetapi juga lingkungannya, agar kondisinya terkendali, sehingga langkah langkah pelestarian dapat dilakukan dengan tuntas. Jadi dalam melakukan kegiatan konservasi tindakan yang dilakukan bersifat kuratif (pengobatan).

Ada tiga hal pokok yang saling berkaitan satu sama lain dalam melakukan tindakan konservasi yaitu sumber daya manusia (SDM), prinsip, bahan dan alat. Dalam melakukan tindakan konservasi diperlukan sumber daya manusia yang trampil dan berpengalaman serta memahami tentang prinsip teknis maupun arkeologis. Untuk menciptakan tenaga yang memenuhi kriteria tersebut, dapat ditempuh melalui pendidikan dan pelatihan dibidang konservasi secara berjenjang. Selain itu dalam melakukan tindakan konservasi tidak terlepas dari penggunaan bahan dan alat sebagai sarana kerja. Jenis bahan untuk konservasi (bahan konservan) cukup banyak dan dari tahun ke tahun selalu berkembang mengikuti kemajuan teknologi. Bahan konservasi yang belum baku sebelum

digunakan sebaiknya diuji lebih dahulu di laboratorium. Pengetahuan tentang bahan konservasi dengan beragam jenis dan kegunaan termasuk metode aplikasinya sangat diperlukan agar tindakan konservasi dapat dilakukan tepat sasaran. Oleh karena itu modul ini disajikan khusus untuk membahas mengenai pengetahuan bahan untuk konservasi (bahan konservan) dengan harapan peserta pendidikan dan pelatihan konservasi khusus dalam jenjang tingkat menengah dapat paham mengenai bahan-bahan untuk konservasi sehingga tindakan konservasi dalam rangka melestarikan benda cagar budaya dapat dilakukan dengan benar.

B. Diskripsi Singkat

Modul ini secara garis besar akan membahas tentang pengertian bahan konservasi, jenis jenis bahan konservasi yang meliputi bahan organik, bahan anorganik dan bahan tradisional termasuk produksinya. Selain itu juga membahas tata cara pengujian, syarat pemakaian dan cara penyimpanan serta ketentuan metode aplikasi yang tercantum di dalam *technical data sheet* (TDS).

C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran dan pelatihan diharapkan peserta dapat memahami berbagai jenis bahan untuk konservasi serta ketentuan yang ada sesuai petunjuk dalam *technical data sheet* (khusus bahan konservasi produksi pabrikan) sehingga dalam pengadaan, pemilihan bahan, serta aplikasinya dapat dilakukan dengan benar dan aman bagi benda maupun tenaga pelaksananya. Selain bahan pabrikan peserta diharapkan dapat memahami beberapa bahan konservan tradisional sebagai alternatif.

BAB II

POKOK BAHASAN

A. Pengertian

Bahan untuk konservasi (Bahan konservan) adalah bahan yang digunakan untuk memelihara dan mengawetkan benda cagar budaya dalam rangka mencegah dan menghambat kerusakan dan pelapukan lebih lanjut. Bahan konservasi sebelum digunakan terlebih dahulu dilakukan pengujian di laboratorium dan di lapangan untuk mengetahui efektifitas dan pengaruhnya terhadap material benda cagar budaya.

B. Jenis Bahan Konservasi

Bahan konservasi pada garis besarnya dapat dibagi dua jenis yaitu:

1. Bahan konservasi organik, yang termasuk golongan ini adalah sebagian besar bahan produksi pabrikan dan bahan yang berasal dari sumber daya hayati yang **secara tradisional** sering digunakan untuk penanganan konservasi.
2. Bahan konservasi anorganik, yang termasuk golongan ini adalah bahan artificial dan juga ada produksi pabrikan yang terdiri campuran bahan bahan anorganik.

Bahan konservasi pabrikan bermacam-macam tergantung dari fungsi dan kegunaannya, secara umum spesifikasiya adalah sebagai berikut :

- Bentuk bahan : Cair, paste/kental, padat
- Kegunaan : Untuk pembersihan, perbaikan, pengawetan, konsolidasi, *water proofing*, *water repellent*
- Formula bahan : Unsur kimiawi organik, sering campuran dengan unsur kimiawi anorganik

- Sifat bahan : Bau, biasanya merangsang
- Warna : dari tak berwarna,transparan,hingga warna gelap
- Kekentalan : dari encer hingga kental
- Cara penggunaan : siap pakai, dengan mencampur dua komponen,dilarutkan dengan air atau dilarutkan dengan bahan pelarut organik
- Metode pemakaian : dioleskan, disemprotkan, sistim injeksi, direndam, di gosokan
- Jenis dan nama bahan : bahan pembersih, bahan perekat, bahan pengawet, bahan konsolidasi, bahan pelapis atau coating, bahan penolak air dan bahan pelarut
- Agar bahan konservasi dapat digunakan secara optimal, maka dalam pemilihan perlu mempertimbangkan beberapa syarat diantaranya :
 - Mudah diplikasikan
 - Aman terhadap bendanya
 - Aman terhadap pemakainya
 - Aman terhadap lingkungan
 - Bersifat *reversible*
 - Efektif dan Effisien
 - Mudah dicari di pasaran
 - Mempunyai nilai ekonomis

Sebelum menggunakan bahan untuk konservasi (bahan kimia) kemasan pabrik, agar pelajari dan pahami dulu mengenai *Material savety data sheet*. Hal hal yang perlu dipelajari dan dipahami antara lain:

- Nama bahan aktif dan susunan kimiawi
- Persentase bahan aktif dan bahan tambahan
- Data teknis dan sifat fisik :
 1. Titik didih
 2. Densitas
 3. Warna

4. Bau
5. Viscositas (kekentalan)
6. Derajat keasaman (Ph)
7. Pelarut
8. Bentuk (cair, padat, powder)
9. Sifat mudah tidaknya terbakar
10. Berat jenis
11. Pengencer
 - Petunjuk keselamatan pemakaian
 - Petunjuk penggunaan (kadar bahan dan alat)
 - Sertifikat bahan (lembaga yang menguji)
 - Ketahanan bahan dalam pemakaian (di ukur dengan waktu)
 - Batas dan cara penyimpanan
 - Hasil pengujian bahan pada beberapa sampel
 - Kemasan bahan (per kg, 5 kg, gallon, drum, zak)

Beberapa jenis bahan konservasi pabrikan meliputi :

- Pestisida adalah bahan kimia untuk membunuh tanaman pengganggu (gulma) dan hewan perusak, terdiri dari : herbisida, algaesida, fungisida dan insektisida
- Herbisida untuk membunuh sejenis rumput rumputan, algaesida untuk membunuh ganggang (algae), fungisida untuk membunuh jamur, insektisida untuk membunuh serangga.
- Bahan perekat adalah bahan yang digunakan untuk merekatkan benda cagar budaya yang akan direstorasi/diperbaiki, dari bahan sejenis atau lain jenis
- Bahan pengawet adalah bahan yang digunakan untuk melindungi permukaan bcb dari faktor yang dapat menyebabkan pelapukan sehingga bcb tersebut dapat lebih awet.
- Bahan konsolidasi adalah bahan yang digunakan untuk menguatkan kembali material bcb yang rapuh.
- *Water proofing* adalah bahan kedap air yang digunakan untuk mencegah terjadinya kapilarisasi dan rembesan air pada struktur bangunan cagar budaya.

- Bahan pembersih adalah bahan yang digunakan untuk membersihkan mikroorganisme yang sulit dibersihkan/dihilangkan.
- Bahan pelarut adalah bahan yang digunakan untuk membersihkan noda, kotoran/hasil pelapukan/kerak pada permukaan bcb.
- Bahan penolak air : adalah bahan untuk melindungi permukaan benda agar tidak mudah menyerap air, sehingga benda tetap kondisi kering dan bersih.

Di pasaran bebas, nama perdagangan bahan untuk konservasi (bahan konservan) bermacam-macam, meskipun fungsinya sama. Beberapa nama perdagangan bahan konservasi yang telah lolos uji, dan sering digunakan adalah sebagai berikut :

1. Pestisida

Pestisida yang digunakan untuk membunuh dan menghambat pertumbuhan gulma **pada permukaan bcb berbahan batu dan bata**, bahan pelarutnya biasanya air, sehingga penggunaan dan pengaruhnya hanya dalam waktu pendek, mikroorganisme akan tumbuh kembali jika materialnya menjadi basah atau lembab. Oleh karena itu penggunaan pestisida perlu diulangi dalam jangka waktu tertentu. Untuk penggunaan di lapangan dalam jumlah yang relatif banyak agar dipikirkan jangan sampai terjadi pencemaran lingkungan. Contoh bahan tersebut adalah :

a. Hyvar (herbisida)

- Hyvar X : Formulasi berupa *powder* dengan kadar 80 % bromacil.
 Hyvar XL : Formulasi berbentuk cair dengan kadar bahan aktif lithium salt of bromacil (5-bromo-3 sec-butyl -6 methyluracil) 21, 9 %, Ph 6.
 Kovar I : Formulasi terdiri dari 40 % bromacil dan 40 % diuron.
 Kovar II : Formulasi terdiri 53 % bromacil dan 37 % diuron.

Untuk mencegah pertumbuhan lumut digunakan Hyvar XL DENGAN KADAR 1-2 %. Aplikasi dengan olesan atau semprot. Sistem kerja bahan ini untuk membunuh tanaman rumput (herba) belum banyak diketahui/belum ada penelitian di laboratorium toksikologi.

b. Hyamine (Algaesida): Bahan aktif n-alkyl (50 % C14, 40% C12,

10 % C16) *dimethyl benzyl ammonium chloride*. Untuk mencegah pertumbuhan *algae* digunakan kadar 1,5–2 %. Aplikasi dengan olesan atau semprot. Belum ada penelitian sistim kerja bahan ini untuk menghambat pertumbuhan *algae*.

- c. **Perkacit (Fungisida)** : Untuk membunuh jamur ***pada bcb berbahan kayu, batu***. Bahan aktif dan penggunaan lihat kemasan.
- d. **Stedfast dan Profos (Insectisida)** : Untuk membunuh serangga (rayap) ***pada bcb berbahan kayu***, bahan aktif dan kemasan lihat kemasan.

2. Bahan Pembersih : AC 322

Komposisi : Amonium bicarbonat 30 gram (disinfektan untuk jamur), Sodium bicarbonat 50 gram (disinfektan untuk lumut), Aquamolin 25 gram (disinfektan untuk *algae*), CMC (pembuat pasta), Arkopal 3 cc (bahan pembersih), Air 875 cc, Arkopal mempunyai bahan aktif nonyl Phenolpolyglycoether. AC 322 digunakan untuk membersihkan jamur kerak yang tumbuh ***pada permukaan batu*** . Derajat keasaman Ph 10.

3. Bahan Pelarut Noda, Kotoran/kerak Hasil Pelapukan

Bahan kimia untuk melarut noda atau kotoran/kerak tergantung dari jenis noda/kerak, misal noda cat dapat menggunakan tiner super, atau neo rever, noda spidol dapat menggunakan xylol. Bahan kimia tersebut siap pakai (*ready for use*). Cara menghilangkan noda dapat dilakukan dengan cara digosok dengan kapas yang dicelupkan pada bahan pelarut. Bahan pelarut endapan putih ***pada batu*** (garam) dapat digunakan larutan asam sitrat 0,1 N dengan reaksi kimia sebagai berikut :



Untuk membersihkan endapan garam dapat juga menggunakan *paper pulp*. Untuk membersihkan kerak pada logam dapat dilakukan secara kimiawi atau elektrokimia tergantung kondisi logamnya, dapat juga menggunakan bahan tradisional

4. Bahan Pengawet :

Bahan pengawet yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan

mikroorganisme **pada permukaan batu dan bata** adalah hyvar XL dan hyamnine, aplikasi bahan pengawet ini dilakukan setelah batu dibersihkan (kedua bahan tersebut dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan algae, lumut maupun jamur kerak). Aplikasi pengawetan dapat menggunakan kuas maupun sprayer (disemprotkan). Untuk pengawetan pelapisan logam dapat menggunakan PVA encer kadar 1-1,5 %. Untuk pengawetan kayu menggunakan insektisida (steadfast, proofs kadar 1-2 %).

5. Bahan *Water Proofing* (kedap air), Untuk BCB Berbahan Batu Atau Bata

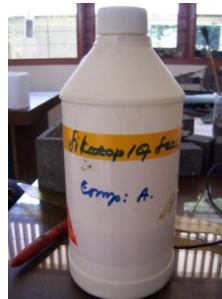
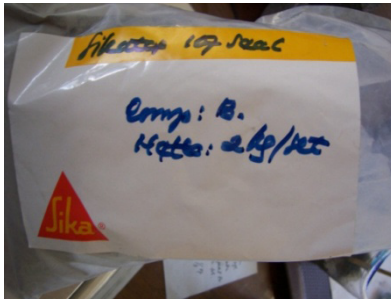
Bahan ini termasuk polimer thermoseting yang biasanya ditambah TAR agar dapat menahan tekanan dan desakan. Sebagai contoh Araldite TAR yang dapat digunakan untuk lapisan kedap air. Araldite Tar terdiri dari 2 komponen (resin dan hardener) yang pencampurannya dengan perbandingan 1 : 1 pbv.

Bahan lainnya yang akhir-akhir ini digunakan untuk rehabilitasi kompleks prambanan adalah Sikatop seal 107. Bahan ini terdiri dari 2 komponen: Komponen A berupa cairan berwarna putih menyerupai latek, dan komponen B berupa *powder* berwarna hijau keabu-abuan menyerupai semen PC. Untuk aplikasinya kedua komponen tersebut dicampur dengan perbandingan komponen A : komponen B = 1:2 (berdasarkan volume) atau 1: 4 (berdasarkan berat).

Data teknis :

- Bentuk : Komponen A = cairan, Komponen B = powder
- Warna : Abu abu beton
- Kerapatan : 2,1–2,2 kg/liter (setelah kedua komponen dicampur)
- Campuran : 1: 4 (berdasarkan berat)
- Mengental (25° C) : 50 menit
- Mengeras : 6 jam
- Kekuatan (28 hr) : kuat tekan 300 kg/cm²
kuat lentur 80 kg/cm²
kuat sambung 11kg/cm²

- Umur penyimpanan : 12 bulan, dalam kondisi masih tertutup
- Tempat penyimpanan: kering, dingin, teduh



Kemasan bahan sikatop 107 seal

6. Bahan Konsolidasi

Bahan konsolidasi pada umumnya adalah polymer. Polymer merupakan bahan dengan struktur molekul yang panjang. Polymer dibentuk melalui proses polimerisasi. Untuk dapat meresap pada benda yang rapuh harus dilarutkan pada pelarut organik. Sebagai contoh adalah RHODORSIL RC 90 (***khusus untuk konsolidasi batu rapuh jenis andesit***).

Data teknis :

- Bahan aktif : Ethyl silicat 70 %
- Bentuk warna : Cair/tak berwarna
- Bau : berbau
- Ph : tak dapat diterapkan
- Titik didih : 110°-190°C
- Titik api : 20°C menurut metode ASTM D56
- Sifat Oksidasi : tak dapat mengoksidasi material
- Berat Jenis : 0,915/cm³ pada temperatur 25°C
- Viscositas : 1mm²/detik pada temperatur 25°C
- Pelarut : White spirit 25% atau Toluol 6%

Pelaksanaan konsolidasi dapat dilakukan dengan cara rendaman atau injeksi. Sedangkan untuk konsolidasi kayu dapat menggunakan paraloid B72. Untuk konsolidasi tulang bisa menggunakan PVA, PVAI, untuk

konsolidasi bata bisa menggunakan paraloid B72 dan untuk konsolidasi kertas PVAI

7. Bahan *water repellent* (khusus untuk material bcb berbahan batu dan bata)

a. Rhodorsil Hidrofugeant 224

Data teknis :

- kandungan zat aktif : 69% alkyl Poly Siloxene
- Bentuk warna : cair/tidak berwarna atau agak kekuning-kuningan
- Berat jenis : 0,975
- Viscositas : 20 mm²/detik
- Bahan pelarut : Aliphatic hydrocarbon
- Titik nyala : 32°C
- Pengencer : White spirit

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan pemakaian Rhodorsil Hidrofugeant 224 adalah

- cepat kering pada semua bahan dengan subtract netral dan alkalin, sehingga beading efek akan terlihat beberapa jam setelah pengolesan.
- Kekuatan penetrasinya baik pada material standar.
- tahan terhadap penetrasi air kapiler.
- hanya terjadi sedikit perubahan pada material dengan porositas normal.
- Tahan terhadap *ageing agent* (temperatur yang sangat dingin, sinar ultra violet) karena kestabilan struktur dari ikatan siloxane yang terbentuk kelompok subtract yang reaktif.
- Dapat dicat dengan jenis cat yang bersifat menyebar, misal vinil, acrylic, cat silicon.
- Tidak beracun, titik nyala tinggi dan tetap stabil dalam penyimpanan.

b. Massonceal

Data Teknis :

- Bahan aktif : Resin Silikon
- Pelarut : Petroleum hidrokarbon
- Warna : Tak berwarna
- Bau : Berbau
- Bentuk : Cair, mudah menguap
- Viscositas : 0,7949 centipois

Beberapa keunggulan dan faedah diantaranya

- Cepat kering
- Penetrasi baik
- Mudah diaplikasikan
- Tidak menimbulkan pewarnaan
- Mereduksi pengkaraman
- Membuat material bersih
- Mencegah kerusakan material yang disebabkan oleh air.
- Bersifat hidropobic dan hydrophilic

c. Sika guard

- Diskripsi : Dikemas dalam satu pack dengan bahan dasar Siloxane. Daya penetrasi baik dan sebagai bahan water repellent (Hidrophobik).
- Kegunaan : Dapat digunakan sebagai pelapis beton, plesteran, batu alam, asbes, semen, untuk menolak air maupun kebasahan.
- Dosis : 0,2 kg/m² dalam sekali aplikasi. Untuk kondisi normal dilakukan 2 kali aplikasi, aplikasi ke 2 dilakukan dalam keadaan aplikasi pertama belum kering.
- Cara pemakaian : Icosit Aqua Stop merupakan bahan siap pakai, cara pemakaian (aplikasi) dapat menggunakan kuas atau spray. Permukaan yang diolesi harus bersih dan bebas debu.

Data teknis :

- Type : Siloxane
- Warna : Tidak berwarna
- Berat jenis : 0,7 kg/liter
- Penyimpanan : 1 tahun dalam kondisi sebelum dibuka
- Packing : 20 liter
- Kekentalan : Sangat encer

Keunggulan :

- Mencegah timbulnya lumut, jamur, pada permukaan bahan yang diolesi.
- Melindungi permukaan bahan dari air hujan.
- Tidak merubah warna permukaan dan tidak mengkilap.
- Permukaan masih bisa bernafas.
- Dapat diaplikasikan pada berbagai permukaan beton, plesteran, batu alam, asbes semen.

