



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Konstruksi Batu Beton

Pedagogik : Penentuan Pengalaman Belajar
Profesional : Pelaksanaan Pekerjaan Plesteran

KELOMPOK
KOMPETENSI





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Konstruksi Batu Beton

Penyusun :

**Drs. Iskandar G.R., M.Pd
UNP Padang
iskandargr@yahoo.co.id
08126785515**

Reviewer :

**Rahmi Karolina, ST., MT
USU Medan
rahmie_caroline@yahoo.co.id
082164000211**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK
MEDAN
2016**



Kata pengantar

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan diklat guru pembelajar

Pembuatan modul ini merupakan suatu usaha untuk meningkatkan kualitas profesional guru dalam proses pembelajaran bagi Lingkup Kejuruan Kelompok Teknologi. Usaha tersebut adalah sebagai tindak lanjut dari reformasi Sistem Pendidikan Kejuruan yang diserahkan kepada penyiapan tamatan dengan kompetensi sesuai dengan kebutuhan dunia kerja.

Dengan demikian diharapkan dapat digunakan oleh guru, untuk meningkatkan profesionalnya yang dilaksanakan baik secara klasikal maupun secara mandiri dalam upaya pencapaian penguasaan kompetensi.

Kami menyadari isi yang terkandung dalam modul ini masih belum sempurna, untuk itu kepada guru maupun peserta diklat diharapkan agar dapat melengkapi, memperkaya dan memperdalam pemahaman dan penguasaan materi untuk topik yang sama dengan membaca referensi lain yang terkait. Selain kritik dan saran membangun bagi penyempurnaan modul ini, sangat diharapkan dari semua pihak.

Kepada semua pihak yang turut membantu dalam penyiapan modul ini, disampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya serta ucapan terima kasih, kiranya modul yang sederhana ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta yang memerlukannya.

Jakarta, Desember 2015
Direktur Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Cara menggunakan Modul	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 Menentukan Pengalaman Belajar	
A. Pendahuluan	4
B. Jenis Bahan Ajar	6
C. Prinsip Pengembangan Bahan Ajar.....	12
D. Kriteria Pemilihan Bahan Ajar	13
E. Penyusunan Peta Bahan Ajar	15
F. Struktur Bahan Ajar	16
G. Penyusunan Bahan Ajar Cetak	17
H. Mengembangkan Materi Pembelajaran	31
I. Merumuskan Indikator Pencapaian Kompetensi	31
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 Semen Portland	
A. Sejarah Penemuan Semen Portland	36
B. Pemakaian Jenis-jenis Semen	38
C. Proses pembuatan Semen	41
D. Produksi Semen	42
E. Pabrik semen di Indonesia	43
F. Rangkuman	44
G. Pengujian Semen	48

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 Agregat Beton

A. Pengertian Agregat Beton	57
B. Golongan agregat	58
C. Pengambilan Sampel Agregat Beton	59
D. Sifat-sifat Agregat.....	60
E. Metode Pengambilan sampel Agregat	61
F. Kekuatan Agregat	65
G. Uji Agregat	66
H. Porositas dan daya Serap Air	78
I. Bahan Merugikan dalam agregat	80
J. Susunan Butir Agregat	99

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 Kapur

A. Pengertian Dasar	102
B. Asal Terbentuknya Batu Kapur	103
C. Mineralogi	103
D. Proses Pembuatan Kapur Adukan	104
E. Pemilihan dan Penggalan Batu Kapur	105
F. Persiapan dan Pemecahan Batu Kapur	106
G. Pembakaran Batu Kapur	106
H. Perubahan Batu kapur dalam Pembakaran	107
I. Pemadaman Kapur	108
J. Syarat-syarat Kapur Bahan Bangunan	108
K. Kegunaan Kapur	110

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 Gips

A. Pengertian Gips	112
B. Sifat-sifat Gips	113
C. Cara Pembuatan Gips Perekat	113
D. Pemakaian Gips.....	114

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 Pozolan/ Tras

A. Pengertian Pozolan/Tras	116
B. Sifat-sifat Pozolan/ Tras	116

C. Jenis-jenis Pozolan/Tras	117
D. Penggunaan Pozolan/Tras	118

KEGIATAN PEMBELAJARAN 7 Plesteran dan Acian

A. Tujuan Pembelajaran	120
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	120
C. Uraian Materi	121
D. Aktivitas pembelajaran	139
E. Latihan	139
F. Ringkasan	139
G. Kunci Jawaban	140
H. Penutup	141
I. Evaluasi	141
J. Daftar Pustaka	142

KEDIATAN PEMBELAJARAN 8 Ornamen dan Batu Hias

A. Tujuan Pembelajaran	143
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	143
C. Uraian Materi	143
D. Aktivitas pembelajaran	155
E. Latihan	155
F. Ringkasan	155
G. Kunci Jawaban	157
H. Penutup	158
I. Evaluasi	159

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) adalah pengembangan kompetensi Guru dan Tenaga Kependidikan yang dilaksanakan sesuai kebutuhan, bertahap, dan berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan PKB akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

B. Tujuan

Setelah mempelajari dan melakukan praktikum dengan prosedur yang ada pada modul ini anda dapat:

1. Memahami sejarah penemuan Semen Portland dengan komposisi bahan utama pembuatan semen
2. Memeriksa mutu semen tipe 1 sesuai prosedur (SNI)
3. Memahami proses pengolahan batu kapur menjadi kapur tohor dan kapur Padam serta kegunaannya masing-masing.
4. Memahami proses terbentuknya Gips dan pengolahannya menjadi gips anhidrat dan Hemihidrat.
5. Menerangkan proses pelaksanaan plesteran pada dinding bangunan
6. Menjelaskan proses pemasangan ornamen batu alam pada dinding bangunan
7. Menjelaskan kualitas air yang layak sebagai media pereaksi bahan perekat hidrolis untuk pembuatan beton.

C. Peta Kompetensi

1. Pengalaman belajar diidentifikasi sesuai dengan tujuan pembelajaran
2. Pengalaman belajar ditentukan berdasarkan hasil identifikasi
3. Kriteria pemilihan materi pembelajaran dijelaskan dengan benar
4. Materi pembelajaran diidentifikasi sesuai dengan tujuan pembelajaran dan tujuan pembelajaran dan pengalaman belajar
5. Materi pembelajaran dipilih berdasarkan hasil identifikasi
6. Memeriksa kualitas semen, agregat, kapur, teras, gips, air dan lain sebagainya untuk pembuatan adukan dan beton sesuai dengan SNI
7. Memperjelas pekerjaan plesteran dan acian sesuai spesifikasi teknis dan persyaratan yang berlaku
 - a. Mengevaluasi pelaksanaan pekerjaan plesteran sesuai dengan gambar kerja
 - b. Memperjelas prosedur pemasangan ornament dan batu hias sesuai gambar hasil rancangan

D. Ruang Lingkup

Materi Modul Level 3 Konstruksi Batu dan Beton Pasca UKG

1. Pedagogik
2. Pengetahuan Semen Portlan teori dan praktik
3. Pengetahuan Agregat teori dan praktik
4. Pengetahuan Batu Kapur dan Kapur Teori dan praktik
5. Pengetahuan Teras/Pozzolan teori dan pereraktik
6. Pengetahuan Gips/Gypsum teori dan praktik
7. Memperjelas pekerjaan plesteran dan acian sesuai spesifikasi teknis dan persyaratan yang berlaku (SNI)
8. Mengevaluasi Pelaksanaan pekerjaan plesteran sesuai dengan gambar kerja
9. Memperjelas prosedur pemasangan ornamen dan batu hias sesuai gambar hasil rancangan.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Bacalah modul dengan cepat dari awal hingga akhir setelah itu baca ulang secara perlahan dan penuh konsentrasi sembari memberi tanda pada kata atau kalimat yang belum dimengerti, sehingga pada saat tatap muka dapat diminta penjelasan dari instruktur terkait.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1.

Menentukan Pengalaman Belajar Untuk Mencapai Tujuan Pembelajaran Yang Diampu

A. PENDAHULUAN

1. Tujuan

Bahan ajar disusun dengan tujuan:

- a. Menyediakan bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum dengan mempertimbangkan kebutuhan siswa, yakni bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik dan *setting* atau lingkungan sosial siswa.
- b. Membantu siswa dalam memperoleh alternatif bahan ajar di samping buku-buku teks yang terkadang sulit diperoleh.
- c. Memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran.

2. Manfaat

Ada sejumlah manfaat yang dapat diperoleh apabila seorang guru mengembangkan bahan ajar sendiri, yakni antara lain; *pertama*, diperoleh bahan ajar yang sesuai tuntutan kurikulum dan sesuai dengan kebutuhan belajar siswa, *kedua*, tidak lagi tergantung kepada buku teks yang terkadang sulit untuk diperoleh, *ketiga*, bahan ajar menjadi lebih kaya karena dikembangkan dengan menggunakan berbagai referensi, *keempat*, menambah khasanah pengetahuan dan pengalaman guru dalam menulis bahan ajar, *kelima*, bahan ajar akan mampu membangun komunikasi pembelajaran yang efektif antara guru dengan siswa karena siswa akan merasa lebih percaya kepada gurunya. Di samping itu, guru juga dapat memperoleh manfaat lain, misalnya tulisan tersebut dapat diajukan untuk menambah angka kredit ataupun dikumpulkan menjadi buku dan diterbitkan.

Dengan tersedianya bahan ajar yang bervariasi, maka siswa akan mendapatkan manfaat yaitu, kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik. Siswa akan lebih banyak mendapatkan kesempatan untuk

belajar secara mandiri dan mengurangi ketergantungan terhadap kehadiran guru. Siswa juga akan mendapatkan kemudahan dalam mempelajari setiap kompetensi yang harus dikuasainya.

Berkaitan dengan fungsinya, bahan ajar berfungsi sebagai:

- a. Pedoman bagi Guru yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran, sekaligus merupakan substansi kompetensi yang seharusnya diajarkan kepada siswa.
- b. Pedoman bagi Siswa yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran, sekaligus merupakan substansi kompetensi yang seharusnya dipelajari/dikuasainya.
- c. Alat evaluasi pencapaian/penguasaan hasil pembelajaran.

3. Pengertian

Bahan ajar atau *teaching-material*, terdiri atas dua kata yaitu *teaching* atau mengajar dan *material* atau bahan.

Menurut University of Wollongong NSW 2522, AUSTRALIA pada website-nya, **WebPage last updated:** August 1998, *Teaching is defined as the process of creating and sustaining an effective environment for learning.*

Paul S. Ache lebih lanjut mengemukakan tentang material yaitu:

Books can be used as reference material, or they can be used as paper weights, but they cannot teach.

Dalam *website* Dikmenjur dikemukakan pengertian bahwa, bahan ajar merupakan seperangkat materi/substansi pembelajaran (*teaching material*) yang disusun secara sistematis, menampilkan sosok utuh dari kompetensi yang akan dikuasai siswa dalam kegiatan pembelajaran. Dengan bahan ajar memungkinkan siswa dapat mempelajari suatu kompetensi atau KD secara runtut dan sistematis sehingga secara akumulatif mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu.

Bahan ajar merupakan informasi, alat dan teks yang diperlukan guru/instruktur untuk perencanaan dan penelaahan implementasi pembelajaran. Bahan ajar adalah juga segala bentuk bahan yang

digunakan untuk membantu guru/instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis. (*National Center for Vocational Education Research Ltd/National Center for Competency Based Training*).

Kemudian pengelompokan bahan ajar menurut *Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education Université de Genève* dalam website adalah sebagai berikut :

Integrated media-written, audiovisual, electronic, and interactive-appears in all their programs under the name of Medienverbund or Mediamix (Feren Universitaet and Open University respectively).

<http://tecfa.unige.ch/tecfa/general/tecfapeople/peraya.html>><http://tecfa.unige.ch/tecfa/general/tecfa-people/peraya.html>, *Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education Université de Genève*.

Media tulis, audio visual, elektronik, dan interaktif terintegrasi yang kemudian disebut sebagai *medienverbund* (bahasa jerman yang berarti media terintegrasi) atau mediamix.

Sedangkan Bernd Weidenmann, 1994 dalam buku *Lernen mit Bildmedien* mengelompokkan menjadi tiga besar, pertama *auditiv* yang menyangkut radio (*Rundfunk*), kaset (*Tonkassette*), piringan hitam (*Schallplatte*). Kedua yaitu visual (*visuell*) yang menyangkut *Flipchart*, gambar (*Wandbild*), film bisu (*Stummfilm*), video bisu (*Stummvideo*), program komputer (*Computer-Lernprogramm*), bahan tertulis dengan dan tanpa gambar (*Lerntext, mit und ohne Abbildung*). Ketiga yaitu audio visual (*audiovisuell*) yang menyangkut berbicara dengan gambar (*Rede mit Bild*), pertunjukan suara dan gambar (*Tonbildschau*), dan film/video.

Dari berbagai pendapat di atas dapat disarikan bahwa bahan ajar adalah merupakan seperangkat materi yang disusun secara sistematis sehingga tercipta lingkungan/suasana yang memungkinkan siswa untuk belajar.

B. Jenis Bahan Ajar

Berdasarkan teknologi yang digunakan, bahan ajar dapat dikelompokkan menjadi empat kategori, yaitu **bahan cetak** (*printed*) seperti

antara lain handout, buku, modul, lembar kerja siswa, brosur, leaflet, *wallchart*, *foto/gambar*, *model/maket*. **Bahan ajar dengar** (*audio*) seperti kaset, radio, piringan hitam, dan compact disk audio. **Bahan ajar pandang dengar** (*audio visual*) seperti *video compact disk*, *film*. **Bahan ajar multimedia interaktif** (*interactive teaching material*) seperti CAI (*Computer Assisted Instruction*), compact disk (CD) multimedia pembelajarn interaktif, dan bahan ajar berbasis web (*web based learning materials*).

1. Bahan Ajar Cetak (Printed)

Bahan cetak dapat ditampilkan dalam berbagai bentuk. Jika bahan ajar cetak tersusun secara baik maka bahan ajar akan mendatangkan beberapa keuntungan seperti yang dikemukakan oleh *Steffen Peter Ballstaedt, 1994* yaitu:

- Bahan tertulis biasanya menampilkan daftar isi, sehingga memudahkan bagi seorang guru untuk menunjukkan kepada peserta didik bagian mana yang sedang dipelajari
- Biaya untuk pengadaannya relatif sedikit
- Bahan tertulis cepat digunakan dan dapat dipindah-pindah secara mudah
- Susunannya menawarkan kemudahan secara luas dan kreativitas bagi individu
- Bahan tertulis relatif ringan dan dapat dibaca di mana saja
- Bahan ajar yang baik akan dapat memotivasi pembaca untuk melakukan aktivitas, seperti menandai, mencatat, membuat sketsa
- Bahan tertulis dapat dinikmati sebagai sebuah dokumen yang bernilai besar
- Pembaca dapat mengatur tempo secara mandiri

Berbagai jenis bahan ajar cetak, antara lain hand out, buku, modul, poster, brosur, dan leaflet.

a. Handout

Handout adalah bahan tertulis yang disiapkan oleh seorang guru untuk memperkaya pengetahuan peserta didik. Menurut kamus Oxford hal 389, *handout is prepared statement given*. Handout adalah pernyataan yang telah disiapkan oleh pembicara.

Handout biasanya diambilkan dari beberapa literatur yang memiliki relevansi dengan materi yang diajarkan/ KD dan materi pokok yang harus dikuasai oleh peserta didik. Saat ini *handout* dapat diperoleh dengan berbagai cara, antara lain dengan cara down-load dari internet, atau menyadur dari sebuah buku.

b. Buku

Buku adalah bahan tertulis yang menyajikan ilmu pengetahuan buah pikiran dari pengarangnya. Oleh pengarangnya isi buku didapat dari berbagai cara misalnya: hasil penelitian, hasil pengamatan, aktualisasi pengalaman, otobiografi, atau hasil imajinasi seseorang yang disebut sebagai fiksi. Menurut kamus oxford hal 94, buku diartikan sebagai: *Book is number of sheet of paper, either printed or blank, fastened together in a cover*. Buku adalah sejumlah lembaran kertas baik cetakan maupun kosong yang dijilid dan diberi kulit. Buku sebagai bahan ajar merupakan buku yang berisi suatu ilmu pengetahuan hasil analisis terhadap kurikulum dalam bentuk tertulis. Buku yang baik adalah buku yang ditulis dengan menggunakan bahasa yang baik dan mudah dimengerti, disajikan secara menarik dilengkapi dengan gambar dan keterangan-keterangannya, isi buku juga menggambarkan sesuatu yang sesuai dengan ide penulisannya. Buku pelajaran berisi tentang ilmu pengetahuan yang dapat digunakan oleh peserta didik untuk belajar, buku fiksi akan berisi tentang fikiran-fikiran fiksi si penulis, dan seterusnya.

c. Modul

Modul adalah sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru, sehingga modul berisi paling tidak tentang:

- Petunjuk belajar (Petunjuk siswa/guru)
- Kompetensi yang akan dicapai
- Content atau isi materi
- Informasi pendukung
- Latihan-latihan

- Petunjuk kerja, dapat berupa Lembar Kerja (LK)
- Evaluasi
- Balikan terhadap hasil evaluasi

Sebuah modul akan bermakna kalau peserta didik dapat dengan mudah menggunakannya. Pembelajaran dengan modul memungkinkan seorang peserta didik yang memiliki kecepatan tinggi dalam belajar akan lebih cepat menyelesaikan satu atau lebih KD dibandingkan dengan peserta didik lainnya. Dengan demikian maka modul harus menggambarkan KD yang akan dicapai oleh peserta didik, disajikan dengan menggunakan bahasa yang baik, menarik, dilengkapi dengan ilustrasi.

d. Lembar kegiatan siswa

Lembar kegiatan siswa (student worksheet) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kegiatan biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas. Suatu tugas yang diperintahkan dalam lembar kegiatan harus jelas KD yang akan dicapainya. Lembar kegiatan dapat digunakan untuk mata pembelajaran apa saja. Tugas-tugas sebuah lembar kegiatan tidak akan dapat dikerjakan oleh peserta didik secara baik apabila tidak dilengkapi dengan buku lain atau referensi lain yang terkait dengan materi tugasnya. Tugas-tugas yang diberikan kepada peserta didik dapat berupa teoritis dan atau tugas-tugas praktis. Tugas teoritis misalnya tugas membaca sebuah artikel tertentu, kemudian membuat resume untuk dipresentasikan. Sedangkan tugas praktis dapat berupa kerja laboratorium atau kerja lapangan, misalnya survey tentang harga cabe dalam kurun waktu tertentu di suatu tempat. Keuntungan adanya lembar kegiatan adalah bagi guru, memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran, bagi siswa akan belajar secara mandiri dan belajar memahami dan menjalankan suatu tugas tertulis.

Dalam menyiapkannya guru harus cermat dan memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai, karena sebuah lembar kerja harus

memenuhi paling tidak kriteria yang berkaitan dengan tercapai/tidaknya sebuah KD dikuasai oleh peserta didik.

e. Brosur

Brosur adalah bahan informasi tertulis mengenai suatu masalah yang disusun secara bersistem atau cetakan yang hanya terdiri atas beberapa halaman dan dilipat tanpa dijilid atau selebaran cetakan yang berisi keterangan singkat tetapi lengkap tentang perusahaan atau organisasi (Kamus besar Bahasa Indonesia, Edisi Kedua, Balai Pustaka, 1996). Dengan demikian, maka brosur dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar, selama sajian brosur diturunkan dari KD yang harus dikuasai oleh siswa. Mungkin saja brosur dapat menjadi bahan ajar yang menarik, karena bentuknya yang menarik dan praktis. Agar lembaran brosur tidak terlalu banyak, maka brosur didesain hanya memuat satu KD saja. Ilustrasi dalam sebuah brosur akan menambah menarik minat peserta didik untuk menggunakannya.

f. Leaflet

A separate sheet of printed matter, often folded but not stitched (Webster's New World, 1996) Leaflet adalah bahan cetak tertulis berupa lembaran yang dilipat tapi tidak dimatikan/dijahit. Agar terlihat menarik biasanya leaflet didesain secara cermat dilengkapi dengan ilustrasi dan menggunakan bahasa yang sederhana, singkat serta mudah dipahami. *Leaflet* sebagai bahan ajar juga harus memuat materi yang dapat menggiring peserta didik untuk menguasai satu atau lebih KD.

g. Wallchart

Wallchart adalah bahan cetak, biasanya berupa bagan siklus/proses atau grafik yang bermakna menunjukkan posisi tertentu. Agar *wallchart* terlihat lebih menarik bagi siswa maupun guru, maka *wallchart* didesain dengan menggunakan tata warna dan pengaturan proporsi yang baik. *Wallchart* biasanya masuk dalam kategori alat bantu melaksanakan pembelajaran, namun dalam hal ini *wallchart* didesain sebagai bahan ajar. Karena didesain sebagai bahan ajar, maka *wallchart* harus memenuhi kriteria sebagai bahan ajar antara

lain bahwa memiliki kejelasan tentang KD dan materi pokok yang harus dikuasai oleh peserta didik, diajarkan untuk berapa lama, dan bagaimana cara menggunakannya. Sebagai contoh *wallchart* tentang siklus makhluk hidup binatang antara ular, tikus dan lingkungannya.

h. Foto/Gambar

Foto/gambar memiliki makna yang lebih baik dibandingkan dengan tulisan. Foto/gambar sebagai bahan ajar tentu saja diperlukan satu rancangan yang baik agar setelah selesai melihat sebuah atau serangkaian foto/gambar siswa dapat melakukan sesuatu yang pada akhirnya menguasai satu atau lebih KD.

Menurut *Weidenmann* dalam buku *Lehren mit Bildmedien* menggambarkan bahwa melihat sebuah foto/gambar lebih tinggi maknanya dari pada membaca atau mendengar. Melalui membaca yang dapat diingat hanya 10%, dari mendengar yang diingat 20%, dan dari melihat yang diingat 30%. Foto/gambar yang didesain secara baik dapat memberikan pemahaman yang lebih baik. Bahan ajar ini dalam menggunakannya harus dibantu dengan bahan tertulis. Bahan tertulis dapat berupa petunjuk cara menggunakannya dan atau bahan tes.

Sebuah gambar yang bermakna paling tidak memiliki kriteria sebagai berikut:

- Gambar harus mengandung sesuatu yang dapat dilihat dan penuh dengan informasi/data. Sehingga gambar tidak hanya sekedar gambar yang tidak mengandung arti atau tidak ada yang dapat dipelajari.
- Gambar bermakna dan dapat dimengerti. Sehingga, si pembaca gambar benar-benar mengerti, tidak salah pengertian.
- Lengkap, rasional untuk digunakan dalam proses pembelajaran, bahannya diambil dari sumber yang benar. Sehingga jangan sampai gambar miskin informasi yang berakibat penggunaanya tidak belajar apa-apa.

C. Prinsip Pengembangan Bahan Ajar

Pengembangan bahan ajar hendaklah memperhatikan prinsip-prinsip pembelajaran. Di antara prinsip pembelajaran tersebut adalah:

- *Mulai dari yang mudah untuk memahami yang sulit, dari yang kongkret untuk memahami yang abstrak,*

Siswa akan lebih mudah memahami suatu konsep tertentu apabila penjelasan dimulai dari yang mudah atau sesuatu yang kongkret, sesuatu yang nyata ada di lingkungan mereka. Misalnya untuk menjelaskan konsep pasar, maka mulailah siswa diajak untuk berbicara tentang pasar yang terdapat di tempat mereka tinggal. Setelah itu, kita bisa membawa mereka untuk berbicara tentang berbagai jenis pasar lainnya.

- *Pengulangan akan memperkuat pemahaman*

Dalam pembelajaran, pengulangan sangat diperlukan agar siswa lebih memahami suatu konsep. Dalam prinsip ini kita sering mendengar pepatah yang mengatakan bahwa 5×2 lebih baik daripada 2×5 . Artinya, walaupun maksudnya sama, sesuatu informasi yang diulang-ulang, akan lebih berbekas pada ingatan siswa. Namun pengulangan dalam penulisan bahan belajar harus disajikan secara tepat dan bervariasi sehingga tidak membosankan.

- *Umpan balik positif akan memberikan penguatan terhadap pemahaman siswa*

Seringkali kita menganggap enteng dengan memberikan respond yang sekedarnya atas hasil kerja siswa. Padahal respond yang diberikan oleh guru terhadap siswa akan menjadi penguatan pada diri siswa. Perkataan seorang guru seperti 'ya benar' atau 'ya kamu pintar' atau 'itu benar, namun akan lebih baik kalau begini...' akan menimbulkan kepercayaan diri pada siswa bahwa ia telah menjawab atau mengerjakan sesuatu dengan benar. Sebaliknya, respond negatif akan mematahkan semangat siswa. Untuk itu, jangan lupa berikan umpan balik yang positif terhadap hasil kerja siswa.

- *Motivasi belajar yang tinggi merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan belajar*

Seorang siswa yang memiliki motivasi belajar tinggi akan lebih berhasil dalam belajar. Untuk itu, maka salah satu tugas guru dalam melaksanakan pembelajaran adalah memberikan dorongan (motivasi) agar siswa mau belajar. Banyak cara untuk memberikan motivasi, antara lain dengan memberikan pujian, memberikan harapan, menjelaskan tujuan dan manfaat, memberi contoh, ataupun menceritakan sesuatu yang membuat siswa senang belajar, dll.

- *Mencapai tujuan ibarat naik tangga, setahap demi setahap, akhirnya akan mencapai ketinggian tertentu.*

Pembelajaran adalah suatu proses yang bertahap dan berkelanjutan. Untuk mencapai suatu standard kompetensi yang tinggi, perlu dibuatkan tujuan-tujuan antara. Ibarat anak tangga, semakin lebar anak tangga semakin sulit kita melangkah, namun juga anak tangga yang terlalu kecil terlampau mudah melewatinya. Untuk itu, maka guru perlu menyusun anak tangga tujuan pembelajaran secara pas, sesuai dengan karakteristik siswa. Dalam bahan ajar, anak tangga tersebut dirumuskan dalam bentuk indikator-indikator kompetensi.

- *Mengetahui hasil yang telah dicapai akan mendorong siswa untuk terus mencapai tujuan*

Ibarat menempuh perjalanan jauh, untuk mencapai kota yang dituju, sepanjang perjalanan kita akan melewati kota-kota lain. Kita akan senang apabila pemandu perjalanan kita memberitahukan setiap kota yang dilewati, sehingga kita menjadi tahu sudah sampai di mana dan berapa jauh lagi kita akan berjalan. Demikian pula dalam proses pembelajaran, guru ibarat pemandu perjalanan. Pemandu perjalanan yang baik, akan memberitahukan kota tujuan akhir yang ingin dicapai, bagaimana cara mencapainya, kota-kota apa saja yang akan dilewati, dan memberitahukan pula sudah sampai di mana dan berapa jauh lagi perjalanan. Dengan demikian, semua peserta dapat mencapai kota tujuan dengan selamat. Dalam pembelajaran, setiap anak akan mencapai tujuan tersebut dengan kecepatannya sendiri, namun mereka semua akan sampai

kepada tujuan meskipun dengan waktu yang berbeda-beda. Inilah sebagian dari prinsip belajar tuntas.