8. Bahan Perekat

Beberapa bahan perekat yang digunakan untuk konservasi antara lain

a. Polyvinil acetate (PVA)

Polyvinil acetat adalah resin polymer thermoplastik paling banyak dan umum digunakan untuk penanganan konsolidasi dan pengeleman material organik. Ada beberapa seri PVA yaitu V1.5 sampai V60, nilai V menunjukkan viscositas (kekentalan) dari bahan. Untuk konsolidasi menggunakan yang nilainya rendah sedangkan untuk pengeleman menggunakan yang nilainya tinggi. Semakin tinggi nilai V warna bahan mengkilat seperti film glossy dan mudah retak. Pada umumnya digunakan V7, V15 dan V25. Material yang mempunyai kerapatan yang tinggi seperti **tulang dan gading** menggunakan V7, sedangkan V15 dan V25 seperti resin dapat digunakan untuk pengeleman. Pelarut organik PVA jenisnya cukup banyak tetapi yang umum dan baik digunakan adalah : ethanol dan acetone dengan kadar 5–15 % PVA, perbedaan antara kedua pelarut tersebut adalah ethanol lambat kering sedangkan acetone cepat kering.

b. Acryloid B72

Acryloid B72 atau Paraloid B72 adalah acrylic thermoplastik mempunyai susunan molekul membentuk polymer methyl acrylate/ethyl methacrylate. Dibandingkan dengan PVA, pada kadar rendah bahan ini tidak mengkilat, warnanya transparan. Sifat fisik Acryloid B72 antara lain tahan lama, tidak menguning, tahan terhadap perubahan warna dan temperatur tinggi serta tahan terhadap air, alkohol, asam, basa. Pelarut Acryloid adalah toluene. Pada kadar rendah (1%-2,5 %) dapat digunakan untuk konsolidasi, *coating* dan juga dapat digunakan untuk pengeleman **bcu berbahan kayu dan bata**.

c. Cellulose Nitrate

Cellulose Nitrate digunakan untuk bahan perekat, tetapi untuk penggunaan jangka panjang bertendensi menjadi rapuh dan retak, sehingga hanya digunakan untuk pekerjaan yang bersifat sementara karena bersifat reversibel. Contoh cellulose nitrate adalah Duco. Untuk menstabilkan material seperti tulang, Duco dapat diencerkan dengan aceton atau butyl acetat dengan cara direndam.

d. Polymethylmethacrylate

Bahan ini mempunyai nilai n (*polymer*) dari *poly methylmethacrylate* (PMM) yang cukup besar, PMM jenis pelarutnya sangat sedikit. Untuk melarutkan PMM diperlukan 8 bagian toluene dicampur dengan 2 bagian methanol atau kombinasi dari *chloroform* dan *ethylene dichloride*. PMM merupakan bahan konsolidan dan digunakan pada satu benda yang memerlukan lebih dari satu bahan konsolidan. Salah satu tipe dari PMM emulsion adalah Bedacryl.

e. Polyvinyl Alcohol

Polyvinyl Alkohol (PVAI) merupakan bahan konsolidasi dan perekat. Konsentrasi pemakaian antara 10–25 % tergantung dari viscositas dan penetrasi yang diinginkan. Bahan ini dapat digunakan pada obyek **yang lembab/basah maupun kering misal tulang, tekstil yang rapuh, kertas** dan mempunyai sifat fleksibel dan tidak mengkerut. PVAI dapat dicampur dengan fungicide seperti Mystok LPL (*pentachlorophenol*), Dowicide 1 (*ortho-phenylphenol*) atau Dowicide A (*sodium-0-phenylphenate tetrahydrate*) untuk

mencegah agar jamur atau mikroorganisme tidak tumbuh .PVAI tidak direkomendasikan untuk kayu.

f. Epoxy Resin

Epoxy resin biasanya bersifat thermosetting, di pasaran banyak sekali jenisnya. Epoxy resin sangat baik untuk bahan perekat, konsolidasi atau untuk filling (pengisian). Sebagai bahan adesif/perekat epoxy resin terdiri dari 2 komponen yaitu resin dan hardener. Epoxy resin hanya digunakan untuk pekerjaan yang sifatnya permanen. Untuk bahan konsolidasi penggunaannya siap pakai (*ready for use*). Contoh epoxy resin misal Araldite, resin Yukalac, Euroland fk 20, Rhodorsil RC 90. Plastik stell Epoxy resin juga dapat digunakan untuk membuat cetakan maupun replika artefak metal, keramik dan lain-lain dari bawah air, contoh bahan ini adalah silikon.

1. Euroland FK 20

Data teknis :

- Bahan dasar : Epoxy resin
- Komposisi bahan : Resin : hardener dengan perbandingan 10 : 1
- Warna : Putih kekuning-kuningan
- Bentuk : Cair
- Berat jenis : 1,1
- Waktu kering : 60 menit
- Pengencer : Tiner
- Sisa kering : 100%
- daya tahan terhadap temp : 140°C

Faedah dan keunggulan bahan :

- Daya lekat ***pada beton, batu, logam, dan kayu bagus.***
- Tahan terhadap air dan bahan kimia
- Tahan terhadap tegangan termis
- Tahan terhadap tegangan lentur dan tekanan tinggi

2. Sikadur 31 FC normal

- Diskripsi : Bahan adhesive yang terdiri dari 2 komponen epoxy resin berbentuk paste dan mudah diaplikasikan.



Kemasan Sikadur 31 CF Normal

Kegunaan :

- Dapat digunakan sebagai bahan perekat berbagai elemen seperti **batuan, beton, keramik, plesteran**, dan sebagainya
- Dapat digunakan untuk perbaikan beton : mengisi celah retakan, lubang dan lain lain.

Keunggulan :

- Daya rekat sangat kuat untuk penyambungan dan menutup lubang/celah
- Bahan perekat yang sangat baik untuk berbagai struktur material
- Kekuatan mekanis sangat tinggi
- Tidak mengandung bahan pelarut
- Tahan terhadap bahan kimia
- Tidak mengkerut pada saat mengeras
- Tidak peka terhadap kelembaban sebelum, selama dan sesudah proses pengerasan

Cara pemakaian :

- Permukaan yang akan disambung harus dalam keadaan bersih dan kering.
- Perbandingan campuran komponen A dan komponen B = 2 : 1 berdasarkan berat/volume.

- Pengolesan dapat menggunakan spatula dengan ketebalan maksimum 30 mm.

Data teknis

- Warna : Abu-abu
- Kerapatan : 1,7 kg/liter
- Pot life (waktu pakai) : 35 menit (setelah dicampur)
- Kuat tarik (28 hari) : 130 kg/cm²
- Kuat lengkung (28 hr) : 320 kg/cm²
- Kuat penyambungan : 20 kg/cm² (pada beton)
- : 120 kg/cm² (pada baja)
- Kuat tekan : 505 kg/cm² (7 hari)
- : 570 kg/cm² (28 hari)
- Koefisien muai : 0,000005 per ° C (temp -20 °C-40°C)
- Batas penggunaan : 1 tahun sebelum kaleng dibuka
- Penyimpanan : di tempat kering, dingin, teduh
- Packing : 1,2 kg per set

9. Bahan Additive

Bahan additive merupakan bahan yang ditambahkan pada suatu material, sehingga material tersebut sifat fisiknya lebih meningkat. Sebagai contoh adalah sikalatek, yang ditambahkan pada air yang digunakan untuk adukan pc semen.

- Diskripsi : Sika Latex merupakan emulsi karet sintesis yang dapat ditambahkan pada mortar semen (PC) untuk meningkatkan daya rekat dan kedap air yang dikehendaki.
- Kegunaan : Meningkatkan kualitas mortar semen seperti :
 - a. Menambah ketahanan terhadap kikisan
 - b. Pada penyambungan *concrete* lama dan baru
 - c. Pada penambalan/plesteran mortar semen yang tipis
 - d. Pembuatan tembok mortar
 - e. Pembuatan lantai mortar



Kemasan Sika latex

- Keunggulan :
 - a. Daya rekat sangat baik
 - b. Mengurangi pengkerutan
 - c. Menambah elastisitas
 - d. Sifat kedap airnya sangat baik
 - e. Menambah ketahanan terhadap kikisan
 - f. Tahan terhadap bahan kimia
 - g. Tidak beracun
- Dosis pemakaian: dicampur air dengan perbandingan 1 : 1 s.d. 1 :4 tergantung dari kebutuhan.

10. Bahan Konservasi Tradisional

Bahan konservasi tradisional tidak dapat dilepaskan dari sistem pengetahuan masyarakat lokal karena berdasarkan pengetahuan itulah masyarakat mempraktekan aspek-aspek konservasi yang khas di daerahnya. Dengan demikian konservasi tradisional meliputi semua pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya alam/hayati oleh masyarakat tradisional baik langsung maupun tidak langsung dalam mempraktekan kaidah-kaidah konservasi berkaitan pelestarian peninggalan nenek moyang mereka. Praktek tersebut merupakan warisan nenek moyang mereka dan bersumber dari pengalaman hidup yang selaras pengelolaan sumber daya

alam/hayati oleh masyarakat tradisional yang memperhatikan prinsip-prinsip kelestarian. Bahan konservasi belum banyak yang dipublikasikan dan masih sedikit yang diteliti atau dikaji secara ilmiah. Sebagai contoh:

- Untuk membersihkan logam besi dapat digunakan air kelapa dan jeruk nipis dan juga dapat menggunakan daging buah maja. Secara empiris bahan tradisional tersebut telah dipaktekkan dan hasilnya cukup baik.
- Pembersihan dan pengawetan kayu menggunakan air rendaman tembakau dan cengkeh serta pelepah pisang, hasilnya juga cukup menggembirakan serta telah dilakukan kajian secara ilmiah.

Bahan konservasi yang berbasis pada unsur kimia anorganik antara lain mortar hidrolik.

Mortar hidrolik adalah mortar (semen) yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Yang tergolong mortar hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozolan, dan semen port land. Kapur hidrolik adalah kapur yang dibuat dan mengeras melalui

1. Proses pembakaran
$$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$$
2. Proses mematikan/pemadaman
$$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{panas}$$
3. Proses pengerasan
$$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

Kapur hidrolik akan mengeras dengan sempurna bila tersedia karbon dioksida yang cukup. Kekuatan kapur hidrolik sangat rendah dan mempunyai berat jenis rata-rata 1000kg/m³.

Semen pozolan adalah bahan pozolan yang bila dicampur dengan kapur padam Ca(OH)_2 dan air akan membentuk benda padat dan keras. Semen pozolan adalah bahan alami maupun buatan yang terdiri dari unsur silikat dan aluminat yang reaktif. Yang tergolong sebagai pozolan antara lain : tras, semen merah, abu terbang, bubukan terak tanur tinggi.

Zeolit atau batuan mendidih merupakan senyawa alumino silikat yang secara kimia dan fisik mempunyai kemampuan sebagai pozolan (*situs*

kimia indonesia). Sifat semen pozolan antara lain sukar larut dalam air (wahyu wijarnako:<http://wahyu.com>).

Mortar hidrolik dapat digunakan **sebagai bahan perekat batu atau bata** setelah dicampur dengan pasir dengan perbandingan : pasir: ziolit : kapur = 1,5 : 1 : 1.

C. Pengujian Bahan Konservasi

1. Pestisida

- a. Komposisi kimiawi
 - Hyvar xl
 - Hyamine
 - AC 322
 - Insektisida
- b. Material/media yang diuji : batu, kayu (khusus insektisida)
- c. Parameter yang diuji
 - Viscositas bahan kimia
 - Warna bahan kimia
 - Bau
 - Berat jenis
 - Penetrasi bahan kimia pada material (pengolesan)
 - Efek pada material (pewarnaan, perubahan: tekstur/sruktur, kekerasan, endapan/deposit)
 - Pengujian *bioassay*

2. *Water repellent*

- a. Komposisi kimiawi
 - Masonseal .
 - Rhodorsil hidrofugeant 224
 - Sika guard
- b. material/media yang diuji : batu, bata
- c. Parameter yang diuji
 - Viscositas bahan kimia
 - Warna bahan kimia
 - Bau

- Berat jenis
- Penetrasi bahan kimia pada material (pengolesan)
- Kadar penyerapan air
- Beading efek
- Efek kapiler
- Ageing test pada suhu 40°C dan rendaman
- Efek pada material (pewarnaan, perubahan: tekstur/sruktur, kekerasan, endapan/deposit)

3. Bahan perekat dan pelapis

- Bahan kimia
 - Euroland FK 20
 - Araldite tar.
 - Sikadur 31 FC normal
- material/media yang diuji : batu, kayu
- Parameter yang diuji
 - Warna bahan kimia
 - Bau
 - Berat jenis
 - Densitas
 - Perbandingan campuran dan waktu kering
 - Kuat tekan (bahan murni dan *mortar araldite*)
 - Plastisitas (bahan murni dan *mortar araldite*)
 - Kekerasan bahan setelah kering
 - Daya adhesive
 - Catatan : mortar araldite campuran bahan : pasir = 1:3 pbv
 - *Ageing test* pada suhu 40°C

4. Konsolidan

- Bahan kimia
 - Rhodorsil RC 90,PVA,PVAI,Paraloid B72
- material/media yang diuji : Rhodosil RC 90 (batu), Paraloid 72 (bata), PVA, PVI, paraloid 72 (tulang, kayu, tekstil, kertas)**
- Parameter yang diuji
 - Viscositas bahan kimia

- Warna bahan kimia
- Bau
- Berat jenis
- Daya serap bahan kimia pada material (pengolesan dan rendaman)
- Efek pada material setelah perlakuan (warna,densitas,berat jenis,kadar air jenuh, porositas, kuat tekan, kekerasan dan koefisien kapilaritas)

5. Alat

- Viscometer, mikroskope stereo, timbangan, tray, kotak kardus kecil, UTM, oven, hand compresion test, beker glass, skala mohs, kuas, spatula.

6. Metode

- *Batu kontrol agar dicek lebih dahulu sesuai dengan parameter yang diuji sebagai pembanding.*
- *Lakukan pengujian tahap demi tahap.*
- *Buat tabel pengujian sesuai dengan parameter yang diuji.*
- *Evaluasi hasilnya, selanjutnya tentukan yang paling efektif dan efisien.*

METODE PENELITIAN

Oleh :

Prof. Dr. Pranowo, M.Pd



PENGANTAR

Tujuan penulisan modul ini adalah untuk menumbuhkan motivasi bagi para peneliti pemula agar tidak menganggap bahwa penelitian adalah “momok” yang menakutkan. Penelitian adalah kerja biasa yang memang harus dilakukan oleh orang yang bekerja dalam bidang penelitian dan dituntut untuk melakukan penelitian. Modul ini telah mencapai tujuan jika para peneliti pemula telah berani memulai menyusun proposal dan melakukan penelitian sederhana di lingkup kerja masing-masing.

Modul Metodologi Penelitian ini adalah panduan sederhana bagi para peneliti pemula yang ingin belajar melakukan penelitian. Uraian-uraian yang diberikan bersifat sederhana tetapi tidak melanggar kaidah penelitian. Contoh-contoh yang diberikan kadang-kadang berupa data fiktif atau mengambil bidang lain. Hal ini disengaja karena penulis ingin memberikan contoh konkret mengenai langkah tertentu dalam penelitian. Dengan cara demikian, peneliti pemula tidak mengalami kesulitan untuk memulai penelitian. Oleh karena itu, pembaca tidak diharapkan untuk membayangkan bahwa modul ini adalah referensi induk atau “buku babon” bagi para peneliti lanjut.

Meskipun modul ini sudah diusahakan seoptimal mungkin. Namun karena waktu penulisan sangat pendek tentu saja masih terdapat kekurangan di sana-sini. Oleh karena itu, saran dan masukan pembaca sangat diharapkan agar edisi berikutnya dapat lebih lengkap dan komprehensif.

Terimakasih

Penulis

BAB I

HAKIKAT KEBENARAN

Kompetensi Inti

Mampu mengidentifikasi aneka macam jenis kebenaran.

Kompetensi Dasar

1. Peserta diklat mampu mendefinisikan setiap jenis kebenaran.
2. Peserta diklat mampu memberi contoh setiap jenis kebenaran.
3. Peserta diklat mampu mengidentifikasi kebenaran ilmiah.

A. Pengertian Kebenaran

Kebenaran pada hakikatnya merupakan sesuatu yang diyakini sesuai dengan yang seharusnya. Kegiatan penelitian merupakan usaha untuk menemukan kebenaran. Kebenaran yang dimaksud adalah kebenaran yang sesuai dengan yang seharusnya dengan didukung oleh fakta, data, dan telah diuji secara empiris.

Sebelum berbicara lebih lanjut mengenai kebenaran yang dimaksud di atas, perlu dijelaskan terlebih dahulu aneka macam kebenaran yang sering diyakini oleh manusia. Aneka macam kebenaran yang dimaksud adalah (a) kebenaran dogmatis, (b) kebenaran mistis, (c) kebenaran sosial, dan (d) kebenaran ilmiah.

Kebenaran dogmatis adalah kebenaran yang diyakini oleh seseorang dan tidak perlu dipertanyakan lagi. Jika seseorang memeluk agama Islam, harus percaya bahwa kitab Quran adalah kitab suci yang diturunkan sebagai wahyu melalui Nabi Muhammad S.A.W. Orang Islam juga harus percaya bahwa Nabi Muhammad adalah utusan Allah S.W.T. Bagi mereka yang memeluk agama Islam, kebenaran seperti itu bersifat absolut. Oleh karena itu, bagi mereka yang meragukan atas kebenaran seperti itu tidak perlu menjadi muslim dan silakan memilih agama lain. Begitu juga, bagi mereka yang memeluk agama Katolik harus percaya bahwa Alkitab adalah kitab sucinya dan Nabi Yesus adalah juru selamat. Kebenaran seperti itu bersifat absolut. Jika tidak dapat mengakui kebenaran seperti itu lebih baik tidak menjadi orang Katolik.

Kebenaran mistis adalah kebenaran berdasarkan kepercayaan secara turun-temurun tetapi tidak dapat dibuktikan dan tidak dapat direplikasi oleh orang lain. Misalnya, “pohon randu alas di pojok desa itu ada makhluk halus yang menjaga”, atau “Tadi malam saya ditemui almarhum Pak Harto, beliau bertanya ‘*Ginama khabarnya, Nak? Enak zamanku dulu kan?*’” Kebenaran mistis diyakini oleh orang yang masih belum sepenuhnya mengakui adanya Tuhan, atau yang sering disebut golongan animisme. Namun, kebenaran mistis tidak berarti telah ditinggalkan oleh orang yang telah memeluk agama tertentu, memiliki pendidikan tinggi, atau bahkan telah menduduki jabatan tertentu. Buktinya, banyak orang pintar, pejabat tinggi, atau orang yang memiliki keinginan untuk mencapai suatu cita-cita masih banyak yang datang ke “dukun” (cenayang?) untuk minta jampi-jampi atau mantra.