D. KRITERIA PEMILIHAN BAHAN AJAR

1. Analisis Kebutuhan Bahan Ajar

Untuk mendapatkan bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kompetensi yang harus dikuasai oleh peserta didik, diperlukan analisis terhadap KI-KD, analisis sumber belajar, dan penentuan jenis serta judul bahan ajar. Analisis dimaksud dijelaskan sebagai berikut:

a. Analisis KI-KD

Analisis KI-KD dilakukan untuk menentukan kompetensi-kompetensi mana yang memerlukan bahan ajar. Dari hasil analisis ini akan dapat diketahui berapa banyak bahan ajar yang harus disiapkan dalam satu semester tertentu dan jenis bahan ajar mana yang dipilih. Berikut diberikan contoh analisis KI-KD untuk menentukan jenis bahan ajar.

Contoh: Analisis KI-KD

Mata Pembelajaran : Kimia

Kelas : X

Semester : 2

Standar Kompetensi : Mendeskripsikan sifat-sifat larutan, metode pengukuran dan terapannya

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Jenis B. Ajar
Menguji daya hantar listrik berbagai larutan untuk membedakan	- Merancang percobaan uji elektrolit - Menyimpulkan ciri-ciri hantaran arus listrik dalam	- Larutan elektrolit dan non elektrolit - Ciri-ciri elektrolit dan non elektrolit dst	- Menyusun rancangan percobaan untuk mengidentifikasi larutan elektrolit dan non elektrolit - Diskusi informasi tentang hasil	Buku, LKS

kan larutan elektrolit dan non elektrolit	berbagai larutan berdasarkan hasil pengamatan		rancangan percobaan. • Melakukan percobaan daya hantar listrik untuk menentukan ciri- ciri larutan yg bersifat elektrolit dan non elektrolit	LKS
---	---	--	---	-----

Kebutuhan bahan ajar dapat dilihat dari analisis di atas, jenis bahan ajar dapat diturunkan dari pengalaman belajarnya. Semakin jelas pengalaman belajar diuraikan akan semakin mudah guru menentukan jenis bahan ajarnya. Jika analisis dilakukan terhadap seluruh SK, maka akan diketahui berapa banyak bahan ajar yang harus disiapkan oleh guru.

b. Analisis Sumber Belajar

Sumber belajar yang akan digunakan sebagai bahan penyusunan bahan ajar perlu dilakukan analisis. Analisis dilakukan terhadap ketersediaan, kesesuaian, dan kemudahan dalam memanfaatkannya. Caranya adalah menginventarisasi ketersediaan sumber belajar yang dikaitkan dengan kebutuhan.

c. Pemilihan dan Penentuan Bahan Ajar

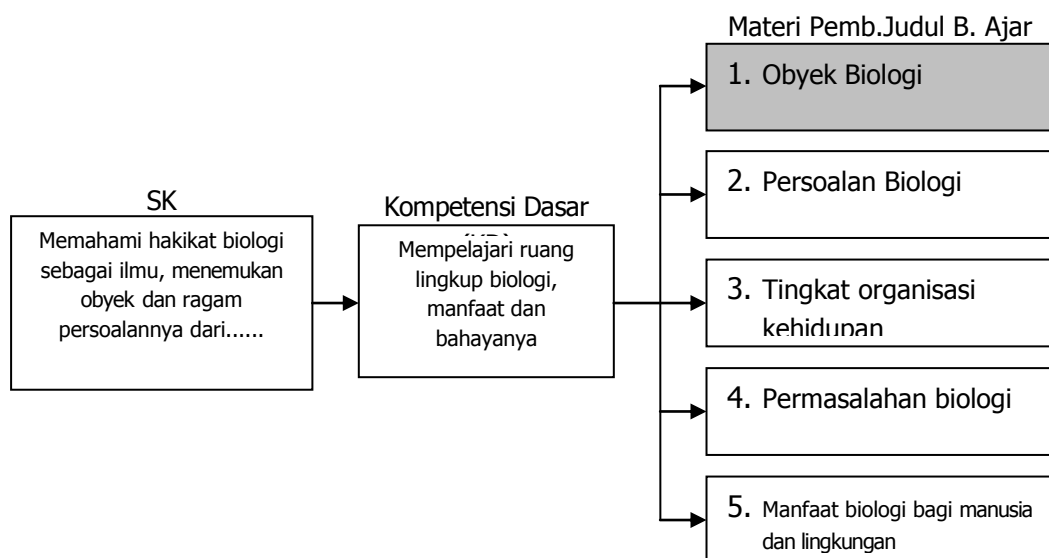
Pemilihan dan penentuan bahan ajar dimaksudkan untuk memenuhi salah satu kriteria bahwa bahan ajar harus menarik, dapat membantu siswa untuk mencapai kompetensi. Sehingga bahan ajar dibuat sesuai dengan kebutuhan dan kecocokan dengan KD yang akan diraih oleh peserta didik. Jenis dan bentuk bahan ajar ditetapkan atas dasar analisis kurikulum dan analisis sumber bahan sebelumnya.

E. Penyusunan Peta Bahan Ajar

Peta kebutuhan bahan ajar disusun setelah diketahui berapa banyak bahan ajar yang harus disiapkan melalui analisis kebutuhan bahan ajar. Peta Kebutuhan bahan ajar sangat diperlukan guna mengetahui jumlah bahan ajar yang harus ditulis dan sekuensi atau urutan bahan ajarnya seperti apa.

Sekuensi bahan ajar ini sangat diperlukan dalam menentukan prioritas penulisan. Di samping itu peta dapat digunakan untuk menentukan sifat bahan ajar, apakah dependen (tergantung) atau independen (berdiri sendiri). Bahan ajar dependen adalah bahan ajar yang ada kaitannya antara bahan ajar yang satu dengan bahan ajar yang lain, sehingga dalam penulisannya harus saling memperhatikan satu sama lain, apalagi kalau saling mempersyaratkan. Sedangkan bahan ajar independen adalah bahan ajar yang berdiri sendiri atau dalam penyusunannya tidak harus memperhatikan atau terikat dengan bahan ajar yang lain.

Sebagai contoh peta bahan ajar untuk Biologi SMA semester I Peta diambil dari SK nomor 2, KD nomor 1, dimana materi pokok sebagai judul bahan ajar.



F. Struktur Bahan Ajar

Dalam penyusunan bahan ajar terdapat perbedaan dalam strukturnya antara bahan ajar yang satu dengan bahan ajar yang lain. Guna mengetahui perbedaan-perbedaan dimaksud dapat dilihat pada matrik berikut ini:

Bahan Ajar Cetak (*Printed*)

No.	Komponen	Ht	Bu	MI	LKS	Bro	Lf	Wch	F/Gb	Mo/M
1.	Judul	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2.	Petunjuk belajar	-		√	√	-	-	-	-	-
3.	KD/MP	-	√	√	√	√	√	**	**	**
4.	Informasi pendukung	√		√	√	√	√	**	**	**
5.	Latihan	-	√	√	-	-	-	-	-	-
6.	Tugas/langkah kerja	-		√	√	-	-	-	**	**
7.	Penilaian	-	√	√	√	√	√	**	**	**

Ht: handout, Bu:Buku, MI:Modul, LKS:Lembar Kegiatan Siswa, Bro:Brosur, Lf:Leaflet, Wch:Wallchart, F/Gb:Foto/ Gambar, Mo/M: Model/Maket

G.Penyusunan Bahan Ajar Cetak

Bahan ajar dapat berupa handout, buku, lembar kegiatan siswa (LKS), modul, brosur atau leaflet, *Wallchart*, Foto/Gambar, Model/Maket. Dalam menyusun bahan yang perlu diperhatikan adalah bahwa judul atau materi yang disajikan harus berintikan KD atau materi pokok yang harus dicapai oleh peserta didik, di samping itu menurut Steffen-Peter Ballstaedt bahan ajar cetak harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- **Susunan tampilan**, yang menyangkut: Urutan yang mudah, judul yang singkat, terdapat daftar isi, struktur kognitifnya jelas, rangkuman, dan tugas pembaca.
- **Bahasa yang mudah**, menyangkut: mengalirnya kosa kata, jelasnya kalimat, jelasnya hubungan kalimat, kalimat yang tidak terlalu panjang.
- **Menguji pemahaman**, yang menyangkut: menilai melalui orangnya, check list untuk pemahaman.
- **Stimulan**, yang menyangkut: enak tidaknya dilihat, tulisan mendorong pembaca untuk berfikir, menguji stimulan.
- **Kemudahan dibaca**, yang menyangkut: keramahan terhadap mata (huruf yang digunakan tidak terlalu kecil dan enak dibaca), urutan teks terstruktur, mudah dibaca.
- **Materi instruksional**, yang menyangkut: pemilihan teks, bahan kajian, lembar kerja (work sheet).

A. Handout

Istilah handout memang belum ada padanannya dalam bahasa Indonesia. Handout biasanya merupakan bahan ajar tertulis yang diharapkan dapat mendukung bahan ajar lainnya atau penjelasan dari guru. Steffen-Peter Ballstaedt mengemukakan dua fungsi dari handout yaitu:

- Guna membantu pendengar agar tidak perlu mencatat.
- Sebagai pendamping penjelasan si penceramah/guru.

Sebuah handout harus memuat paling tidak:

- Menuntun pembicara secara teratur dan jelas
- Berpusat pada pengetahuan hasil dan pernyataan padat.
- Grafik dan tabel yang sulit digambar oleh pendengar dapat dengan mudah didapat.

Sesuai dengan yang telah dijelaskan di atas bahwa handout disusun atas dasar KD yang harus dicapai oleh peserta didik. Dengan demikian maka handout harus diturunkan dari kurikulum. Handout biasanya merupakan bahan tertulis tambahan yang dapat memperkaya peserta didik dalam belajar untuk mencapai kompetensinya.

Langkah-langkah menyusun handout adalah sebagai berikut:

- Melakukan analisis kurikulum
- Menentukan judul handout, sesuaikan dengan KD dan materi pokok yang akan dicapai.
- Mengumpulkan referensi sebagai bahan penulisan. Upayakan referensi terkini dan relevan dengan materi pokoknya.
- Menulis handout, dalam menulis upayakan agar kalimat yang digunakan tidak terlalu panjang, untuk siswa SMA diperkirakan jumlah kata per kalimatnya tidak lebih dari 25 kata dan dalam satu paragraf usahakan jumlah kalimatnya antara 3 – 7 kalimat saja.

- Mengevaluasi hasil tulisan dengan cara dibaca ulang, bila perlu dibaca orang lain terlebih dahulu untuk mendapatkan masukan.
- Memperbaiki handout sesuai dengan kekurangan-kekurangan yang ditemukan.
- Gunakan berbagai sumber belajar yang dapat memperkaya materi handout misalnya buku, majalah, internet, jurnal hasil penelitian.

B. Buku

Sebuah buku biasanya akan berisi tentang sesuatu yang menjadi buah pikiran dari seorang pengarangnya. Jika seorang guru menyiapkan sebuah buku yang digunakan sebagai bahan ajar maka buah pikirannya harus diturunkan dari KD yang tertuang dalam kurikulum, sehingga buku akan memberi makna sebagai bahan ajar bagi peserta didik yang mempelajarinya.

Sebuah buku akan dimulai dari latar belakang penulisan, definisi/ pengertian dari judul yang dikemukakan, penjelasan ruang lingkup pembahasan dalam buku, hukum atau aturan-aturan yang dibahas, contoh-contoh yang diperlukan, hasil penelitian, data dan interpretasinya, berbagai argumen yang sesuai untuk disajikan.

Langkah-langkah yang dapat dilakukan oleh seorang guru dalam menulis buku adalah sebagai berikut:

- Mempelajari kurikulum dengan cara menganalisisnya
- Menentukan judul buku yang akan ditulis sesuai dengan SK yang akan disediakan bukunya.
- Merancang outline buku agar isi buku lengkap mencakup seluruh aspek yang diperlukan untuk mencapai suatu kompetensi.
- Mengumpulkan referensi sebagai bahan penulisan, upayakan untuk menggunakan referensi terkini dan relevan dengan bahan kajiannya.
- Menulis buku dilakukan dengan memperhatikan penyajian kalimat yang disesuaikan dengan usia dan pengalaman pembacanya. Untuk siswa SMA upayakan untuk membuat kalimat yang tidak terlalu panjang, maksimal 25 kata per kalimat dan dalam satu paragraf 3 – 7 kalimat.

- Mengevaluasi/mengedit hasil tulisan dengan cara membaca ulang. Jika ada kekurangan segera dilakukan penambahan.
- Memperbaiki tulisan
- Gunakan berbagai sumber belajar yang dapat memperkaya materi misalnya buku, majalah, internet, jurnal hasil penelitian.

C. Modul

Modul adalah seperangkat bahan ajar yang disajikan secara sistematis sehingga penggunaannya dapat belajar dengan atau tanpa seorang fasilitator/guru. Dengan demikian maka sebuah modul harus dapat dijadikan sebuah bahan ajar sebagai pengganti fungsi guru. Kalau guru memiliki fungsi menjelaskan sesuatu maka modul harus mampu menjelaskan sesuatu dengan bahasa yang mudah diterima peserta didik sesuai dengan tingkat pengetahuan dan usianya.

1. Penulisan bahan ajar modul

Dalam menulis bahan ajar khususnya modul terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui, yaitu:

- Analisis KI dan KD
Analisis dimaksudkan untuk menentukan materi-materi mana yang memerlukan bahan ajar. Dalam menentukan materi dianalisis dengan cara melihat inti dari materi yang akan diajarkan, kemudian kompetensi yang harus dimiliki oleh siswa dan hasil belajar kritis yang harus dimiliki oleh siswa (*critical learning outcomes*) itu seperti apa.
- Menentukan judul-judul modul
Judul modul ditentukan atas dasar KD-KD atau materi pembelajaran yang terdapat dalam silabus. Satu kompetensi dapat dijadikan sebagai judul modul apabila kompetensi itu tidak terlalu besar, sedangkan besarnya kompetensi dapat dideteksi antara lain dengan cara apabila diuraikan ke dalam materi pokok mendapatkan maksimal 4 MP, maka kompetensi itu telah dapat dijadikan sebagai satu judul modul. Namun apabila diuraikan

menjadi lebih dari 4 MP, maka perlu dipikirkan kembali apakah perlu dipecah misalnya menjadi 2 judul modul.

- **Pemberian kode modul**

Kode modul sangat diperlukan guna memudahkan dalam pengelolaan modul. Biasanya kode modul merupakan angka-angka yang diberi makna, misalnya digit pertama, angka satu (1) berarti IPA, (2) : IPS. (3) : Bahasa. Kemudian digit kedua merupakan klasifikasi/kelompok utama kajian atau aktivitas atau spesialisasi pada jurusan yang bersangkutan. Misalnya jurusan IPA, nomor 1 digit kedua berarti Fisika, 2 Kimia, 3 Biologi dan seterusnya.

- **Penulisan Modul**

Penulisan modul dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- * **Perumusan KD yang harus dikuasai**

Rumusan KD pada suatu modul merupakan spesifikasi kualitas yang seharusnya telah dimiliki oleh siswa setelah ia berhasil menyelesaikan modul tersebut. KD yang tercantum dalam modul diambil dari pedoman khusus kurikulum 2004. Apabila siswa tidak berhasil memiliki tingkah laku sebagai yang dirumuskan dalam KD itu, maka KD pembelajaran dalam modul itu harus dirumuskan kembali. Dalam hal ini barangkali bahan ajar yang gagal, bukan siswa yang gagal. Kembali pada terminal behaviour, jika terminal behaviour diidentifikasi secara tepat, maka apa yang harus dikerjakan untuk mencapainya dapat ditentukan secara tepat pula.

Contoh Rumusan KD yang harus dikuasai:

Mampu menguji daya hantar listrik berbagai larutan untuk membedakan larutan elektrolit dan non elektrolit hasilnya memenuhi kriteria sebagai berikut:

- 1) Ada rancangan percobaan elektrolit .
- 2) Terdapat kesimpulan ciri-ciri hantaran arus listrik dalam berbagai larutan berdasarkan hasil pengamatan.

- 3) Mengelompokkan larutan ke dalam larutan elektrolit dan non elektrolit berdasarkan sifat hantaran listriknya.
- 4) Menjelaskan penyebab kemampuan larutan elektrolit menghantarkan arus listrik.
- 5) Menjelaskan bahwa larutan elektrolit dapat berupa senyawa ion dan senyawa kovalen polar.

* Menentukan alat evaluasi/penilaian

Criterion items adalah sejumlah pertanyaan atau tes yang digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan siswa dalam menguasai suatu KD dalam bentuk tingkah laku. Karena pendekatan pembelajarannya yang digunakan adalah kompetensi, dimana sistem evaluasinya didasarkan pada penguasaan kompetensi, maka alat evaluasi yang cocok adalah menggunakan pendekatan Panilaian Acuan Patokan (PAP) atau *Criterion Referenced Assesment*.

Evaluasi dapat segera disusun setelah ditentukan KD yang akan dicapai sebelum menyusun materi dan lembar kerja/tugas-tugas yang harus dikerjakan oleh siswa. Hal ini dimaksudkan agar evaluasi yang dikerjakan benar-benar sesuai dengan apa yang dikerjakan oleh siswa.

Contoh evaluasi dari contoh KD di atas:

No	(75% kriteria keberhasilan*)	Ya	Tdk
1.	Ada rancangan percobaan elektrolit.		
2.	Terdapat kesimpulan ciri-ciri hantaran arus listrik dalam berbagai larutan berdasarkan hasil pengamatan.		
3.	Mengelompokkan larutan ke dalam larutan elektrolit dan non elektrolit berdasarkan sifat hantaran listriknya.		
4.	Menjelaskan penyebab kemampuan larutan elektrolit menghantarkan arus listrik.		
5.	Menjelaskan bahwa larutan elektrolit dapat berupa senyawa ion dan senyawa kovalen polar.		
	Total		

*Catatan *) : Jika 75% dari ke-5 kriteria terpenuhi, maka dinyatakan lulus.*

* **Penyusunan Materi**

Materi atau isi modul sangat tergantung pada KD yang akan dicapai. Materi modul akan sangat baik jika menggunakan referensi-referensi mutakhir yang memiliki relevansi dari berbagai sumber misalnya buku, internet, majalah, jurnal hasil penelitian. Materi modul tidak harus ditulis seluruhnya, dapat saja dalam modul itu ditunjukkan referensi yang digunakan agar siswa membaca lebih jauh tentang materi itu. Tugas-tugas harus ditulis secara jelas guna mengurangi pertanyaan dari siswa tentang hal-hal yang seharusnya siswa dapat melakukannya. Misalnya tentang tugas diskusi. Judul diskusi diberikan secara jelas dan didiskusikan dengan siapa, berapa orang dalam kelompok diskusi dan berapa lama.

Kalimat yang disajikan tidak terlalu panjang. Bagi siswa SMA upayakan untuk membuat kalimat yang tidak terlalu panjang, maksimal 25 kata per-kalimat dan dalam satu paragraf 3–7 kalimat.

Gambar-gambar yang sifatnya mendukung isi materi sangat diperlukan, karena di samping memperjelas penjelasan juga dapat menambah daya tarik bagi siswa untuk mempelajarinya.

* **Urutan pembelajaran**

Urutan pembelajaran dapat diberikan dalam petunjuk menggunakan modul. Misalnya dibuat petunjuk bagi guru yang akan mengajarkan materi tersebut dan petunjuk bagi siswa. Petunjuk siswa diarahkan kepada hal-hal yang harus dikerjakan dan yang tidak boleh dikerjakan oleh siswa, sehingga siswa tidak perlu banyak bertanya, guru juga tidak perlu terlalu banyak menjelaskan atau dengan kata lain guru berfungsi sebagai fasilitator.

* **Struktur bahan ajar/modul**

Struktur modul dapat bervariasi, tergantung pada karakter materi yang akan disajikan, ketersediaan sumberdaya dan kegiatan belajar yang akan dilakukan. Secara umum modul harus memuat paling tidak:

- Judul
- Petunjuk belajar (Petunjuk siswa/guru)
- Kompetensi yang akan dicapai
- Informasi pendukung
- Latihan-latihan
- Petunjuk kerja, dapat berupa Lembar Kerja (LK)
- Evaluasi/Penilaian

D. Lembar Kegiatan Siswa (LKS)

Lembar kegiatan siswa (student work sheet) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kegiatan siswa akan memuat paling tidak; judul, KD yang akan dicapai, waktu penyelesaian, peralatan/bahan yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas, informasi singkat, langkah kerja, tugas yang harus dilakukan, dan laporan yang harus dikerjakan.

Dalam menyiapkan lembar kegiatan siswa dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Analisis kurikulum

Analisis kurikulum dimaksudkan untuk menentukan materi-materi mana yang memerlukan bahan ajar LKS. Biasanya dalam menentukan materi dianalisis dengan cara melihat materi pokok dan pengalaman belajar dari materi yang akan diajarkan, kemudian kompetensi yang harus dimiliki oleh siswa.

- Menyusun peta kebutuhan LKS

Peta kebutuhan LKS sangat diperlukan guna mengetahui jumlah LKS yang harus ditulis dan sekuensi atau urutan LKS-nya juga dapat dilihat. Sekuens LKS ini sangat diperlukan dalam menentukan prioritas penulisan. Diawali dengan analisis kurikulum dan analisis sumber belajar.

- Menentukan judul-judul LKS

Judul LKS ditentukan atas dasar KD-KD, materi-materi pokok atau pengalaman belajar yang terdapat dalam kurikulum. Satu KD dapat dijadikan sebagai judul modul apabila kompetensi itu tidak terlalu besar, sedangkan besarnya KD dapat dideteksi antara lain dengan cara apabila diuraikan ke dalam materi pokok (MP) mendapatkan maksimal 4 MP, maka kompetensi itu telah dapat dijadikan sebagai satu judul LKS. Namun apabila diuraikan menjadi lebih dari 4 MP, maka perlu dipikirkan kembali apakah perlu dipecah misalnya menjadi 2 judul LKS.

- Penulisan LKS

Penulisan LKS dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Perumusan KD yang harus dikuasai
Rumusan KD pada suatu LKS langsung diturunkan dari dokumen SI.
- Menentukan alat Penilaian
Penilaian dilakukan terhadap proses kerja dan hasil kerja peserta didik. Karena pendekatan pembelajaran yang digunakan adalah kompetensi, dimana penilaiannya didasarkan pada penguasaan kompetensi, maka alat penilaian yang cocok adalah menggunakan pendekatan Penilaian Acuan Patokan (PAP) atau *Criterion Referenced Assesment*. Dengan demikian guru dapat menilainya melalui proses dan hasil kerjanya.
- Penyusunan Materi
Materi LKS sangat tergantung pada KD yang akan dicapai. Materi LKS dapat berupa informasi pendukung, yaitu gambaran umum atau ruang lingkup substansi yang akan dipelajari. Materi dapat diambil dari berbagai sumber seperti buku, majalah, internet, jurnal hasil penelitian. Agar pemahaman siswa terhadap materi lebih kuat, maka dapat saja dalam LKS ditunjukkan referensi yang digunakan agar siswa membaca lebih jauh tentang materi itu. Tugas-tugas harus ditulis secara jelas guna mengurangi pertanyaan dari siswa tentang hal-hal yang seharusnya siswa dapat melakukannya, misalnya tentang tugas diskusi. Judul diskusi diberikan secara jelas

dan didiskusikan dengan siapa, berapa orang dalam kelompok diskusi dan berapa lama.

- Struktur LKS

Struktur LKS secara umum adalah sebagai berikut:

- * Judul
- * Petunjuk belajar (Petunjuk siswa)
- * Kompetensi yang akan dicapai
- * Informasi pendukung
- * Tugas-tugas dan langkah-langkah kerja
- * Penilaian

E. Brosur

Brosur adalah bahan informasi tertulis mengenai suatu masalah yang disusun secara bersistem atau cetakan yang hanya terdiri atas beberapa halaman dan dilipat tanpa dijilid atau selebaran cetakan yang berisi keterangan singkat tetapi lengkap tentang perusahaan atau organisasi (Kamus besar Bahasa Indonesia, Edisi Kedua, Balai Pustaka, 1996).

Dalam menyusun sebuah brosur sebagai bahan ajar, brosur paling tidak memuat antara lain:

- Judul diturunkan dari KD atau materi pokok sesuai dengan besar kecilnya materi.
- KD/materi pokok yang akan dicapai, diturunkan dari SI dan SKL.
- Informasi pendukung dijelaskan secara jelas, padat, menarik memperhatikan penyajian kalimat yang disesuaikan dengan usia dan pengalaman pembacanya. Untuk siswa SMA upayakan untuk membuat kalimat yang tidak terlalu panjang, maksimal 25 kata per kalimat dan dalam satu paragraf 3 – 7 kalimat.
- Tugas-tugas dapat berupa tugas membaca buku tertentu yang terkait dengan materi belajar dan membuat resumennya. Tugas dapat diberikan secara individu atau kelompok dan ditulis dalam kertas lain.
- Penilaian dapat dilakukan terhadap hasil karya dari tugas yang diberikan.

- Gunakan berbagai sumber belajar yang dapat memperkaya materi misalnya buku, majalah, internet, jurnal hasil penelitian.

F. Leaflet

A separate sheet of printed matter, often folded but not stitched (Webster's New World, 1996). Leaflet adalah bahan cetak tertulis berupa lembaran yang dilipat tapi tidak dimatikan/dijahit. Agar terlihat menarik biasanya leaflet didesain secara cermat dilengkapi dengan ilustrasi dan menggunakan bahasa yang sederhana, singkat serta mudah dipahami. Leaflet sebagai bahan ajar juga harus memuat materi yang dapat menggiring peserta didik untuk menguasai satu atau lebih KD.

Dalam membuat leaflet secara umum sama dengan membuat brosur, bedanya hanya dalam penampilan fisiknya saja, sehingga isi leaflet dapat dilihat pada brosur di atas. Leaflet biasanya ditampilkan dalam bentuk dua kolom kemudian dilipat.

G. Wallchart

Wallchart adalah bahan cetak, biasanya berupa bagan siklus/proses atau grafik yang bermakna menunjukkan posisi tertentu. Misalnya tentang siklus makhluk hidup binatang antara ular, tikus dan lingkungannya atau proses dari suatu kegiatan laboratorium. Dalam mempersiapkannya wallchart paling tidak berisi tentang:

- Judul diturunkan dari KD atau materi pokok sesuai dengan besar kecilnya materi.
- Petunjuk penggunaan wallchart, dimaksudkan agar wallchart tidak terlalu banyak tulisan.
- Informasi pendukung dijelaskan secara jelas, padat, menarik dalam bentuk gambar, bagan atau siklus.
- Tugas-tugas ditulis dalam lembar kertas lain, misalnya berupa tugas membaca buku tertentu yang terkait dengan materi belajar dan membuat resumennya. Tugas lain misalnya menugaskan siswa untuk menggambar atau membuat bagan ulang. Tugas dapat diberikan secara individu atau kelompok.

- Penilaian dapat dilakukan terhadap hasil karya dari tugas yang diberikan.
- Gunakan berbagai sumber belajar yang dapat memperkaya materi misalnya buku, majalah, internet, jurnal hasil penelitian.

H. Foto/Gambar

Foto/gambar memiliki makna yang lebih baik dibandingkan dengan tulisan. Foto/gambar sebagai bahan ajar tentu saja diperlukan satu rancangan yang baik agar setelah selesai melihat sebuah atau serangkaian foto/gambar siswa dapat melakukan sesuatu yang pada akhirnya menguasai satu atau lebih KD.