Kebenaran sosial adalah kebenaran yang diyakini oleh masyarakat di suatu wilayah tertentu (“*bener-benere wong akeh*: kebenaran yang diyakini banyak orang”). Misalnya, masyarakat Jawa tradisional sulit sekali mengikuti program transmigrasi karena mereka memiliki keyakinan akan kebenaran bahwa “*mangan ora mangan waton ngumpul*: makan atau tidak asal bersama keluarga/saudara”. Begitu juga, masyarakat tradisional sulit untuk diyakinkan agar mengikuti program KB (keluarga berencana). Dengan banyak anak dapat menyengsarakan masa depan anak itu sendiri. Masyarakat tertentu masih banyak yang berpendapat bahwa “*setiap anak lahir sudah membawa rejeki sendiri-sendiri*”.

B. Kebenaran Ilmiah

Kebenaran ilmiah adalah kebenaran yang diakui sebagai hasil pemikiran berdasarkan hukum-hukum logika. Hukum logika adalah hukum sebab-akibat. Artinya, setiap kebenaran yang diyakini oleh seseorang pasti dapat dipertanggungjawabkan berdasarkan penalaran. Kebenaran ilmiah selalu didukung oleh fakta dan data serta dapat diuji secara berulang-ulang dengan hasil yang sama. Misalnya, suhu tubuh manusia yang sehat jika diukur menggunakan termometer pasti 36 derajat celcius. Jika seseorang itu sehat, siapa pun orangnya, di mana pun tempat tinggalnya, berapa pun usianya, apa pun derajatnya jika diukur menggunakan termometer pasti akan menunjukkan suhu 36 derajat celcius.

Dalam dunia ilmu pengetahuan, seorang peneliti selalu bekerja atas dasar kebenaran ilmiah. Namun, harus diakui bahwa untuk menemukan kebenaran ilmiah tidak begitu saja seperti yang sekarang dilakukan oleh ilmuwan atau para peneliti. Tahap penemuan kebenaran berkembang setapak-demi setapak dari satu zaman ke zaman lain. Hadari Nawawi (2012) mengidentifikasi cara menemukan dan mengungkapkan kebenaran sebagai berikut.

a. Penemuan kebenaran secara kebetulan.

Sebagai ilustrasi dikemukakan bagaimana ditemukannya obat penyakit Malaria. Seorang Indian yang karena demam tinggi terjatuh ke sungai yang airnya berwarna hitam. Ketika jatuh ke sungai orang tersebut secara tidak sengaja terminum air sungai yang berwarna hitam dan terasa sangat pahit. Namun, justru karena itu demamnya berkurang dan berangsur-angsur sembuh. Ternyata hitamnya warna air itu karena tetesan getah akar pohon Kina. Sejak saat itu, setiap orang yang demam tinggi dan menggigil selalu selalu makan Kina dan sembuh.

b. Penemuan kebenaran melalui *trial and error*

Penemuan kebenaran secara berulang-ulang walaupun selalu menemukan kegagalan dan pada akhirnya menemukan kebenaran adalah penemuan kebenaran yang disebut “mencoba dan salah” (*trial and error*). Sebagai contoh, Robert Kock pernah mengasah kaca tanpa tujuan yang jelas. Namun, setelah kegiatan mengasah kaca itu dilakukan secara terus-menerus, akhirnya terbentuklah lensa yang dapat membesarkan benda yang sangat kecil yang tidak dapat dilihat oleh mata telanjang. Temuan inilah yang akhirnya mendasari pembuatan mikroskop.

c. Penemuan kebenaran melalui otoritas atau kewibawaan

Kebenaran yang ditemukan karena otoritas adalah kebenaran yang dikemukakan oleh seseorang karena jabatan atau keahliannya. Seorang tokoh masyarakat kadang-kadang dipercaya oleh warga masyarakat karena dia mengemukakan suatu pendapat yang diyakini sebagai suatu kebenaran. Misalnya, pada tahun 1962 di Jawa terjadi musim paceklik, banyak orang yang terserang penyakit HO (*hongerudim*). Secara serempak, Pak RT mengumpulkan warga untuk diberi tahu bahwa untuk mencegah HO warga dapat makan jenang bekatul beras ataupun jagung. Efeknya ternyata manjur, banyak orang HO bisa sembuh.

Hal yang sama ternyata juga diserukan oleh seorang dokter yang bertugas di daerah tersebut bahwa bekatul banyak mengandung vitamin B. Oleh karena itu, di samping makan nasi, masyarakat disarankan agar makan jenang bekatul untuk mencegah penyakit HO.

d. Penemuan kebenaran melalui kegiatan penelitian ilmiah

Kebenaran ilmiah merupakan kebenaran yang ditemukan berdasarkan langkah-langkah ilmiah tertentu. Langkah-langkah tersebut yaitu:

1. Menentukan topik penelitian
2. Menyusun latar belakang penelitian
3. Merumuskan dan membatasi masalah
4. Menentukan tujuan penelitian
5. Mengkaji teori terdahulu serta hasil penelitian yang relevan.
6. Menyusun rumusan kerangka berpikir berdasarkan teori yang dikaji sebelumnya.
7. Menyusun hipotesis sebagai jawaban teoretis atas suatu masalah (bila diperlukan).
8. Menentukan metode pemecahan masalah (mulai dari menentukan subjek penelitian, menentukan data penelitian, menentukan teknik pengumpulan data, menyusun instrumen penelitian, menentukan teknik analisis data).
9. Menguji hipotesis secara empiris (bila ada hipotesis)
10. menarik kesimpulan atas dasar hasil analisis.

C. Latihan

Setelah mendalami modul di atas, kerjakan latihan di bawah ini agar Anda memiliki pemahaman secara baik!

- a. Apa yang Anda ketahui mengenai kebenaran, jelaskan!
- b. Sebut dan jelaskan mengenai aneka macam kebenaran!
- c. Salah satu usaha menemukan kebenaran yang dianggap sah adalah kebenaran ilmiah. Apa maksudnya, dan jelaskan langkah-langkahnya!
- d. Jika ada anak kecil yang menangis tidak kunjung diam, lalu neneknya membakar kemenyan di bawah pohon besar di sebelah rumah dan akhirnya tangisan anak kecil tadi diam. Jenis kebenaran apakah itu, jelaskan!
- e. Masyarakat Jawa mempercayai bahwa “banyak anak banyak rejeki” diyakini oleh semua masyarakat Jawa tradisional. Jenis kebenaran yang manakah itu, jelaskan!
- f. Setiap umat Islam mengakui bahwa “tidak ada Tuhan selain Allah”. Kebenaran apakah itu, berilah penjelasan!
- g. Ada banyak cara menemukan kebenaran, antara lain melalui “trial and error” apa maksudnya, dan berilah contoh!

BAB II

LANGKAH MENYUSUN PROPOSAL PENELITIAN

Kompetensi Inti

Memahami pengertian proposal dan langkah-langkah penyusunannya.

Kompetensi Dasar

1. Mampu memilih topik penelitian sesuai dengan bidang ilmunya.
2. Mampu menyusun pendahuluan.
3. Mampu menyusun studi kepustakaan.
4. Mampu menyusun metodologi penelitian.

A. Pengantar

Sebenarnya, jenis penelitian apa pun tidak perlu dipertentangkan konsep teoretisnya. Setiap bidang ilmu memiliki model perumusan konsep teoretis sendiri-sendiri. Namun, pada hakikatnya setiap konsep teoretis ingin menyusun suatu rumusan teori yang akan digunakan sebagai landasan untuk menjawab suatu masalah.

Hal yang perlu saling dipahami adalah bahwa untuk memecahkan masalah dalam penelitian harus memiliki dasar teori yang kuat agar hasil pemecahan masalah tidak bertentangan dengan teori terdahulu. Atau jika harus berbeda dengan teori terdahulu, peneliti dapat menjelaskan alasan mengapa bertentangan dengan teori sebelumnya.

B. Memilih Topik Penelitian

Langkah awal seorang peneliti adalah memilih topik yang akan diteliti. Topik penelitian adalah pokok masalah yang akan dibahas dalam penelitian. Sumber topik penelitian dapat diperoleh melalui beberapa sumber, antara lain:

- a. **Pengalaman akademis/profesi** adalah pengalaman seseorang dalam bidang ilmu yang ditekuni. Jika seseorang yang berkecimpung dalam bidang Arkeologi, topik-topik yang berkaitan dengan benda-benda cagar budaya menjadi sumber topik yang sangat menarik untuk diteliti. Misalnya: BCB berupa rumah kuno, BCB berupa situs-situs peninggalan keraton Mataram di Kota Gede, jenis bebatuan bahan bangunan candi di berbagai daerah, prasasti-prasasti yang tertulis di berbagai peninggalan BCB, dan lain-lain.
- b. **Pengalaman sehari-hari** kadang-kadang juga dapat menjadi sumber topik penelitian. Misalnya, pengalaman seorang tenaga teknis yang biasa memberi kode pada jenis bebatuan candi yang masih berserakan kadang-kadang menemukan kekhasan pemahatan batu yang berbeda dengan pemahatan batu lain, pengalaman pembersihan lumut di bebatuan candi tanpa menggunakan zat kimia tetapi membuat zat sendiri dari bahan herbal akan sangat bermanfaat untuk memperpanjang usia candi, dan sebagainya.
- c. **Sumber pustaka** merupakan sumber topik penelitian yang sangat produktif. Berbagai literatur yang membahas masalah BCB memberikan banyak inspirasi bagi peneliti untuk menemukan topik penelitian. Buku literatur mengenai kondisi BCB di negara lain yang dimuat di jurnal-jurnal akademik dapat menjadi sumber topik penelitian yang sangat menarik dan inspiratif. Bagaimana seorang arkeolog menjaga Tembok Besar di Cina sampai bertahan ratusan tahun? Bagaimana seorang arkeolog mampu mengidentifikasi kuil zaman dinasti Ming sehingga dapat bertahan hingga sekarang?
- d. **Otoritas ahli** adalah pendapat seorang ahli dalam bidang ilmu yang digeluti. Jika seorang dokter memeriksa pasien dan kemudian mampu mendiagnosis jenis penyakit pasien adalah otoritas ahli. Begitu juga, jika seorang arkeolog mengobservasi bangunan keraton Surakarta dan menemukan jenis arsitektur tertentu yang berbeda dengan arsitektur lain pada zamannya juga merupakan otoritas ahli.

- e. Lembaga pemberi dana kadang-kadang memiliki kepentingan tertentu untuk penelitian suatu BCB. Misalnya, UNESCO menyediakan dana untuk merenovasi Candi Wisnu di Prambanan. Mereka tidak mau dana tersebut dialihkan untuk merenovasi candi lain meskipun menurut pendapat peneliti, candi lain lebih penting untuk direnovasi dari pada Candi Wisnu.

Berdasarkan sumber-sumber topik di atas, seorang peneliti dapat memilih topik penelitian yang dipandang layak diteliti karena alasan-alasan tertentu. Beberapa contoh topik penelitian dapat diberikan di bawah ini.

1. Identifikasi runtuh batu candi berdasarkan urutan susun aslinya.
2. Pemugaran bangunan lama berbahan dasar kayu dengan teknik rekonstruksi.
3. Teknik penggalian situs purbakala di Kampus UII Yogyakarta.
4. Pemaknaan relief Candi Borobudur berdasarkan sejarah perkembangan agama Budha.
5. Menjadikan relief candi sebagai bahan kajian sejarah perkembangan teknologi.

Atas dasar topik-topik penelitian di atas, peneliti dapat mulai menyusun proposal penelitian. Adapun langkah-langkah penyusunan proposal dapat dilihat uraian di bawah ini.

C. Menyusun Proposal Penelitian

Proposal atau rancangan penelitian adalah rencana yang disusun secara sistematis oleh seorang peneliti ketika akan melakukan penelitian. Banyak model proposal penelitian. Namun, dalam modul ini hanya akan dikemukakan beberapa model saja yang diperkirakan akan dapat dimanfaatkan oleh para tenaga konservasi dan pemugaran benda cagar budaya (BCB). Organisasi proposal penelitian dapat dideskripsikan sebagai berikut.

1. PENDAHULUAN
 - a. Latar Belakang
 - b. Rumusan Masalah
 - c. Tujuan Penelitian
 - d. Manfaat Hasil Penelitian
2. STUDI KEPUSTAKAAN
 - a. Review teori yang relevan
 - b. Sikap peneliti terhadap studi kepustakaan
 - c. Kerangka berpikir
3. METODOLOGI PENELITIAN
 - a. Jenis penelitian
 - b. Subjek penelitian/Sumber data
 - c. Data penelitian
 - d. Teknik pengumpulan data
 - e. Instrumen pengumpulan data
 - f. Teknik analisis data
4. JADWAL PENELITIAN
5. RINCIAN DANA PENELITIAN
6. DAFTAR PUSTAKA

1. Menyusun Pendahuluan

Pendahuluan dalam proposal merupakan bagian awal suatu proposal yang akan menentukan jejak langkah yang akan dilakukan. Pendahuluan proposal memuat beberapa unsur, yaitu (1) latar belakang masalah penelitian, (2) rumusan masalah penelitian, (3) tujuan penelitian, dan (4) manfaat hasil penelitian.

Latar belakang masalah penelitian adalah uraian mengenai isu-isu mutakhir yang berkaitan dengan topik penelitian yang akan diteliti. Isu-isu mutakhir yang dimaksud adalah segala persoalan yang sedang banyak dibicarakan berkaitan dengan topik penelitian.

Seorang peneliti ketika memilih topik penelitian tertentu pasti memiliki alasan mengapa topik tersebut dipilih. Alasan inilah yang dapat memunculkan isu yang berkaitan dengan topik penelitian. Misalnya:

1. Candi Prambanan sebagai BCB sering disebut dengan "*the beautiful temple*" karena ukuran yang tinggi tetapi menampilkan keindahan yang sangat luar biasa.
2. Candi Prambanan merupakan BCB perlu dikelola dengan baik agar dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang.
3. Candi Prambanan memiliki ciri penanda khas yang tidak dimiliki oleh candi lain.
4. Sebagai BCB, Candi Prambanan tidak dapat terhindar dari kerusakan sebagai akibat dari peristiwa alam, seperti usia, musibah, ulah tangan jahil manusia.

CONTOH LATAR BELAKANG

Topik:

Peran Serta Masyarakat dalam Mengelola Candi Prambanan

Candi Prambanan sering disebut sebagai "*the beautiful temple*" karena ketinggiannya dan menampilkan keindahan yang luar biasa. Relief-relief candi yang sangat indah dapat menarik perhatian dunia sehingga banyak dikunjungi oleh wisatawan dengan berbagai tujuan yang berbeda-beda.

Keindahan yang luar biasa itu memberikan tantangan tersendiri bagi bangsa Indonesia untuk terus-menerus merawat agar dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang.

Candi Prambanan sebagai artefak merupakan sumber daya budaya yang harus dikelola secara baik agar dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang. Candi Prambanan sebagai artefak memiliki fitur seperti (a) berupa hasil karya manusia yang bernilai seni tinggi, (b) sebagai karya seni warisan leluhur, (c) berbentuk struktur bangunan yang berada dalam suatu lokasi tertentu, dan (d) sebagai cermin perkembangan teknologi tinggi pada zamannya. Dengan fitur seperti itu, Candi Prambanan harus dipelihara dan dikelola secara baik agar dapat memperpanjang usia sehingga secara

terus-menerus dapat dijadikan bahan kajian arkeologis yang bermanfaat bagi generasi mendatang.

Namun dalam kenyataannya, Candi Prambanan tidak berbeda dengan benda-benda lain yang tidak dapat terhindar dari kelapukan usia, kerusakan karena bencana alam, atau kerusakan karena ulah tangan manusia. Masih hangat dalam ingatan kita bahwa Candi Prambanan mengalami rusak berat akibat digoncang gempa pada tanggal 27 Mei 2006.

Kerusakan candi karena ulah tangan manusia kadang-kadang justru lebih cepat memperpendek usia. Beberapa waktu yang lalu kepala arca di Candi Plaosan hilang karena dipenggal oleh tangan jahil manusia. Bahkan pemenggalan seperti itu sudah terjadi yang ketiga kalinya. Fakta-fakta seperti itulah ancaman terhadap benda-benda budaya peninggalan sejarah peradaban manusia akan semakin banyak yang sulit diselamatkan.

.....

Rumusan masalah merupakan bagian dari pendahuluan. Masalah adalah kesenjangan antara harapan (sesuatu yang diidealkan atau sesuatu yang seharusnya) dengan realita yang benar-benar terjadi. Perumusan masalah dapat disusun dalam bentuk kalimat pertanyaan, dapat pula disusun dalam bentuk kalimat pernyataan. Rumusan masalah dapat disusun berdasarkan latar belakang masalah yang sudah disusun sebelumnya. Jika suatu penelitian memiliki rumusan masalah utama dan akan dipecah-pecah menjadi submasalah, setelah rumusan masalah utama kemudian disusun lagi submasalah. Perhatikan contoh di bawah ini!

Berdasarkan latar belakang di atas, ada permasalahan serius yang harus dicari penyelesaiannya, yaitu “bagaimanakah mengelola benda-benda artefak agar mampu memperpanjang usia sehingga dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang?”

Berdasarkan rumusan masalah utama di atas, kemudian disusun submasalah sebagai berikut.

1. Teknik apa sajakah yang harus dilakukan agar pengelolaan benda budaya mampu memperpanjang usia sehingga dapat diwariskan kepada generasi

yang akan datang?

2. Bagaimanakah strategi pengelolaan benda budaya agar dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang?

Setelah menyusun rumusan masalah dan submasalah, langkah selanjutnya peneliti menyusun tujuan penelitian. Tujuan penelitian harus linier dengan rumusan masalah. Artinya, jika rumusan masalah terdiri atas rumusan masalah utama dan submasalah, tujuan penelitian juga harus terdiri atas tujuan umum penelitian dan tujuan khusus penelitian. Sebagai contoh, rumusan masalah di atas dapat disusun tujuan penelitiannya sebagai berikut.

Tujuan umum penelitian adalah ingin mendeskripsikan pengelolaan benda-benda artefak agar mampu memperpanjang usia sehingga dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang. Adapun tujuan khusus penelitiannya adalah sebagai berikut.

1. Ingin mendeskripsikan teknik-teknik yang harus dilakukan agar pengelolaan benda budaya mampu memperpanjang usia sehingga dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang.
2. Ingin mendeskripsikan strategi pengelolaan benda budaya agar dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang.

Setelah menyusun tujuan penelitian, langkah selanjutnya adalah merumuskan manfaat hasil penelitian. Manfaat hasil penelitian dapat dibedakan menjadi dua, yaitu manfaat teoretis dan manfaat praktis. Manfaat teoretis adalah manfaat yang dapat dipetik karena hasil penelitian memberi sumbangan pada perkembangan teori dalam bidang ilmu tertentu. Namun, tidak semua penelitian mampu memiliki manfaat teoretis. Biasanya, penelitian yang memberikan manfaat teoretis jika penelitian itu berupa penelitian dasar atau penelitian-penelitian kualitatif. Sementara itu, manfaat praktis adalah manfaat yang dapat dipetik dari hasil penelitian untuk kepentingan praktis di lapangan. Berdasarkan tujuan penelitian di atas, manfaat penelitian yang dapat dipetik adalah manfaat praktis. Perumusan manfaat hasil penelitian dapat diberi contoh sebagai berikut.

Manfaat praktis

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, manfaat praktis yang dapat dipetik adalah dengan ditemukannya teknik dan strategi pengelolaan benda-benda budaya dalam penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh peneliti lain untuk mengelola benda-benda cagar budaya lain yang tersebar di berbagai pelosok Nusantara.

2. Studi Kepustakaan dan Penelitian yang Relevan

Studi kepustakaan pada dasarnya adalah kajian teoretis terhadap teori-teori yang telah ada sebelumnya, dokumen-dokumen yang berkaitan dengan topik penelitian, serta kajian hasil penelitian terdahulu yang memiliki relevansi dengan topik penelitian yang sedang dikerjakan. Prinsip dasar dalam kajian teoretis adalah menelaah sumber pustaka, baik dari buku, jurnal, atau sumber-sumber pustaka lain. Cara yang dapat dilakukan adalah:

1. Kemukakan bunyi teori yang dikemukakan oleh para ahli secara jelas.
2. Sebutkan kelebihan atau kekurangan teori terdahulu, atau setidaknya tunjukkan perbedaan teori terdahulu dengan topik yang sedang dikerjakan oleh peneliti.
3. Tunjukkan keterkaitan teori yang dikaji dengan topik penelitian yang sedang dikerjakan.
4. Tentukan sikap, teori mana yang akan diikuti, atau jika peneliti “meramu” beberapa teori, kemukakan cara meramu seluruh teori yang ada.
5. Sebutkan sumber secara jelas (nama pengarang, tahun, dan jika dikutip secara langsung jangan lupa menyebut halaman).

Perhatikan contoh di bawah ini (data fiktif)!

Selo Sumarjan (2001) mengemukakan bahwa masyarakat Indonesia dikenal sebagai masyarakat gotong royong. Artinya, kehidupan dalam pranata sosial masyarakat selalu menjadi tanggung jawab seluruh masyarakat. Oleh karena itu, beban pekerjaan orang lain juga menjadi beban pekerjaan dirinya. Implikasi dari teori tersebut adalah bahwa benda-benda cagar budaya yang ada sampai saat ini adalah hasil kerja bersama seluruh komunitas masyarakat. Oleh karena itu, perawatannya juga merupakan tanggung jawab seluruh masyarakat.

Pendapat tersebut sejalan dengan pendapat Koentjaraningrat (1980) yang menyatakan bahwa budaya bukan produk individual tetapi produk kolektif sebagai cermin dari masyarakat gotong royong. Jika ada produk berupa benda budaya – beta pun besarnya benda budaya itu – seperti Candi Borobudur dan Prambanan, bukan merupakan produk individual. Artinya, jika dalam komunitas ada satu kepemimpinan yang berpengaruh dan menjadi tokoh sentral dalam suatu kegiatan adalah hal yang wajar dan kemudian didukung oleh banyak orang.

Berdasarkan teori di atas, penelitian ini berusaha memahami bahwa suatu komunitas masyarakat yang bekerja secara bergotong royong merupakan kekuatan yang sangat besar dan dapat dimanfaatkan untuk melakukan tugas-tugas besar yang sekarang masih terjadi. Misalnya, teknik pengelolaan BCB tidak mungkin dapat dilaksanakan sendiri tetapi setelah rancang bangun secara teknis sudah ditentukan oleh seorang ahli, pelaksanaannya harus melibatkan banyak orang. Memang, tidak sembarang orang dapat dilibatkan tetapi hanya orang-orang yang benar-benar memiliki kompetensi dalam bidang pengelolaan BCB yang dapat dilibatkan.

Di samping studi kepustakaan, penelitian juga harus mereview hasil penelitian terdahulu yang relevan. Artinya, review penelitian terdahulu memberikan gambaran bahwa penelitian yang sedang dikerjakan tidak mengulang penelitian sebelumnya. Di samping itu peneliti dapat menunjukkan bahwa penelitian yang sedang dikerjakan benar-benar memiliki kontribusi terhadap perkembangan ilmu dalam bidangnya.

Seorang peneliti, melalui hasil penelitiannya, ibarat “menghutankan lereng gunung”. Seorang peneliti dapat memberikan kontribusi terhadap terjadinya “hutan di lereng gunung” jika peneliti mampu memberi kontribusi dengan menanam “minimal satu pohon”. Begitulah terjadinya “hutan belantara” ilmu pengetahuan.

Review hasil penelitian terdahulu yang relevan dapat disusun dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Kemukakan judul hasil penelitian terdahulu yang akan direview.
2. Kemukakan dasar teori yang digunakan oleh peneliti.
3. Kemukakan hasil temuan penelitian yang dilakukan oleh peneliti.
4. Tunjukkan keterkaitan atau kekhasan penelitian yang sedang Anda

kerjakan dibandingkan dengan penelitian terdahulu.

Perhatikan contoh di bawah ini (data fiktif)!

Pranowo (2012) dalam penelitiannya “Daya Bahasa dan Nilai Rasa Bahasa dalam Kaitannya dengan Pembentukan Karakter Bangsa” dengan memanfaatkan teori Pragmatik dari Searle (1963) dan Brown & Levinson (1998) menemukan bahwa (1) setiap tindak tutur dalam fungsi bahasa apa pun pasti mengandung daya bahasa dan nilai rasa bahasa, (2) munculnya daya bahasa dan nilai rasa bahasa biasanya dapat dilihat melalui *diksi* dan *gaya bahasa*, (3) karakter bangsa dapat dibentuk dengan menanamkan daya bahasa dan nilai rasa bahasa yang positif melalui tindak komunikasi.

Penelitian ini mengacu pada hasil penelitian Pranowo (2012). Bedanya, penelitian ini difokuskan pada pedagang asongan yang berada di lingkungan candi Borobudur yang biasa berkomunikasi dengan para turis untuk menawarkan barang dagangannya.

3. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian merupakan rumusan konsep teoretis hasil studi kepustakaan dan hasil review penelitian sebelumnya yang akan dijadikan dasar untuk menjawab permasalahan. Kerangka berpikir disusun atas dasar pilihan konsep teoretis dari berbagai teori atau susunan teori peneliti sendiri berdasarkan alasan-alasan tertentu.

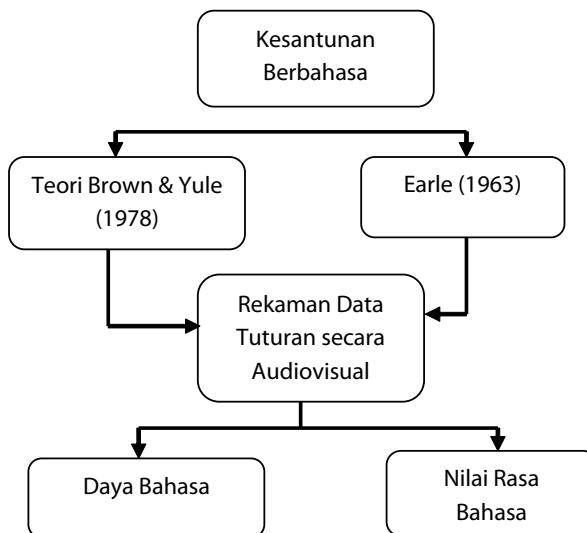
Kerangka berpikir dapat diwujudkan dalam bentuk uraian, dapat pula diwujudkan dalam bentuk uraian dilanjutkan dalam bentuk bagan.

Contoh:

Kerangka berpikir penelitian ini dirumuskan sebagai berikut.

1. Dasar teori penelitian ini menggunakan konsep teoretis dari Brown & Yule (1978) untuk mengidentifikasi indikator kesantunan dan teori Searle (1963) untuk mengidentifikasi tindak tutur.
2. Data tuturan berupa rekaman audiovisual pada bulan Juli 2013 setiap jam 20.00 wib dalam acara dialog interaktif.
3. Hasil yang diharapkan adalah teridentifikasinya bentuk-bentuk daya bahasa dan nilai rasa bahasa yang mencerminkan kadar kesantunan dalam acara dialog interaktif.

Secara skematis dapat digambarkan dalam bentuk bagan sebagai berikut.



4. Metodologi Penelitian

Yang dimaksud metodologi penelitian disini bukan ilmu tentang metode penelitian tetapi jalan yang harus dilalui oleh seorang peneliti untuk sampai pada jawaban masalah penelitian. Oleh karena itu, metode penelitian disini akan menggambarkan apa saja yang berkaitan dengan jalan untuk sampai pada tujuan penelitian sehingga rumusan masalah terjawab.

Contoh:

Metode dalam penelitian ini meliputi:

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dimaksud adalah paradigma penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah penelitian. Paradigma penelitian ada bermacam-macam, seperti paradigma kualitatif, paradigma kuantitatif; paradigma historis, paradigma komparatif. Oleh karena itu, sebutkan salah satu atau gabungan dari beberapa yang ada.

Misalnya:

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif. Artinya, data penelitian dikumpulkan secara deskriptif dalam arti data digambarkan seperti apa adanya dengan maksud agar peneliti mendapatkan data seperti yang ada dalam situs penelitian yang sesungguhnya.

Penelitian ini juga menggunakan paradigma kualitatif. Artinya, seluruh data penelitian diidentifikasi, diklasifikasi, dan dianalisis dengan kata-kata agar dapat dimaknai sesuai dengan kondisi alamiah data penelitian.

2. Subjek Penelitian/Sumber Data

Subjek penelitian/sumber data penelitian yang dimaksud adalah sesuatu, objek, atau orang yang dijadikan tempat pengambilan data.

Misalnya:

Subjek penelitian/sumber data penelitian adalah masyarakat di sekitar Candi Borobudur yang memiliki kepedulian terhadap candi sebagai BCB.

3. Data Penelitian

Data penelitian yang dimaksud adalah objek langsung yang dikumpulkan dan akan dianalisis untuk menemukan jawaban rumusan masalah penelitian.

Misalnya:

Data dalam penelitian ini berupa tanggapan atau komentar (tuturan/ucapan) masyarakat di seputar Candi Borobudur ketika diwawancarai mengenai pendapatnya tentang usaha perawatan candi oleh Balai Konservasi Borobudur.

4. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dimaksud adalah cara-cara yang digunakan untuk memperoleh data penelitian. Ada banyak cara untuk memperoleh data penelitian, seperti observasi, wawancara, kuesioner, dan lain-lain.

Misalnya:

a) Observasi

Observasi adalah pengamatan terhadap suatu subjek atau objek yang sedang diteliti. Jika yang diobservasi adalah orang

yang sedang berbicara di depan orang banyak, observer dapat mengamati, seperti (a) sikap seseorang terhadap lawan bicara ketika sedang bercakap-cakap, (b) pola pikir ketika sedang mengemukakan pendapat, (c) mengamati tingkat kejujuran melalui cara mengemukakan pendapat, dsb. Sebaliknya, jika yang diamati adalah benda (seperti batu candi), observer dapat mengamati, seperti (a) tingkat kebersihan batu candi seperti apa, (b) tingkat kekeroposan batu candi seperti apa, (c) apakah ada perbedaan warna antara batu yang saling berhimpit dengan permukaan batu yang terbuka dan terkena sinar matahari, udara, perubahan cuaca, (d) apakah ada perbedaan tingkat kehalusan penataan batu candi satu dengan batu candi yang lain, dan sebagainya.

b) Wawancara

Wawancara adalah berkomunikasi secara bersemuka (berhadapan) antara pembicara dengan pendengar menggunakan bahasa lisan yang dipandu oleh seperangkat daftar pertanyaan untuk menggali informasi dari lawan bicara. Agar wawancara dapat terarah, lebih baik jika peneliti tidak hanya membuat kerangka dasar masalah yang akan ditanyakan dalam wawancara tetapi disusun daftar pertanyaan secara sistematis.

c) Kuesioner

Kuesioner adalah daftar pertanyaan secara tertutup (pilihan sudah ditentukan) untuk memperoleh sejumlah informasi yang berkaitan dengan topik penelitian. Kuesioner juga sering disebut dengan istilah angket.

5. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data merupakan alat konkret pengumpul data. Instrumen penelitian ibarat “jaring bagi seorang nelayan”. Dengan jaring itu, seorang nelayan dapat menangkap jenis ikan yang dikehendaki. Seperti sudah disebut di atas, sebelum peneliti menyusun instrumen penelitian, peneliti terlebih dahulu harus menyusun kisi-kisi (*blue print*) instrumen atau setidaknya tidaknya terdapat rambu-rambu dalam menerapkan teknik pengumpulan data tertentu.

Jika teknik pengumpulan datanya berupa observasi, peneliti tidak perlu menyusun kisi-kisi tetapi harus menyusun rambu-rambu observasi. Rambu-rambu observasi adalah panduan bagi peneliti untuk melakukan pengamatan terhadap objek yang diteliti.

Contoh rambu-rambu observasi:

Topik penelitiannya adalah “Persepsi masyarakat terhadap renovasi Candi Borobudur”, rambu-rambu observasinya adalah sebagai berikut.

1. Pendapat masyarakat terhadap kegiatan renovasi Candi Borobudur.
2. Sikap masyarakat terhadap keterlibatan dalam renovasi Candi Borobudur.
3. Partisipasi masyarakat yang tidak secara langsung dilibatkan dalam renovasi Candi Borobudur.
4. Kesan masyarakat setelah Candi Borobudur direnovasi.
5. Kesan masyarakat terhadap hasil renovasi.

Rambu-rambu tersebut secara langsung dapat dipakai sebagai alat pengumpul data melalui observasi.

Jika teknik pengumpulan data berupa wawancara, peneliti harus menyusun rambu-rambu wawancara. Rambu-rambu wawancara adalah panduan bagi peneliti untuk melakukan wawancara dengan responden/nara sumber dalam penelitian.

Contoh rambu-rambu wawancara:

1. Apa yang Anda harapkan terhadap keberadaan Candi Borobudur bagi perekonomian keluarga Anda?
2. Bagaimanakah partisipasi Anda dalam usaha menjaga agar Candi Borobudur dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang?
3. Apa yang Anda lakukan jika ada orang yang dengan sengaja merusak Candi Borobudur?
4. Mengapa Candi Borobudur harus dipertahankan keberadaannya?
5. Setujukah Anda jika Candi Borobudur dianggap sebagai tempat melakukan tindakan musrik bagi para pengunjungnya?

Instrumen pengumpulan data dapat berupa kuesioner. Sebelum menyusun kuesioner, peneliti harus terlebih dahulu menyusun kisi-kisi. Agar dapat menghasilkan kuesioner yang benar, kisi-kisi instrumen dapat disusun dengan mengklasifikasikan aspek yang akan ditanyakan kepada responden.

Contoh kisi-kisi kuesioner:

No	Aspek yang Ditanyakan	Frekuensi	Jumlah Butir	Sebaran Butir
1	Aspek yang berhubungan dengan tanggapan masyarakat terhadap Candi Borobudur.	15%	7,5 (8)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.
2	Aspek yang berhubungan dengan perhatian masyarakat terhadap keberadaan Candi Borobudur.	15%	7,5 (7)	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.
3	Aspek yang berhubungan dengan kepedulian masyarakat terhadap Candi Borobudur.	20%	10	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25.
4	Aspek yang berhubungan dengan kondisi Candi Borobudur.	20%	10	Dst.
5	Aspek yang berhubungan dengan dampak ekonomi terhadap keberadaan Candi Borobudur.	20%	10	Dst.
6	Aspek yang berhubungan dengan dampak sosial terhadap keberadaan Candi Borobudur	10 %	5	Dst.
	Total	100%	50 butir	50 kuesioner

Keterangan:

1. Aspek yang ditanyakan adalah unsur apa sajakah yang akan ditanyakan berkaitan dengan topik penelitian.
2. Frekuensi adalah jumlah persen dari keseluruhan kuesioner yang akan dibuat (total harus 100%).

3. Jumlah butir adalah banyaknya butir kuesioner yang akan disusun menjadi kuesioner.
4. Sebaran butir adalah penempatan nomor dalam kuesioner yang akan disusun.

Berdasarkan kisi-kisi di atas, selanjutnya peneliti menyusun kuesioner lengkap dengan petunjuk pengisiannya. Perhatikan contoh di bawah ini!

Kuesioner persepsi masyarakat terhadap keberadaan Candi Borobudur	
Isilah kuesioner di bawah ini dengan memberi tanda silang pada huruf A, B, C, atau D yang Anda anggap paling benar!	
No	Pernyataan
1	Borobudur merupakan candi peninggalan nenek moyang. Oleh karena itu, perlu terus dirawat agar dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang. A. Sangat setuju B. Setuju C. Kurang setuju D. Tidak setuju
2	Candi Borobudur membutuhkan dana tidak sedikit untuk merawat. Oleh karena itu, memerlukan campur tangan negara lain untuk membiayainya. A. Sangat setuju B. Setuju C. Kurang setuju D. Tidak setuju.
3	Dana bantuan asing untuk merawat Candi Borobudur kadang-kadang disertai dengan pengaturan yang sangat ketat terhadap pengelolaan keuangannya. A. Sangat setuju B. Setuju C. Kurang setuju D. Tidak setuju.
	Dst.

6. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah cara bagaimana setelah data terkumpul kemudian dianalisis untuk mendapatkan bukti empiris dalam menjawab rumusan masalah. Teknik analisis data tidak ada panduan pasti karena sangat tergantung pada topik penelitian, rumusan masalah, jenis penelitian, dan teknik pengumpulan data.

Setelah seluruh data terkumpul, tugas terakhir pengumpulan data adalah menginventarisasi data. Setelah data diinventarisasi, langkah selanjutnya adalah analisis data. Meskipun tidak ada panduan pasti untuk menganalisis data, modul ini memperkenalkan salah satu contoh teknik analisis data.