Dalam menyiapkan sebuah gambar untuk bahan ajar dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- Judul diturunkan dari KD atau materi pokok sesuai dengan besar kecilnya materi. Jika foto, maka judulnya dapat ditulis dibaliknya.
- Buat desain tentang foto/gambar yang diinginkan dengan membuat storyboard. Storyboard foto tidak akan sebanyak untuk video/film.
- Informasi pendukung diambilkan dari storyboard secara jelas, padat, menarik ditulis dibalik foto. Gunakan sumber lain yang dapat memperkaya materi misalnya foto, internet, buku. Agar foto enak dilihat dan memuat cukup informasi, maka sebaiknya foto/gambar berukuran paling tidak 20-R.
- Pengambilan gambar dilakukan atas dasar storyboard. Agar hasilnya baik dikerjakan oleh orang yang menguasai penggunaan foto, atau kalau gambar digambar oleh orang yang terampil menggambar.
- Editing terhadap foto/gambar dilakukan oleh orang yang menguasai substansi/isi materi video/film.
- Agar hasilnya memuaskan, sebaiknya sebelum digandakan dilakukan penilaian terhadap program secara keseluruhan baik secara substansi, edukasi maupun sinematografinya.
- Foto/gambar biasanya tidak interaktif, namun tugas-tugasnya dapat diberikan pada akhir penampilan gambar, misalnya untuk pembelajaran

bahasa Inggris siswa diminta untuk menceritakan ulang secara oral tentang situasi dalam foto/gambar. Tugas-tugas dapat juga ditulis dalam lembar kertas lain, misalnya berupa menceritakan ulang tentang foto/ gambar yang dilihatnya dalam bentuk tertulis. Tugas dapat diberikan secara individu atau kelompok.

- Penilaian dapat dilakukan terhadap penampilan siswa dalam menceritakan kembali foto/gambar yang dilihatnya atau cerita tertulis dari foto/gambar yang telah dilihatnya.

I. Model/Maket

Model/maket yang didesain secara baik akan memberikan makna yang hampir sama dengan benda aslinya. *Weidermann* mengemukakan bahwa dengan melihat benda aslinya yang berarti dapat dipegang, maka peserta didik akan lebih mudah dalam mempelajarinya. Misalnya dalam pembelajaran biologi siswa dapat melihat secara langsung bagian-bagian tubuh manusia melalui sebuah model. Biasanya model semacam ini dapat dibuat dengan skala 1:1 artinya benda yang dilihat memiliki besar yang persis sama dengan benda aslinya atau dapat juga dengan skala yang lebih kecil, tergantung pada benda apa yang akan dibuat modelnya. Bahan ajar semacam ini tidak dapat berdiri sendiri melainkan harus dibantu dengan bahan tertulis agar memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran maupun siswa dalam belajar.

Dalam memanfaatkan model/maket sebagai bahan ajar harus menggunakan KD dalam kurikulum sebagai acuannya.

- Judul diturunkan dari kompetensi dasar atau materi pokok sesuai dengan besar kecilnya materi.
- Membuat rancangan sebuah model yang akan dibuat baik substansinya maupun bahan yang akan digunakan sebagai model.
- Informasi pendukung dijelaskan secara jelas, padat, menarik pada selembar kertas. Karena tidak mungkin sebuah model memuat informasi tertulis kecuali keterangan-keterangan singkat saja. Gunakan berbagai sumber yang dapat memperkaya informasi misalnya buku, majalah, internet, jurnal hasil penelitian.

- Agar hasilnya memuaskan, sebaiknya pembuatan model atau maket dilakukan oleh orang yang memiliki keterampilan untuk membuatnya. Bahan yang digunakan tentu saja disesuaikan dengan kemampuan keuangan dan kemudahan dalam mencarinya.
- Tugas dapat diberikan pada akhir penjelasan sebuah model, dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan oral. Tugas-tugas dapat juga ditulis dalam lembar kertas lain, misalnya berupa tugas menjelaskan secara tertulis tentang misalnya untuk pembelajaran biologi, fungsi jantung bagi kehidupan manusia. Tugas dapat diberikan secara individu atau kelompok.
- Penilaian dapat dilakukan terhadap jawaban lisan atau tertulis dari pertanyaan yang diberikan.

H. Mengembangkan Materi Pembelajaran

Materi pembelajaran adalah bagian dari isi rumusan Kompetensi Dasar (KD), merupakan muatan dari pengalaman belajar yang diinteraksikan di antara peserta didik dengan lingkungannya untuk mencapai kemampuan dasar berupa perubahan perilaku sebagai hasil belajar dari mata pelajaran.

Materi pembelajaran dikembangkan dari Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) sesuai dengan tuntutan KD dari KI-3 (Pengetahuan) dan KD dari KI-4 (Keterampilan), dimana IPK adalah jabaran dari KD teranalisis, dan materi pembelajaran disesuaikan dengan silabus atau buku teks

Untuk melakukan pengembangan materi pembelajaran mempertimbangkan hal-hal berikut:

- Potensi peserta didik
- Relevansi dengan kebutuhan peserta didik dan tuntutan lingkungan
- Tingkat perkembangan fisik, intelektual, emosional, social dan spiritual peserta didik
- Kebermanfaatan bagi peserta didik
- Struktur keilmuan

- Alokasi waktu

I. Merumuskan Indikator Pencapaian Kompetensi

Untuk merumuskan IPK dapat digunakan rambu-rambu sebagai berikut:

1. Indikator merupakan penanda perilaku pengetahuan (KD dari KI-3) dan perilaku keterampilan (KD dari KI-4) yang dapat diukur dan atau diobservasi.
2. Indikator perilaku sikap spiritual (KD dari KI-1) dan sikap sosial (KD dari KI-2) dapat tidak dirumuskan sebagai indikator pencapaian kompetensi pada RPP, tetapi perilaku sikap spiritual dan sikap sosial harus dikaitkan pada perumusan tujuan pembelajaran.
3. Rumusan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) menggunakan dimensi proses kognitif (*dari memahami sampai dengan mengevaluasi*) dan dimensi pengetahuan (*fakta, konsep, prosedur, dan meta kognitif*) yang sesuai dengan KD, namun tidak menutup kemungkinan perumusan indikator dimulai dari serendah-rendahnya **C2 sampai setara dengan KD hasil analisis dan rekomendasi.**
4. IPK dirumuskan melalui langkah-langkah sebagai berikut:
 - Tentukan kedudukan KD dari KI-3 dan KD dari KI-4 berdasarkan gradasinya dan tuntutan KI.
 - Tentukan dimensi pengetahuan (faktual, konseptual, prosedural, metakognitif).
 - Tentukan bentuk keterampilan, apakah keterampilan abstrak atau keterampilan konkret.
 - Untuk keterampilan kongkret pada kelas X (sebagai contoh) menggunakan kata kerja operasional sampai tingkat membiasakan/manipulasi. Sedangkan untuk kelas XI (sebagai contoh) sampai minimal pada tingkat mahir/presisi. Selanjutnya untuk kelas XII (sebagai contoh) sampai minimal pada tingkat 'menjadi gerakan alami'/artikulasi pada taksonomi psikomotor Simpson atau Dave.
 - Rumusan IPK pada setiap KD dari KI-3 dan pada KD dari KI-4 minimal memiliki 2 (dua) indikator.

Contoh Penjabaran Indikator Pencapaian Kompetensi, Tujuan Pembelajaran dan Materi Pembelajaran

a Contoh Penjabaran Indikator Pencapaian Kompetensi

Tabel Penjabaran KI dan KD ke dalam Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) dan Materi Pembelajaran

(diambil dari Permendikbud Nomor 60 tahun 2014)

Mata Pelajaran: PENYEDIAAN AIR BESRIH

Kompetensi Inti Kelas XI	Kompetensi Dasar
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menyadari sempurnanya konsep Tuhan tentang benda-benda dengan fenomenanya untuk dipergunakan sebagai aturan dalam penyediaan air bersih. 1.2. Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam penyediaan air bersih
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	2.1 Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggungjawab dalam penyediaan air bersih 2.2 Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikir dan cara teknik penyediaan air bersih. 2.3 Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam teknik penyediaan air bersih.

Kompetensi Inti Kelas XI	Kompetensi Dasar	Analisis dan Rekomendasi KD*)	IPK	Materi Pembelajaran
3. Memahami,menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Mengidentifikasi air bersih	KD 3.1 “Mengidentifikasi” merupakan gradasi C1 belum terkait dengan KI-3 yaitu C2 (memahami) sampai C4 (menganalisis), sedangkan tingkat pengetahuan “air bersih” merupakan pengetahuan faktual, belum utuh terkait KI-3 yaitu sampai metakognitif Rekomendasi: Kemampuan KD-3.1 dan 3.2 diperbaiki pada perumusan IPK dan Tujuan pembelajaran. Demikian juga gradasi pengetahuan ditingkatkan minimal sampai prosedural di RPP	3.1.1 Membedakan jenis air bersih berdasarkan fungsi 3.1.2 Merinci bagian utama air bersih sesuai konstruksi. 3.1.3 Menghitung dimensi air bersih berdasarkan parameter 3.1.4 Menguraikan perlengkapan air bersih sesuai peran	- Definisi air bersih - Macam-macam air bersih dan fungsinya - Bagian-bagian utama air bersih - Dimensi air bersih - Jenis dan fungsi perlengkapan tekni penyediaan air bersih
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan	4.1. Menggunakan air bersih untuk berbagai jenis	KD 4.1 dan KD 4.2 “Menggunakan” mesin.../alat ... merupakan keterampilan konkret gradasi manipulasi (P2 Dave), belum	4.1.1 Memilih perlengkapan air bersih sesuai fungsi 4.1.2 Menentukan alat	- Pemilihan perlengkapan air bersih - Alat bantu kerja

pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung	pekerjaan	terkait dengan tuntutan KI-4 yaitu mengolah, menalar, dan menyaji (P3-P5 abstrak Dyers), padanannya sampai artikulasi (P4 konkrit Dave) Rekomendasi: Belum ada KD-4 abstrak sampai gradasi menyaji (P5) dan belum ada KD-4 konkrit sampai tingkat artikulasi (P4). Jadi di tingkatkan pada IPK dan Tujuan pembelajaran untuk RPP	bantu kerja penyediaan air bersih sesuai fungsi 4.1.3 Mengoperasikan air bersih sesuai SOP 4.1.4 Menyajikan laporan proses penyediaan air bersih berdasarkan telaah dan asosiasi referensi rujukan	penyediaan air bersih • Penggunaan/ pengoperasian air bersih • Pelaporan telaah proses penyediaan air bersih
		Pasangan KD-3.1 (C1), KD-4.1 (P2 konkrit); jadi KD-3.1 belum memenuhi linearitas tingkatan KD-4.1. Rekomendasi perlu ditingkatkan pada IPK dan Tujuan Pembelajaran pada RPP		•

*) Diambil dari Tabel 4.4 dan Tabel 4.5

• Merumuskan Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran dirumuskan berdasarkan kompetensi dasar (KD-3 dan KD-4) dengan mengaitkan KD dari KI-1 dan KI-2. Perumusan tujuan pembelajaran menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati dan atau diukur, mencakup ranah sikap, ranah pengetahuan, dan ranah keterampilan, yang diturunkan dari indikator atau merupakan jabaran lebih rinci dari indikator.

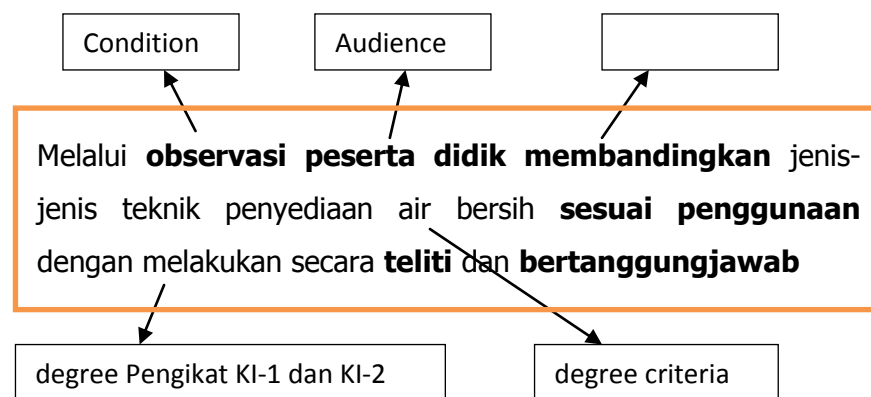
Perumusan tujuan pembelajaran mengandung rumusan *Audience*, *Behavior*, *Condition* dan *Degree* (ABCD), yaitu

- **Audience** adalah peserta didik;
- **Behaviour** merupakan perubahan perilaku peserta didik yang diharapkan dicapai setelah mengikuti pembelajaran;
- **Condition** adalah prasyarat dan kondisi yang harus disediakan agar tujuan pembelajaran tercapai; dan
- **Degree** adalah ukuran tingkat atau level kemampuan yang harus dicapai peserta didik.

Contoh perumusan Tujuan Pembelajaran dengan unsur ABCD yang terkait dengan IPK untuk Mata Pelajaran PENYEDIAAN AIR BESRIH

IPK	Tujuan Pembelajaran
3.1.1. Membedakan jenis air bersih berdasarkan fungsi	1. Melalui diskusi peserta didik menguraikan jenis-jenis air bersih sesuai prinsip kerja secara santun dan menghargai pendapat pihak lain. 2. Melalui observasi peserta didik membandingkan jenis-jenis teknik penyediaan air bersih sesuai penggunaan dengan melakukan secara teliti dan bertanggungjawab. 3. dst

Rumusan tujuan pembelajaran tersebut akan menggambarkan



b. Contoh Penjabaran Tujuan Pembelajaran dari KI-KD, IPK terkait dan Materi Pembelajaran

Penjabaran Tujuan Pembelajaran dari KI-KD, IPK terkait dan Materi Pembelajaran

Mata Pelajaran PENYEDIAAN AIR BESRIH

Kompetensi Inti (KI) Kelas XI	Kompetensi Dasar (KD)
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1. Menyadari sepenuhnya ciptaan Tuhan tentang alam dan fenomenanya dalam mengaplikasikan TEKNIK PENYEDIAAN AIR BESRIH pada kehidupan sehari-hari 1.2. Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam mengaplikasikan TEKNIK PENYEDIAAN AIR BESRIH pada kehidupan sehari-hari
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.1. Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam mengaplikasikan TEKNIK PENYEDIAAN AIR BESRIH pada kehidupan sehari-hari. 2.2. Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikirdalam mengaplikasikan TEKNIK PENYEDIAAN AIR BESRIH pada kehidupan sehari-hari. 2.3. Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam melakukan tugas mengaplikasikan TEKNIK PENYEDIAAN AIR BESRIH.

Kompetensi Inti (KI) Kelas XI	Kompetensi Dasar (KD)	IPK	Tujuan Pembelajaran	Materi Pembelajaran
3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena	3.1 Mengidentifikasi teknik penyediaan air bersih	3.1.1 Membedakan jenis air bersih berdasarkan fungsi 3.1.2 Merinci bagian utama teknik penyediaan air bersih sesuai konstruksi. 3.1.3 Menghitung dimensi teknik penyediaan air bersih berdasarkan parameter 3.1.4 Menguraikan perlengkapan teknik penyediaan air bersih sesuai peran	1. Melalui diskusi peserta didik menguraikan jenis-jenis teknik penyediaan air bersih sesuai prinsip kerja secara santun dan menghargai pendapat pihak lain. 2. Melalui observasi peserta didik membandingkan jenis-jenis air bersih sesuai penggunaan dengan melakukan secara teliti dan bertanggungjawab. 3. Melalui kajian referensi peserta didik menggali bagian utama air bersih sesuai konstruksi dengan mengembangkan rasa ingin tahu. 4. Melalui telaah buku teks peserta didik menghitung dimensi teknik penyediaan air bersih berdasarkan parameter secara teliti dan kritis. 5. Melalui diskusi peserta didik merinci perlengkapan teknik penyediaan air	- Definisi air bersih - Macam-macam air bersih dan fungsinya - Bagian-bagian utama air bersih - Dimensi air bersih - Jenis dan fungsi perlengkapan air bersih

Kompetensi Inti (KI) Kelas XI	Kompetensi Dasar (KD)	IPK	Tujuan Pembelajaran	Materi Pembelajaran
dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah			bersih sesuai pekerjaan dengan mengamalkan kerjasama dan demokratis dalam berfikir.	
6. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Menggunakan teknik penyediaan air bersih untuk berbagai jenis pekerjaan	4.1.1 Memilih perlengkapan teknik penyediaan air bersih sesuai fungsi 4.1.2 Menentukan alat bantu kerja teknik penyediaan penyediaan air bersih sesuai fungsi 4.1.3 Mengoperasikan teknik penyediaan air bersih sesuai SOP 4.1.4 Menyajikan laporan proses teknik penyediaan air bersih berdasarkan telaah dan asosiasi referensi	1. Melalui demonstrasi peserta didik memilah perlengkapan teknik penyediaan air bersih sesuai fungsi dengan merespon dan melakukan secara konsisten. 2. Melalui eksperimen peserta didik menentukan alat bantu kerja teknik penyediaan air bersih sesuai fungsi dengan melakukan kerjasama secara tertib. 3. Melalui praktik peserta didik mengoperasikan teknik penyediaan air bersih sesuai SOP dengan melakukan secara teliti dan disiplin 4. Melalui diskusi peserta didik menyajikan laporan proses teknik penyediaan air	• Pemilihan perlengkapan teknik penyediaan air bersih • Alat bantu kerja teknik penyediaan air bersih • Penggunaan/ pengoperasian teknik penyediaan air bersih • Pelaporan telaah proses

Kompetensi Inti (KI) Kelas XI	Kompetensi Dasar (KD)	IPK	Tujuan Pembelajaran	Materi Pembelajaran
		rujukan	bersih berdasarkan telaah dan asosiasi referensi rujukan secara proaktif dan kritis.	penyediaan air bersih

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Pengetahuan Semen Portland

A. Sejarah Penemuan Semen Portland

Semen (*cement*) adalah hasil industri dari paduan bahan baku : batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung/tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/*bulk*, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. Batu kapur/gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa : Silika Oksida (SiO_2), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3) dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk *clinkernya*, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah yang sesuai.

Baru pada abad ke-18 (ada juga sumber yang menyebut sekitar tahun 1700-an M), John Smeaton - insinyur asal Inggris - menemukan kembali ramuan kuno berkhasiat luar biasa ini. Dia membuat adonan dengan memanfaatkan campuran batu kapur dan tanah liat saat membangun menarasuar Eddystone di lepas pantai Cornwall, Inggris.

Ironisnya, bukan Smeaton yang akhirnya mematenkan proses pembuatan cikal bakal semen ini, akan tetapi Joseph Aspdin seorang insinyur berkebangsaan Inggris, pada 1824 mengurus hak paten ramuan yang kemudian dia sebut Semen Portland.

Dinamakan Semen Portland karena, warna hasil akhir olahannya setelah membeku mirip dengan tanah/batuan yang terdapat di Pulau Portland,

Inggris. Hasil rekayasa Joseph Aspdin inilah yang sekarang banyak dipergunakan sebagai bahan perekat bangunan saat ini.

Sebenarnya, adonan Joseph Aspdin tak beda jauh dengan Jhon Smeaton. Dia tetap mengandalkan dua bahan utama, batu kapur (kaya akan kalsium karbonat) dan tanah lempung yang banyak mengandung silika (sejenis mineral berbentuk pasir), aluminium oksida (alumina) serta oksida besi. Bahan-bahan itu kemudian dihaluskan dan dipanaskan pada suhu tinggi sampai terbentuk campuran baru.

Selama proses pemanasan, terbentuklah campuran padat yang mengandung zat besi, agar tak mengeras seperti batu, ramuan diberi bubuk gips dan dihaluskan hingga berupa partikel-partikel kecil berbentuk hidrat(tepung).

Semen Portland di produksi untuk pertama kalinya pada tahun 1824, oleh Joseph Aspdin dengan cara memanaskan suatu campuran tanah liat yang di haluskan dengan batu kapur dalam suatu dapur sehingga mencapai suatu suhu yang cukup tinggi untuk menghilangkan gas asam karbon. Sebelum tahun 1845 Isaac C.Jhonson membakar bahan yang sama berama-sama dalam suatu dapur atau pembakaran kapur sampai melebur dan mengeras kembali sehingga dihasilkan sejenis semen yang mirip dan cocok dengan sipat kimia pokok dari *Portland Cement*.

Batu kapur dan tanah liat merupakan bahan pokok pembuatan semen, umumnya menghasilkan bahan kapur dalam bentuk kalsium karbonat.

Pembuatan semen saat ini dikenal ada Proses kering dan ada proses basah kedua cara ini lazim di pakai untuk memproduksi semen. Proses kering yaitu bahan-bahan di hancurkan, dikeringkan dan dimasukkan gilingan yang di lengkapi dengan bola-bola penggiling yang menjadikan serbuk, lalu dibakar dalam kondisi kering.

Pada proses basah bahan dihancurkan baru di giling dalam gilingan pencuci sampai bentuknya seperti bubur, selanjutnya bubur bahan di ambil untuk diuji dan dikoreksi komposisi kimianya dengan merubah kandungan

kapur dan kandungan tanah liat untuk selanjutnya dipompakan ke dapur pembakaran.

Sebagai bahan bakar di gunakan serbuk batu bara, minyak atau gas alam selama penggilingan ditambahkan suatu bahan untuk memperlambat pengerasan (retarder) yang umumnya di gunakan gips dalam bentuk asli dari alam antara 2-3%.

B. Pemakaian Jenis-jenis Semen

Tujuan pemakaian semen menurut klasifikasi ada tiga belas (13) jenis

1. *Ordinary Portland Cement (OPC)* adalah portland cement yang dipakai untuk semua macam konstruksi apabila tidak diperlukan sifat-sifat khusus misalnya ketahanan sulfat dan lain sebagainya. Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI)-1982 mengklasifikasikan sebagai semen jenis 1.
2. *Moderat Sulfat Resistense (MSR)*. Dipakai untuk kebutuhan semua macam konstruksi apabila dibutuhkan sifat ketahanan sulfat dengan tingkatan sedang, yaitu bila kandungan sulfat pada air tanah masing-masing 0,08-0,17% dan 125 ppm dinyatakan sebagai SO_3 serta phnya tidak kurang dari 6.
3. *High Early Strenght Cemen* adalah *portland cement* yang digiling lebih halus dan mengandung C_3S lebih banyak dibanding OPC, bersipat mempunyai pengembangan kekuatan tekan pada awal yang tinggi dan juga kekuatan pada umur panjang juga lebih tinggi dibanding OPC. Kekuatan tekannya pada umur satu hari kira-kira 3 kali lebih besar dibanding OPC dan pada umur 3 hari kira-kira 2 kali. Pada PUBI-1982 diklasifikasikan sebagai semen jenis III dan pada ASTM disebut type III. semen ini dipakai pada keadaan emergency dan musim dingin serta juga dipakai untuk *concrete products* dan *pree stress concrete*.
4. *Low heat of hydration cement* adalah semen yang mengandung C_3S dan C_3A yang lebih sedikit tetapi C_2S yang lebih banyak dan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:
 - a. Panas hidrasi yang rendah oleh karenanya sesuai untuk *mass concrete contruktion* atau beton konstruksi massal.

- b. Kekuatan tekan awalnya rendah, tetapi kekuatan tekan pada umur yang panjang adalah sama dengan OPC.
 - c. *Shrinkage* akibat proses pengeringan adalah rendah .
 - d. Tahan kimia terutama terhadap sulfat. PUBLI-1982 mengklasifikasikan ke dalam jenis 1V demikian juga ASTM yaitu type 1V, dipakai untuk beton masal Dam dan landasan .
5. *High Sulfate Resistance cement* adalah semen yang mempunyai sifat ketahanan terhadap sulfat yang tinggi. Kekuatan tekan umur 28 hari lebih rendah dari OPC. PUBLI-1982 mengklasifikasikan ke dalam semen jenis V dan ASTM menyebutnya sement type V. Semen ini dipakai untuk semua jenis konstruksi. Apabila kadar sulfat pada air tanah 0,17-0,67% dan 125-1250 PPM dinyatakan SO_3 , misalnya pada konstruksi-konstruksi di bawah air.
 6. *Super High Early Strength Portland Cement* adalah semen yang mempunyai perkembangan kekuatan tekan yang tinggi sehingga kekuatan tekan umur 1 hari dapat menyamai kekuatan tekan 3 hari dari *high early strength*. Semen ini dipakai untuk kebutuhan konstruksi yang perlu cepat selesai atau pekerjaan *grouting*.
 7. *Colloid Cement*, adalah semen yang pada pemakaiannya di pakai dalam bentuk *slurry* semen (*colloid*) yang dipompakan mengingat pergeseran-pergeseran halus di lakukan pada pormasi yang dalam dan sempit misalnya dikenal *oil well cement*.
 8. *Blended Portland Cement* adalah semen yang dibuat dengan cara mencampur material-material lain selain *gypsum* ke dalam *klinker* umumnya dipakai bahan *blast furnace slag pozzoland* dan *fly ash*. Bahan-bahan pencampur di atas akan membentuk senyawa *hydrate* tersebut akan bereaksi dengan $Ca(OH)_2$ yang dilepaskan oleh reaksi semen dengan air hidrat tersebut akan mengakibatkan beton lebih rapat, lebih kuat, kedap air, tahan terhadap pengaruh *chlor* dari air laut dan *shrinkage*.
 9. *Sement Portland Pozzoland* yaitu campuran semen portland dengan benda-benda yang bersifat *pozzoland* alam atau tras yang baik atau *fly ash*. Kadar *pozzoland* antara 10-30% tujuannya untuk tahan sulfat,

tahan suhu tinggi, panas hidrasi rendah baik digunakan untuk beton masal seperti bendungan.

10. Semen Alumina yaitu semen yang dibuat dari batu kapur *bauxite* yang masing-masing digiling halus dicampur dengan perbandingan tertentu lalu dibakar dalam tungku sampai suhu 1600°C dan terbentuklah trak kemudian digiling halus maka dihasilkan semen alumina berwarna abu-abu, semen ini tahan asam, garam, sulfat, suhu tinggi (sebagai semen tahan api). Tetapi jika dipergunakan pada suhu normal yang lebih tinggi dari 25°C terus menerus kekuatannya berangsur-angsur kian terus berkurang, semen ini baik di pakai untuk daerah beriklim dingin, pengerasan cepat, selama 24 jam sudah mencapai kekuatan penuh.
11. Semen Putih adalah semen portland yang kadar besi oksidanya rendah kurang dari 0,5% dalam pembuatannya memerlukan perhatian khusus, bahan bakar yang dipakai adalah minyak tanah, klinger penggiling tidak boleh besi atau baja. bahan baku adalah kapur murni, tanah liat putih yang mengandung besi oksida dan pasir silika. mesin penggiling juga harus bersih dari kotoran besi.
12. Jenis semen lain yang ada dan masih relatif baru adalah *super masonry cement* dan *mixed cement*.
13. *Oil Well Cement* atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun di lepas pantai.

C. Proses Pembuatan Semen

Proses Pembuatan Semen dapat dibedakan atas 2 macam :

1. Proses Basah : semua bahan baku yang ada dicampur dengan air, dihancurkan dan diuapkan kemudian dibakar dengan menggunakan bahan bakar minyak, bakar (*bunker crude oil*). Proses ini jarang digunakan karena masalah keterbatasan energi BBM.