Contoh:

Setelah data terkumpul dan diinventarisasi, kemudian data dianalisis dengan langkah sebagai berikut.

a. Identifikasi data

Identifikasi data yang dimaksud adalah menemukan “ciri penanda khas” terhadap setiap data yang sudah diinventarisasi. Ciri penanda khas ini harus mengarah pada jawaban terhadap rumusan masalah.

b. Klasifikasi data

Klasifikasi data adalah pengelompokan data menggunakan kategori tertentu berdasarkan hasil identifikasi. Langkah ini tidak dapat dibalik. Artinya, peneliti tidak dapat melakukan klasifikasi sebelum melakukan identifikasi.

c. Pemaknaan atau penafsiran makna data.

Pemaknaan atau penafsiran makna data merupakan usaha peneliti untuk memberi tafsiran makna terhadap hasil klasifikasi data. Penafsiran makna data harus dikaitkan dengan rumusan masalah penelitian.

D. Latihan

- a. Pilihlah satu topik penelitian sesuai dengan bidang yang Anda minati!
- b. Susunlah latar belakang penelitian dari topik yang telah Anda pilih!
- c. Susunlah rumusan masalah penelitian dari topik yang telah Anda pilih!
- d. Susunlah studi kepustakaan dari topik yang telah Anda pilih!
- e. Pilihlah teknik pengumpulan data untuk topik penelitian yang Anda pilih!
- f. Susunlah proposal penelitian secara lengkap mengenai topik penelitian yang telah Anda pilih!

BAB III

LAPORAN HASIL PENELITIAN, PEMBAHASAN, KESIMPULAN DAN SARAN

Kompetensi Inti

Memiliki kemampuan untuk menganalisis data penelitian dan pembahasan hasil analisis data

Kompetensi Dasar

1. Mampu menganalisis data penelitian berdasarkan teknik analisis tertentu.
2. Mampu menyusun pembahasan hasil analisis berdasarkan temuan hasil penelitian dan mengaitkan dengan teori terdahulu yang relevan.
3. Mampu menyusun kesimpulan hasil penelitian.
4. Mampu menyusun saran berdasarkan hasil penelitian.

A. Pendahuluan

Laporan hasil penelitian pada dasarnya adalah melaporkan seluruh kegiatan penelitian sesuai dengan rencana penelitian dan pelaksanaan penelitian. Bab I, II, dan III, laporan hasil penelitian sama dengan proposal penelitian. Hanya saja, ada kemungkinan setelah menyusun laporan hasil penelitian peneliti memberi tambahan uraian yang berkaitan dengan latar belakang, kajian teori, kerangka penelitian, dan metodologi. Namun, pada prinsipnya sama dengan proposal. Kata kunci dalam proposal berbunyi “penelitian ini akan meneliti", sedangkan kata kunci dalam laporan hasil penelitian kata kuncinya adalah “setelah penelitian dilakukan”. Sementara itu, laporan hasil penelitian yang tidak ada dalam proposal adalah bab IV, V, dan seterusnya. Bab ini baru ada setelah penelitian dilakukan, karena bab IV berisi “laporan hasil analisis data dan pembahasan” dan bab V berisi “Kesimpulan dan Saran”.

Setelah analisis data penelitian dilakukan, tugas peneliti selanjutnya adalah menyusun laporan hasil penelitian dan pembahasan (bab IV). Laporan hasil penelitian merupakan inti dari penelitian. Artinya, kerja akademik peneliti untuk memperoleh bukti empiris akan terlihat hasilnya pada bagian ini. Pembahasan hasil penelitian merupakan perampatan atau generalisasi hasil penelitian berdasarkan kajian teori yang sudah dilakukan. Kecanggihan seorang peneliti dapat dilihat melalui bagian ini karena peneliti harus mengulas hasil penelitian dengan mengacu pada teori terdahulu yang relevan atau dengan argumentasi akademik peneliti. Sedangkan bab V biasanya berisi kesimpulan dan saran.

B. Menganalisis Data Penelitian

Seperti sudah dijelaskan pada bagian penyusunan proposal penelitian bahwa salah satu langkah kegiatan penelitian adalah melakukan analisis data. Dalam proposal penelitian, modul ini telah memberikan contoh model analisis data penelitian. Setidaknya ada 3 langkah, yaitu (a) identifikasi data, (b) klasifikasi data, dan (c) pemaknaan/penafsiran makna temuan hasil analisis data.

Identifikasi data yang dimaksud adalah menemukan “ciri penanda khas” terhadap setiap data yang sudah diinventarisasi. Ciri penanda khas ini harus mengarah pada jawaban terhadap rumusan masalah.

Misalnya:

Hasil wawancara dengan responden ditemukan ungkapan sebagai berikut.

- a. *“Menurut pendapat saya, Candi Borobudur sebagai salah satu keajaiban dunia membutuhkan biaya perawatan sangat tinggi. Oleh karena itu, jika ada campur tangan asing untuk membiayai dan mereka menuntut syarat-syarat tertentu ya wajar saja karena mereka tidak mau kehilangan uang sia-sia”.*
- b. *“Saya setuju jika negara lain membantu membiayai perawatan Candi Borobudur. Namun, jangan sampai bantuan yang diberikan bersifat seperti menjajah bangsa kita”.*
3. *“Setuju sekali, bahkan tidak cukup hanya memberi bantuan dana tetapi juga tenaga teknis”.*

Berdasarkan data di atas, dapat diidentifikasi bahwa masyarakat di sekitar Candi Borobudur yang ikut merasakan betapa besarnya biaya perawatan candi,

mereka setuju jika negara lain ikut membiayai perawatan candi. Bahkan negara lain hendaknya juga memberi bantuan teknis dengan mengirimkan para ahli perawatan candi.

Klasifikasi data adalah pengelompokan data berdasarkan hasil identifikasi. Langkah ini tidak dapat dibalik. Artinya, peneliti tidak dapat melakukan klasifikasi sebelum melakukan identifikasi.

Contoh:

Setelah diidentifikasi, temuan penelitian kemudian diklasifikasi sebagai berikut. Ada kelompok masyarakat yang mengatakan (a) sangat setuju negara lain memberi dana bantuan perawatan dan mengawasi penggunaan dana bantuan, (b) negara pemberi dana bantuan jangan terkesan seperti menjajah bangsa Indonesia, dan (c) negara pemberi dana bantuan juga mau memberi bantuan tenaga teknis.

Pemaknaan atau penafsiran data merupakan usaha peneliti untuk memberi tafsiran makna terhadap hasil klasifikasi data. Penafsiran makna data harus dikaitkan dengan rumusan masalah penelitian.

Contoh:

Berdasarkan hasil klasifikasi data, dapat dimaknai bahwa masyarakat di seputar Candi Borobudur memiliki persepsi positif terhadap keberadaan Candi Borobudur. Hal ini dapat dilihat dari kesadaran masyarakat akan besarnya biaya perawatan Candi Borobudur.

Candi Borobudur bagi masyarakat di sekitarnya bukan hanya dipandang sebagai BCB tetapi juga sebagai sumber penghidupan. Dengan adanya candi, masyarakat dapat menjalankan roda perekonomian dengan cara berdagang berbagai macam mata dagangan, seperti makanan, souvenir, pakaian, dan sebagainya.

Dengan adanya candi, masyarakat dapat menjalin ikatan saling ketergantungan. Candi Borobudur perlu dirawat, dipelihara sehingga dapat secara terus-menerus menjadi media sumber penghidupan bagi masyarakat.

Masyarakat juga menyadari bahwa dana perawatan Candi Borobudur sangat tinggi. Hal ini tidak mungkin hanya dibebankan kepada Indonesia karena candi tersebut merupakan salah satu keajaiban dunia yang

dipandang bukan hanya milik bangsa Indonesia tetapi sudah menjadi milik dunia. Karena itulah, perawatan tidak cukup hanya disediakan dana tetapi juga tenaga ahli yang secara teknis dapat melakukan perawatan sehingga keberadaan Candi Borobudur tetap dapat dipertahankan selama mungkin.

C. Pembahasan Hasil Analisis Data

Setelah data dianalisis secara keseluruhan, langkah selanjutnya adalah membahas hasil analisis data. Pembahasan hasil analisis data harus sejalan dengan rumusan masalah penelitian. Hal ini karena pembahasan sebenarnya merupakan titik awal perampatan atau generalisasi temuan hasil penelitian untuk menyusun kaidah atau dalil yang berkaitan dengan topik penelitian, yaitu “persepsi masyarakat terhadap keberadaan Candi Borobudur”.

Contoh pembahasan:

Berdasarkan hasil analisis data dapat dikemukakan beberapa hal sebagai berikut. Pertama, untuk perawatan Candi Borobudur diperlukan dana yang sangat besar. Namun, dengan bantuan negara lain perawatan Candi Borobudur dapat berjalan dengan baik. Hal ini sejalan dengan pendapat Selo Sumarjan (2001) bahwa masyarakat Indonesia dikenal sebagai masyarakat gotong royong. Bahkan, jika melihat partisipasi negara lain begitu besar dalam rangka merawat Candi Borobudur, berarti jiwa gotong royong tidak hanya dimiliki oleh masyarakat Indonesia tetapi bersifat universal.

Semakin disadarinya bahwa Candi Borobudur adalah produk budaya secara kolektif (Koentjaraningrat, 1980), partisipasi masyarakat dunia dalam merawat Candi Borobudur sebagai cermin dari budaya kolektif. Jika dilihat dari pengertian itu, sebenarnya masyarakat dunia juga masih tetap terus memegang teguh budaya kolektif.

Memang, jika ada sementara orang berpendapat bahwa bangsa barat sering disebut berorientasi pada budaya individual, ternyata tidak menyangkut seluruh aspek kehidupan. Hal-hal yang berkaitan dengan masalah budaya, ternyata setiap orang masih dapat dikenali sebagai masyarakat yang merasa saling “handarbeni” (sama-sama merasa memiliki). Hal ini terbukti bahwa kepedulian bangsa lain terhadap Candi Borobudur tidak sekedar memberi bantuan dana tetapi juga memberi bantuan tenaga teknis. Bahkan, rasa handarbeni itu terlihat pada banyaknya kunjungan

masyarakat dunia untuk ikut mengagumi kemajuan bangsa Indonesia di masa lalu.

D. Kesimpulan

Bagian akhir laporan hasil penelitian adalah kesimpulan dan saran. Kesimpulan harus sejalan dengan rumusan masalah. Kesimpulan dapat disajikan dalam bentuk butir-butir nomor atau dapat uraian dalam paragraf. Jika rumusan masalah ada tiga, kesimpulan juga harus ada tiga. Namun, jika peneliti ingin memberi tambahan uraian yang berkaitan dengan kesimpulan, peneliti dapat menambahkan dengan nomor a, b, c, dan seterusnya. Atau jika disajikan dalam bentuk paragraf, peneliti dapat menyusun paragraf tambahan.

Contoh:

Berdasarkan hasil analisis data, penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengelolaan benda-benda cagar budaya dapat dilakukan melalui beberapa teknik dan strategi. Secara terperinci, dapat diuraikan sebagai berikut.

- a. Teknik yang dapat digunakan adalah teknik perawatan, renovasi, pemugaran, dan pengaturan sanitasi air. Perawatan lebih ditekankan pada pembersihan kotoran tubuh candi dengan menghilangkan kotoran yang melekat pada batu candi, seperti tanah, debu, lumut. Renovasi lebih ditekankan pada perbaikan beberapa kerusakan bebatuan akibat pengeroposan, batu ada yang pecah, batu ada yang lepas dari posisinya. Pemugaran adalah perbaikan kondisi candi karena telah mengalami kerusakan parah seperti kerusakan akibat gempa, atau kerusakan parah akibat termakan usia. Dan perbaikan sanitasi air dilakukan sebagai akibat adanya kebocoran karena saluran pembuangan air tersumbat atau adanya kerusakan batu.
- b. Strategi pengelolaan yang dilakukan adalah dengan cara menggaling pengumpulan dana dari berbagai sumber serta mencari bantuan tenaga teknis untuk melakukan pengelolaan.

Saran adalah sesuatu hal yang perlu disampaikan oleh peneliti kepada pembaca berkaitan dengan tindak lanjut penelitian. Saran yang perlu disampaikan oleh peneliti hendaknya tidak berlebihan dalam arti melampaui batas penelitian yang sudah dilakukan.

Contoh:

Saran-saran yang dapat diberikan berkaitan dengan hasil penelitian di atas adalah sebagai berikut.

1. Perlu dicari teknik lain yang memungkinkan pengelolaan Candi Borobudur lebih baik di samping teknik-teknik yang sudah dikemukakan di atas.
2. Perlu dicari strategi lain yang lebih tepat agar pengelolaan Candi Borobudur dapat melibatkan lebih banyak lagi orang-orang, organisasi, atau penyandang dana yang berada diseluruh dunia.

E. Latihan

- a. Buatlah daftar pertanyaan untuk mengumpulkan informasi melalui wawancara yang berkaitan dengan sikap masyarakat terhadap perilaku pengunjung candi!
- b. Buatlah contoh analisis data berdasarkan hasil observasi di bawah ini!

Setelah melakukan observasi, peneliti mendapatkan data pengamatan sebagai berikut.

1. Banyak bebatuan candi yang terlihat kotor karena ditumbuhi lumut.
2. Beberapa sambungan batu yang pernah diperbaiki menggunakan semen ternyata retak-retak dan nampak ada bekas air yang merembes di celah-celah retakan.
3. Tepi bebatuan tangga candi terlihat mulai mengalami korosi karena setiap hari diinjak-injak orang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif Furkhon. 2010. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Surabaya: Erlangga University Press.
- Dedy Mulyana. 2010. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.
- Hadari Nawawi, H. 1983. *Metode Penelitian Ilmu Sosial*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Moleong, Lexi. 2013. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.
- Sumadi Suryabrata. 1983. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: CV Rajawali.

KAIDAH PENULISAN ARTIKEL ILMIAH

Oleh :

Prof. Dr. Pranowo, M.Pd



PENGANTAR

Tujuan penulisan modul ini adalah untuk menumbuhkan kebiasaan bagi para peneliti agar mau menulis hasil penelitiannya menjadi artikel yang layak muat di jurnal ilmiah. Penulis modul ini berharap bahwa menulis menjadi budaya bagi para peneliti di lingkungan Balai Konservasi Borobudur. Bagaimana pun, banyak aspek penting yang perlu disebarluaskan kepada masyarakat luas mengenai nilai-nilai adiluhung yang dimiliki oleh Candi Borobudur.

Modul menulis artikel ini dianggap berhasil mencapai tujuan jika peneliti maju selangkah di samping menghasilkan laporan hasil penelitian juga menghasilkan artikel ilmiah untuk jurnal berdasarkan laporan hasil penelitian.

Modul menulis artikel ini adalah panduan sederhana bagi para peneliti yang ingin belajar menulis artikel jurnal. Uraian-uraian yang diberikan bersifat sederhana tetapi tidak melanggar kaidah penulisan. Contoh-contoh yang diberikan kadang-kadang berupa data fiktif atau mengambil bidang lain. Hal ini disengaja karena penulis ingin memberikan contoh konkret mengenai langkah tertentu dalam penulisan. Dengan cara demikian, penulis tidak mengalami kesulitan untuk memulai menulis.

Meskipun modul ini sudah diusahakan seoptimal mungkin. Namun karena waktu penulisan sangat pendek tentu saja masih terdapat kekurangan di sana-sini. Oleh karena itu, saran dan masukan pembaca sangat diharapkan agar edisi berikutnya dapat lebih lengkap dan komprehensif.

Terimakasih

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

Kompetesi Inti

Memiliki pemahaman mengenai kaidah-kaidah menulis artikel ilmiah dan mampu menerapkan dalam penulisan.

Kompetensi Dasar

1. Mampu mendefinisikan pengertian artikel ilmiah
2. Mampu menyebutkan faktor-faktor penyebab kegagalan menulis
3. Mampu membedakan keterampilan menulis dengan keterampilan berbicara
4. Mampu menyebutkan karakteristik artikel ilmiah

A. Menulis Sebagai Keterampilan

Artikel ilmiah adalah karangan pendek yang berupa uraian mengenai suatu topik berdasarkan pendekatan dan kajian teori tertentu untuk memecahkan suatu masalah. Banyak peneliti atau penulis yang masih mengalami kesulitan untuk menulis artikel ilmiah. Ada pengalaman menarik yang diungkapkan oleh seorang teman yang bekerja di Balai Penelitian Sejarah dan Nilai-nilai Tradisional bahwa tugas dia setiap hari adalah memberikan penyuluhan kepada masyarakat. Sebelum memberikan penyuluhan, biasanya dia melakukan “penelitian” untuk mengumpulkan data lapangan agar penyuluhan yang diberikan benar-benar bertumpu pada data empiris. Dia mampu menguraikan secara lisan mengenai kondisi yang dilihat di lapangan selama berjam-jam dengan lancar. Bahkan, ketika memberikan penyuluhan juga sudah menggunakan *power point* yang berisi pokok-pokok pikiran yang diceramahkan.

Ketika sudah selesai memberikan penyuluhan, dia diminta agar pokok-pokok pikiran yang diuraikan ditulis secara lengkap dalam bentuk artikel dan akan dimuat di Jurnal ilmiah. Dia sangat antusias dan memberikan batas waktu

kesanggupan dua minggu akan segera mengirimkan *soft copy* dan *hard copy* tulisannya. Setelah sepuluh hari redaktur mengingatkan bahwa *dead line* tulisan sudah hampir tiba.

Jawaban yang diberikan sangat mengagetkan, dia bercerita bahwa setiap malam sudah duduk di depan komputer dan ingin segera mulai menulis, tetapi setiap akan mulai ternyata tidak satu kalimat pun dapat ditulis. Padahal butir-butir pikiran tulisan sudah ada karena pernah dipresentasikan dalam penyuluhan.

Setelah ditelusur, faktor penyebabnya antara lain (a) tidak mampu memilih dan membatasi topik yang akan ditulis, (b) kurang terbiasa dan kurang terlatih untuk menulis, (c) tidak terbiasa bergaul dengan data ketika menulis, (d) tidak terbiasa berpikir linier, logis, dan argumentatif, dan (e) tidak terbiasa menggunakan ragam bahasa ilmiah.

Memang, keterampilan menulis berbeda dengan keterampilan berbicara. Kaidah keterampilan menulis berbeda dengan kaidah keterampilan berbicara. Meskipun demikian, keduanya sama-sama penting dan tidak dapat dianggap yang satu lebih penting dari yang lain. Jika menulis yang dimaksudkan sekedar membuat catatan-catatan kecil untuk mempermudah mengingat memang tidak sulit. Namun, jika yang dimaksud menulis adalah menuangkan pikiran dalam bentuk artikel, menulis harus taat azas. Begitu juga, jika yang dimaksud berbicara hanyalah berbincang-bincang untuk mengisi waktu luang dengan orang lain (obrolan), setiap orang dapat melakukan. Namun, jika yang dimaksud berbicara adalah penyampaian pikiran atau perasaan, setiap pembicara harus selalu taat azas terhadap kaidah bahasa lisan.