2. Proses Kering : menggunakan teknik penggilingan dan *blending* kemudian dibakar dengan bahan bakar batubara. Proses ini meliputi lima tahap pengelolaan yaitu :
 - a. Proses pengeringan dan penggilingan bahan baku di *rotary dryer* dan *roller meal*.
 - b. Proses pencampuran (*homogenizing raw meal*) untuk mendapatkan campuran yang homogen.
 - c. Proses pembakaran *raw meal* untuk menghasilkan terak (*clinker* : bahan setengah jadi yang dibutuhkan untuk pembuatan semen).
 - d. Proses pendinginan terak.
 - e. Proses penggilingan akhir di mana *clinker* dan *gypsum* digiling dengan *cement mill*.

Proses pembuatan semen di atas akan terjadi penguapan karena pembakaran dengan suhu mencapai 900°C sehingga menghasilkan : residu (sisa) yang tak larut, sulfur trioksida, silika yang larut, besi dan aluminium oksida, oksida besi, kalsium, magnesium, alkali, fosfor, dan kapur bebas.

D.Produksi Semen

Langkah Utama Proses Produksi Semen adalah:

1. Terdapat dua jenis material yang penting bagi produksi semen: yang pertama adalah yang kaya akan kapur atau material yang mengandung kapur (*calcareous materials*) seperti batu gamping, dan yang kedua adalah yang kaya akan silika atau material mengandung tanah liat. Batu gamping dan tanah liat dikeruk atau diledakkan dari penggalian dan kemudian diangkut ke alat penghancur.
2. Penghancuran untuk pengecilan ukuran primer bagi material yang digali.
3. Pencampuran Awal: Material yang dihancurkan melewati alat analisis on-line untuk menentukan komposisi tumpukan bahan.
4. Penghalusan dan Pencampuran Bahan Baku: Sebuah belt conveyor mengangkut tumpukan yang sudah dicampur pada tahap awal ke penampung, dimana perbandingan berat umpan disesuaikan dengan

jenis klinker yang diproduksi. Material kemudian digiling sampai kehalusan yang diinginkan.

5. Pembakaran dan Pendinginan Klinker: Campuran bahan baku yang sudah tercampur rata diumpankan ke pre-heater, yang merupakan alat penukar panas yang terdiri dari serangkaian siklon dimana terjadi perpindahan panas antara umpan campuran bahan baku dengan gas panas dari kiln yang berlawanan arah. Kalsinasi parsial terjadi pada pre-heater ini dan berlanjut dalam kiln, dimana bahan baku berubah menjadi agak cair dengan sifat seperti semen. Pada kiln yang bersuhu 1350-1400°C, bahan berubah menjadi bongkahan padat berukuran kecil yang dikenal dengan sebutan klinker, kemudian dialirkan ke pendingin klinker, dimana udara pendingin akan menurunkan suhu klinker hingga mencapai 100 °C.
6. Penghalusan Akhir: Dari silo klinker, klinker dipindahkan ke penampung klinker dengan dilewatkan timbangan pengumpan, yang akan mengatur perbandingan aliran bahan terhadap bahan-bahan aditif. Pada tahap ini, ditambahkan gipsum ke klinker dan diumpankan ke mesin penggiling akhir. Campuran klinker dan gipsum untuk semen jenis 1 dan campuran klinker, gipsum dan posolan untuk semen jenis P dihancurkan dalam sistim tertutup dalam penggiling akhir untuk mendapatkan kehalusan yang dikehendaki. Semen kemudian dialirkan dengan pipa menuju silo semen.

E. Pabrik Semen di Indonesia

1. PT.Indocement Tunggal Prakarsa (Semen Tigaroda)
2. PT.Semen Baturaja Persero (Semen Baturaja)
3. PT.Semen Padang (Semen Padang)
4. PT.Semen Gresik (Semen Gresik)
5. PT.Semen Bosowa (Semen Bosowa)
6. PT.Semen Andalas (Semen Andalas)
7. PT.Semen Cibinong
8. PT.Semen Nusantara
9. PT.Semen Tonasa

F. Rangkuman

Mengawali ditemukannya jenis semen hidrolis, adalah hasil karya John Smeaton, yang mendapat tugas untuk memperbaiki menara api di Eddystone. Ia seorang insinyur sipil, mencoba membuat campuran kapur padam dengan tanah liat yang dibakar, dan dapat membuat bahan perekat yang dapat mengeras didalam air. Tercatat pada waktu itu tahun 1756. saat itulah tercatat bahwa sifat-sifat dari kapur hidrolis mulai diketahui.

1. Penemuan kemudian bahwa kapur hidrolis dapat dibuat dengan campuran yang benar antara kapur padam dan tanah liat, atau dengan menggunakan batu kapur yang mengandung lempung, kemudian dibakar, dan dihaluskan, untuk di jadikan bahan perekat baru pada tahun 1776, dan hak patennya di dapat oleh James Parker dari Norhfleet, Inggris
2. Pada tahun 1800 produk itu ada dipasaran dan disebut Semen Roman. Semen ini mengeras cepat, tetapi pemakaian untuk kontruksi dalam air cukup baik. Sejak saat itu berkembang pemakaian semen Roman sampai ke AS, dengan dipakainya batu kapur yang mengandung lempung di Rosendale dan di Louisville.dan berjaya sampai 1850.
3. terjadi pula di Inggris, seorang tukang batu bernama Joseph Aspdin dari kota Leeds, mencoba coba membuat semacam semen Roman, yang dibuat dari kapur padam di campur tanah liat, dibentuk gumpalan kemudian di bakar sampai pada suhu kalsinasi kapur. Hasil bakarannya kemudian di tumbuk halus, dapat dipakai sebagai bahan perekat yang mengeras di dalam air.
4. Karena warnanya setelah membatu berupa abu-abu, seperti batuan yang terdapat di Pulau Portland, maka ia menamakan hasil penemuannya itu, "Semen Portland".
5. Ia mendapat hak paten dari Raja Inggris pada tanggal 21 Oktober 1824. hasil penemuannya itu sangat dirahasiakan, kemudian dilanjutkan oleh putranya William Aspdin, yang melanjutkan pekerjaannya di Jerman.
6. Meskipun penemuan semen portland ini tercatat tahun 1824, produk ini baru secara komersil, diperdagangkan dan dihasilkan secara besar-besaran baru pada pertengahan abad 19.
7. Penelitian lebih mendalam dilakukan di Jerman dan negara inilah yang pertama di dunia membetnuk suatu Asosiasi pengusaha dan ahli semen

- pada tahun 1877. dan menyusun standar mengenai semen portland.
8. Di Inggris sendiri asosiasi mengenai semen baru dibentuk tahun 1904 dan menyusun standar semen yang pertama.
 9. Di AS semen Roman mulai dibuat 1811, sedang produk semen ini meningkat sampai 1899. setelah mulai abad 20 produksinya menurun. Pembuatan semen portland di AS, baru mulai tahun 1875 dan terus berkembang sampai sekarang, sebagaimana terjadi di negara lain.
 10. Di Indonesia, pabrik semen portland yang pertama didirikan di Indarung Padang Sumatera Barat pada kira-kira 1911.
 11. Pabrik ini semula milik swasta keturunan Jerman, terjadinya PD I. Pabrik ini diambil alih oleh pengusaha Belanda.
 12. Bahan Mentah Semen Portland.
 13. Batu kapur sebagai unsur utama CaO .
 14. Batu kapur dapat juga terekotori oleh tanah yang mengandung SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 .
 15. Tanah liat sebagai sumber SiO_2 , Al_2O_3 dan Fe_2O_3 sebagai bahan koreksi , ditambahkan bila perlu ,
 16. Pasir kwarsa atau batu silika , sebagai penambahan kekurangan terutama SiO_2 .
 17. Pasir atau bijih besi , sebagai penambahan kekurangan Fe_2O_3 .
 18. Pemakaian atau penambahan bahan koreksi ini , hanya dilakukan apabila dengan 2 bahan utama (batu kapur dan tanah liat) belum dicapai susunan semen yang baik .
 19. Jumlah pemakaian batu kapur dan tanah liat , secara garis besar kurang lebih 70 % batu kapur +30 % tanah liat (perbandingan berat). Keempat oksida-oksida utama itu, bila setelah dicampur dan dibakar, harus menjadi terak semen yang disebut klinker, dan klinker ini,
 20. Campuran Lumpur Tanah Liat dan Lumpur Batu Kapur tadi, tanpa atau dengan campuran bahan koreksi (gilingan kwarsa atau pasir besi) dicampur dengan perbandingan tertentu, dalam suatu bak pencampur.
 21. Dari bak pencampur itu, lumpur diisikan pada tungku pembakaran dari ujung dimana ujung ini juga berhubungan dengan cerobong.
 22. Tungku pembakar proses basah ini biasanya panjang. (model yang terakhir, memiliki ukuran sampai 150 meter).

23. Didalam tungku pembakar ini terbagi beberapa ruangan mulai dari ujungnya kurang lebih sebagai berikut :
24. Paling ujung terdapat ruangan yang dinding tungkunya dilengkapi dengan sirip-sirip baja tipis, untuk memperluas permukaan penguapan bubuk bahan mentah.
25. Ruang berikut ini, pada dinding tungku, terdapat rantai baja yang banyak sekali jumlahnya. Dengan adanya rantai ini, penguapan air semakin sempurna, serta gumpalan lumpur kering itu dipecah.
26. Keluar atau mengalir dari ruangan ini, bahan kering tadi mengalami pemanasan mulai dari $500 - 900^{\circ}\text{C}$, dimana akan terjadi penguapan air kristal yang terdapat dalam partikel bahan mentah, serta menjadi penguapan gas-gas CO_2 , SO_3 dan lainnya, sedang bahan organik akan terbakar disini.
27. Dari ruang ini, tepung yang telah tersusun dari oksida itu, mengalir keruang pembakaran, dimana suhu mulai dari $900 - 1300^{\circ}\text{C}$.
28. Dalam ruang yang disebut ruang pembakaran (*firing zone*) oksida bahan mentah mulai beraksi satu dengan lainnya, membentuk senyawa semen (C_3S , C_2S , C_3A dan C_4AF), kemudian mengumpal, dalam keadaan setengah meleleh, disebut terak semen atau klinker semen.
29. Klinker semen yang membara ini, kemudian dijatuhkan kedalam ruangan atau masuk dalam ruangan pendingin, sembari disemburkan udara biasa, agar klinker ini segera turun suhunya.
30. Keluar dari alat pendingin itu biasanya suhu klinker kurang lebih 300°C kemudian ,agar cukup dingin (sampai suhu udara). Cara penggilingan biasanya merupakan suatu aliran siklus yang tertutup atau disebut *close circuit*. Hasil gilingan diayak 170 mesh (90 mikron) dan yang kasar kembali lagi ke *ball mill*. Semen bubuk dalam silo ini siap dipasarkan dan dipakai.
31. Prinsip cara pembuatannya sama, seperti proses basah, hanya semua bahan mentah yang didapat dari alam, perlu dalam bentuk tepung kering, sehingga diperlukan alat pengering bahan mentah. Tepung dari masing-masing bahan mentah ditimbun kering, lalu dicampur dalam keadaan kering pula.
32. Pendinginan klinker biasanya dilakukan dengan menggunakan grate

cooler. Proses selanjutnya, sama seperti yang diuraikan dalam proses basah.

33. Tungku-tungku putar dalam pabrik semen, berupa silinder yang bagian luarnya terbuat dari baja tebal. Didalamnya dilapis dengan bata tahan api. Tungku agak dipasang miring, diletakan pada landasan rol yang dapat mengelinding, sehingga tungku itu dapat diputar. Kemiringan tungku kurang lebih 2 atau 5 derajat. Sifat – Sifat Semen Portland Seperti telah dikemukakan terdahulu, hasil bakaran dari bahan –bahan mentah semen portland tadi , harus membentuk senyawa–senyawa semen portland , yaitu C3S,C2S, sebagai senyawa utama , ditambah senyawa C3A, dan C4AF.

34. Dalam tungku daerah pembakaran (Klinkering zone) yang terbentuk lebih dulu ialah ,C4AF , kemudian C3A , lalu C2S alpha , kemudian berubah menjadi beta C2S , dan pada suhu di atas 1250C terbentuk C3S. Banyak sedikitnya pembentukan C3S ini tergantung kepada jumlah kapur yang ada . Semen portland dengan kadar kapur yang tinggi , bila penyusunan perbandingannya baik , suhu pembakarannya cukup tinggi stabil , senyawa C3S akan banyak terbentuk .

Ada 5 tipe semen sesuai penggunaannya yaitu :

Tabel 1
TIPE DAN KEGUNAAN SEMEN PORTLAND

Kategori	Kegunaan
Tipe 1	Semen portland untuk penggunaan umum tanpa syarat khusus
Tipe 2	Semen portland untuk digunakan bila ada gangguan sulfat yang sedang serta panas hidrasi sedang.
Tipe 3	Semen portland yang pengembangan pengerasannya cepat/ perkembangan kekuatan awal tinggi.
Tipe 4	Semen portland untuk penggunaan yang panas hidrasinya rendah.
Tipe 5	Semen portland untuk digunakan bila ada gangguan sulfat tinggi/ semen tahan sulfat.

G. Pengujian semen

Topik: Konsistensi Normal

1. TUJUAN

Setelah melakukan pratikum, mahasiswa dapat menentukan banyaknya air yang dibutuhkan untuk mencampur semen dalam konsistensi normal.

2. TEORI SINGKAT

Konsistensi normal merupakan kondisi ideal dimana campuran air dan semen tidak terlalu encer dan tidak terlalu kental. Konsistensi normal dihitung dengan membagi berat air pencampur dengan berat semen yang dinyatakan dalam persen.

3. BAHAN DAN ALAT

A. Bahan

1. Semen portland 350 gram
2. Air murni

B. Alat

1. Vicat Apparatus set
2. Sarung tangan karet
3. Mesin pengaduk (Mixer)
4. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
5. Sendok semen
6. Spatula
7. Stop watch
8. Glas ukur kapasitas 150 ml/200 ml

4. LANGKAH KERJA

- a. Masukkan air sebanyak $\pm 25 \%$ dari berat semen kedalam mixer.
- b. Masukkan semen sebanyak 600 gram kedalam tromol yang telah diberi air.
- c. Diamkan selama 30 detik.

- d. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (140 ± 5) rpm selama 30 detik.
- e. Hentikan mesin pengaduk selama 15 detik, sementara itu bersihkan pasta yang menempel pada dinding mixer.
- f. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (285 ± 10) rpm selama 1 menit.
- g. Bentuklah pasta semen dengan tangan seperti bola, kemudian lemparkan enam kali dari satu tangan ketangan yang lain dengan jarak kira-kira 15 cm.
- h. Pegang bola pasta dengan tangan kanan sedangkan tangan kiri memegang cincin konik, kemudian masukkan bola pasta kedalam cincin dengan menekan sampai cincin penuh dengan pasta.
- i. Kelebihan pasta diratakan dengan spatula yang digerakkan dalam posisi miring sehingga permukaan atas pasta sama rata dengan permukaan cincin.
- j. Letakkan cincin konik dibawah jarum fikat $\varnothing 10$ mm serta sentuhkan jarum dengan bahagian tengah permukaan pasta.
- k. Jatuhkan jarum dan catat penurunan yang berlangsung selama 30 detik.

5. TUGAS

Hitung Konsistensi Normal dengan rumus dibawah ini :

$$\text{Konsistensi Normal} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat semen}} \times 100\%$$

Lakukan pengujian sampai didapat permukaan jarum vikat (10 ± 1) mm

6. ANALISIS

Buat kesimpulan dari apa yang diamati.

Topik : Waktu Pengikatan

1. TUJUAN

Setelah melakukan praktikum mahasiswa dapat menentukan waktu pengikatan awal dan pengikatan akhir dari semen portland.

2. TEORI SINGKAT

Pengikatan semen merupakan pengerasan sesaat setelah semen bereaksi dengan air dan mengalami proses hidrasi. Pengikatan awal adalah keadaan dimana semen mulai mengeras. Dan waktu yang diperlukan sejak semen bereaksi dengan air sampai mulai mengeras disebut waktu pengikatan awal. Sedangkan waktu pengikatan akhir adalah waktu yang dibutuhkan semen dari saat mulai bereaksi dengan air sampai pasta semen mengeras.

3. BAHAN DAN ALAT

A. Bahan

1. Semen portland 350 gram
2. Air murni (suling)

B. Alat

1. Gelas ukur Kapasitas 250 ml
2. Alat fikat
3. Sarung tangan plastik
4. Mesin pengaduk (Mixer)
5. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
6. Sendok semen
7. Spatula
8. Stop watch

4. LANGKAH KERJA

- a. Masukkan air kedalam mangkok pengaduk sebanyak yang didapatkan untuk konsistensi normal.

- b. Masukkan semen sebanyak 600 gram kedalam Bejana yang telah diberi air, diamkan selama 30 detik.
- c. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (145 ± 5) rpm selama 30 detik.
- d. Hentikan mesin pengaduk selama 15 detik, sementara itu bersihkan pasta yang menempel pada dinding mixer.
- e. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (285 ± 10) rpm selama 1 menit.
- f. Bentuklah pasta semen dengan tangan seperti bola, kemudian lemparkan enam kali dari satu tangan ketangan yang lain dengan jarak kira-kira 15 cm sebanyak 6 kali.
- g. Pegang cincin dengan tangan kiri dan bola pada tangan kanan, masukkan bola kedalam cincin melalui lubang yang besar, sehingga cincin berisi penuh dengan pasta.
- h. Kelebihan pasta pada lobang besar diratakan dengan spatula yang digerakkan dalam posisi miring terhadap permukaan cincin.
- i. Letakkan pelat kaca pada lubang besar balikkan, kemudian kelebihan pasta pada lobang kecil diratakan dan dilicinkan.
- j. Letakkan cincin konik dalam ruang lembab selama 30 menit, tanpa gangguan.
- k. Ambil dari ruang lembab dan letakkan dibawah jarum vikat $\varnothing 1$ mm dan kontakan jarum di bahagian tengah pasta.
- l. Jatuhkan jarum setiap 15 menit sekali sampai mencapai penurunan 25 ± 1 mm, setiap menjatuhkan jarum. catat penurunan yang berlangsung selama 30 detik.

m . Pengikatan Akhir

Pengikatan akhir akan terjadi apabila jarum tidak membekas pada permukaan pasta semen lagi bila dijatuhkan seperti pekerjaan di atas.

5. TUGAS

Selesaikan tabulasi yang dibutuhkan untuk pengikatan awal dan akhir.

Buatlah grafik penurunan terhadap waktu.

6. ANALISIS

Simpulkan hasil pratikum dan bandingkan dengan standar yang ada.

CONTOH TABEL PEMERIKSAAN WAKTU IKAT

NO. PENGAMATAN	WAKTU PENURUNAN (menit)	PENURUNAN (mm)	KETERANGAN
1	30		
2	45		
3	60		
4	75		
5	90		

Topik : Kuat Tekan Mortar Semen

1. TUJUAN

Diharapkan setelah melakukan pratikum ini, mahasiswa dapat menghitung kekuatan tekan dari adukan semen portland.

2. TEORI SINGKAT

Pengujian kuat tekan mortal semen dilakukan unyuk mengetahui seberapa besar nilai kuat tekan yang dimiliki oleh jenis semen yang diuji. Kuat tekan didefinisikan sebagai perbandingan antara beban yang diberikan dengan luas penampang contoh mortal yang diuji, yang dinyatakan dalam kg/cm^2

3. BAHAN DAN ALAT

a. Bahan

1. Semen portland
2. Air murni (suling)
3. Pasir Ottawa (standar) sebanyak $1\frac{1}{2}$ kg.

b. Alat

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
2. Mesin pengaduk (Mixer)
3. Spatula
4. Sendok semen
5. Mesin penekan (tekan)
6. Cetakan (kubus $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}$)
7. Pemadat plastik

4. LANGKAH KERJA

- a. Persiapkan pasta semen

- b. Masukkan air pencampur sebanyak 50% dari berat semen kedalam tromol pengaduk.
- c. Masukkan semen sebanyak 500 gram kedalam tromol.
- d. Masukkan pasir 1,5 kg (3 x semen).
- e. Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (145 ± 5) rpm selama 30 detik.
- f. Hentikan mesin pengaduk, pindahkan kecepatan 285 ± 10 putaran per menit selama 30 detik.
- g. Adukan dibiarkan selama 90 detik.
- h. Pencetakan benda uji.
- i. 30 detik setelah selesai pengadukan, masukkan mortal kedalam cetakan kubus $5 \times 5 \times 5$ cm. Cetakan diisi dalam 2 lapis dimana setiap lapis dipadatkan 32 kali dalam waktu ± 10 detik dengan mutu tumbukan seperti pada gambar, waktu pencetakan tidak boleh lebih dari 2 menit.
- j. Ratakan permukaan mortar, kemudian masukkan masukkan dalam ruang lembab selama 24 jam.
- k. Buka cetakan dan rendam mortar dalam air bersih kemudian periksa kekuatan mortal dengan umur 3 hari dan 7 hari.

5. TUGAS

Hitung kekuatan tekan mortar dengan rumus :

$$= \frac{\text{Beban maksimum}}{\text{luas permukaan}} \quad \text{kgf/Cm}^2$$

7. **ANALISIS** Simpulkan hasil pratikum dan bandingkan dengan standar yang ada serta laporkan.

Topik : Kehalusan Butir Semen Portland

1. TUJUAN

Diharapkan setelah melakukan praktikum ini, mahasiswa dapat menghitung kehalusan semen portland, dan dapat menyimpulkan hasil pengujian apakah memenuhi syarat atau tidak.

2. TEORI SINGKAT

Kecepatan hidrasi dan kekuatan pasta semen dipengaruhi oleh kehalusan butir semen. Makin halus butir semen makin cepat reaksinya dengan air. Kehalusan butiran semen akan memberikan sifat kohesif yang lebih besar, sehingga dapat mengurangi terjadinya *bleeding* pada adukan beton.

3. BAHAN DAN ALAT

a. Bahan

Semen portland 300 gram

b. Alat

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
2. Ayakan standar dengan $\varnothing$ 0,09 mm
3. Kuas halus $\varnothing$ ¼"

4. LANGKAH KERJA

1. Timbang semen sebanyak 100 gram.
2. Masukkan dalam ayakan 0,09 mm.
3. Semen yang tertinggal diatas ayakan di tekan dan disapu secara perlahan-lahan dengan kuas halus.
4. Sisa semen yang tertinggal di atas ayakan $\varnothing$ 0,09 mm dikeluarkan dan ditimbang.(a gram).

5. TUGAS

Hitung kehalusan semen dengan rumus :

$$\text{Kehalusan Semen} = \frac{\text{Semen tertinggal diatas ayakan}}{100} \times 100 \%$$

6. ANALISIS

Simpulkan hasil pratikum dan bandingkan dengan standar 0013 / SII / 1981.

Dan menurut PUBI , maksimum 10% berat yang tertingga

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

AGREGAT BETON

TUJUAN : Setelah mempelajari pengetahuan agregat ini anda dapat :

1. Memahami pengertian, sifat fisik dan mekanik agregat yang baik untuk bahan pembentuk beton.
2. Mengetahui jenis dan Golongan Agregat beton.
3. Menerapkan Syarat mutu agregat sebagai bahan pembentuk beton sesuai standar(SNI)

A . PENGERTIAN AGREGAT BETON

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat dalam adukan beton menempati volume yang terbesar $\pm \frac{3}{4}$ bagian atau 60%- 80%. Oleh karena itu mutu agregat penting diketahui, karena agregat yang dipakai dalam campuran beton sangat mempengaruhi kekuatan betonnya. Agregat yang kuat akan menghasilkan beton yang kuat, karena persentase agregat dalam campuran beton lebih besar dari bahan lainnya.

Agregat berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton, dengan tujuan untuk memberikan nilai ekonomis dalam pekerjaan beton, sebab harga agregat jauh lebih murah dibandingkan dengan harga semen, disamping itu agregat banyak memberikan keuntungan ditinjau secara teknis didalam beton, karena dengan agregat akan didapatkan mutu beton yang lebih stabil, dan lebih tahan lama dibandingkan dengan sifat dari pasta semennya.

Maksud dari penggunaan Agregat sebagai bahan pengisi, agar biaya pembuatan beton dapat lebih murah, karena agregat relatif

mudah didapat, sifatnya yang keras/mantap dan stabil sangat berguna untuk menghemat pemakaian semen, sehingga harga pembuatan beton dapat lebih ekonomis.

B. GOLONGAN AGREGAT

Agregat untuk pembuatan beton secara umum dapat dibagi atas tiga golongan yaitu :

1. Golongan Agregat Berat di antaranya Batu Barit (BaSO_4) dengan BJ.4,15–4,45; Biji besi (batu magnetit atau limonite) dengan BJ.4,40–5,00, Butiran atau Potongan besi/baja dengan BJ.6,80–7,60.

Dengan menggunakan agregat Batu Barit, dapat dicapai berat isi beton 3200kg/m^3 dan agregat butiran besi dengan susunan butir baik dapat dicapai berat isi beton $\pm 4800\text{kg/m}^3$.

Jenis beton berat ini dipakai terutama untuk memberi perlindungan terhadap Sinar X, Sinar Gamma atau Neutron, Reaktor-reaktor pemecah inti (nuklir), untuk melindungi penyinaran nuklir yang berbahaya.

Penggunaan agregat berat dalam pembuatan beton sering mempengaruhi kelecakan beton, karena perbedaan berat jenis agregatnya jauh lebih besar dari berat jenis air dan semen. Untuk menghindari terjadinya segregasi diperlukan pemakaian air seoptimal mungkin.

2. Golongan Agregat Normal adalah batu alam yang padat dan kompak, dari jenis batuan beku, batu endapan atau metamorphosa, berat jenisnya berkisar antara 2,50–3,00, berat isi beton memakai agregat normal antara 1800kg/m^3 – 2500kg/m^3 .
3. Golongan Agregat Ringan adalah agregat untuk beton ringan yang terdiri dari banyak macam bahan baik alamiah maupun buatan,

dan dapat bersifat organik atau an-organik dengan berat isi beton 300kg/m^3 – 1800kg/m^3 .

C. PENGAMBILAN SAMPEL AGREGAT BETON

Pengambilan sampel untuk menentukan baik tidaknya endapan agregat dilapangan sebaiknya mengikuti prosedur pengambilan sampel yang baik, seperti metode perempatan (quartering) sehingga sampel tersebut dapat mewakili populasi yang ada. Jumlah sampel yang akan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian sifat fisik dan kimianya dilakukan berdasarkan besar butir maksimum seperti tabel berikut:

Tabel 2
JUMLAH SAMPEL UNTUK PENGUJIAN AGREGAT DI LABOR

Jenis Agregat	Besar Butir Maksimum (mm)	Jumlah Sampel Agregat (kg)
Agregat Halus	4,8	10
Agregat Kasar	9,5	10
	12,5	15
	19,0	25
	25,0	50
	38,1	75

Referensi: Teknologi Bahan 2 PEDC Bandung 1997

D. PENYIMPANAN AGREGAT

Untuk menjaga susunan butir serta mutu agregat perlu diperhatikan :

1. Lindungi agregat dari benda lain yang dapat mengotorinya.
2. lindungi agregat dari kemungkinan terjadinya segregasi (pemisahan butir) akibat pengangkutan dan penimbunan.

3. Penimbunan agregat dalam silo, dasar silo dibuat miring tidak kurang dari 50° ke arah tengah sehingga agregat dapat dikeluarkan dari bagian tengah silo.
4. Bila agregat ditimbun dari ban berjalan atau tempat yang tinggi perlu dijaga :
 - a. Terpisahnya butiran yang kecil akibat hembusan angin,
 - b. Jika perlu buat corong, bagian dalamnya dibuat sekatan agar butiran agregat tidak mengelompok.