Kaidah menulis antara lain (a) memiliki topik tertentu yang terbatas, (b) topik tulisan harus disusun dalam bentuk butir-butir pikiran yang logis, (c) kaidah tata bahasa harus benar (setiap kalimat harus mengandung subjek dan predikat, kalimat harus efektif), (d) tanda baca, ejaan harus sesuai dengan kaidah yang sudah ditentukan, (e) teknik pengutipan harus benar, (f) teknik penulisan daftar pustaka harus sesuai dengan ketentuan. Di samping itu, bahasa tulis harus mampu “membela dirinya di hadapan pembaca” karena penulis tidak hadir bersama teksnya.

Sementara itu, keterampilan berbicara memiliki kaidah tersendiri, seperti (a) menyadari siapa dirinya sebagai seorang pembicara, (b) memahami karakteristik pendengarnya, (c) memahami warna emosi (perasaan) pendengarnya, (d) memiliki maksud/tujuan yang akan disampaikan, (d) menyadari tempat dan

waktu terjadinya pembicaraan (misalnya: berbicara di tempat ibadah berbeda dengan di tempat pelayanan), (e) urutan berbicara harus sistematis, (f) setiap berbicara harus ada pokok masalah yang dibicarakan, (g) mahir memanfaatkan ilustrasi pembicaraan, (h) memahami cita rasa (citra) pendengarnya, (i) mampu memperhatikan ads tidaknya orang ketiga, (j) mahir memilih ragam/register bahasa yang digunakan, dan (k) memperhatikan aturan-aturak khusus yang berlaku di dalam masyarakat. Di samping itu, pemibcara harus memperhatikan kejelasan lafal, intonasi, tekanan, volume suara dan sebagainya.

Seseorang yang berkecimpung dalam dunia ilmu pengetahuan, kegiatan menulis atau meneliti seharusnya sudah tidak menjadi masalah. Pengalaman bertahun-tahun menggeluti dunia ilmu, baik melalui penelitian maupun penulisan laporan hasil penelitian, penulisan artikel hasil penelitian sudah bukan barang baru dalam kegiatan sehari-hari.

Artikel sebagai salah satu jenis tulisan ilmiah sering dipandang sebagai sumber informasi akademis teraktual, terpercaya, bersifat ilmiah, dan sering menjadi rujukan utama para peneliti atau penulis ilmiah lain. Artikel ilmiah memiliki karakteristik seperti (a) memiliki pokok masalah yang dibahas, (b) menggunakan acuan teori tertentu, (c) menggunakan pendekatan tertentu, (d) didukung oleh data yang terpercaya, (e) didominasi oleh analisis, (f) bersifat argumentatif, (g) ditulis menggunakan ragam bahasa ilmiah, (h) disusun dengan mengikuti ketentuan tata tulis ilmiah yang sudah dibakukan, dan (i) disusun berdasarkan sistematika tertentu. Berdasarkan karakteristik tersebut, setiap penulis artikel ilmiah diharapkan “taat azas” sehingga karya yang dihasilkan benar-benar mencerminkan kecendekiaan penulis dan mudah dipahami pembaca.

Agar karakteristik di atas terpenuhi, artikel ilmiah dapat disusun dengan tahapan sebagai berikut: (a) memilih topik yang akan ditulis, (b) menjabarkan topik yang sudah dipilih menjadi butir-butir pikiran, (c) menyusun butir-butir pikiran menjadi kerangka karangan, (d) mengembangkan kerangka karangan menjadi paragraf karangan secara sistematis (didukung teori yang relevan, didukung data yang akurat, digunakan bahasa ragam ilmiah), (f) disajikan secara sistematis.

Memang, menulis sebenarnya hanya merupakan keterampilan. Namun, keterampilan menulis mencakup dua aspek penting, yaitu (a) keterampilan kognitif dan (b) keterampilan motorik. Keterampilan kognitif merupakan

keterampilan “meng-*coding* ide menggunakan bahasa dalam pikiran”. Setiap orang pasti memiliki banyak gagasan yang ingin diwujudkan menjadi tulisan. Jika gagasan tersebut tidak mampu di-*coding* menggunakan bahasa dalam pikiran, mereka akan mengalami kesulitan untuk mewujudkannya menjadi tulisan. Ketika seseorang sudah berjam-jam duduk di depan komputer ingin mulai menulis tetapi tidak satu kalimat pun muncul tulisan yang dapat mengungkapkan idenya, orang itu berarti belum memiliki keterampilan kognitif untuk menulis. Inilah salah satu penanda bahwa seseorang tersebut tidak mampu meng-*coding* gagasan menggunakan bahasa dalam pikiran. Sebaliknya, seseorang yang sudah mampu meng-*coding* gagasan menggunakan bahasa dalam pikiran biasanya sudah mampu menuliskan gagasan dalam bentuk kerangka karangan yang sekaligus mencerminkan kerangka berpikirnya.

Di samping itu, menulis merupakan keterampilan motorik. Artinya, seseorang yang sudah terbiasa menulis akan sangat mudah menuangkan gagasan yang sudah di-*coding* dengan bahasa dalam pikiran menjadi kalimat-kalimat yang kohesif (pertalian bentuk atau struktur) dan koheren (pertalian makna) sehingga gagasan tertata secara runtut. Permasalahan yang dihadapi oleh seorang penulis ada dua macam. *Pertama*, kebiasaan membaca berbagai referensi dalam bidang ilmu yang digelutinya. Seorang penulis yang baik pastilah seorang pembaca yang tangguh. Jika seseorang penulis tetapi bukan pembaca yang tangguh, tulisan yang dihasilkan pasti hanyalah “*copy-paste*” pikiran orang lain. Seorang penulis tetapi bukan pembaca tangguh, seperti lembu yang “memamah biak”, yang hanya mengunyah-ngunyah air liur sendiri kemudian ditelan kembali. Meskipun tulisannya berbeda-beda tetapi isinya hanya “itu itu” saja.

Kedua, kebiasaan meneliti. Seorang penulis artikel ilmiah memang harus menjadi pembaca tangguh. Namun, ternyata seorang penulis artikel ilmiah belum cukup jika hanya berbekal kemampuan membaca. Mereka juga harus menjadi seorang peneliti. Artikel ilmiah yang kadar keilmuannya tinggi haruslah merupakan hasil penelitian (meskipun yang dimaksud penelitian tidak harus penelitian lapangan). Penelitian yang dimaksud tidak sekedar mengumpulkan data lapangan kemudian data mentah langsung dipakai sebagai bahan penyuluhan, tetapi peneliti harus mampu mengidentifikasi data, kemudian memverifikasi data, dan akhirnya menulis dalam bentuk laporan. Nampaknya, pengertian melakukan penelitian yang dimaksud teman tadi hanya sebatas inventarisasi data tetapi tidak pernah diidentifikasi, diklasifikasi, diinterpretasi

tetapi data mentah langsung ditulis dalam bentuk laporan penelitian.

Seorang peneliti yang benar-benar peneliti, biasanya tidak mengalami kesulitan apa pun dalam menulis artikel ilmiah karena mereka sudah memiliki teori baru, data baru, argumentasi baru, idiom baru, pola pikir baru sehingga yang ditulis benar-benar merupakan hasil pemikiran yang telah diuji secara teoretis maupun empiris. Permasalahannya adalah bahwa menulis artikel – seperti sudah diuraikan di atas – di samping merupakan keterampilan motorik juga merupakan keterampilan kognitif. Keterampilan motorik menuntut kebiasaan menulis secara terus-menerus, sedangkan keterampilan kognitif menuntut kebiasaan menginventarisasi, mengidentifikasi, menginterpretasi untuk diungkapkan secara argumentatif dengan bahasa ragam ilmiah dalam bentuk artikel atau laporan penelitian.

B. Latihan

Setelah membaca uraian di atas, kerjakan soal di bawah ini agar pemahaman Anda mengenai menulis sebagai suatu keterampilan tidak salah!

1. Apa yang Anda ketahui mengenai artikel ilmiah?
2. Mengapa seseorang yang mahir berbicara belum tentu mahir menulis, jelaskan!
3. Mengapa seseorang sering gagal dalam menulis, jelaskan!
4. Apa yang Anda ketahui mengenai “keterampilan motorik” dan “keterampilan kognitif”, jelaskan dengan contoh!
5. Faktor apa sajakah yang harus diperhatikan dalam keterampilan menulis?
6. Faktor apa sajakah yang harus diperhatikan dalam keterampilan berbicara?
7. Tahap-tahap apa sajakah yang harus diperhatikan dalam menulis artikel, jelaskan!
8. Syarat apa sajakah agar seorang penulis mampu menuangkan gagasannya dalam bentuk tulisan, jelaskan!
9. Bahasa dalam tulisan “harus mampu membela dirinya di hadapan pembaca”, apa maksudnya, jelaskan!
10. Kegiatan berbicara maupun menulis tidak selalu memerlukan kaidah yang benar. Bagaimana penjelasan Anda?

BAB II

ORGANISASI ARTIKEL

Kompetensi Inti

Memiliki kemampuan untuk menyusun sistematika artikel berdasarkan penalaran yang logis dan sistematis.

Kompetensi Dasar

1. Mampu menyebutkan unsur-unsur artikel ilmiah.
2. Mampu menentukan topik dan menyusun menjadi judul artikel.
3. Mampu mengidentifikasi unsur-unsur yang harus ada dalam pendahuluan artikel.
4. Mampu membuat contoh latar belakang artikel.
5. Mampu membuat abstrak artikel.
6. Mampu menentukan kata kunci dalam suatu abstrak.
7. Mampu menyusun rumusan masalah dengan berbagai model.
8. Mampu menyusun pembahasan.
9. Mampu menyusun penutup karangan

A. Judul Artikel

Artikel ilmiah sudah memiliki kebakuan sistematika. *Pertama*, **penulisan judul** pada dasarnya bebas. Namun, yang terpenting harus ada kaitan langsung dengan topik yang dibicarakan. Setidaknya ada dua model penulisan judul, yaitu “*small is beautiful*” dan “*big is the best*”. Penulis yang berpegang pada prinsip penulisan judul “*small is beautiful*” biasanya berpegang pada paradigma kuantitatif. Judul ditulis secara terinci. Misalnya “*Hubungan antara Tingkat Kualitas Layanan Internal, Kepuasan Kerja Karyawan, Kualitas Layanan Eksternal, dengan Tingkat Kepuasan Mahasiswa*”. Judul yang terinci biasanya

mencakup seluruh variabel (baik variabel bebas, terikat, kontrol, intervening dan seterusnya), serta populasi yang diteliti. Sebaliknya, penulis yang berpegang pada prinsip “*big is the best*” biasanya berpegang pada paradigma kualitatif. Judul karangan ditulis secara pendek. Misalnya, “*Keterkaitan Relief Candi Borobudur dengan Latar Belakang Budaya Masyarakat*”. Judul yang pendek biasanya hanya menyangkut topik yang dibicarakan, sedangkan rincian unsur ditulis dalam pembatasan masalah. Judul artikel ilmiah diharapkan pendek (sebanyak-banyaknya 12 kata untuk artikel berbahasa Indonesia, atau 10 kata untuk artikel berbahasa Inggris).

Nama pengarang ditulis se informatif mungkin disertai informasi korespondensi yang mudah dihubungi, seperti e-mail (nama pengarang bukan tempat untuk promosi gelar dan jabatan, tetapi informasi untuk mempermudah korespondensi, atau memberikan akreditasi dan persantunan pada lembaga tempat penelitian dilaksanakan).

B. Menulis Abstrak dan Kata Kunci

Abstrak artikel ditulis maksimum sepanjang 200 kata dan pada umumnya disajikan dalam satu paragraf. Penulisan abstrak hasil penelitian terdiri atas rumusan masalah, dasar teori yang dipakai untuk memecahkan masalah, metode penelitian, temuan penelitian, dan kesimpulan. Sedangkan penulisan abstrak artikel terdiri atas rumusan masalah, dasar teori, dan kesimpulan. Abstrak bukan *summary* atau ringkasan yang dapat memuat 500 kata dan dalam beberapa paragraf. Contoh abstrak:

Pemeliharaan dan pemanfaatan artefak perlu dilakukan dengan paradigma berpikir baru. Paradigma berpikir baru menempatkan artefak sebagai benda hidup dan menyejarah yang menjadi titik pijak bagi perjalanan peradaban manusia modern. Pemeliharaan dan pemanfaatan artefak harus mampu menemukan *missing link* yang belum pernah dapat ditemukan. Kajian ini menemukan beberapa *missing link* bahwa (1) artefak adalah benda sejarah yang mampu menyejarahkan peradaban manusia pada zamannya, (2) artefak menjadi ciri penanda hubungan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan tingkat kecerdasan bangsa pada zamannya, dan (3) artefak adalah bukti konkret tingkat religiositas suatu bangsa.

Di bawah abstrak disertakan **kata kunci**. Kata kunci adalah istilah-istilah khusus yang digunakan penulis untuk membantu pembaca memahami isi artikel. Dalam jurnal ilmiah, kata kunci merupakan kemutlakan karena dapat memperluas keteraksesan khalayak pembaca melalui internet. Contoh kata kunci, seperti : *pelestarian, artefak, peradaban, missing link, pemeliharaan, pemaknaan*.

C. Pendahuluan Artikel

Pendahuluan memuat persoalan pokok agar dapat mengantarkan pembaca untuk memahami isi. Persoalan pokok harus dikemukakan sebagai alasan dilakukannya penulisan artikel. Pada umumnya persoalan pokok ini mengacu pada perkembangan pemikiran mutakhir (5-10 tahun terakhir). Pengacuan tidak harus mendetail tetapi tetap kritis dan total. Di dalam pendahuluan terdapat unsur latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan. Cara sederhana menulis latar belakang adalah menguraikan isu-isu mutakhir yang berkaitan dengan topik, kemudian disusun menggunakan urutan harapan dengan kenyataan (atau sebaliknya) yang berkaitan dengan topik artikel yang dibahas. Kesenjangan antara harapan dan kenyataan itulah yang memunculkan masalah. Cara sederhana menulis rumusan masalah adalah menggunakan kalimat tanya atau kalimat pernyataan, sedangkan cara sederhana menulis tujuan adalah mensinergikan dengan rumusan masalah. Contoh latar belakang:

Topik: Peran Serta Masyarakat dalam Mengelola Candi Prambanan

Candi Prambanan sebagai artefak merupakan sumber daya budaya yang harus dikelola secara baik agar dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang. Candi Prambanan sebagai artefak memiliki fitur seperti (a) berupa hasil karya manusia yang bernilai seni tinggi, (b) sebagai karya seni warisan leluhur, (c) berbentuk struktur bangunan yang berada dalam suatu lokasi tertentu, dan (d) sebagai cermin perkembangan teknologi tinggi pada zamannya. Dengan fitur seperti itu, Candi Prambanan harus dipelihara dan dikelola secara baik agar dapat memperpanjang usia sehingga secara terus-menerus dapat dijadikan bahan kajian arkeologis yang bermanfaat bagi generasi mendatang.

Namun dalam kenyataannya, Candi Prambanan tidak berbeda dengan benda-benda lain yang tidak dapat terhindar dari kelapukan usia, kerusakan karena bencana alam, atau kerusakan karena ulah tangan

manusia. Masih hangat dalam ingatan kita bahwa Candi Prambanan mengalami rusak berat akibat digoncang gempa pada tanggal 27 Mei 2006.

Kerusakan candi karena ulah tangan manusia kadang-kadang justru lebih cepat memperpendek usia. Beberapa waktu yang lalu kepala arca di candi Plaosan hilang karena dipenggal oleh tangan jahil manusia. Bahkan pemenggalan seperti itu sudah terjadi yang ketiga kalinya. Fakta-fakta seperti itulah ancaman terhadap benda-benda budaya peninggalan sejarah peradaban manusia akan semakin banyak yang sulit diselamatkan.

.....

D. Rumusan Masalah dalam Artikel

Rumusan masalah dalam artikel pada dasarnya menjadi bagian dari pendahuluan. Rumusan masalah harus berkaitan dengan topik artikel yang akan dibicarakan. Ada dua model penyusunan rumusan masalah, yaitu (a) rumusan masalah disusun dalam bentuk kalimat tanya, dan (b) rumusan masalah disusun dalam bentuk kalimat pernyataan.

Jika topik artikel yang akan ditulis berbunyi “Teknik penentuan urutan-susun bebatuan dalam pemugaran candi Bubrah di Prambanan” dapat disusun menjadi dua model penyusunan rumusan masalah.

Model rumusan masalah pertama dengan kalimat tanya dapat disusun sebagai berikut. *“Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalahnya adalah “bagaimanakah teknik penentuan urutan-susun bebatuan dalam pemugaran candi Bubrah di Prambanan?”*

Di samping itu, perumusan masalah untuk topik yang sama dapat disusun dalam bentuk kalimat pernyataan. Perhatikan contoh berikut.

“Kondisi kerusakan *candi Bubrah* di Prambanan sudah sangat parah. Sebagian besar batu berserakan di mana-mana dan bahkan ada kemungkinan sudah banyak yang hilang. Kecermatan tenaga ahli pemugaran *Candi Bubrah* tidak sekedar dapat menata ulang bebatuan yang sudah runtuh. Namun, juga dibutuhkan keahlian untuk melakukan *coding* terhadap setiap batu yang sudah berserakan agar kelak dapat ditata secara urutan-susun seperti kondisi semula. Karena itulah, para ahli pemugaran candi harus memiliki teknik urutan-susun tertentu agar setelah dipugar tidak berubah dengan bentuk candi aslinya”.

E. Penyajian Hasil dan Pembahasan

Bagian ini merupakan inti artikel ilmiah. Di dalamnya memuat data dan informasi analisis sesuai dengan pendekatan, interpretasi dan sintesisnya. Hasil analisis harus selalu merujuk pada teori yang sudah mapan dan selalu dijadikan acuan dalam penyajian hasil analisis data. Perhatikan contoh berikut:

Ada lima temuan hasil penelitian, yaitu (1) tuturan bahasa dikatakan santun jika penutur memiliki sikap bijaksana dalam tuturannya, (2) penutur memiliki sikap rendah hati dalam bertutur, (3) penutur selalu menaruh rasa simpati terhadap apa yang terjadi pada mitra tutur, (4) penutur menghindari konflik terbuka dengan mitra tutur, dan (5) penutur memiliki rasa empati pada mitra tutur. Berdasarkan temuan penelitian tersebut, tuturan dikatakan santun apabila penutur selalu berusaha menjaga harkat dan martabat dirinya dalam bertutur sehingga setiap tuturannya tidak menyakiti hati mitra tutur (Pranowo, 2009). Temuan tersebut berbeda dengan temuan Grice (1982) dan Leech (1987) bahwa tuturan dikatakan santun jika tidak menyinggung perasaan mitra tutur.