E. SIFAT – SIFAT AGREGAT

1. Ditinjau dari Bentuk Butir Agregat alamiah maupun batu pecah ditinjau dari bentuknya dapat digolongkan ke dalam berikut :
 - a. **Bulat penuh maupun bulat telur**, bentuk ini biasa ditemukan pada pasir dan kerikil yang berasal dari sungai atau pantai.
 - b. **Bersudut**, bentuk ini tidak beraturan, mempunyai sudut-sudut yang tajam dan permukaannya kasar, seperti batu pecah hasil pemecahan berbagai jenis batuan.
 - c. **Pipih**, yaitu tebalnya kurang dari sepertiga lebarnya.
 - d. **Memanjang**, yaitu panjangnya lebih dari tiga kali lebarnya.
 - e. **Pipih dan memanjang**, yaitu panjangnya jauh melebihi lebarnya dan lebarnya jauh melebihi tebalnya.

2. Ditinjau dari Keadaan Permukaan

Keadaan permukaan agregat mempengaruhi sifat ikatan pasta semen dengan agregat, hal ini penting terhadap kekuatan beton, permukaan kasar atau berpori mengikat lebih baik dari pada permukaan licin. Agregat yang berbentuk bulat, luas permukaannya lebih kecil dari pada yang berbentuk pipih dan memanjang.

Permukaan pipih dan memanjang akan banyak membutuhkan air dalam pembuatan beton, karena rongga- rongga yang harus diisi pasta semen akan lebih banyak. Disamping itu permukaan pipih dan

memanjang akan mudah patah selama proses pengadukan beton, akibatnya gradasi butiran dapat berubah dengan tidak dikehendaki. Keadaan permukaan agregat dapat dinyatakan sebagai berikut:

- a. **Permukaan Mengkilat** Seperti gelas, diantaranya flint hitam, dan obsidian
- b. **Permukaan Licin** (berbutir halus) seperti kerikil sungai, chert, batu lapis marmar dan beberapa rhyolite.
- c. **Permukaan Berbutir**, batuan ini menunjukkan adanya butir-butir bulat yang merata, seperti endapan batu pasir, dan olite.
- d. **Permukaan Kasar**, tampak jelas bentuk kristalnya seperti : basalt, felsite, prophiry dan batu kapur.
- e. **Permukaan Berkristal**, batumannya mempunyai susunan kristal yang mudah terlihat, seperti granite, gabro, dan gneiss.
- f. **Berpori dan berongga**, seperti batu apung, batu klinker, tanah liat yang dikembangkan dan batuan dari lahar gunung api.

F. METODA PENGAMBILAN SAMPEL AGREGAT

1. Tujuan : Dapat melakukan pengambilan sampel Agregat dengan benar sesuai prosedur yang berlaku.
2. Alat da Bahan yang diperlukan
 - a. Alat
 - 1) Gerobak dorong,
 - 2) Skop/Cangkul
 - 3) Ember kapasitas 5 liter,
 - 4) Sendok beton,
 - 5) Timbangan ketelitian 1 gram,
 - b. Bahan
 - 1) Agregat halus dan
 - 2) Agregat kasar

3. Langkah Kerja

a. Cara Pertama

- 1) Siapkan Splitter dengan dua tampah pada kiri kanannya
- 2) Masukkan Agregat halus atau kasar secara sendiri-sendiri ke dalam Splitter.
- 3) Agregat halus atau kasar sudah terbagi dan masukkan dalam tampah ambil salah satu tampah untuk contoh uji.
- 4) Ambil agregat halus atau kasar sesuai syarat sampel uji dan simpan dalam wadah tertutup rapat.

b. Cara Kedua

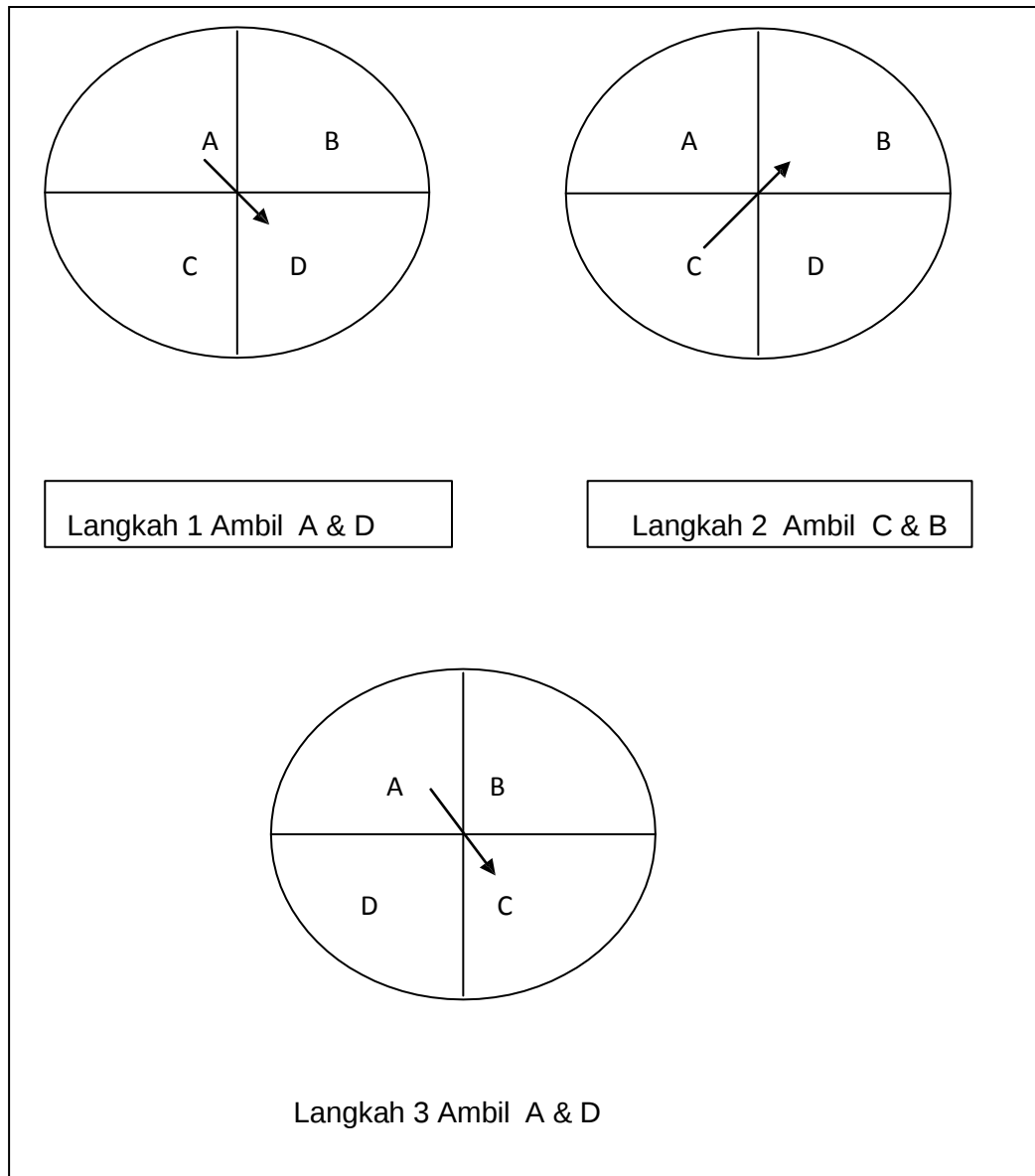
- 1) Ambil Agregat halus atau kasar secara acak dari tumpukannya ± 50 kg
- 2) Letakan pada tempat yang bersih dan datar lalu aduk sampai merata.
- 3) Ratakan dan dibagi empat bagian lalu beri nomor, perhatikan gambar 1
- 4) Ambil bagian A dan D , aduk kembali hingga rata, lalu dibagi 4 bagian gambar 2.
- 5) Bagian A & D digabung dan aduk hingga merata lalu dibagi lagi 4 bagian, seterusnya bagian A & D dimasukkan kedalam karung, diikat, diberi label dan disimpan dalam ruangan pada suhu kamar dengan jumlah sesuai besar butir seperti pada tabel 1 di atas.

CARA PERTAMA



Gambar 1.SAMPLE SPLITTER

CARA KEDUA



Gambar 2. PENGAMBILAN SAMPEL AGREGAT CARA MANUAL

H. KEKUATAN AGREGAT

Kekuatan dan elastisitas agregat tergantung dari jenis batuan, susunan mineral dan tekstur butiran atau kristalnya, kekuatan agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton, agregat yang lemah tidak akan menghasilkan beton yang kuat, sedangkan untuk membuat beton berkekuatan tinggi haruslah dipakai agregat yang tinggi kekuatannya. Untuk berbagai jenis batuan, kekuatannya dinyatakan dengan kekuatan hancur yang diperoleh dengan cara menguji kekuatan tekan sampai hancur.

Kekuatan agregat beton diperoleh dengan cara pengujian kekuatan, yaitu diuji sejumlah sampel dalam bentuk beberapa ukuran butir pada volume tertentu (secara bulk). Pada pengujian kekuatan terdapat beberapa cara dan istilah yang digunakan.

ASTM Standard C. 131 dan C. 535, memakai cara pengujian gesekan dengan mesin Los Angeles dan ketahanan aus dinyatakan dengan persentase bagian yang lewat ayakan 2 mm tidak lebih dari 50 % (SII 0087- 75).



Gambar 3. LOS ANGELS

Topik : KEKERASAN AGREGAT KASAR DENGAN BEJANA LOS ANGELS

1. Tujuan :

Diharapkan setelah melakukan praktikum, mahasiswa dapat menerangkan prosedur pelaksanaan pengujian ketahanan aus agregat kasar dengan mempergunakan Bejana Los Angeles untuk menentukan keausan (kekerasan/kehancuran) agregat tersebut.

2. Alat dan Bahan yang di perlukan

a. Alat

- 1) Bejana los Angels berbentuk silinder terbuat dari baja
- 2) Bola baja yang terbuat dari baja dengan garis tengah kurang lebih 46,8mm dan masing-masing beratnya antara 390 sampai 445gr. Jumlah bola baja untuk tiap-tiap pengujian tergantung dari besar butir dan fraksi agregat seperti dalam tabel
- 3) Ayakan standar
- 4) Timbangan dengan kapasitas 10 kg dan ketelitian 0,1 gram
- 5) Oven
- 6) Baskom (plat penampung)

b. Bahan : Agregat kasar ± 10 kg

3. Langkah Kerja

- a. Ambil agregat kasar
- b. Cuci bersih hingga tidak ada debu dan tanah yang melengket
- c. kering tetapkan dengan suhu $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- d. Pisahkan butiran agregat sesuai dengan tabel dan pengujian
- e. Ambil agregat masukkan dalam bejana
- f. Tambahkan bola baja
- g. Tutup bejana rapat-rapat
- h. Putar bejana dengan kecepatan 30–33 putaran per menit jumlah putaran
- i. keluarkan butiran agregat dari bejana, butiran yang
- j. besar diayak dengan ayakan 2 mm.
- k. Cuci bersih butiran kasar dan butiran yang tertinggal pada ayakan

- l. Keringkan dalam oven sampai kering tetap
- m. Timbang beratnya
- n. Hitung kekerasan agregat dengan rumus :

$$C = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Berat contoh semula kering tetap

B = Berat contoh sesudah digiling, dicuci dan kering tetap.

C = Ketahanan aus (geser) hancur.

Syarat daya tahan aus ini maksimum 50 % hilang

BLANKO PENUJIAN “ABRATION TEST”

NO	JENIS PENGUJIAN	PENGUJIAN			KETERANGAN
		I	II	III	
1	Berat Kerikil				
2	Berat Setelah digiling dan				
3	Ketahanan Aus				

Tabel 3

SUSUNAN BUTIR CONTOH UJI ABRASI

JUMLAH BOLA BAJA DAN JUMLAH PUTARAN MESIN

Lolos saringan	1	2	3a	3b	4	5	6
75	2500±50						
63	2500±50						
50	5000±50	5000±50					
37,5		5000±25	5000±25	1250±25			
25			5000±25	1250±25			
19				1250±10	2500±10		
12,5				1250±10	2500±10		
9,5						2500±10	
6,3						2500±10	
4,8							5000± 10
Sampel	10.000±100	10.000±75	10.000±50	5.000±10	5.000±10	5.000±10	5.000±10
Bola baja	12 butir	12 butir	12 butir	12 butir	11 butir	8 butir	8 butir

Referensi: Buku Manual Mesin Los Angeles

BERAT ISI DAN BERAT JENIS AGREGAT

a. Berat Isi

Berat agregat yang mengisi suatu tempat/ruang dalam satuan volume tertentu disebut berat isi agregat (bulk density), dimana sebagian tempat/ruangan agregat terisi oleh rongga antar partikel dari agregatnya. berbeda dengan berat jenis. Contoh: Kerikil sungai mempunyai berat isi 1,5kg/liter sedangkan berat jenisnya 2,60. dan Pasir sungai berat isi 1,4kg/liter sedangkan berat jenisnya 2,55.

Untuk agregat dengan berat jenis yang sama dapat memberikan nilai berat isi yang berbeda-beda, tergantung bagaimana padatnya kita

mengisikan, bentuk butiran dan susunan besar butirnya. Nilai berat isi ini biasanya digunakan untuk mengkonversikan sesuatu jumlah dalam satuan berat kepada satuan volume.

b. Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat berbeda satu sama lainnya tergantung dari jenis batuan, susunan mineral, struktur butiran, dan porositas batumannya. Beberapa istilah berat jenis pada agregat diantaranya adalah :

1. **Berat jenis Absolut** adalah berat per volume tidak termasuk Volume pori-pori yang terdapat di dalamnya. Untuk menentukan berat jenis ini benda harus dibuat berbentuk hidrat/tepung, sehingga pori-pori didalamnya dapat dihilangkan.
2. **Berat jenis Nyata** adalah berat per volume termasuk volume pori yang tidak tembus air dan tidak termasuk volume pori kapiler yang dapat terisi oleh air.
3. **Berat jenis keadaan Jenuh Kering Muka** (*s.s.d.condition*), adalah berat per volume termasuk volume pori yang tidak tembus air, sedangkan pori kapiler jenuh oleh air.
4. **Berat jenis Keadaan Kering** adalah berat per volume termasuk volume seluruh pori yang terkandung dalam Agregat.

BERAT ISI AGREGAT KASAR

1. Tujuan:

Diharapkan setelah melakukan praktikum, mahasiswa dapat menentukan berat isi kerikil.

2. Alat dan Bahan yang diperlukan

a. Alat

- 1) Timbangan dengan ketelitian 10 gr
- 2) Literan 5 liter
- 3) Mesin ketuk
- 4) Sendok Semen
- 5) Ember / baskom

b. Bahan

Kerikil jenuh kering muka (SSD condition) 5 kg

3. Langkah Kerja

- a. Timbang literan, misalkan beratnya A gram
- b. Isi literan dengan kerikil sampai penuh, ratakan dan timbang literan yang berisi penuh, catat beratnya misalkan B gram
- c. Berat isi ini disebut berat isi gembur.

Berat isi Gembur =

$$\frac{B-A}{Volume\ literan}$$

- d. Untuk berat isi padat, lakukan pengujian berikut
- e. Isi literan separoh dengan kerikil
- f. Tempatkan pada mesin ketuk, ketuk sebanyak 30 kali.
- g. Penuhi literan, ketuk sebanyak 30 kali.
- h. Ratakan permukaan literan, timbang beratnya
- i. Berat isi padat sama rumusnya dengan berat isi gembur.

BLANKO BERAT ISI GEMBUR KERIKIL

		Pengujian			
		I	II	III	
1	Berat liter + Kerikil				$\frac{B - A}{Volume\ literan}$
2	Berat literan				
3	Berat Kerikil				
4	Volume literan				
5	Berat isi				

BLANKO BERAT ISI PADAT KERIKIL

		Pengujian			
		I	II	III	
1	Berat liter + Kerikil				$\frac{B - A}{Volume\ literan}$
2	Berat literan				
3	Berat Kerikil				
4	Volume literan				
5	Berat isi				



Gambar 4. Alat Ketuk

PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

1 . Tujuan :

Diharapkan setelah melakukan praktikum, mahasiswa dapat menentukan berat isi pasir

2. Alat dan Bahan yang diperlukan

b. Alat

- 1) Timbangan dengan ketelitian 1 gr
- 2) Literan Kapasitas 1 liter
- 3) Mesin ketuk
- 4) Sendok Semen
- 5) Ember / baskom

c. Bahan Pasir ssd condition 3 kg

3. Langkah Kerja

- a. Timbang literan, misalnya A gram dan catat kan pada tabel
Isi literan dengan pasir sampai penuh, ratakan dan
timbang literan yang berisi pasir penuh, catat kan beratnya
misalnya B gram
- b. Maka berat isi Gembur = $B \text{ gram} - A \text{ gram}$ dibagi volume
literan
- c. Lanjutkan berat isi padat pasir dengan langkah sbb:
- d. Isi literan separoh dengan pasir
- e. Tempatkan pada mesin ketuk, ketuk sebanyak 30 kali.
- f. Penuhi literan, ketuk sebanyak 30 kali.
- g. Ratakan permukaan literan, timbang beratnya misalkan C gram

BLANKO BERAT ISI GEMBUR PASIR

		Pengujian			
		I	II	III	
1	Berat liter + Pasir				
2	Berat literan				
3	Berat				
4	Volume literan				
5	Berat isi				

BLANKO BERAT ISI PADAT PASIR

		Pengujian			
		I	II	III	
1	Berat liter + Pasir				
2	Berat literan				
3	Berat				
4	Volume literan				
5	Berat isi				

BERAT JENIS KERIKIL

1. Tujuan :

Setelah melakukan praktikum, Praktikan dapat menentukan berat jenis kerikil dalam kondisi Nyata atau Jenuh Kering Muka

2. Alat dan Bahan yang diperlukan

a. Alat :

- 1) Bejana kapasitas 1 liter
- 2) Timbangan ketelitian 0,1 gram
- 3) Sendok Semen
- 4) Gelas Ukur 500 ml

b. Bahan :

Kerikil kondisi Nyata dan Jenuh Kering Muka (SSD),

3. Langkah Kerja

a. Kerikil

- 1) Timbang Kerikil Kondisi ssd atau Kondisi Nyata (X gr)
- 2) Timbang Tabung dan Air penuh (Y gr)
- 3) Timbang tabung, Kerikil dan Air penuh (Z gr)
- 4) Volume = (Y gr) + (X gr) - (Z gr) = Q

$$BJ = \frac{\text{poin 1}}{\text{poin 4}}$$

BLANKO BERAT JENIS KERIKIL NYATA

No	Jenis	Pengujian			Keterangan
		I	II	III	
1	Berat Kerikil kondisi Nyata	250	250	250	
2	Berat tabung dan				
3	Berat Tabung, Kerikil dan Air Penuh				
4	Volume (2 + 1)-3				
5	B J = Berat/Volume				

BLANKO BERAT JENIS KERIKIL “SSD CONDITION”

No	Jenis	Pengujian			Keterangan
		I	II	III	
1	Berat Kerikil kondisi SSD	250	250	250	
2	Berat tabung dan				
3	Berat Tabung, Kerikil dan Air Penuh				
4	Volume (2 + 1)-3				
5	B J = Berat/Volume =				

BERAT JENIS PASIR

1 . Tujuan :

Setelah melakukan praktikum, Praktikan dapat menentukan berat jenis Pasir dalam kondisi Nyata atau Jenuh Kering Muka

2. Alat dan Bahan

- a. Alat :
- b. Bejana kapasitas 1 liter
- c. Timbangan ketelitian 0,1 gram
- d. Sendok Semen
- e. Gelas Ukur

b. Bahan:

Pasir kondisi Nyata dan Jenuh Kering Muka (SSD),

3.Langkah Kerja

a. Pasir

- 1.Timbang Pasir Kondisi SSD atau kondisi Nyata(X gr)
- 2.Timbang Tabung dan Air penuh (Y gr)
- 3. Timbang tabung, Pasir dan Air penuh (Z gr)
- 4. Volume = (Y gr) + (X gr) - (Z gr)

$$BJ = \frac{poin1}{poin 4}$$

Catatan:

Lakukan pekerjaan ini 3 kali berturut-turut seperti pada tabel berikut:

BLANKO BERAT JENIS PASIR NYATA

		Pengujian			
		I	II	III	
1	Berat Pasir kondisi	100	100	100	
2	Berat tabung dan				
3	Berat Tabung, Pasir dan Air Penuh				
4	Volume (2 + 1) - 3				
5	B J = Berat/Volume =				

BLANKO BERAT JENIS PASIR “SSD CONDITION”

		Pengujian			
		I	II	III	
1	Berat Pasir kondisi SSD	100	100	100	
2	Berat tabung dan				
3	Berat Tabung, Pasir dan Air Penuh				
4	Volume (2 + 1)-3				
5	B J = Berat/Volume =				



Gbr. 5 .TIMBANGAN



Gbr.6 .MENIMBANG BEJANA

A. Porositas dan Daya Serap Air Agregat

Semua batuan mengandung pori atau rongga yang terjadi pada proses pembentukan batuan tersebut, dimana rongga atau pori ini sangat bervariasi baik besar kecilnya maupun jumlahnya, ada yang tidak dapat dilihat kecuali menggunakan kaca pembesar. Jumlah volume rongga atau pori yang terdapat dalam batuan disebut **porositas** dan dinyatakan dalam persen terhadap volume batunya.

Porositas dalam agregat sangat erat hubungannya dengan berat jenis, daya serap air, sifat kedap air, modulus elastisitas, ketahanan aus dan stabilitas terhadap zat kimia dari beton yang akan dibuat. Jika semua pori terisi oleh air, tapi keliling permukaan agregat kering keadaan ini disebut **Jenuh Kering Muka** (Saturated Surface Dry). Namun jika sebagian air dibiarkan mengering/menguap sehingga tidak jenuh lagi, maka keadaan ini disebut **Kering Udara**. Sedangkan jika dikeringkan dengan dapur pemanas (Oven) sampai semua airnya menguap maka disebut kering mutlak.

Jumlah air yang terdapat dalam agregat dari keadaan kering mutlak sampai keadaan jenuh kering muka disebut **air yang diserap** dan dinyatakan dalam persen. Air yang mengisi seluruh permukaan agregat yang sudah jenuh disebut **air bebas**.

I. BAHAN MERUGIKAN DALAM AGREGAT.

Agregat kasar maupun agregat halus terutama yang berasal dari alam sering dicemari oleh beberapa macam bahan yang dapat berpengaruh jelek terhadap beton, diantaranya adalah

1. Zat organik.

Zat organik banyak terdapat dalam agregat halus (pasir), merupakan hancuran tumbuh-tumbuhan berupa humus dan lumpur terutama asam tanin dan derivatnya. Sedangkan agregat kasar boleh dikatakan tidak mengandung zat organik. Tidak semua zat organik berpengaruh jelek terhadap beton, sehingga perlu diperiksa ada tidaknya zat organik yang merusak sifat-sifat beton.

Cara kolorimetrik menurut standard Industri 0077 – 75, digunakan sebagai petunjuk, apakah pengujian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh zat organik terhadap beton.

2. Tanah liat, Lumpur dan debu.

Tanah liat yang sering terdapat dalam agregat mungkin berbentuk gumpalan atau lapisan yang menutupi permukaan butiran agregat. Tanah liat pada permukaan butiran agregat akan mengurangi kekuatan ikatan antara pasta semen dan agregat, sehingga akan mempengaruhi kekuatan dan ketahanan beton. Gumpalan tanah liat akan hancur dalam pengadukan pada waktu pembuatan beton. Tanah liat akan menyerap banyak air dan dapat mempertinggi jumlah air pengaduk dalam pembuatan beton.

Lumpur dan debu yang berukuran antara 0,002mm dan 0,006mm (2–6 micron) dapat menutupi permukaan butiran agregat dan memperlemah ikatan pasta semen dengan agregat sehingga mengurangi kekuatan betonnya, karena pengaruh jelek ini maka jumlahnya dalam agregat tidak boleh lebih dari 5% untuk agregat halus dan 1% untuk agregat kasar.

3. Garam Chlorida dan Sulfat.

Pasir pantai atau muara sungai yang berhubungan dengan air laut, kemungkinan mengandung garam chlorida dan sulfat antara lain Na, Mg, Ca, Chlorida Na dan Mg sulfat, garam ini dapat dihilangkan dengan cara mencuci pasirnya dengan air tawar, jika tidak dihilangkan dapat merusak

beton, chlorida mengakibatkan baja tulangan menjadi berkarat, sehingga tidak berfungsi tulangan didalam konstruksi. Sedangkan garam sulfat, terutama garam Mg sulfat sangat agresif terhadap semen yang reaksinya dengan semen menghasilkan senyawa- senyawa yang volumenya mengembang menyebabkan beton menjadi rusak.

Disamping itu agregat dari pantai juga mengandung kulit kerang dan jika kadar kulit kerangnya cukup tinggi dapat berakibat lebih rendahnya kekuatan dan ketahanan beton.

4. Partikel-partikel yang tidak kekal.

Didalam agregat ada kemungkinan terdapat partikel-partikel yang ringan, lunak dan dapat berubah komposisinya atau hancur. Partikel yang ringan dapat berupa arang, kayu dan mika. Partikel yang lunak yaitu Lumpur dan tanah liat yang mengeras, namun jika terendam air akan mengembang kemudian pecah. Partikel yang ringan dan lunak ini akan mengurangi kekuatan dan ketahanan beton dan menambah kebutuhan air pencampur waktu pembuatan beton.

5. Sifat Kekal Agregat.

Sifat kekal agregat adalah kemampuan agregat untuk menahan terjadinya perubahan volume yang berlebihan karena adanya perubahan kondisi fisik, kondisi fisik yang dapat menimbulkan perubahan volume butiran agregat ialah kondisi antara beku dan mencair, perubahan panas pada suhu di atas titik beku, kondisi basah dan mengering berganti-ganti atau perubahan bentuk yang terjadi akibat perubahan cuaca.

Agregat dikatakan tidak kekal, jika perubahan volume/ bentuk yang terjadi, karena perubahan kondisi fisik tersebut dapat mengakibatkan kerusakan pada beton. Kerusakan yang terjadi seperti kerutan-kerutan setempat, retak-retak pada permukaan pecah-pecah yang agak dalam, sampai kepada yang berbahaya pada beton. Sifat tidak kekal bisa ditimbulkan oleh adanya chert yang porous, lempeng dan tanah liat atau mineral sejenisnya yang terdapat di antara lapisan batuan atau mengisi sebagian volume butiran agregat. Pori-pori yang terdapat dalam agregat maupun mineral-minera ini dapat meneruskan air masuk membasahi agregat atau keluar dari agregat pada proses pengeringan.

6. Reaksi Alkali-Agregat.

Reaksi alkali agregat adalah reaksi antara alkali (Na_2 dan K_2O) dalam semen atau dari luar dengan silica aktif yang terkandung dalam agregat. Silika yang aktif adalah opal yang amorp, chalcedony and tridymite.

Reaksi terjadi antara alkali hidroksida yang berasal dari alkali dalam semen dengan silica aktif dalam agregat, membentuk alkali-silika gel dipermukaan agregat. Gel ini bersifat mengikat air lalu mengembang volumenya. Tekanan yang timbul oleh berkembangnya volume gel mengakibatkan retak atau pecah pada beton. Reaksi ini terjadi kalau beton atau adukan berada dalam lingkungan basah, tanpa adanya air reaksi tidak akan berlangsung.