Jika kesantunan berbahasa hanya mengikuti pendapat Grice dan Leech, seorang penutur bahasa dapat saja hanya berpura-pura santun tetapi sebenarnya dalam benaknya tidak memiliki sikap santun.

Di dalam penyajian hasil analisis data terdapat juga pembahasan. Bagian ini memuat uraian yang mendiskusikan temuan penelitian dengan teori atau hasil penelitian terdahulu yang relevan. Hasil dari pembahasan adalah perampatan atau teori umum yang lebih luas. Pembahasan harus menggambarkan posisi temuan penulis diantara teori-teori atau hasil penelitian sebelumnya. Dengan demikian, pembaca akan mudah mengetahui di posisi manakah temuan penulis jika dilihat dari teori-teori yang sudah ada dan seberapa besar kontribusi temuan penulis terhadap perkembangan ilmu. Perhatikan contoh di bawah ini:

Kita sudah terlanjur latah bahwa istilah “pelestarian budaya” seakan-akan merupakan istilah positif yang tidak perlu dikoreksi pemakaiannya. Padahal kata **lestari** berarti “**mati**” (Sapardi Joko Damono, KR 9 Nov. 2009). Jadi, **melestarikan budaya** berarti mematikan budaya, membiarkan budaya berada pada kondisi tetap, stagnan, alias mati. Benda-benda budaya yang disimpan di museum tanpa memiliki kejelasan kronologis dapat diartikan hanya sebagai pelestarian. Pelestarian bukan merupakan

usaha positif, karena hanya akan membiarkan benda-benda budaya menjadi benda mati yang tidak bermakna. Hal ini mungkin saja terjadi karena benda-benda yang bernilai budaya tinggi yang disimpan di museum ditemukan secara lepas-lepas dan belum dapat dilacak kekoherensiannya dengan benda-benda lain.

Rumah-rumah kuno yang memiliki arsitektur bernilai tinggi perlu dilestarikan dalam arti cukup memberi larangan kepada pemiliknya untuk mengubah atau merobohkan bangunan tanpa perlu memberi bantuan dana untuk merenovasi agar kondisinya tidak semakin rapuh. Jadi, apakah benda-benda budaya peninggalan nenek moyang yang bernilai tinggi itu hanya cukup dilestarikan ataukah perlu dimaknai agar selalu hidup sesuai dengan perkembangan zaman adalah tantangan bagi para arkeolog. Jika para arkeolog sudah cukup puas dengan melakukan tindakan pelestarian, berarti benda-benda cagar budaya akan stagnan dan tidak lagi diberi makna sesuai dengan perkembangan peradaban manusia modern.

..... dst.

F. Penutup Artikel

Bab ini merupakan bagian akhir dari artikel yang bermaksud untuk menunjukkan kepada pembaca bahwa penulis telah sampai pada titik tertentu dalam membahas suatu pokok masalah. Hal ini menjadi penting karena penulis memberikan informasi kepada pembaca jika ada pembaca yang tertarik untuk menindaklanjuti temuannya.

Penutup karangan dapat berupa kesimpulan atau ikhtisar. Penutup karangan berupa kesimpulan jika seluruh permasalahan yang dibahas dalam artikel sudah semua terjawab dalam analisis dan pembahasan. Sebaliknya, penutup karangan berupa ikhtisar jika analisis dan pembahasan masih ada yang belum dapat diselesaikan karena alasan-alasan tertentu. Alasan-alasan itu antara lain (a) teori yang dijadikan “pisau analisis” belum mencukupi karena memang belum ada pakar yang mengembangkannya, (b) ruang yang disediakan untuk mempublikasikan artikel tersebut dibatasi karena beberapa alasan tertentu, (c) peralatan yang dibutuhkan untuk menganalisis masalah belum tersedia karena alasan-alasan teknis.

Contoh kesimpulan:

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa istilah

pelestarian budaya tidak memberikan makna positif bagi perawatan, pemaknaannya, dan penggunaannya dalam perkembangan ilmu dan teknologi. Istilah pelestarian cenderung stagnan dan mematikan arti dan fungsi dari benda budaya bagi perkembangan peradaban manusia.

Oleh karena itu, para arkeolog perlu mencari paradigma baru dalam berpikir untuk memberi makna terhadap artefak-artefak budaya agar tidak sekedar menjadi benda mati yang tersimpan di museum atau tetap berada di lokasinya tetapi dapat memiliki nilai baru yang bermanfaat bagi perkembangan peradaban manusia modern. Dengan demikian, perkembangan peradaban manusia dari waktu ke waktu tidak terjadi *missing link* dengan peradaban generasi berikutnya seperti yang sekarang banyak dirasakan oleh masyarakat.

Contoh Ikhtisar

Ada dua masalah yang dikemukakan dalam artikel ini. Namun, masalah kedua belum terpecahkan karena ruang yang disediakan terbatas untuk penyajian keseluruhan hasil analisis dan pembahasan. Hasil analisis dan pembahasan masalah pertama dapat diikhtisarkan sebagai berikut.

1. Kesantunan berbahasa tidak hanya ditentukan oleh mitra tutur tetapi juga ditentukan oleh penutur. Jika tuturan hanya ditentukan oleh mitra tutur ada kemungkinan penutur hanya berpura-pura santun untuk mengelabui mitra tutur.
2. Kesantunan berbahasa bersifat universal. Artinya, semua bahasa di dunia ini memiliki kesantunan sesuai dengan pranata budaya yang berlaku di setiap masyarakat.

G. Referensi dan Daftar Pustaka

Referensi sering diartikan sebagai sumber acuan atau rujukan yang secara langsung digunakan untuk membahas suatu masalah. Referensi biasa ditulis menggunakan urutan nomor sesuai dengan halaman artikel. Jika halaman pertama terdapat dua literatur yang dirujuk/diacu dalam arti dikutip secara langsung atau tidak langsung, penulisan referensi diurutkan menggunakan nomor urut. Penempatan referensi dapat diletakkan di kaki halaman (bagian bawah setiap halaman) atau di bagian akhir halaman.

Contoh (*fiktif*):

Benda-benda budaya yang sering disebut dengan istilah artefak memiliki ciri tertentu¹⁾, dalam arti tidak semua benda hasil ciptaan manusia dapat disebut sebagai artefak. Ciri-ciri benda disebut artefak jika (a) memiliki nilai seni luhur pada zamannya, (b) memiliki nilai arkeologis, (c) berusia lebih dari ketentuan yang telah disepakati, (d) memiliki keterkaitan historis dengan kebudayaan pada saat diciptakan, dan lain-lain.

Di samping itu, artefak tidak selalu hasil ciptaan manusia tetapi dapat pula berupa benda-benda peninggalan alam, seperti fosil (benda membatu). Fosil disebut benda budaya karena melalui fosil dapat dilacak latar belakang kehidupan di tempat fosil ditemukan. Misalnya, fosil bintang, fosil manusia, fosil tumbuhan. Seorang Arkeolog dapat melacak kehidupan pada zaman tertentu berdasarkan fosil yang ditemukan²⁾

¹⁾Kuntoro.1989. "*Peradaban Manusia di Masa Lampau*" dalam Majalah

²⁾Danu Saputro. 1963. "*Penemuan Fosil di Lembah Bengawan Solo*" dalam Tabloit

Dst.

Daftar pustaka merupakan sumber literatur yang dapat dibaca untuk memperkaya wawasan pembaca yang ingin mendalami lebih jauh mengenai topik yang dibahas. Ada dua pandangan mengenai daftar pustaka dan referensi. Ada sementara kelompok ahli yang secara tegas menyatakan bahwa yang dimaksud daftar pustaka adalah "seluruh daftar bacaan yang secara langsung diacu dalam artikel". Artinya, daftar pustaka yang dimaksud adalah seluruh referensi.

Di sisi lain, ada kelompok ahli yang menyatakan bahwa referensi dan daftar pustaka dibedakan. Disebut referensi jika bacaan tersebut benar-benar diacu dalam artikel. Sebaliknya, daftar pustaka adalah seluruh sumber bacaan yang diacu secara langsung atau tidak langsung dalam artikel. Dengan kata lain, meskipun sumber bacaan tersebut tidak diacu secara langsung tetapi jika masih berkaitan dengan isi artikel dan dapat memberi wawasan bagi pembaca boleh ditulis dalam daftar pustaka.

Dalam penulisan artikel modern, penulis cenderung menyebut bahwa daftar pustaka adalah referensi. Artinya, hanya sumber bacaan yang diacu

secara langsung yang dapat ditulis dalam daftar pustaka (Panduan Penulisan Proposal, Dikti: 2012).

Pedoman mana pun yang diikuti, daftar pustaka harus ditulis dengan mengikuti ketentuan yang berlaku. Fungsi utama sumber pustaka adalah (a) sebagai ucapan terimakasih kepada penulis yang pendapatnya telah dijadikan acuan sehingga memberikan kemudahan bagi penulis artikel, (b) sebagai pertanggungjawaban akademis bahwa segala pernyataan, data, opini dan sebagainya dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya.

Sumber pustaka yang diharapkan adalah sumber pustaka mutakhir. Namun, hal ini hingga kini masih sebatas harapan karena adanya berbagai kendala, seperti (a) budaya meneliti di Indonesia belum tumbuh dengan baik sehingga karya-karya terbaru sangat sulit ditemukan, (b) artikel asing mutakhir tidak selalu gayut dengan permasalahan yang dibahas penulis sehingga sulit untuk dicantumkan, (c) budaya baca belum tumbuh sebagai sifat kecendekiaan seorang penulis, (d) beberapa disiplin ilmu tertentu sangat membutuhkan acuan karya di masa lalu (misalnya: sejarah, arkeologi). Teknik penulisan daftar pustaka sesuai ketentuan adalah sebagai berikut.

1) Sumber berasal dari buku

- a. Sumber pustaka yang berasal dari buku terdapat unsur nama pengarang, judul buku, nama penerbit, kota tempat penerbit, dan tahun. Penyusunan daftar pustaka diatur dengan urutan Nama. Tahun. Judul Buku. Kota: Nama Penerbit. Teknik penulisannya diatur sebagai berikut.
 - (1) Pembatas antara nama, tahun, judul, dan kota dipisahkan dengan tanda titik.
 - (2) Nama kota dengan nama penerbit dipisahkan dengan tanda titik dua, dan setelah nama penerbit diakhiri dengan tanda titik.
 - (3) Setiap awal kata dalam judul ditulis dengan huruf kapital, kecuali kata tugas (misalnya: dan, sebagai, itu, untuk, dan lain-lain).

Contoh:

Keraf, Gorys. 2000. *Komposisi*. Ende Flores: Nusa Indah.

Winarno Surahmat. 1981. *Paper, Skripsi, Thesis, Disertasi*. Bandung. Tarsito.

- b. Nama penulis yang terdiri atas dua orang, keduanya ditulis dalam daftar pustaka, dan hanya nama pengarang pertama dikenai aturan pembalikan nama marga.
- c. Nama penulis lebih dari dua orang, hanya penulis pertama yang ditulis dalam daftar pustaka. Di belakang nama penulis pertama ditambah dkk. Misalnya: Pranowo; Sudartomo; Suwardi. Dalam daftar pustaka hanya ditulis Pranowo, dkk.

2) Sumber berasal dari Jurnal

Sumber pustaka yang berasal dari jurnal ditulis dengan ketentuan sebagai berikut.

- a. Nama pengarang ditulis sama dengan nama pengarang dalam buku.
- b. Di belakang nama ditulis tahun.
- c. Di belakang tahun ditulis judul dengan *huruf italic* atau *huruf miring*.
- d. di belakang judul ditulis nama jurnal dengan huruf kapital.
- e. Di belakang nama jurnal ditulis nomor atau volume, atau identitas lain.

Contoh:

Sunarti. 1994. *PAN dan PAP dalam Penilaian Keberhasilan Belajar*. Jurnal Kependidikan. Vol. 1. (02): 13-22.

3) Sumber pustaka yang berasal dari artikel surat khabar.

Sumber pustaka yang berasal dari artikel surat khabar, penulisannya diatur sebagai berikut.

Nama pengarang ditulis paling depan, diikuti oleh tahun, tanggal dan bulan. Judul artikel ditulis dengan huruf kapital pada setiap kata, kecuali huruf pertama kata tugas tetap ditulis dengan huruf kecil. Judul artikel ditulis dengan huruf normal diapit dengan tanda kutip “.....”. Setelah judul artikel, kemudian disusun nama surat khabar ditulis dengan huruf *Italic*. Halaman disebut paling akhir. Dengan demikian, model penulisannya adalah sebagai berikut.

Nama. tahun. tanggal, bulan. “Judul artikel”. Nama surat khabar. Halaman.

Contoh:

Huda, Nuril. 1991. 13 November. "Menyiasati Krisis Listrik Musim Kering". *Jawa Pos*. Hal. 6.

4) Sumber pustaka berasal dari dokumen resmi pemerintah tanpa pengarang yang diterbitkan dan diedarkan secara luas.

Judul atau dokumen ditulis di bagian awal mengganti posisi nama pengarang dengan huruf italic, kemudian diikuti tahun penerbitan dokumen, kota penerbit, dan nama penerbit.

Contoh:

Undang-Undang Republik Indonesia No. 2 Th. 1989 tentang Sistem Pendidikan Nasional. 1990. Jakarta: PT Armas Duta Jaya.

H. Latihan

Setelah Anda membaca modul di atas, kerjakan latihan di bawah ini dengan sungguh-sungguh.

1. Pilih dan tuliskan 2 topik artikel yang menarik bagi Anda!
2. Susunlah contoh abstrak dari salah satu topik yang Anda pilih!
3. Susunlah rumusan masalah dari salah satu topik yang sudah Anda pilih!
4. Buatlah contoh penutup artikel dalam bentuk ikhtisar!
5. Jelaskan apa perbedaan antara referensi dengan daftar pustaka!

BAB III

BAHASA ARTIKEL

Kompetensi Inti

Memiliki penguasaan kaidah dan kemahiran berbahasa berdasarkan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar.

Kompetensi Dasar

1. Mampu menyusun kalimat efektif.
2. Mampu mengembangkan gagasan menjadi paragraf.
3. Mampu membetulkan paragraf yang salah berdasarkan kaidah paragraf yang benar.
4. Mampu menyusun kalimat berpola S/P/(O) secara benar.
5. Mampu membetulkan kalimat yang salah.
6. Mampu menggunakan ejaan bahasa Indonesia dalam menulis artikel secara benar.

A. Kalimat Efektif

Bahasa artikel haruslah bahasa yang efektif. Bahasa efektif yaitu bahasa yang mudah dipahami isinya oleh pembaca. Kalimat-kalimatnya mampu mewakili secara tepat isi pikiran atau perasaan penulis dan sanggup menarik perhatian pembaca terhadap pokok masalah yang dibicarakan. Ciri-ciri bahasa efektif, antara lain (a) memiliki daya untuk menimbulkan kembali gagasan pada pikiran pembaca seperti yang dipikirkan oleh penulis, (b) gagasan pokok selalu mendapat tekanan atau penonjolan dalam pikiran pembaca atau pendengar, (c) menggunakan penalaran yang logis. Dengan kata lain, bahasa efektif adalah bahasa yang **“mampu membela dirinya di hadapan pembacanya”** tanpa kehadiran penulis. Artinya, bahasa karya ilmiah yang digunakan oleh penulis harus mampu menjawab segala pertanyaan yang diajukan oleh pembaca. Jika karya ilmiah sedang dibaca dan pembaca merasa belum jelas mengenai isi yang dibacanya, pembaca tidak perlu bertanya kepada penulisnya tetapi mampu menemukan jawaban melalui bacaan tanpa kebingungan.

Karya ilmiah merupakan manifestasi sikap kecendekiaan seorang penulis. Artinya, seorang penulis dengan gagasan yang diungkapkan menggunakan bahasa tulis harus benar-benar memperlihatkan sikap, sifat, dan perilaku sebagai seorang ilmuwan yang selalu berpikir untuk menjawab masalah menggunakan acuan teori dan data-data empiris di lapangan. Seorang penulis karya ilmiah bukan “tukang” yang merangkai gagasan orang lain dengan bahasa tulis tetapi merangkai gagasan sendiri dengan dukungan data atau pendapat orang lain (pakar lain) memakai bahasa tulis.

Di samping memikirkan gagasan yang diungkapkan, seorang penulis harus memikirkan bahasa yang digunakan untuk mengungkapkan gagasannya. Banyak penulis yang memiliki stigma salah bahwa yang penting dalam menulis karya ilmiah adalah gagasan yang disampaikan, tanpa harus memikirkan bahasa yang digunakan. Mereka sering lupa bahwa hubungan bahasa dengan gagasan ibarat gelas dengan air. Bahasa adalah gelas, sedang air adalah ide atau gagasan yang diungkapkan. Besar gagasan dengan bahasa yang digunakan harus sama. Jika bahasa lebih besar dari ide yang diungkapkan, tulisan menjadi cair dan tidak fokus. Sebaliknya, jika ide lebih luas dari bahasa yang digunakan, tulisan sulit dipahami oleh pembaca karena banyak ide yang tidak terungkapkan. Perhatikan contoh di bawah ini!

Karena kemiskinannya maka produktivitas seseorang rendah, akibat selanjutnya pendapatan juga rendah hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan hidup minimum. Karena itulah mereka tidak bisa menabung, padahal tabungan adalah sumber utama pembentukan modal masyarakat. Akibat selanjutnya adalah produksi rendah. Karena pendapatan rendah, maka daya beli untuk berbagai macam kebutuhan seperti pendidikan, kesehatan, papan, sandang, sarana dan prasarana juga rendah, dan akhirnya mereka tetap dalam kondisi miskin.

Kalimat-kalimat dalam paragraf di atas tidak efektif. Agar menjadi lebih efektif, perlu diedit sebagai berikut.

Kemiskinan mengakibatkan produktivitas seseorang menjadi rendah. Karena produktivitas rendah, akibatnya pendapatan juga rendah. Selain itu, kemiskinan juga mengakibatkan daya beli untuk berbagai macam kebutuhan seperti pendidikan, kesehatan, papan, sandang, sarana dan prasarana juga rendah, dan akhirnya mereka tetap dalam kondisi miskin.

Penulis yang mampu menggunakan bahasa sama luas dengan gagasan yang diungkapkan, gagasan yang diungkapkan akan mudah dipahami. Inilah bahasa yang efektif. Bahasa efektif adalah bahasa yang mudah dipahami isinya oleh pembaca. Namun, untuk menulis dengan bahasa yang efektif tidak selalu mudah.

B. Penulisan Paragraf

Secara lahir, penulisan paragraf ditandai dengan teknik pengetikan menjorok ke dalam sebanyak 8–10 ketukan atau memperlebar jarak baris antarpagraf. Namun, hakikat paragraf tidak terletak pada kesatuan bentuk atau struktur seperti itu tetapi diukur melalui kesatuan pikiran.