7. Sifat-Sifat Thermal.

Ada tiga sifat thermal agregat yang berpengaruh kepada sifat beton :

1. Koefisien pengembangan linear
2. Panas jenis
3. Daya hantar panas

Panas jenis dan daya hantar panas sangat erat hubungannya dengan beton massa dan beton untuk isolasi panas. Sedangkan sifat koefisien pengembangan linear dari agregat sangat berpengaruh terhadap beton yang mengalami kondisi suhu yang berubah-ubah.

Jika sifat koefisien pengembangan linier antara agregat dan pasta semen jauh berbeda, maka akan terjadi gerakan thermal yang berbeda di dalam beton yang merusak ikatan antara agregat dan pasta semen, bila beton mengalami suhu yang jauh berbeda dan berganti-ganti antara panas dan dingin, sebaiknya agregat mempunyai koefisien pengembangan linear yang hampir sama dengan pasta semen, jika tidak maka akan besar kemungkinan terjadinya retak/pecah pada beton.

KADAR AIR AGREGAT

1. Tujuan :

Dapat menghitung banyaknya air yang terkandung dalam agregat sesuai prosedur yang berlaku.

2. Alat dan Bahan yang diperlukan

a. Alat :

- 1) Sendok Semen
- 2) Mangkok porselin/nikel,
- 3) Oven, Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr,
- 4) Kerucut terpancung lengkap dengan penumbuknya,
- 5) Kain lap, Ember dan tampah.
- 6) Corong
- 7) Kuas

b. Bahan :

- 1) Agregat halus 1.000 gr dan
- 2) Agregat Kasar 2.000 gr

3. Langkah Kerja

a. Agregat Halus (Pasir)

- 1) Ambil Pasir 3 x 100 gr masing-masing masukkan dalam mangkok porselin/nikel
- 2) Ketiga mangkok tersebut dimasukkan dalam oven dengan suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam
- 3) Keluarkan dari oven, dinginkan dalam desikator supaya pendinginan tidak terpengaruh udara luar
- 4) Keluarkan dari desikator, timbang beratnya.
- 5) Pemanasan, pendinginan dan penimbangan dilakukan sampai berat pasir tidak berubah lagi/tetap, misal X gr.

Cara lain untuk pengujian pasir sudah kering tetap :

- a) Letakan potongan kaca di atas permukaan pasir yang dipanaskan selama ± 1 menit sembari diperhatikan permukaan kaca.
- b) Apabila ada uap air yang menempel pada kaca, berarti pasir masih mengandung air, maka lanjutkan pemanasan.
- c) Seandainya uap air tidak ada lagi yang menempel, pasir sudah kering tetap, maka dikeluarkan dan dinginkan.

▪ Hitung kadar airnya :

$$KA = \frac{100-X}{X} \times 100\%$$

b. Pasir SSD :

1. Sisa pasir di atas direndam selama 24 jam
2. Keringkan perlahan-lahan sehingga didapatkan jenuh kering muka (SSD) dengan jalan :
3. Letakkan kerucut terpancung di atas tempat yang datar
4. Isi sepertiga bagian, tumbuk 8 kali

5. Isi sepertiga bagian lagi, tumbuk 8 kali
6. Isi penuh, dan tumbuk 9 kali (jumlah semua tumbukan 25 kali)
7. Ratakan permukaan pasir, bersihkan keliling kerucut, angkat kerucut tegak lurus. Pekerjaan ini dilakukan selama 10 menit.
8. Perhatikan keadaan pasir sesudah kerucut diangkat
9. Pasir tetap utuh seperti kerucut, berarti pasir masih dalam keadaan basah gambar 1.
10. Teruskan pengeringan pasir sampai pasir rontok sebagian, berarti pasir sudah kering muka (SSD) gambar 2.
11. Pasir rontok semua berarti pasir sudah melewati SSD, pekerjaan harus diulangi lagi gambar 3.
12. Pasir yang sudah SSD ambil 3 x 100 gr, masukkan dalam mangkok porselin/nikel . Keringkan dalam oven sampai kering tetap, dinginkan dalam desikator, timbang beratnya misal y gr.

$$KA\ SSD = \frac{100 - Y}{Y} \times 100\%$$

BLANKO KADAR AIR PASIR NYATA DAN “SSD CONDITION”

NO	Jenis	Pengujian			Keterangan
		I	II	III	
1	Berat semula	100	100	100	
2	Berat kering tetap				
3	Selisih				
4	Berat SSD	100	100	100	
5	Berat kering tetap				
6	Selisih				



Gbr. 7 Abram Apparatus Set



Gbr. 8 Uji Pasir SSD



Gbr 9 .Pasir Tercetak



Gbr. 10 Pasir Runtuh



Gbr. 11 Pasir Runtuh Sebahagian Berarti Kondisi ssd

1. Kerikil Nyata

1. Timbang kerikil 3 x 250 gr
2. Masing-masing masukkan dalam mangkok porselin/nikel
3. Keringkan dalam oven sampai kering tetap, dan dinginkan dalam desikator, timbang beratnya q gr.
4. Kadar air :

$$KA \text{ Kerikil} = \frac{250 - q}{q} \times 100\%$$

D. Kerikil SSD

1. Ambil sisa kerikil di atas, rendam selama 24 jam
2. Setelah direndam, keluarkan dan letakkan di atas kain, lap kerikiltersebut hingga air yang menempel pada kerikil tidak menetes lagi, ini dinamakan sudah SSD

3. Ambil 3 x 250 gr masing-masing masukkan dalam mangkok porselin/nikel
4. Keringkan dalam oven hingga kering tetap
5. Dinginkan dalam Desikator dan keluarkan, timbang beratnya, misal w gr

$$KA \text{ Kerikil} = \frac{250 - W}{W} \times 100\%$$

**BLANKO KADAR AIR KERIKIL NYATA DAN
"SSD CONDITION"**

	Jenis	Pengujian			
		I	II	III	
1	Berat semula	250	250	250	
2	Berat kering tetap				
3	Selisih				
4	Kerikil SSD	250	250	250	
5	Berat kering tetap				
6	Selisih				

Simpulkan hasil pengujian dan kaitkan dengan persyaratan kadar air agregat.

PENGUJIAN KADAR LUMPUR

PASIR DAN KERIKIL

1. TUJUAN :

Setelah melakukan praktikum, praktikan dapat menghitung persentase kadar lumpur yang terkandung dalam pasir dan kerikil.

2. ALAT DAN BAHAN

- a. Alat : Bejana gelas Ø 10 cm dan tinggi 20-30 cm, Kayu pengaduk, Oven, Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr, Desikator, Ember, Sendok pasir/ kerikil, Mangkok porselin/nikel, Ayakan dengan lubang 70 micron
- b. Bahan : Pasir 500 gr, Kerikil 1000 gr

3. LANGKAH KERJA.

a. Pasir

- 1) Ambil Pasir $\pm$ 500 gr masukkan dalam Oven dengan suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5$, hingga kering tetap dinginkan dan timbang beratnya.
- 2) Lakukan pekerjaan ini sampai berat pasir tidak berubah lagi. Pasir yang sudah kering tetap timbang 3 x 100 gr masing-masing masukkan dalam gelas, rendam selama 60 menit.
- 3) Aduk dengan kayu pengaduk dan diamkan selama $\pm 1'$, tumpahkan airnya, lakukan pekerjaan ini sampai air di atas permukaan pasir tidak keruh lagi.
- 4) Tuangkan pasir ke atas ayakan 70 micron
- 5) Ambil pasir dalam ayakan masukkan dalam cawan porselin/nikel.
- 6) Panaskan dalam oven sampai berat tetap
- 7) Dinginkan dan timbang beratnya, misal p gr
- 8) Kadar Lumpur

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{100-P}{100} \times 100\%$$

b. Kerikil

1. Ambil kerikil ± 1000 gr, keringkan dalam oven dan dinginkan dan timbang beratnya. Lakukan pekerjaan ini sampai berat kerikil kering tetap.
2. Kerikil yang kering tetap ambil 3 x 250 gr masing- masing masukkan dalam tampah/emper
3. Rendam sambil diaduk-aduk sehingga terpisah bagian partikel yang menempel, kemudian buang airnya. Lakukan pekerjaan ini sampai air pencuci kerikil bersih.
4. Tumpahkan air beserta kerikilnya ke atas saringan no.100
5. Ambil kerikil yang berada di atas saringan masukkan kedalam cawan porselin dan panaskan dalam oven sampai kering tetap.
6. Dinginkan dan timbang beratnya. Misal q gram,

Maka kadar lumpurnya adalah :

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{250 - q}{250} \times 100 \%$$

Tabel 15

BLANKO KADAR LUMPUR PASIR DAN KERIKIL

	Jenis	Pengujian			Keterangan
		I	II	III	
1	Berat pasir kering tetap	100	100	100	
2	Berat kering tetap setelah dicuci				
3	Selisih				
4	Berat kerikil kering tetap	250	250	250	
5	Berat kering tetap setelah dicuci				
6	Selisih				

Simpulkan hasil pengujian dan kaitkan dengan persyaratan

PENGUJIAN ZAT ORGANIK PASIR

1. TUJUAN :

Setelah melakukan praktikum, praktikan dapat menentukan kandungan zat organik dalam pasir.

2. PERALATAN DAN BAHAN

a. Alat :

- 1) Botol berskala
- 2) Skala warna

- 3) Tabung gelas
- 4) Corong
- 5) Kuas

b. Bahan :

- 1) Pasir
- 2) Soda api (NaOH)
- 3) Air Suling

3. LANGKAH KERJA

- a) Siapkan alat dan bahan
- b) Buat larutan soda api, yakni ambil tabung gelas, masukkan air murni sebanyak 97 gr. Tambahkan soda api seberat 3 gr. Tutup tabung gelas dan kocok sehingga soda api larut semuanya.
- c) Masukkan pasir kedalam botol sebanyak 130 cc/ml
- d) Tambahkan larutan soda api kedalam botol yang berisi pasir sampai botol berisi 200 cc.
- e) Tutup botol dengan baik.
- f) Kocok botol selama 10 menit lalu diamkan 24 jam.
- g) Amati cairan yang berada di atas pasir dan bandingkan dengan warna standar ASTM C-40



Gbr. 12 . Uji Zat
Organik Pasir



gbr.13 Hellige Tester
For ASTM C-40

J. SUSUNAN BUTIR AGREGAT

Dalam teknologi beton, agregat beton secara garis besarnya terbagi dalam dua kelompok susunan butir yaitu:

1. Agregat halus, yang butirnya tembus ayakan ukurannya $\leq 5 \text{ mm}$
2. Agregat kasar, yang butirnya $> 5 \text{ mm}$

Disamping itu, agregat dalam satu timbunan terdiri dari butiran-butiran dengan berbagai ukuran dari ukuran yang terkecil sampai yang terbesar. Bila butiran tadi kita pisahkan dalam beberapa ukuran tertentu, akan diperoleh suatu pembagian fraksi butir. Untuk memisahkan butiran-butiran menurut fraksi (kelompok) dipergunakan ayakan dengan berbagai ukuran.

Pemisahan fraksi –fraksi butiran tadi dengan ayakan, kita sebut analisa ayak, dan dengan hasil analisa ayak akan dapat digambarkan suatu kurva susunan butir dari agregat tersebut.

Gradasi agregat terutama agregat halus sangat penting perannya dalam membuat beton yang bermutu, karena gradasi ini sangat berpengaruh terhadap beberapa sifat beton, antara lain:

- a. Pengaruh gradasi terhadap beton segar :
 1. Mempengaruhi kelecakan (workability)
 2. Mempengaruhi sifat kohesif
 3. Mempengaruhi jumlah air pencampur dan semen yang diperlukan untuk suatu campuran beton
 4. Mempengaruhi pengecoran dan pemadatan
 5. Mempengaruhi finishing atau keadaan permukaan
 6. Kontrol terhadap sekregasi (pemisahan butir) dan bleeding
 7. (terpisahnya air ke permukaan beton)
- b. Pengaruh gradasi terhadap beton keras

Bila beton segar sukar dipadatkan, terjadi sekregasi dan bleeding, maka dapat menghasilkan beton keras yang porous, tidak kedap air tidak merata dan terdapat banyak rongga-rongga atau

cacat yang tentu saja kekuatan dan ketahanan beton menjadi berkurang.

Sangatlah penting dalam pembuatan beton untuk menjaga gradasi agregat selalu konstan, agar diperoleh kelecakan dan sifat- sifat beton segar yang konstan pula.



Gbr.14 Susunan Butiran Terputus



Gbr.15 Susunan Butiran Menerus



Gbr. 16 Susunan Butiran Seragam

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

KAPUR

Kapur sebagai salah satu unsur yang ada di bumi kita ini merupakan salah satunya yang menunjang kehidupan manusia.

Disadari atau tidak, kita memerlukan dan menggunakan benda ini. Diri kita (manusia) sebagaimana mengandung kapur (terutama dalam rangka/tulang manusia). Rumah tinggal, bangunan-bangunan sebagai sarana hidup kita, langsung atau tidak langsung, menggunakan kapur. Tanpa kapur memang kehidupan akan pincang.

Penggunaan batu kapur atau kapur dalam bentuk yang pada waktu itu kemungkinan hanya secara kebetulan saja, dari pengalaman dan keadaan disekitarnya. Tetapi setelah peradaban makin tinggi, kehidupan antara bangsa makin dekat, dan kepandaian juga meningkat, pemakaian kapur tadi juga meningkat dan berubah-ubah bentuk atau jenis bahan yang terbuat dari padanya. Sehingga kita pada waktu sekarang ini dapat melihat, membuat atau menggunakan bahan-bahan yang terbuat dari kapur.

A. Pengertian Dasar

Seringkali istilah “kapur” dan “batu kapur”, dipakai sedemikian rupa, sehingga seolah-olah tidak ada perbedaannya.

“Batu kapur” merupakan nama yang umum diberikan pada batu karbonat baik itu berupa karang atau berupa fosil.

Dari alam, benda ini jarang terdapat 100% murni, melainkan terkotori/tercampur dengan benda tanah lainnya, terutama silika, alumina dan besi.

Kapur merupakan benda hasil perubahan dari batu kapur. Penamaan ini diberikan kepada batu kapur setelah mengalami pembakaran, dan mencakup 2 macam benda pula, yaitu : kapur tohor (Quicklime) dan kapur padam atau kapur hidrat yaitu kapur tohor yang telah diberi air.

Bila dibedakan dengan penjelasan unsur kimia yang terkandung akan lebih jelas, yaitu :Batu kapur ialah karbonat kalsium atau tercampur magnesium dengan rumus kimia CaCO_3 atau $\text{CaCO}_3 \text{ MgCO}_3$

a. Kapur tohor - CaO

b. Kapur padam - $\text{Ca}(\text{OH})_2$

B. Asal Terbentuknya

Batu kapur pada umumnya terbentuk oleh terjadinya endapan secara organik atau secara kimia, dilaut dangkal atau laut jernih yang banyak mengandung zat makanan bagi mahluk yang hidup disitu serta tidak bergelombang besar

Pengendapan fosil dilautan dimana terkandung kulit kerang, rangka binatang atau makhluk laut, yang makin lama makin banyak, lapis demi lapis membentuk batu kapur. Beberapa endapan batu ini terbentuk akibat peristiwa kimia.

Pembentukan tersebut peritiwanya lama sekali ribuan atau jutaan tahun sehingga terwujud gunung-gunung karang kapur. Karena perubahan di bumi ini, gunung karang kapur itu, terangkat keatas dan tersambul menjadi suatu daratan, sementara itu proses pemadatan, pelarutan dan pengkristalan dari unsur batuananya berlangsung. Keadaan ini kini, kita temui sebagai bukit atau endapan-endapan batu kapur didaratan, yang banyak sekali kita dapati di Indonesia.

A. Mineralogi

Menurut pengetahuan geologi batu kapur tersusun dari 3 macam mineral (dikecualikan benda yang mengotori,yang memiliki sifat sifat :

a. Kalsit = CaCO_3

Bentuk kristal rhombohedral ; berat mol 100, 1 BJ 2,72. Molekul volume 36,8. kekerasan Mohs 3 dapat tidak berwarna, tetapi seringkali dinodai warna kotorannya.

b. Aragonit = CaCO_3

Bentuk kristal orthorobis, BJ 2,94. Vol melekul 34. kekerasan Mohs 3,5 – 4 biasanya berwarna putih, kadang berwarna karena kotoran.

c. Dolomit = $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ atau $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$

Bentuk kristal rhombohedral, berat mol 184,4, BJ 2,83. Vol melokul 63,2. Kekerasan Mohs 3,5–4. Biasanya tak berwarna (putih) tetapi sering kali berwarna kuning atau coklat muda.

- 1) Batu kapur dolomit, ialah batu kapur yang mengandung 40 sampai MgCO_3 dan 54 sampai 58 CaCO_3
- 2) Kapur hidrolis, ialah kapur yang mengandung kotoran benda tanah / lempung, terutama oksida besi, alumina dan silika, sehingga perbandingan berat antara oksida kapur dan oksida pengotor itu, kurang dari 6 dan lebih besar dari 3.

Bila didapat batu kapur yang memiliki susunan oksida seperti semen portland (kadar oksida besi), silika dan alumina, antara 25 atau 30% dan oksida CaO kurang lebih 70–75%) batu kapur demikian merupakan bahan untuk semen alam.

D. Proses Pembuatan Kapur Adukan

Untuk dijadikan perekat, batu karbonat ini harus dirubah dulu, sehingga nantinya akan dapat berubah menjadi senyawa lain (bila dicampur dengan bahan adukan lainnya) yang mengeras.

Untuk merubah susunan batu kapur/karbonat biasanya dilakukan di suatu perusahaan kapur/perusahaan pembakaran kapur. Proses pembakaran kapur ini dilakukan secara kecil, menengah atau besar. Urutan proses pembuatan kapur untuk bahan perekat baik sebagai kapur tohor, atau sebagai kapur padam, secara garis besar dapat dilihat pada bagan halaman berikut:

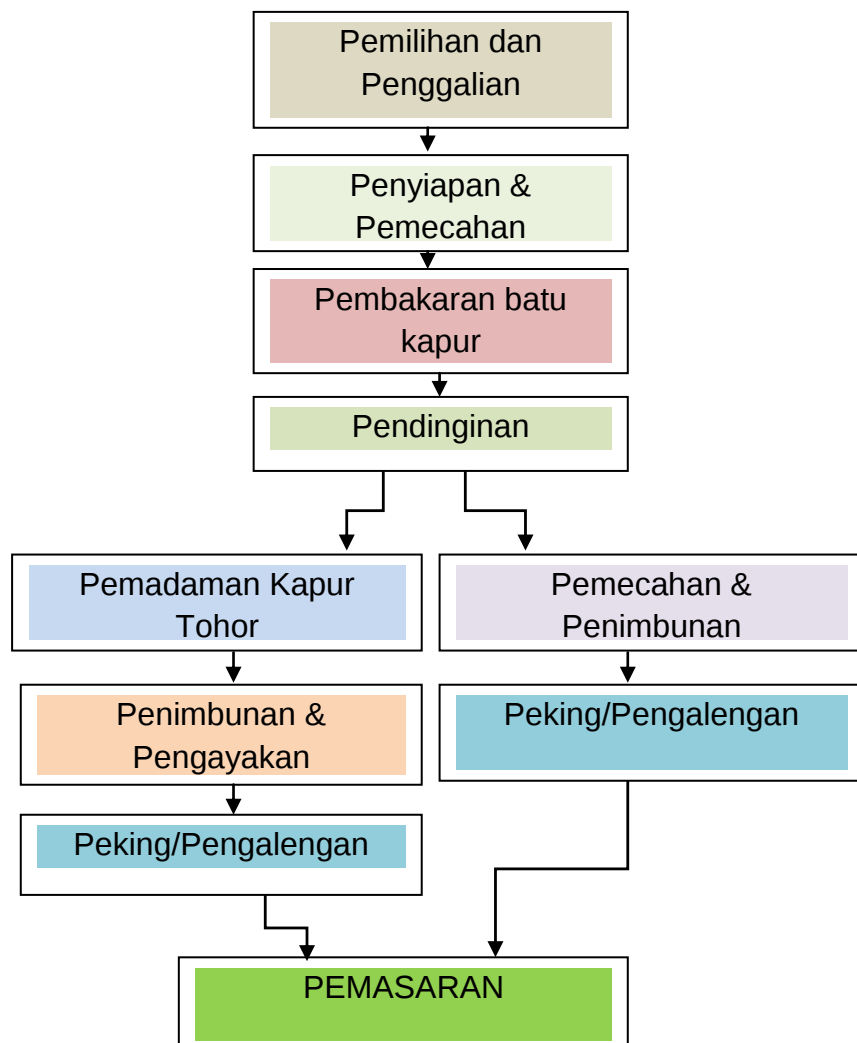


DIAGRAM PROSES PEMBUATAN KAPUR

E. Pemilihan dan Penggalian Batu Kapur

Biasanya untuk pembuatan kapur untuk bangunan, akan dipilih batu kapur yang tinggi kadar kalsium karbonatnya.

Lain daripada itu, pemilihan didasarkan atas sifat-sifat batu kapur sebagai berikut : Keporian, kekerasan, dan kandungan zat pengotor.

Setelah didapat batu kapur yang cocok dengan alat pemrosesnya, maka dilakukan penggalian, dimana cara penggalian tergantung kepada besar kecilnya kapasitas produksi serta kemampuan atau skala perusahaan.

Pengangkutan hasil galian, dapat manual atau dengan gerobak truk (perusahaan kecil) sedang perusahaan besar ada yang menggunakan belt conveyer, atau kereta api atau kereta tambang.

F. Persiapan dan Pemecahan Batu Kapur

Batu kapur dari penggalian biasanya ditimbun didekat tempat pembakaran, lalu dipecah pecah. Tergantung dari jenis tungku pembakaran yang dipakai, serta skala industrinya, pemecahan dilakukan dengan tenaga manusia pakai palu (industri kecil) atau dengan alat mekanis biasanya jaw crusher, gyratory crusher atau sejenisnya (industri besar).

Besarnya pecahan batu kapur ini, dari 5 cm sampai kurang lebih 15 cm. Industri kecil di Indonesia, yang umumnya menggunakan tungku-tungku ladang dan tungku kontinu tegak, besarnya pecahan batu kristal antara 10 atau 20 cm.

Untuk industri maju dimana dipakai tungku tegak, pecahan batu biasanya diatur antara 7 sampai maksimum 15 cm, sedang menggunakan tungku putar, dipakai pecahan batu sampai kurang lebih 7 cm.

G. Pembakaran

Pembakaran batu kapur dilakukan dalam tungku dari bentuk yang sederhana, sampai tungku yang modern, dan dari sistem pembakaran secara periodik, dan sistem pembakaran secara kontinu. Di negara maju sistem pembakaran dilakukan secara kontinu karena cara ini hemat bahan bakarnya.

Cara pembakaran kapur di Indonesia dilakukan oleh industri kecil, bentuk tungku kontinu yang umumnya sekarang dipakai adalah bentuk tungku tegak seperti cerobong, dengan tinggi 7 sampai 15 meter. Tungku ini adalah tungku model *Ruderdorf* yang dipakai di Jerman pada abad yang lalu.

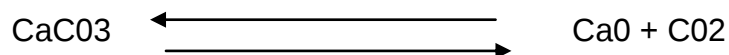
Cara pembakaran kapur dalam tungku, ada 2 macam, yaitu :

- a. Pembakaran api campur, dimana batu kapur dan bakar dicampur dalam tungku dan dibakar bersama-sama.
- b. Pembakaran dengan api terpisah

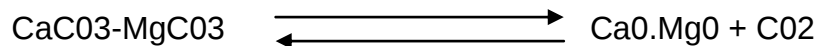
Cara ini umumnya dilakukan dalam dapur kontinu, yang menggunakan bahan bakar cair atau gas.

H. Perubahan Batu Kapur dalam Pembakaran

Batu kapur bila dibakar akan berubah sifatnya dari bentuk karbonat menjadi oksida. Reaksi perubahan yang terjadi disebut reaksi disosiasi/penguraian dari benda yang semula padat, perubahan menjadi padatan dan gas yang terlepas. Batu kapur kalsium murni, reaksinya sebagai berikut :



Batu kapur mengandung magnesium karbonat (kapur magnesia) atau dolomit, sebagai berikut :



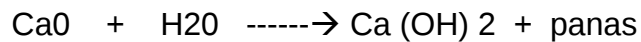
Disamping itu, sifat batu kapurnya juga mempengaruhi.

- Bila butir batu kapur terlalu besar, bagian kulit akan lebih cepat melepas CO_2 , tetapi bagian dalam lebih lambat.
- Bila batu kapur yang dibakar mengandung MgCO_3 yang suhu disosiasinya lebih rendah dari CaCO_3 , akan menghasilkan kapur sebagai berikut : Bila suhu pembakaran hanya rendah sedikit diatas 700°C yang berurai hanya MgCO_3 membentuk MgO , tetapi CaCO_3 tidak berubah.
- Kecepatan hilangnya gas CO_2 akan mempercepat pembakaran.
- Keporian batu kapur
- Batu kapur yang padat, akan lebih lama pembakarannya, dibanding dengan batu kapur yang berpori.
- Batu kapur yang mengandung kotoran yang terlalu banyak juga lebih lama dibakarnya.

Bila kapur tohor yang dibakar terlalu tinggi akan mengandung sebagian CaO yang terbakar lewat (atau MgO yang terbakar lewat). Oksida ini sukar padam, yang akan memberikan sifat kurang plastis pada kapur yang dipadamkan.

I. Pemadaman Kapur

Peristiwa pemadaman kapur tohor, merupakan peristiwa reaksi kimia, berubah bentuknya oksida kapur menjadi hidrat kapur, oleh karena itu kapur padam disebut juga kapur hidrat atau hidrat kapur.



Peristiwa pemadaman itu menimbulkan panas, karena itu reaksi tersebut disebut reaksi “exoterm” mengeluarkan panas, yang semula tersimpan pada waktu kapur dibakar didalam kapur tohornya.

Selain pemadaman kapur tohor dilakukan secara kering akan lebih baik bila pemadaman dilakukan secara basah, yang menghasilkan bubur kapur. Panas yang dihasilkan oleh pemadaman tidak akan segera menguap, dan bubur panas ini dibiarkan sampai dingin (1 atau 2 hari) kemudian sisa air ditiriskan, dan yang tertinggal bubur kapur padam yang kental, dan halus.

Pemadaman secara basah ini akan kurang baik, bila kapur tohor yang dipadamkan itu kapur hidrolis, karena akibat pemadaman basah akan menjadi keras (mengeras/membatu).