Contoh pertama:

(1) Ada beberapa hal yang melandasi penulisan artikel ini secara konseptual maupun praktis. (2) Topik tentang *brand* mulai marak dibicarakan sejak tahun 1990-an dan semakin mendapatkan popularitas baik dalam dunia akademis maupun praktis. (3) Keterkaitan pada *brand* salah satunya berpusat pada nilai ekonominya. (4) Akusisi *Rowntree* oleh Nestle (Juni 1988; The New York Times, 24 Juni 1988) dan *Kraft* oleh Philip Morris (Oktober 1988; Coll, 1988) menjadi kasus-kasus pertama yang menunjukkan nilai finansial dari suatu *brand*. (5) Philip Morris dan Nestle bersedia membayar lebih dari 6 kali lipat dan 5 kali lipat dari nilai buku perusahaan (*book value*) dari masing-masing perusahaan yang dibelinya karena *brand Kraft* dan *Rowntree* dianggap mempunyai nilai ekonomi yang sangat besar.

Paragraf di atas terdiri atas 5 kalimat, yaitu.

Kalimat 1, dasar penulisan artikel secara konseptual dan praktis.

Kalimat 2, maraknya pembicaraan *brand* sejak tahun 1990-an secara akademis maupun secara praktis.

Kalimat 3, keterkaitan *brand* dengan nilai ekonomi.

Kalimat 4, contoh terjadinya akusisi *brand* karena alasan nilai ekonomi.

Kalimat 5, besarnya nilai akusisi *brand*.

Dilihat dari hubungan antarkalimat, paragraf di atas tidak padu. Pikiran

utama sebenarnya terdapat pada kalimat pertama, yaitu “dasar penulisan artikel”. Namun, kalimat kedua dan seterusnya tidak mengembangkan pikiran utama tetapi justru membicarakan topik lain. Paragraf di atas dapat disunting agar padu sebagai berikut.

“Topik tentang *brand* mulai marak dibicarakan dan semakin mendapatkan popularitas baik dalam dunia akademis maupun praktis sejak tahun 1990-an. Masalah *Brand* menjadi menarik karena salah satunya memiliki nilai ekonomi tinggi. Akusisi *Rowntree* oleh Nestle (Juni 1988; The New York Times, 24 Juni 1988) dan *Kraft* oleh Philip Morris (Oktober 1988; Coll, 1988) menjadi kasus-kasus pertama yang menunjukkan nilai finansial dari suatu *brand*. Philip Morris dan Nestle bersedia membayar lebih dari 6 kali lipat dan 5 kali lipat dari nilai buku perusahaan (*book value*) dari masing-masing perusahaan yang dibelinya karena *brand Kraft* dan *Rowntree* dianggap mempunyai nilai ekonomi yang sangat besar”.

Contoh kedua:

“(1) Integrasi pasar uang di suatu negara disebabkan oleh antara lain: aliran dana yang semakin meningkat, bertambahnya kepemilikan investor asing terhadap aset keuangan dan riil di suatu negara, penetrasi lembaga keuangan asing terhadap pusat-pusat keuangan, investasi saham secara internasional dan banyaknya perusahaan yang *listed* di bursa saham asing serta adanya kecenderungan penurunan dalam hambatan transaksi lintas negara. (2) Dalam melakukan investasi internasional, para investor didasari oleh motivasi seperti kondisi perekonomian suatu negara yang lebih baik dan menarik dibandingkan dengan negaranya sendiri, harapan terhadap nilai kurs, tingkat bunga serta diversifikasi internasional”.

Paragraf di atas terdiri atas 2 kalimat.

Kalimat (1) berisi tentang penyebab integrasi pasar uang di suatu negara. Kalimat (2) berisi tentang motivasi investor melakukan investasi internasional.

Paragraf di atas tidak padu dan belum utuh. Perpindahan kalimat (1) ke kalimat (2) ada sesuatu yang hilang. Kalimat (2) hanya menguraikan salah satu sebab terjadinya integrasi pasar uang pada kalimat (1). Paragraf tersebut akan

menjadi padu dan utuh jika kalimat (2) berisi kalimat penjelas yang menjelaskan keseluruhan isi kalimat (1) (bukan menguraikan salah satu unsur kalimat pertama). Karena rincian paragraf tidak utuh, penyunting akan mengalami kesulitan untuk mengeditnya.

Contoh ketiga:

(1a)Setiap orang memiliki berbagai petunjuk yang mempengaruhi persepsinya terhadap orang, obyek, dan simbol. (1b)Karena faktor ini dan ketidakseimbangan mereka, orang seringkali salah persepsi terhadap orang, kelompok, atau obyek lain. (1c)Pada pertimbangan tertentu, orang menginterpretasikan perilaku orang lain dalam konteks dirinya sendiri.

(2a)Bahwa sifat persepsi itu merupakan hal yang kompleks dan interaktif dibuktikan dengan adanya beberapa subproses dalam persepsi, yaitu stimulus, registrasi, interpretasi, dan umpan balik (Thoha, 1996:127). (2b)Mula terjadinya persepsi diawali ketika seseorang dihadapkan dengan suatu situasi atau suatu stimulus. (2c)Situasi yang dihadapi itu mungkin berupa stimulus penginderaan dekat dan langsung atau berupa bentuk lingkungan sosiokultur dan fisik yang menyeluruh.

Hubungan antarkalimat paragraf di atas kurang padu sehingga mempersulit pemahaman pembaca. Hal itu disebabkan oleh pemilihan kata yang kurang tepat, penulisan ejaan yang salah, pengacuan yang tidak tepat, penanda pergantian paragraf yang salah, kerancuan hubungan antarkalimat, hubungan antarkalimat yang tidak jelas, peralihan kalimat satu ke kalimat yang lain yang tidak tepat. Paragraf di atas dapat disunting sebagai berikut.

(1a)Setiap orang memiliki berbagai petunjuk yang mampu mempengaruhi persepsinya terhadap orang, objek, atau simbol. (1b) Karena pengaruh faktor tersebut dan ketidakseimbangan mereka, orang seringkali salah persepsi terhadap orang, kelompok, atau objek lain. (1c)Dengan pertimbangan tertentu, orang menginterpretasikan perilaku orang lain menggunakan konteks dirinya sendiri.

(2a) Sifat persepsi merupakan hal yang kompleks dan interaktif. Hal ini dibuktikan dengan adanya beberapa subproses dalam persepsi, yaitu stimulus, registrasi, interpretasi, dan umpan balik (Thoha, 1996:127). (2b) Terjadinya persepsi diawali ketika seseorang dihadapkan pada situasi atau stimulus tertentu. (2c) Situasi atau stimulus yang dihadapi mungkin berupa penginderaan dekat dan bersifat langsung atau berupa lingkungan sosiokultural dan fisik yang menyeluruh.

Kesatuan pikiran dalam paragraf dapat diidentifikasi melalui dua cara, yaitu (a) melihat letak pikiran utama dalam paragraf (pikiran utama di awal, di tengah, di akhir, di awal dan akhir, serta menyebar), dan (b) melihat teknik pengembangan paragraf. Berkaitan dengan letak pikiran utama, permasalahan sering muncul ketika pembaca menghadapi paragraf yang letak pikiran utamanya di awal dan di akhir sekaligus. Sebenarnya sangat mudah untuk menandainya bahwa paragraf seperti ini, kalimat akhir pasti hanya merupakan penegasan kembali dengan rumusan yang berbeda mengenai kalimat utama di awal paragraf.

Berkaitan dengan teknik pengembangan paragraf, sebenarnya juga tidak sulit. Teknik pengembangan paragraf adalah cara memperluas kalimat utama dengan menggunakan kalimat penjelas tetapi tetap dalam satu kesatuan pikiran. Banyak cara untuk mengembangkan paragraf. Namun, cara yang lazim digunakan untuk mengembangkan paragraf dalam karangan ilmiah adalah (a) hubungan sebab akibat, (b) sudut pandang (posisi penulis dalam melihat suatu masalah), (c) perbandingan atau pertentangan, (d) analogi, (e) umum-khusus, (f) definisi luas.

Rasanya tidak ada habisnya membahas masalah pengembangan paragraf. Untuk mengatasi terulangnya kesalahan penulisan paragraf, penulis dapat mengikuti strategi berikut. *Pertama*, ketika menyusun paragraf, penulis harus memiliki “satu pola penyusunan paragraf yang pasti”. Berdasarkan pola tersebut, penulis dapat mengubah variasi paragraf dengan memindahkan letak pikiran utama. Setiap paragraf harus terdiri atas beberapa rangkaian kalimat yang berisi “**pernyataan utama** (sebagai pikiran utama), **pernyataan penjelas** (sebagai pikiran penjelas pertama, dapat berupa **analogi** maupun, **hubungan sebab akibat**. *Kedua*, penulis harus terus-menerus membiasakan menulis karena menulis merupakan perpaduan antara **keterampilan kognitif** dengan **keterampilan motorik**. Tidak ada penulis sukses yang hanya sekali menulis.

Contoh:

Salah satu langkah penting dalam identifikasi resiko terhadap *auditable unit* adalah pembuatan matriks resiko untuk mendapatkan penilaian resiko secara detail terhadap masing-masing komponen *auditable unit*. Langkah pembuatan matrik resiko meliputi penyiapan matrik komponen dan resiko, penentuan bobot masing-masing jenis resiko, penentuan bobot masing-masing sub jenis resiko, penentuan skala tingkat resiko pada masing-masing komponen, penghitungan nilai tertimbang dari setiap resiko pada masing-masing komponen; dan pembuatan ikhtisar resiko untuk masing-masing komponen (Elirn *et al.*, 2008:11).

C. Kesalahan Penulisan Kalimat

Banyak orang berpendapat bahwa berbahasa Indonesia bagi orang Indonesia yang penting dapat dimengerti oleh pembaca atau penulis. Dalam bahasa lisan sehari-hari, pendapat seperti itu dapat diterima karena jika ada ketidakjelasan, pendengar dapat menanyakan kembali kepada pembicara. Namun, bahasa tulis ragam ilmiah berbeda dengan bahasa lisan sehari-hari. Ketidakjelasan bahasa tulis berarti kegagalan pemahaman informasi dan kegagalan komunikasi. Oleh karena itu, bahasa tulis harus benar-benar *clear* bagi pembaca sehingga terhindar dari ketidakjelasan.

Beberapa kesalahan yang sering terjadi dalam penulisan kalimat dapat diidentifikasi sebagai berikut.

No	Contoh Kalimat	Identifikasi Kesalahan
1.	Dalam era globalisasi saat ini yang disertai dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi, telah mempengaruhi tatanan budaya dalam segala aspek kehidupan masyarakat, tidak terkecuali di Yogyakarta.	- Tidak memiliki subjek kalimat.
2.	Dalam pemanfaatan benda cagar budaya, sesuai ketentuan yang berlaku dapat dilakukan dengan mengajukan ijin kepada Menteri Kebudayaan dan Pariwisata.	- Tidak memiliki subjek kalimat.

	Apabila dicermati isi kurikulumnya, maka secara umum materi utama yang dipelajari dalam pendidikan bisnis adalah organisasi, pilar-pilar manajemen, akuntansi dan berbagai ilmu bantu seperti statistika, matematika, dan bahasa, sedangkan pendidikan di luar bisnis, komponen materi utama yang dipelajari tentu berbeda dengan yang telah disebutkan.	- Dengan konstruksi "Apabila..., maka ..., kalimat majemuk menjadi tidak berinduk
3.	Karena analisisnya menggunakan statistik, maka penelitiannya disebut penelitian kuantitatif.	Penggunaan dua konjungsi "karena" dan "maka" mengakibatkan kalimat majemuk tersebut tidak memiliki induk kalimat.
5.	Fakta yang penulis kemukakan di muka sekedar sebagai contoh bahwa pendidikan bisnis adalah pendidikan dengan materi utama yang dipelajari adalah materi-materi yang berkaitan dengan bisnis, tetapi tidak berarti bahwa lulusan pendidikan bisnis pasti menang bersaing masuk dalam dunia kerja di lingkungan bisnis.	... di muka adalah adalah
6.	Dalam mengaudit keuangan perusahaan yang dicurigai terjadi penyimpangan auditor tidak dapat hanya mempercayai pada laporan tertulisnya saja tanpa harus mengumpulkan data sendiri pada catatan harian setiap masuk dan keluarnya uang.	Dengan hadirnya kata "dalam" diawal kalimat dan kata "yang" sebelum kata "dicurigai", kalimat menjadi tidak bersubjek
7.	Menurut Kaplan (1987) mengatakan bahwa ekonomi merupakan salah satu unsur kebudayaan ...	Dengan hadirnya kata "menurut", kalimat tidak memiliki subjek
8.	Dengan meningkatnya laju perkembangan penduduk di DIY memerlukan pula peningkatan lapangan kerja.	Bentuk kata "memerlukan" mengakibatkan kalimat tidak bersubjek. Oleh karena itu harus dipasifkan ("diperlukan").
9.	Dia menguasai pemetaan wilayah, menggambar pemetaan, dan pemasangan patok.	Terdapat ketidakparalelan bentuk pada kata "menggambar" dengan "pemetakan" dan "pemasangan".

10	Dalam masyarakat Jawa pun mengenal tradisi pentingnya relasi bisnis " <i>tuna sak tak, bathi sanak</i> ".	a . Kata "dalam" dihilangkan, atau b . Kata "mengenal" diubah menjadi "dikenal"
11	Dari hasil audit investigasi menunjukkan bahwa pelaku korupsi perusahaan itu adalah kepala biro keuangan.	Hadirnya kata "dari" di awal kalimat, kalimat menjadi tidak bersubjek.

D. Kesalahan Penulisan Kata atau Frasa

Kesalahan penulisan kata atau frasa sering terjadi dalam penulisan artikel jurnal ilmiah. Beberapa contoh kesalahan yang sering ditemui dalam penulisan kata atau frasa dapat diidentifikasi di bawah ini.

Penulisan Salah	Penulisan Benar
analisa	analisis
antar negara	antarnegara
apa bila	apabila
beaya	biaya
bio data	biodata
ceritera, crita	cerita
diorganisasir	diorganisasi
deviden	Dividen
devisi	divisi
direkomendir	direkomendasi
disamping	di samping
disini	di sini
exsistensi	eksistensi
exsplisit	eksplisit
legalisir	legalisasi
obyek	objek
praktek	praktik
sample	sampel
subyek	subjek
teoritis	teoretis

prosedur analitis	prosedur analisis
pengujian substantif	pengujian substansi
data ekonomik	data ekonomi
disebabkan karena	disebabkan oleh
sebagai contoh misalnya	sebagai contoh, <i>atau</i> misalnya

E. Kesalahan Penulisan Tanda Baca

Tanda baca yang frekuensi pemakaiannya cukup tinggi tetapi frekuensi kesalahan pemakaiannya juga cukup tinggi adalah tanda titik (.) dan tanda koma (,).

Beberapa contoh kesalahan yang sering terjadi dapat dilihat di bawah ini.

1. Penulisan tanda titik (.):

- Penulisan sumber kutipan ...menciptakan pusaka budaya masa mendatang. (Adisakti. 2003) seharusnya ...menciptakan pusaka budaya masa mendatang (Adisakti, 2003).
- Penulisan nomor → 2.1. seharusnya 2.1
- Penulisan gelar → SH. MHum. seharusnya S.H., M.Hum.
- Penulisan singkatan → dst seharusnya dst.

2. Penulisan tanda koma (,)

- Tujuan bersama yang ingin diwujudkan oleh organisasi adalah kekayaan, oleh karena itu organisasi dapat dikatakan sebagai institusi pencipta kekayaan (*wealth creating institusion*). Seharusnya → Tujuan bersama yang ingin diwujudkan oleh organisasi adalah kekayaan. Oleh karena itu, organisasi dapat dikatakan sebagai institusi pencipta kekayaan (*wealth creating institusion*).
- Persaingan dalam pendidikan bisnis secara keseluruhan lebih tajam dibanding dengan pendidikan lainnya, hal ini dikarenakan hampir semua universitas memiliki fakultas ekonomi, banyak sekolah tinggi dan politeknik yang juga merupakan pendidikan bisnis. Seharusnya → Persaingan dalam pendidikan bisnis secara keseluruhan lebih tajam dibanding dengan pendidikan lainnya. Hal ini dikarenakan hampir semua universitas memiliki fakultas ekonomi, banyak sekolah tinggi dan politeknik yang juga merupakan pendidikan bisnis.

F. Latihan

1. Efektifkah kalimat di bawah ini? Jika tidak efektif, ubahlah agar menjadi efektif!
 - a. Dalam sejarah penulisan tentang candi-candi di Indonesia yang kebanyakan dilakukan oleh orang asing tidak ada pengaruhnya bagi penulis Indonesia.
 - b. Ada banyak benda peninggalan sejarah yang kurang mendapat perhatian para arkeolog karena terbatasnya dana yang disediakan hingga saat ini masih kekurangan.
2. Betulkan struktur kalimat di bawah ini!
 - a. Karena temuan-temuan purbakala masih banyak yang belum ditinjdaklanjuti, maka banyak orang yang tidak bertanggung jawab memanfaatkan kesempatan untuk menjual benda-benda purbakala tersebut.
 - b. Jika kondisi seperti itu dibiarkan terus berlanjut, maka tidak mustahil akan semakin banyak orang yang memanfaatkan peluang untuk menjual benda purbakala.
3. Betulkan ejaan dalam penulisan kata-kata berikut!
 - a. tehnik
 - b. apotik
 - c. heterogen
 - d. homogen
 - e. skala
 - f. hakekat
 - g. praktek
 - h. analisa

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, Hasan, dkk. 2008. *Tata Bahasa Baku Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Dirgo Sabarianto. 1993. *Mengapa Disebut Bentuk Baku dan Tidak Baku*. Yogyakarta: Mitra Gama Widya.
- Dirgo Sabarianto. 2001. *Kebakuan dan Ketidakbakuan Kalimat dalam Bahasa Indonesia*. Yogyakarta: Mitra Gama Widya.
- Ike Janita Dewi. 2009. "Penelitian tentang Brand: Menghubungkan Nilai Pemasaran dan Nilai Keuangan Brand" dalam *Jurnal Bisnis dan Ekonomi*. Vol. 1, No.1. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Keraf, Gorys. 1994. *Komposisi*. Flores: Nusa Indah.
- Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia yang Disempurnakan. 2008. Jakarta: Depdiknas.
- Praanowo, dkk. 2001. *Teknik Menulis Makalah Seminar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rivai, Mien A. 2008. "Gaya dan Format Berkala Ilmiah Idaman, Materi Penataran dan Lokakarya Manajemen Jurnal Ilmiah". Jakarta: Depdiknas Dirjen Dikti .