J. Syarat-Syarat Kapur Bahan Bangunan

Syarat mutu kapur untuk bangunan, sebagai perekat adukan, tercantum dalam Standar Industri Indonesia SII 0024 – 80. di dalam syarat SII ini ada 2 kelompok, yaitu syarat untuk kapur tohor, dan yang satu lagi untuk kapur padam.

a. Kapur Tohor

Syarat-syarat	Mutu kelas I	Mutu kelas II
1. Kehalusan butir		
Tertinggal diatas 4.75 mm	0 %	0 %
Tertinggal diatas 1.18 mm	0 %	0 %
Tertinggal diatas 0.85 mm	maks 5 %	maks 10 %
	min. 90 %	min. 85 %
2. Kadar $\text{CaO} + \text{MgO}$ aktif (setelah dikorelasi dengan SO_3)		
CO_2	maks. 6 %	maks. 6 %

Referensi : PUBI- 1982

b. Kapur Padam (dalam bentuk bubuk)

Syarat-syarat	Mutu kelas I	Mutu kelas II
1.Kehalusan seluruhnya tembus		
Ayakan 6.7 mm	0%	maks. 5%
Sisa di atas 4.75 mm	maks. 15%	maks. 20%
Sisa di atas 0.106 mm	tidak retak	tidak retak
2. Ketetapan bentuk		
a. Susunan kimia $\text{CaO} + \text{MgO}$ aktif (setelah dikorelasi dengan SO_3)	min. 65%	min. 5%
b. CO_2	maks. 6%	maks. 6%
c. Kadar air bebas	maks. 15%	maks. 15%

Referensi : PUBI- 1982

11 . Kegunaan Kapur

Kegunaan kapur atau batu kapur sebagai berikut :

- a. Sebagai perekat
- b. Sebagai batu kapur, dipecah atau digiling
- c. Untuk hidrolisasi
- d. Bahan absorpsi
- e. Pelarut / solvent
- f. Untuk netralisasi
- g. Sebagai flokulan
- h. Sebagai bahan pelebur (fluk)
- i. Sebagai pelumas
- j. Bahan dihidrasi (penyerap air)
- k. Industri Soda (bahan koustik)

12 . Kapur Bangunan

Penggunaan kapur dalam bidang bahan bangunan, seperti terlihat pada kelompok 1 diatas, terutama dalam bentuk kapur padam (Ca (OH)_2), yang terutama sebagai perekat, untuk adukan, plesteran, atau untuk memantapkan badan jalan (stabilitas tanah).

Dalam pembuatan adukan dengan kapur sebagai perekat, jika ingin kuat, sebaiknya ditambahkan campuran bahan yang bersifat pozolan, yaitu ubahan yang mengandung silika yang amorph.

13 . Kapur Pemutih

Kapur pemutih, ialah kapur untuk memulas tembok /melebur tembok. Kapur ini tidak lain adalah kapur padam. Untuk membuat kapur pemutih yang baik, biasanya dilakukan pemadaman secara basah, yang secara sadar atau tidak sebenarnya akibat pemadaman cara basah ini akan terjadi pemadaman yang lebih sempurna dibanding dengan cara pemadaman kering (lihat uraian pemadaman kapur).

Bubur kapur cair itu, setelah dingin, dipakai sebagai cat air, untuk melebur tembok atau lainnya agar putih warnanya.

Cara yang lebih baik, untuk membuat kapur pemutih yang lebih tahan luntur, dibuat sebagai berikut :

Kasein 5 pon (1b)	= 2,26 Kg
Tri Na Posphat 3 pon (1b)	= 3,36 kg
Pasta kapur padam 8 galon	= 3,6 liter

14 . Kapur Hidrolis

Kapur hidrolis adalah kapur kalsium yang mengandung lempung cukup tinggi, sehingga bila dibakar, kemudian dipadamkan, dan dicampur air, akan mengeras. Kapur hidrolis dapat dibuat, dengan cara pembakaran bersama-sama, antara batu kapur dan lempung, kurang lebih 70% batu kapur tambah 30% tanah liat/lempung. Hasil bakaran, digiling bersama, sampai halus, akan menjadi campuran kapur tohor dan gilingan tanah liat tadi.

Campuran ini bila diberi air, akan mengeluarkan panas, karena kapur tohornya padam dulu, dan setelah itu baru akan mengeras, bereaksi dengan bubuk tanah liat tadi yang tidak lain adalah pozolan buatan.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

GIPS/GIPSUM

A. Pengertian Gips

Gips (Gypsum) merupakan batuan sedimen yang terbentuk dengan proses kimia di alam. Adanya kapur yang larut didalam air atau tanah, dan adanya sulfat, maka akan terjadi senyawa baru membentuk CaSO_4 . Oleh karena itu biasanya endapan dari pada garam ini, biasanya merupakan tempat dimana semua ada larutan batu kapur dan adanya sulfat, terutama bekas laut yang mengering.

Pembentukan yang semula hanya bentuk kecil semacam jarum, kemudian menyatu, memadat membentuk semacam batu lunak, selunak kuku jari manusia.

Bila ini telah membentuk batuan yang padat, ada dua kemungkinan bentuknya, yaitu bewarna putih pudar, disebut Gips putih, atau Gips alba, dan satu bentuk lagi berupa batuan bening berlapis – lapis dan dapat dibelah tipis (seperti lembaran mika), disebut Gips maria.

Gips Alam dengan rumus kimia secara lengkap adalah $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Bila batuan ini terkena panas mulai di atas 45°C , molekul air yang terikat itu mulai dapat menguap, dan menguap secara keseluruhan sehingga tinggal berumus CaSO_4 , yang disebut Gips anhidrid (gips tanpa air).

Dilihat dari sifat dan cara terbentuknya itu maka endapan Gips di alam kita ini, termasuk jarang, dan yang ada endapan yang besar ialah didaerah daratan yang semula (dahulunya) merupakan laut atau danau yang telah mengering, misalnya endapan gips itu terdapat dalam jumlah yang besar diwilayah negara bagian California A.S. dan di daerah laut mati di Timur Tengah.

Gips yang terdapat di California berupa batuan gelas maria, dan sebagian telah menguap air. Hasilnya menjadi gips anhidrid. Endapan gips di

Indonesia, dapat dikatakan tidak ada, walaupun terdapat gips di suatu daerah, misalnya di sekitar Gunung Kromong Palimanan Cirebon adalah merupakan gips yang tumbuh, apabila sengaja digali atau dicari di tempat itu, kita tidak mendapatkan dalam jumlah yang besar.

B. Sifat Gips

Bila Gips dipanasi lebih dari 45°C air hablurnya akan mulai dapat menguap, Karena menguapnya air hablur tadi, rupa yang semula cerah atau bening akan memudar menjadi putih pudar.

Air hablur ini akan menguap seluruhnya bila pemanasan mencapai 200°C dan akan membentuk gips anhidrida CaSO_4 , bila telah menjadi gips anhidrida, sifatnya untuk kembali menjadi Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ akan lambat sekali, tapi bila pemanasannya tidak mengakibatkan semua hablurnya hilang, ia akan cepat menarik air itu untuk kembali ke keadaannya semula.

Dengan adanya sifat ini, maka gips tadi dapat dimanfaatkan sebagai bahan perekat hidrolis. Untuk membuat gips yang mudah menarik air kembali, pemanasan dilakukan tidak lebih dari 150°C , sehingga akan terbentuk gips dengan $1/2$ air hablur, yaitu yang disebut gips hemihidrat.

C. Cara Pembuatan Gips Perekat

Batuan gips yang asli dari alam, biasanya agak liat jika digiling biasa. Untuk lebih mudah menggilingnya, ia perlu dipanasi dulu kurang lebih 60 atau 65°C lalu giling membentuk tepung. Tepung ini kemudian dipanggang dalam tromol yang berputar sambil kulit tromol ini dipanasi.

Untuk pemanggangan dengan cara kecil (skala produksi kecil) dapat juga dengan cara menggoreng diatas plat datar sambil dipanasi, dan sambil diaduk – aduk. Tetapi dengan cara ini, untuk mengawasi suhu pada tepung gipsnya lebih sulit. Bila dengan tromol pengukuran suhu didalam tromol itu lebih mudah diawasi misalnya dengan menggunakan thermometer, yang ditempatkan diruan tromol.

Suhunya harus dijaga jangan sampai melampaui 170°C agar air hablurnya dalam tepung gips tidak terlepas semua.

Setelah suhu tetap dan pemanggangan kurang lebih berlangsung 1 jam, tepung gips tadi diangkat lalu disimpan dalam tempat yang bebas dari basah atau kelembaban udara.

Tepung gips ini dihaluskan lagi sampai mencapai kehalusan melampaui ayakan 170 mesh dan disimpan dalam tempat yang tertutup rapat. Tepung gips hasil bakaran itu, bila dicampur air atau terkena lembab akan meneras. Bila pembakaran cukup baik tepung itu akan mengeras dalam waktu 5 atau 10 menit.

D. Pemakaian Gips

a. Dalam bentuk asli dari alam atau batuan

Dalam bentuk asli dengan rumus $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ baik yang dari alam itu dibuat (hasil tambahan pabrik kimia, atau sengaja dibuat dari air laut), sebagian besar dipakai dalam pembuatan semen portland.

b. Dalam bentuk hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$)

- 1) Kegunaan gips ini banyak sekali antara lain : Dibuat cetakan untuk membentuk benda keramik
- 2) Untuk dicetak dibentuk hiasan, patung, dll
- 3) Dibiidang kesehatan dipakai untuk :
 - a) Tepung pembalut apabila seorang pasien mendapat patah tulang dimana bagian yang harus disambung harus tetap letaknya sehingga perlu dibalut keras.
 - b) Sebagai penambal gigi, ang bersifat sementara
 - c) Sebagai cetakan gigi
- 4) Sebagai perekat hidrolis untuk pembuatan elemen bangunan, misalnya tepung gips tadi dicampur serat atau *pulp*, dijadikan lembaran untuk digiling, langit – langit dan lain – lain ang disebut gypsum board.
- 5) Sebagai adukan plesterran, untuk dinding didalam rumah.

- 6) Sebagai perekat dalam pembuatan kapur tulis. Pemakaiannya dicampur dengan tepung batu kapur atau tepung tanah putih (kaolin), agar kapur tulisnya tidak terlalu keras.
- 7) Dalam pembuatan tahu, dipakai juga sedikit gips ini, sebagai bahan pengental dari sari kedelai yang telah dimasak, agar tahu yang dihasilkan tidak terlalu lembek.

Karena gips yang dapat larut dalam air, maka penggunaan elemen bangunan atau perekat gips, tidak baik untuk konstruksi diluar yang akan terkena hujan, atau untuk konstruksi yang akan terjamah air.



Gambar 17 Gips Selenit



Gambar 18. Gips Monokrysztal

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6

POZOLAN/TRAS

A. Pengertian Pozolan/Tras

Tras berasal dari kata tera yang berarti tanah. Tras berasal dari batu-batuan kawah yang mengalami proses pelapukan karena cuaca, di Indonesia dapat dipastikan tempat-tempat dimana di dapat tras adalah berdekatan dengan tempat-tempat dimana terdapat endapan- endapan batu kawah yang berasal dari gunung berapi.

Tras merupakan bahan adukan untuk pasangan tembok atau beton yang memiliki sifat hidrolisis yang pertama ditemukan orang sebelum adanya sement Portland.

Bahan ini pertama kali dikenal di Yunani berupa bahan mineral yang bila dicampur dengan kapur padam dan air akan mengeras.makin lama campuran tersebut berada dalam kkeadaan basah makin meningkat parasnya sampai mencapai pengerasan yang sempurna.

Endapan tras alam di Indonesia , terutama di Pulau Jawa yang sejak zaman penjajahan Belanda telah dikenal, ialah endapan tras Negrak (sebelah Timur Bandung); endapan tras Klumpit, di kaki G. Muria (utara Pati, Jateng),dikenal sebagai tras Muria; endapan tras Wlingi sebelah timur Blitar Jatim, dikenal sebagai tras Wlingi

Nama pozolan memang di kenai di dunia tapi dalam bidang IP mengenai bahan-bahan perekat lebih banyak di pakai nama pozolan daripada tras dan nama pozolan ini dipakai sebagai nama Internasional, bagi suatu bahan mineral yang bila dicampur dengan kapur padam dan air menjadi keras baik bahan mineral itu berasal dari alam atau bahan mineral buatan.

B. Sifat-sifat tras

1. Bersifat hidrolik yang tetap
2. Tidak berubah sifat bila di campuran
3. Tidak mengeras bila dicampur dengan air karena tidak termasuk bahan pengikat, hanya sebagai penambah

4. d. Bila di campur dengan kapur akan terjadi pengikatan atau pengerasan membentuk silikat yang stabil

C. Jenis-jenis tras

Menurut kelompok asalnya

a. Tras alam

Tras alam berasal; dari bahan Vulkanis dan termasuk tanah diatome. Tras dari bahan vulkanis terdiri dari tuffa yang terjadi dari endapan gunung api yang banyak mengandung gelas.

Tras alam juga terjadi dari lapukan gelas alam misalnya lapukan batuan obsidian. Warna tras alam tidak dapat dipakai sebagai pengenal karena warnanya dipengaruhi oleh besi yang terkandung di dalamnya. Tras yang berasal dari lapukan batuan adesi atau basal berwarna tua. Tras yang berasal dari lapukan gelas alam berwarna putih.

b. Tras buatan

1. Bakaran Tanah Liat atau Serpihan

Dikenal dengan sebutan “semen merah”. pemakaian semen merah yang umumnya dari gilingan pecahan bata dipakai sebagai campuran adukan untuk pemasangan tembok. Dengan perbandingan 1 kapur padam + 1 semen merah + 3 pasir.

Semen merah yang baik seharusnya betul-betul memiliki sifat yang aktif dapat bereaksi dengan kapur, artinya harus mengeras bila dicampur dengan air dan kapur padam. Sifat ini akan dimiliki apabila semen merah itu berasal dari bahan bakaran tanah liat yang baik (suhu pembakaran antara 800-900°C) dan digiling halus. Dengan kata lain untuk membuat semen merah yang baik maka pembakaran harus cukup tinggi, giling halus dan perlu diuji sifat aktifnya dengan kapur.

2. Sisa Pembakaran Batu Merah

Pada industry yang menggunakan batu bara akan tersisa lelehan batu bara yaitu bahan semacam gelas yang banyak mengandung silica. Pada abu terbang (fly ash) yang berasal dari gilingan batu bara sebagaibahan bakar akan terjadi abu yang sangat halus antara 2000-50000 cm^2/gram .

3. Terak tanur tinggi

Terak tanur tinggi yang di serbukkan kadang dinyatakan sebagai benda yang memiliki sifat pozolan. Meskipun demikian benda ini memilki sifat seperti semen hidrolisa biasa. Pembuatanny dengan cara menumpahkan terak tanur tinggi yang masih pijar dan cair ke dalam air sehingga susunan terak ini tetap yakni tersusun dari senyawa amorph, calcium aluminium silikat.

D. Penggunaan Tras

1. Pemakaian Tras dalam Pembetonan

Telah umum dipakai tras sebagai campuran did lam beton. Tras yang telah dicampur dengan semenmenjadi Portland semen atau campuran yang dilakukan sewaktu dalam pengadukan beton

Pemakaian pozolan ini banyak member keuntungan , diantaranya:

- a. Kemampuan dikerjakan atau kelecakan beton yang dibuat dari adukan ini menjadi lebih baik karena pozolan pada umumnya memiliki partikel yang halus.
- b. Suhu hidrasi beton yang lebih rendah karena sebagian dari jumlah semen diganti oleh pozolan. Beton untuk konstruksi yang tebal biasanya menggunakan campuran ini agar panas beton tidak terlalu tinggi bila dibandingkan dengan beton tanpa pozolan.
- c. Beton menjadi lebih tahan gangguan sulfat yang merusak serta lebih rapat air.
- d. Beton menjadi lebih tahan terhadap pengaruh reaksi antar agregat dan alkali dalam semen

Pada beton yang agregatnya reaktif terhadap alkali karena agregat itu terbentuk dari gumpalsilikat yang amorph. Butiran agregat ini bila segmennya mengandung alkali cukup tinggi dapat mengakibatkan reaksi membengkak menimbulkan desakan sekeliling agregat itu yang dapat memecahkan atau meretakkan beton.

Reaksi antar agregat itu akibat terbentuknya selikat jel diantar butiran. Bila kepada beton diberi serbuk pozolan serbuk pozolan itu akan menangkap lebih dahulu alkali dari semen sehingga tidak terjadi reaksi setempat yang menyerang agregat yang aktif.

f. Untuk adukan

Telah ditemukan terlebih dahulu bahwa tras terutama dipakai sebagai bahan untuk campuran adukan dengan kapur. Pada umumnya tras yang ditambahkan tergantung dari jenis semen portlandnya antar 10 atau 30%. Semen Portland yang diperdagangkan dengan campuran pozolan ini harus ditulis pada kemasannya mengemai perbandingan itu. Misalnya Tras Semen 90:10, berarti terbuat dari 90% PC+10% tras.

Disamping penggunaan tras alam untuk adukan sejak tahun 1952 tras alam dikembangkan untuk pembuatan bata tras kapur. Bata tras kapur sejenis tanah stabilisasi (bata tanah mantap).

KEGIATAN PEMBELAJARAN 7

PLESTERAN DAN ACIAN

A. Tujuan Pembelajaran

Dengan diberikan modul tentang penjelasan pekerjaan plesteran dan acian ini, guru dapat mengetahui dan memahami campuran bahan, penggunaan alat serta ketentuan-ketentuan dalam mengerjakan pekerjaan plesteran dan acian pada dinding yang disyaratkan SNI 2837-2008 agar mendapatkan hasil kerja yang baik dalam bentuk horizontal dan vertikalnya.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Guru dapat mengetahui dan memahami tentang plesteran serta acian.
2. Guru dapat mengetahui dan memahami tentang bahan plesteran serta acian yang sesuai dengan spesifikasi teknis dan persyaratan yang berlaku (SNI 2837-2008).
3. Guru dapat mengetahui, memahami dan menganalisis tentang baik campuran maupun kebutuhan bahan yang digunakan untuk plesteran serta acian yang sesuai dengan spesifikasi teknis dan persyaratan yang berlaku (SNI 2837-2008).
4. Guru dapat mengetahui dan memahami tentang peralatan pekerjaan plesteran serta acian yang sesuai dengan spesifikasi teknis dan persyaratan yang berlaku (SNI 2837-2008).
5. Guru dapat mengetahui dan memahami tentang langkah kerja plesteran serta acian yang sesuai dengan spesifikasi teknis dan persyaratan yang berlaku (SNI 2837-2008).
6. Guru dapat mengetahui dan memahami tentang langkah kerja plesteran serta acian yang tahapan pelaksanaannya berkaitan dengan Kesehatan dan Keselamatan Kerja serta ramah terhadap lingkungan hidup.
7. Guru dapat mengevaluasi pelaksanaan pekerjaan plesteran sesuai dengan ketentuan yang berlaku (SNI 2837-2008) dan gambar kerja.

C. Uraian Materi

1. Defenisi

Istilah plesteran mungkin telah sering anda didengar. Bahkan mungkin anda sudah paham betul tentang fungsi dan cara pengerjaannya. Plesteran sangat identik dengan dinding atau tembok, saluran air, dan talut. Plesteran adalah suatu proses dalam pekerjaan konstruksi batu dan beton yang terdiri dari pekerjaan menempatkan atau merekatkan bahan berupa campuran semen+pasir+air terhadap suatu bidang kasar yang bertujuan membuat permukaan suatu bidang menjadi rata.

Plesteran juga dapat diartikan sebagai pelapis baik itu lantai atau dinding tembok dengan adukan semen+(Portlan Cement)+air sehingga plesteran digunakan untuk menutup pasangan dinding atau tembok. Dalam pengertian lain, plesteran adalah suatu lapisan sebagai penutup permukaan dinding baik luar atau dalam bangunan dari pasangan bata dengan fungsi sebagai perata permukaan, memperindah dan memperkedap dinding. Dapat disimpulkan bahwa plesteran merupakan penutup dinding yang terdiri dari bahan semen +air+pasir. Permukaan dinding baik berupa dinding batu bata, batako dan dinding bata ringan dapat ditutup dengan plesteran di bagian luarnya.

Pekerjaan plesteran merupakan pekerjaan menutup pasangan bata dengan adukan plester sehingga akan diperoleh:

- a. Bidang muka tembok yang rata dan halus
- b. Bidang muka tembok yang lurus dan vertikal (tegak)
- c. Bidang muka tembok yang sewarna (tidak kelihatan kelainan warna dari bata, dan adukan)
- d. Tambahan kekuatan tembok

Pekerjaan plesteran dilakukan untuk mendapatkan kekuatan tambahan baik lantai atau dinding, selain itu untuk plesteran juga dapat memperlihatkan kerapihan dan keindahan dinding setelah dipasang bata atau lantai setelah pemadatan tanah. Penerapan umum dari plesteran ditujukan untuk meningkatkan penampilan permukaan dan secara

konstruktif juga ditujukan untuk melindungi bidang dari cuaca seperti hujan, panas dan lainnya. Bahan plesteran yang umum digunakan adalah menggunakan mortar yang juga sering disebut dengan plesteran.

Tujuan pekerjaan plesteran diantaranya adalah

- a. Membuat permukaan sebuah dinding lebih rapi, lebih bersih dan juga keindahan eksterior bangunan
- b. Melindungi permukaan dari pengaruh cuaca dan iklim
- c. Menutupi kerusakan-kerusakan dinding atau bidang yang ditutupi
- d. Menutupi kualitas bahan yang kurang baik pada pasangan bata
- e. Sebagai dasar yang baik untuk proses pengecatan pada dinding
- f. Dapat memperkecil penempelan debu pada dinding dibandingkan dengan debu yang langsung menempel pada pasangan batu bata tanpa plesteran
- g. Mempermudah pembersihan pada dinding

2. Jenis-Jenis Plesteran

Secara umum jenis plesteran dibagi menjadi 3, yaitu:

- a. Plesteran kasar,
Plesteran kasar yaitu plesteran yang dilakukan untuk jenis pekerjaan pondasi yang nantinya diurug dengan perbandingan 1semen : 8ps
- b. Plesteran setengah halus,
Pekerjaan plesteran halus biasanya digunakan untuk pekerjaan kamar mandi, lantai dan lapangan olahraga.
- c. Plesteran halus,
Plesteran halus merupakan plesteran yang umumnya digunakan sebagai plesteran dinding atau lantai.
Berdasarkan bahan yang digunakan, plesteran dibagi menjadi 3 jenis juga, yaitu:
- d. Plester semen atau Mortar Semen:
Bahan yang digunakan dalam plesteran ini adalah adukan antara pasir dengan semen sehingga sering disebut orang dengan plesteran semen (mortar semen). Perbandingan campuran pasir dengan semen pada

jenis ini tergantung kepada fungsi pemakaian plesterannya. Komposisi atau campuran yang sering dipakai adalah

- 1) 1 semen : 3 pasir
- 2) 1 semen : 4 pasir
- 3) 1 semen : 5 pasir

Pencampuran adukan dibuat dengan terlebih dahulu mencampur pasir dan semen sesuai komposisi, dicampur secara merata kemudian diaduk dengan air sesuai dengan kekenyalan dan keliatan yang dibutuhkan. Air yang dicampurkan tidak boleh terlalu banyak karena akan menyebabkan campuran menjadi cair sehingga sulit ditempelkan ke dinding demikian juga jika air terlalu sedikit adukan akan terlihat kering dan juga sangat sukar menempel ke dinding. Ikatan campuran ini tidak akan bagus. Waktu maksimum pemakaian dari adukan yang baik adalah maksimal 30 menit setelah pengadukan campuran.

e. Plester kapur

Plesteran kapur (mortar kapur) terdiri dari bahan kapur sebagai campuran dalam pembuatannya dimana perbandingan komposisinya adalah 1 kapur : 1 pasir. Jenis plesteran ini sangat jarang digunakan. Plesteran kapur umumnya digunakan di daerah tertentu yang banyak terdapat bahan kapur. Sebagai bahan adukan mortar untuk plesteran, penggunaan kapur harus mengikuti syarat teknis. Kapur harus memiliki ukuran butiran yang seragam. Pengolahannya harus dilakukan secara mekanis sehingga didapatkan ukuran butir yang seragam. Ukuran yang diijinkan tidak boleh terlalu banyak mengandung ukuran butiran halus. Secara fisik kapur yang dipergunakan harus bersih dari kandungan lainya, berbutir tajam dan tidak tercampur oleh zat kimiawi lainnya. Kapur yang baik untuk plesteran adalah kapur yang berlemak dan tidak banyak mengandung serpihan. Kapur yang kurang berlemak dan banyak mengandung serpihan biasanya cepat membuat permukaan plesteran menjadi rusak seperti kusam dan juga dapat menimbulkan retakan-retakan. Pencampuran dengan semen harus menggunakan air yang bersih. Plesteran dengan kapur ini harus

ditambahkan semen untuk meperkuat ikatan plesterannya. Pekerjaan ini biasa dilakukan sehingga jenis plesteran kapur ini agak sedikit boros.

f. Plester Tanah Liat

Jenis plesteran tanah liat sering digunakan secara tradisional. Pekerjaan plesteran tanah liat tidak jauh bedanya dengan bagaimana mengolah tanah liat menjadi batu bata. Dalam pelaksanaan pekerjaan plesteran ini, tanah liat dicampur dengan jerami yang sudah dihaluskan. Pada daerah tertentu, plesteran tanah liat juga dicampurkan dengan kotoran sapi. Proses pengerjaan pencampuran dilakukan dengan mengadukan secara basah antara tanah liat dengan jerami halus atau kotoran sapi. Kemudian, selama 7 hari adukan dibiarkan secara terbuka dan disiram secara berkala dan *Continue*. Jika saat pelaksanaan pekerjaan memplester telah tiba, plesteran adukan diambil dan kemudian dicampur dengan air sesuai dengan kelekatan dan keliatan yang diinginkan saat plesteran.

Menurut fungsi dari plesteran tersebut, plesteran dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu:

a. Plesteran kedap air

Plesteran ini digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang konstruksinya berhubungan langsung dengan air, contoh : dinding kamar mandi, plesteran dinding, lantai kolam dan saluran air. Perbandingan campurannya adalah 1semen : 3 pasir.

b. Plesteran non kedap air

Plesteran non kedap air sering digunakan untuk pekerjaan konstruksi yang tidak berhubungan langsung dengan air, contoh: plesteran dinding rumah dan lantai rumah.

3. Campuran Plesteran

a. Plesteran 1 semen : 4 pasir, tebal 15 mm

Standarnya, Ketebalan plesteran yang digunakan untuk rumah tinggal adalah 15 mm. Perbandingan campuran plesteran bisa disesuaikan dengan peraturan SNI 2837- 2008, Mengerjakan plesteran dengan perbandingan 1 semen : 4 pasir seluas 1 m² membutuhkan semen 6,24 kg dan pasir 0,024 m³. Apabila anda mempunyai dinding dengan panjang 10 m dan tinggi 5 m, maka dapat dihitung volume campuran plesteran sebagai berikut.

$$\text{Luas dinding} = 10 \times 5 = 50 \text{ m}^2$$

$$\text{Satu sak semen} = 50 \text{ kg}$$

$$\text{Volume semen} = 6,24 \times 50 = 312 \text{ kg} = 312/50 = 6,24 \approx 7 \text{ sak semen.}$$

$$\text{Volume pasir} = 0,024 \times 50 = 1,2 \text{ m}^3$$

b. Plesteran 1 semen : 5 pasir, tebal 15 mm

Plesteran dengan perbandingan 1 semen : 5 pasir dalam 1 m² membutuhkan semen 5,18 kg dan pasir 0,026 m³ sesuai dengan SNI 2837-2008. Jika anda mempunyai dinding dengan panjang 10 m dan tinggi 5 m, maka dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Luas dinding} = 10 \times 5 = 50 \text{ m}^2$$

$$\text{Satu sak semen} = 50 \text{ kg}$$

$$\text{Volume semen} = 5,18 \times 50 = 259 \text{ kg} = 259/50 = 5,18 \approx 6 \text{ sak semen.}$$

$$\text{Volume pasir} = 0,026 \times 50 = 1,3 \text{ m}^3$$

c. Plesteran 1 semen : 6 pasir, tebal 15 mm

Menurut SNI 2837-2008, untuk mengerjakan plesteran seluas 1 m², dibutuhkan semen sebanyak 4,42 kg dan pasir 0,027 m³. Jika anda mempunyai dinding dengan panjang 10 m dan tinggi 5 m, maka dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Luas dinding} = 10 \times 5 = 50 \text{ m}^2$$

$$\text{Satu sak semen} = 50 \text{ kg}$$

$$\text{Volume semen} = 4,42 \times 50 = 221 \text{ kg} = 221/50 = 4,42 \approx 5 \text{ sak semen}$$

$$\text{Volume pasir} = 0,027 \times 50 = 1,35 \text{ m}^3$$

Semakin sedikit jumlah pasir, maka semakin kuat ikatan antar bahan dalam adukan pada dinding yang diplester.

4. Langkah Pekerjaan Plesteran

Ada beberapa tip dalam melaksanakan pekerjaan plesteran supaya menghasilkan dinding tembok yang bagus.

- a. Melakukan pemasangan dinding dengan bagus, tegak dan datar
- b. Memberikan waktu jeda antara selesainya pemasangan batu bata dengan pekerjaan plesteran
- c. Membuat kepala plesteran terlebih dahulu untuk mengatur kedataran
- d. Tunggu beberapa saat sebelum melakukan acian dinding agar hasilnya bisa bagus.
- e. Area pemasangan keramik tidak perlu diplester dahulu, cukup menempelkan adukan lalu memasang keramik pada posisi yang pas.

Pekerjaan pemasangan plesteran tembok atau dinding harus memenuhi beberapa syarat, diantaranya adalah:

- a. Permukaan plesteran harus horizontal dan vertikal
- b. Ketebalan plesteran minimum yaitu, 11 mm dan maksimum 16 mm.
- c. Tidak terjadi retakan-retakan pada plesteran

Tiga syarat yang disebutkan sebelumnya merupakan ketentuan-ketentuan dalam menghasilkan plesteran yang bagus. Sering sekali ditemukan, seorang tukang tidak tahu teori dalam memasang plesteran. Mereka hanya bekerja berdasarkan kebiasaan sehingga hasil yang didapatkan asal-asalan. Kesalahan yang biasa ditemukan adalah kurangnya penyiraman pada permukaan dinding sebelum di plester sehingga berakibat pada retak-retak bahkan plesteran dan kurang melekat. Pada kesalahan lain juga ditemukan bahwa plesteran tidak rata secara horizontal dan vertikal.

Pekerjaan plesteran dinding memang merupakan pekerjaan yang mudah, namun memerlukan perhatian dan metode cara plesteran dinding yang baik sehingga dapat dihasilkan pekerjaan plesteran yang baik, rata dan rapi. Sebelum mengerjakan pekerjaan plesteran, terlebih dahulu anda harus menyiapkan alat dan alay. Alat yang digunakan diantaranya:

- a. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur dan menentukan tebal plesteran

- b. Benang

Benang adalah alat yang berguna untuk mengontrol tebal plesteran dalam semua jarak dinding yang akan diplester.

c. Roskam kayu atau Roskam besi

Roskam merupakan alat untuk meratakan permukaan plesteran secara menyeluruh baik horizontal dan vertikal namun belum dalam hasil akhir.

d. Jidar aluminium atau jidar kayu kaso.

Mendapatkan hasil akhir yang rata secara vertikal dan horizontal dapat dilakukan dengan alat jidar aluminium atau jidar kayu kaso.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pekerjaan plesteran dinding yaitu:

a. kawat ayam

Kawat ayam biasanya digunakan pada plesteran yang memerlukan perkuatan khusus atau pada plesteran dengan ketebalan lebih dari 3 cm.

b. Air

Air adalah bahan untuk membuat adukan plesteran.

c. Semen

Semen adalah bahan perekat untuk membuat adukan plesteran.

d. Pasir

Pasir adalah agregat dalam membuat adukan plesteran.

Pelaksanaan pekerjaan plesteran dapat dibagi atas 3 lapis utama, yaitu:

a. Lapis pertama

Lapisan ini berukuran tebal 3 mm, dari campuran semen-pasir yang encer dan berfungsi untuk menyeragamkan permukaan dinding, pelekatan badan plesteran dan mengurangi penyusutan.

b. Lapis kedua

Lapisan kedua ini disebut dengan badan plesteran setebal 6-10 mm. Campuran semen-pasir ini adalah campuran plastis yang berfungsi untuk mengatur kerataan permukaan dinding.

c. Lapis ketiga

Lapisan dengan tebal 2 mm ini terbuat dari pasta semen. Adukan untuk plesteran ini dapat juga ditambah dengan pasir halus. Lapisan ini

mempunyai fungsi sebagai penghalus permukaan dan pelindung dari pengaruh cuaca.

Pada umumnya, plesteran harus segera dilakukan setelah adukan mencapai waktu paling lama 2,5 jam sejak mulai dicampur. Adukan harus diaduk berulang-ulang selama masa pelaksanaan untuk menjaga homogenitas dan kemudahan pengerjaannya.

Pekerjaan plesteran lapis demi lapis yang telah dijelaskan di atas memiliki tenggang waktu. Tenggang waktu antar lapisan harus diberikan sampai lapisan sebelumnya cukup keras dan stabil, terutama untuk lapisan badan (lapis kedua). Lapisan akhir dikerjakan minimal 7 (tujuh) hari setelah lapisan sebelumnya dikerjakan.

Persyaratan pembuatan adukan menggunakan mixer adalah selama 3 menit dan memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a. Plesteran 1 semen : 2 pasir.

Pelesteran ini digunakan pada bidang kedap air, dinding atau lantai beton, pasangan batu bata yang langsung berhubungan dengan udara luar, dan semua pasangan batu bata yang berada 30 cm dari permukaan lantai. Plesteran ini juga digunakan pada dinding 160 cm dari permukaan lantai yang biasanya untuk kamar mandi, WC atau toilet dan daerah basah lainnya.

b. Standarnya, pada berbagai kondisi campuran 1 semen : 4 pasir sudah cukup.

c. Semua jenis adukan plesteran disiapkan harus dalam kondisi belum mengering. Jarak waktu adukan atau pencampuran diusahakan agar tidak melebihi 30 menit dengan pemasangannya terutama untuk adukan kedap air.

Beberapa ketentuan dalam pekerjaan plesteran, yaitu:

a. Pekerjaan plesteran dinding hanya dilakukan setelah selesai pemasangan instalasi pipa, listrik dan plumbing.

b. Sebelum diplester permukaan beton harus dibersihkan dari sisa-sisa bekisting dan kemudian diketrek (scrath) terlebih dahulu dan semua lubang-lubang bekas pengikat bekisting harus tertutup dengan adukan plester.

- c. Pada dinding yang tertanam di dalam tanah dipakai campuran spesi kedap air 1 semen : 2 pasir.
- d. Kepala plesteran yang dibuat, pasangannya dipasang tegak dan menggunakan keping-keping plywood untuk patokan kerataan bidang.
- e. Ketebalan plesteran harus rata dengan permukaan kolom. Tebal plesteran maksimum 3 cm, jika ketebalan melebihi 3 cm, bidang yang diplester harus diberi kawat ayam untuk membantu dan memperkuat daya lekat.
- f. Toleransi lengkung atau cembung bidang tidak melebihi 5 mm untuk setiap jarak 2 m.
- g. Kelembaban plesteran harus dijaga sehingga pengeringan berlangsung alami dengan membasahi permukaan plesteran sesuai kebutuhan.

Ada beberapa cara atau metode melakukan pekerjaan plesteran dinding yang baik. Cara I dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- a. Pasanglah dinding batu bata atau batako agar kedudukan plesteran itu ada. Diamkan minimal selama 1 hari.
- b. Siram permukaan dinding tadi dengan air sampai basah atau rata-rata dalam kondisi jenuh air.
- c. Lakukan pembuatan adukan plesteran sesuai dengan perbandingan material yang direncanakan.
- d. Tentukan tebal plesteran dengan menancapkan paku maksimal panjang 2" pada permukaan cembung tersebut. Ikuti tebal ukurannya pada setiap titik yang cekung.
- e. Lakukan pemasangan benang pada paku ke paku untuk menentukan horizontal dan vertikalnya bidang yang akan diplester dengan melihat permukaan yang cembung.
- f. Buat kepala plesteran dengan memplester alur paku yang terikat benang tersebut. Diamkan selama 1 hari
- g. tentukan letak instalasi mekanikal elektrik yang tertanam dalam plesteran, pastikan instalasi sudah terpasang semua agar tidak terjadi pekerjaan bobok pasang dikemudian hari.

- h. Lakukan pekerjaan plesteran dengan sendok spesi dibantu dengan ruskam. Penggunaan ruskam dilakukan jika plesteran agak sedikit kering permukaan atau jenuh.
- i. mengecek rataannya secara vertikal dan horizontal dengan menggunakan alat jidar.
- j. Lakukan penyiraman selama kurang lebih 7 hari agar tidak terjadi keretakan dinding.

Cara II yang sering dikerjakan adalah sebagai berikut:

- a. Persiapkan bahan dan peralatan;
- b. Rencanakan dan tentukan komposisi campuran untuk setiap lapisan berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan.
- c. Basahi permukaan dinding secara merata
- d. Plesterkan lapisan kampret sampai rata sesuai dengan campuran yang telah ditentukan
- e. Lemparkan plesteran dengan menggunakan sendok spesi ke bidang yang akan diplester
- f. Ratakan permukaan ruskam
- g. Jika terdapat lubang-lubang, lakukan pengisian kembali dengan adukan. Padatkan tanpa melempar dan ratakan dengan ruskam lagi.
- h. Lakukan Finishing terakhir dengan meratakan permukaan plesteran secara skala besar. Gunakan jidar dalam proses ini.

Cara III dalam melaksanakan pekerjaan plesteran dapat diurutkan sebagai berikut.

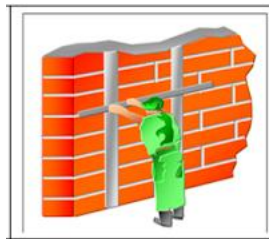
- a. Persiapan
 - 1) Membuat *shop drawing* (gambar kerja)
 - 2) Mempelajari gambar kerja
 - 3) Menyetujui dan menghitung material yang akan digunakan.
 - 4) Mempersiapkan lahan kerja.
 - 5) Menyiapkan material, yaitu: semen, pasir dan air.
 - 6) Menyiapkan alat kerja, antara lain: waterpass, meteran, unting unting, rol perata, raskam dan benang.
- b. Pelaksanaan Kerja

- 1) Lakukan penyiraman atau curring terlebih dahulu pada permukaan dinding bata atau bidang yang akan dipester untuk menghindarkan keretakan.



Gambar 19 Penyiraman Dinding
Sumber: Edwin, 2014

- 2) Buat adukan untuk plesteran.
- 3) Buat kepala plesteran dengan jarak sekitar 1 m dan lebar 5 cm menggunakan unting-unting dengan cara melot.



Gambar 20 Pembuatan Kepala Plesteran
Sumber: Edwin, 2014

- 4) Biarkan selama satu hari
- 5) Lalu lekatkan adukan plesteran pada permukaan dinding kemudian ratakan dengan raskam, kemudian ratakan dengan rol perata.
- 6) Ratakan plesteran dengan acuan kepala yang telah dibuat.

Cara IV mengerjakan pekerjaan plesteran dapat diurutkan sebagai berikut.

- a. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan
- b. Pasang benang-benang dibagian tepi dari bidang muka tembok
- c. Usahakan benang-benang tersebut menghasilkan bidang yang tegak dan rata untuk tebal plesteran ± 1 cm
- d. Buatlah di tempat-tempat tertentu di bawah benang-benang bulatan-bulatan plesteran dengan sisi-sisi 5-10 cm². Jarak bulatan atau persegi sama dengan panjang bilah perata

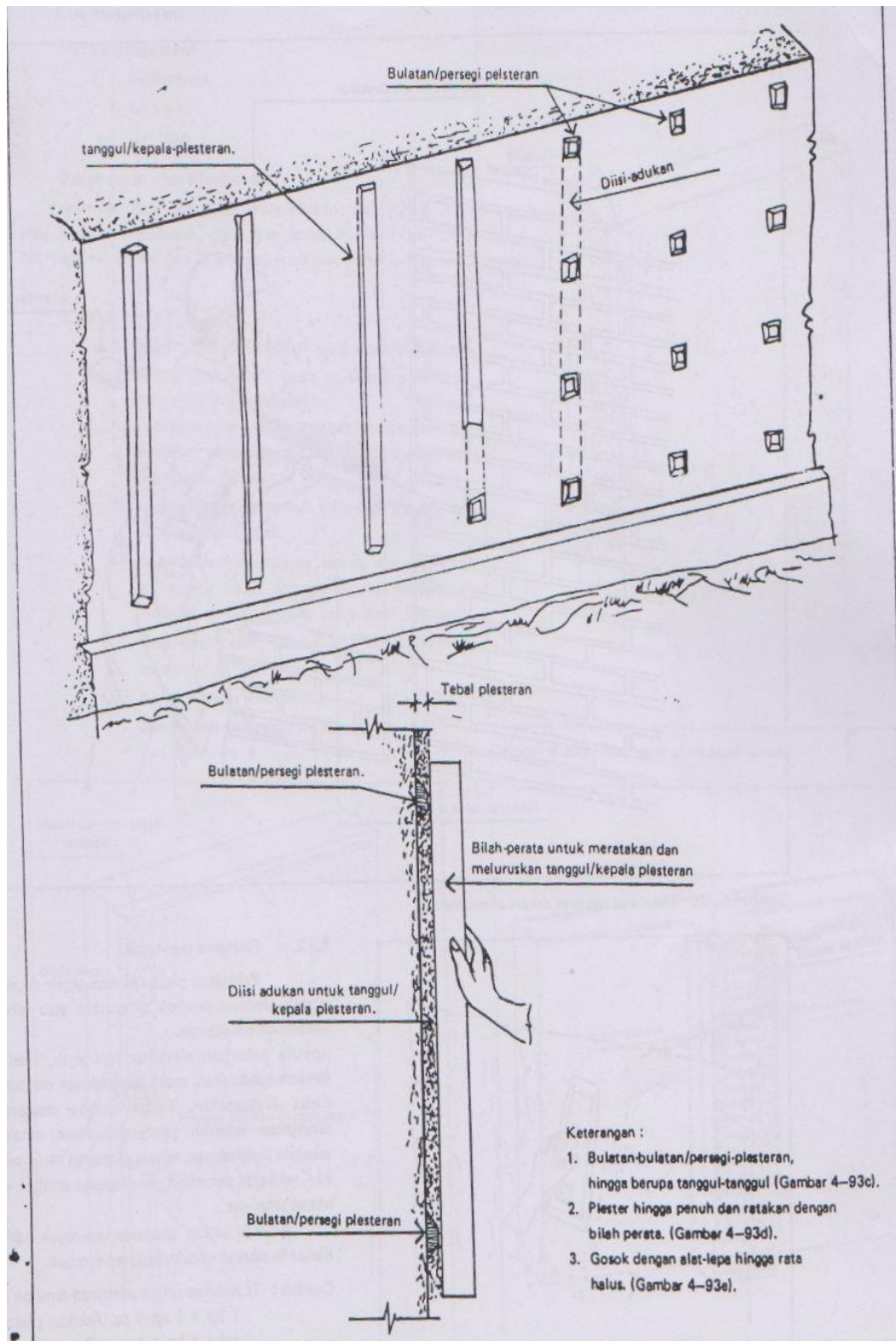
- e. Buatlah kepala-kepala plesteran (tanggul-tanggul) yang menghubungkan bulatan-bulatan atau persegi tersebut



Gambar 21 Pembuatan Kepala Plesteran.

**Sumber: Dokumentasi Praktikum Rekayasa Batu dan Beton
Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Padang , 2015.**

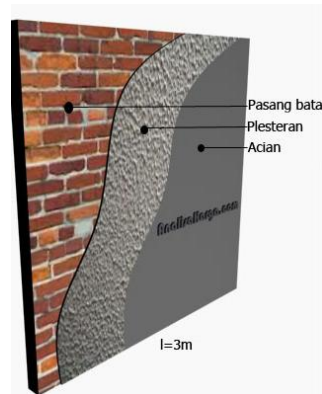
- f. Plester bidang-bidang diantara kepala-kepala tersebut hingga penuh, ratakan dengan bilah perata hingga plesteran tersebut rata. Gosoklah dengan alat lepa hingga rata dan halus
- g. Kerjakan terus menerus, sehingga satu bidang penuh selesai diplester



Gambar 5. Pembuatan Kepala Plesteran dan Hasil Akhir Plesteran.
Sumber: Modul Rekayasa Batu dan Beton Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Padang , 2014.

5. Acian

Acian adalah proses pekerjaan bangunan peancah setelah plesteran dan sebelum pengecatan. Acian berfungsi menutup pori-pori yang terdapat pada plesteran. Acian juga dapat menghaluskan permukaan plesteran agar kelihatan lebih rapi sehingga permukaan plesteran mudah dicat untuk memperindah penampilan dinding. Sebagai tambahan, acian digunakan untuk memperkuat dinding dan mencegah rembesan air.



Gambar 23 Proses Pekerjaan Acian.
Sumber: Ahadi , 2015.

Pekerjaan acian adalah pekerjaan *finishing* pada yang tergolong mudah. Meskipun mudah dan sederhana, pengerjaannya membutuhkan ketelitian agar hasilnya bagus. Mendapatkan hasil acian yang bagus dan memuaskan dilakukan dengan memperhatikan proses-nya langkah demi langkah.

Langkah pertama acian dinding yang harus anda perhatikan adalah plesteran yang sebelumnya ada pada dinding rumah yang akan diaci. Hasil acian sangat tergantung dari kualitas plesteran. Kualitas plesteran yang baik akan menghasilkan acian dinding tembok rumah yang baik pula.



Gambar 24 Acian.

Sumber: Dokumentasi Praktikum Rekayasa Batu dan Beton Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Padang , 2015.

Syarat plesteran yang akan diaci haruslah rata dan halus sehingga dapat menghemat bahan acian dinding. Sebelum dilakukan pekerjaan acian, plesteran harus kering. Seharusnya acian dinding dilakukan pada plesteran yang berumur 2-3 minggu untuk dinding dalam sedangkan untuk dinding luar bisa lebih cepat (2 minggu). Apabila acian terlalu cepat dilakukan maka hasil acian akan retak.

Setelah 2 minggu dan acian akan dilakukan maka hasil plesteran dibasahi dulu dengan air. Pekerjaan ini sangat penting untuk menghindari agar acian atau *white mortar* tidak terlalu cepat kering. *White Mortar* sangat membutuhkan air untuk proses pelekatan dan hidrasi. Acian yang terlalu cepat kering akan lunak dan permukaannya berdebu.

Apabila waktu yang dibutuhkan dari selesai penghamparan acian sampai acian dapat dipoles sekitar 20-30 menit, kelembapan plesteran dinilai cukup. Jika kurang dari 20 menit berarti plesteran terlalu kering, dan apabila lebih dari 30 menit berarti plesteran terlalu lembab. Tebal acian juga mempengaruhi kualitas hasilnya. Standar tebal acian adalah 1-3 mm. Jika kurang dari 1 mm, acian akan mengering terlalu cepat. Jika lapisan pertama kurang dari 1 mm maka sebelum lapis pertama tersebut kering harus dilakukan lapis berikutnya sampai minimal 1 mm.

Apabila tebal acian lebih dari 3 mm, pekerjaan acian harus dilakukan dua lapis. Biarkan lapisan pertama kering selama beberapa hari baru dilakukan lapisan berikutnya. Kualitas acian tergantung kepada cara pengacian dan bahan-bahan yang bemutu serta komposisi campurannya. Permasalahan

yang sering terjadi pada acian adalah terjadinya keretakan halus pada acian yang sudah kering.

6. Langkah Kerja Pekerjaan Acian

Pemasangan acian merupakan pekerjaan *finishing* dari rangkaian pemasangan dinding, dimulai dengan pekerjaan memasang batu bata, batako atau selcon, kemudian plesteran, akhirnya dengan acian. Setelah pekerjaan acian dilakukan maka dinding bisa ditinggal begitu saja untuk mendapatkan nuansanya bertekstur batu buatan atau dilapisi dengan cat agar dinding menjadi berwarna sesuai selera. Walaupun terkesan sederhana yaitu hanya mengoleskan dan menghaluskan semen di permukaan dinding namun pekerjaan acian memerlukan ketelitian dan keahlian khusus agar hasilnya bagus.

Menghitung jumlah kebutuhan bahan acian mengacu pada SNI 2837-2008. Dasar perhitungannya adalah jumlah kebutuhan per luasan m^2 . Perhitungan kebutuhan bahan acian untuk dinding seluas 1 m^2 yang mengacu kepada SNI 2837-2008 dengan semen sebanyak 3,25 kg.

Contoh perhitungan adalah sebagai berikut.

Panjang suatu bidang 10 m dan tingginya 5 m.

Luas dinding = $10 \times 5 = 50 \text{ m}^2$

Satu sak semen = 50 kg

Jumlah kebutuhan semen = $3,25 \text{ kg} \times 50 \text{ m}^2 = 162,5/50 \text{ kg} = 3,25 \approx 4$ sak.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada pekerjaan pengacian, diantaranya.

- Kerjakan pengacian pada satu per satu blok dinding. Jangan pernah mengerjakannya setengah-setengah karena menyisahkan bekas sambungan jika pekerjaannya tidak dalam waktu yang sama.
- Adonan aci tidak boleh disimpan terlalu lama, karena bisa saja rusak, mengeras dan tidak berfungsi lagi.
- Pengacian tidak boleh terlalu tebal, karena jika ketebalannya melebihi batas normal akan sulit untuk meratakannya. Tebal acian yang di

anjurkan adalah 1,5 – 3,0 mm, tergantung kerataan dasar permukaannya.

d. Pengerjaan pengecatan dilakukan setelah lapisan acian kering.

Proses pekerjaan acian bermacam namun mengarah kepada hasil akhir yang sama. Cara I langkah kerja pengacian dapat dijelaskan sebagai berikut.

a. Siapkan bahan peralatan sesuai kebutuhan, yaitu:

- 1) Mortar semen untuk Acian dan plesteran
- 2) Ember
- 3) Sendok Spesi
- 4) Alat pengaduk seperti: *Mixer* pasta semen (tambahan)



Gambar 25 Mixer Pasta Semen.
Sumber: Lauw Tjun Nji

5) Roskam (kasut) yang terbuat dari steel (baja) atau PVC bisa juga yang dari kayu

6) Kertas bekas bungkus semen

7) Kuas ukuran 3 dim

a. Siapkan tempat penampungan air, yaitu: ember

b. Taburkan semen kedalam air.

c. Tuangkan air secukupnya.

d. Hidupkan mixer pasta, kemudian aduk semen dengan air dalam ember.



Gambar 26 Pengadukan Pasta Semen.

Sumber: Lauw Tjun Nji

- e. Siram dinding yang akan diaci dengan air hingga basah, hal ini dimaksudkan agar nantinya dinding tidak banyak menyerap air semen.
- f. Melaburkan bahan acian semen yang sudah jadi ke permukaan dinding dengan menggunakan sendok spesi dan ruskam.



Gambar 27 Pemolesan Acian.

Sumber: Jasa Sipil, 2014

- g. Acian yang sudah dipoles tadi dikuas dengan kuas yang dibasahi dengan air untuk membuat acian tersebar merata pada dinding. Biarkan acian sedikit kering atau lembab di dalam.
- h. Haluskan acian dengan kertas bekas semen sehingga permukaan benar-benar rata dan halus.

Metode pekerjaan acian dinding dapat juga dilakukan dengan cara II berikut ini.

- a. Siapkan alat dan bahan sesuai kebutuhan.
- b. Lakukan pengisian dua timba dengan air
- c. Buat campuran pasta semen dengan komposisi 1:1 dengan menaburkan campuran semen tersebut kedalam salah satu timba yang berisi air secara perlahan-lahan, jangan lakukan pengadukan karena bisa menyebabkan semen menggumpal dan cepat kering.
- d. Bersihkan permukaan atau bidang dinding yang akan diaci.
- e. Siram dinding yang akan diaci dengan air hingga basah
- f. Lakukan pemolesan acian ke permukaan dinding dengan menggunakan cetok.
- g. Ratakan dan Haluskan dengan menggunakan sampai rata. Pengacian dilakukan pada satu per satu blok dinding.
- h. Haluskan dan ratakan acian dengan kuas yang telah dicelupkan air.
- i. Setelah agak kering permukaan, amplaslah permukaan acian dengan menggunakan kertas bekas semen sampai rata dan halus.

Langkah-langkah kerja pekerjaan plesteran dan pengacian yang telah dijelaskan sebelumnya tidak terlepas dari perhatian akan perlunya penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dan lingkungan hidup. Setiap tahapan proses pengerjaan plesteran dan acian harus memperhatikan kaidah K3 yang berlaku. Semua bahan yang juga digunakan pun harus ramah lingkungan dan pengolahan sampah buangan dari pengerjaan tidak mencemari lingkungan, seperti: sisa plesteran dan acian yang tidak terpakai jangan sampai mengotori lingkungan sekitar. Ada beberapa hal yang berhubungan dengan K3 dalam proses pengerjaan plesteran dan acian, diantaranya.

- a. Pakailah pakaian kerja dan sepatu kerja
- b. Sebelum alat dipakai, periksalah terlebih dahulu
- c. Gunakan alat menurut semestinya
- d. Hati-hati kaki sewaktu menggunakan alat pemadat tanah



Gambar 28 Himbaun Pentingnya K3.

Sumber: Wirijanto, 2007

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai plesteran dan acian ini, diantaranya yaitu:

1. Aktivitas Berfikir

Plesteran dan acian merupakan bagian dari konstruksi batu dan beton yang campuran dan komposisi adukannya sudah diatur menurut SNI 2837-2008 dalam berbagai kondisi. Coba anda pikirkan apakah yang terjadi jika campuran pada plesteran dan acian tidak sesuai dengan komposisi campuran yang disyaratkan?

2. Aktivitas Membaca

Berdasarkan beberapa definisi dan langkah kerja yang telah diuraikan sebelumnya mengenai plesteran dan acian, coba anda definisikan menurut pemahaman sendiri apa itu plesteran dan acian ?

3. Aktivitas Tindakan

Setelah memahami komposisi campuran plesteran dan acian serta langkah kerja yang telah diuraikan sebelumnya, lakukanlah pembuatan adukan plesteran dan acian sesuai dengan yang disyaratkan.

E. Latihan

1. Jelaskan perbedaan plesteran dan acian

2. Berapa kebutuhan semen dan pasir untuk mengerjakan plesteran 1 semen : 6 pasir, tebal 15 mm yang disyaratkan oleh SNI 2837-2008 pada 2 bidang dinding dengan panjang 18 m dan tinggi 4m ?
3. Berapa kebutuhan semen untuk acian yang disyaratkan SNI 2837-2008 pada 2 bidang dinding dengan panjang 18 m dan tinggi 4 m?

F. Ringkasan

1. Plesteran adalah campuran dari pasir, semen dan air yang berfungsi untuk menutup lapisan bata agar dinding bata terlindung dari proses pengerosan akibat cuaca dan iklim.
2. Acian adalah campuran dari semen dengan air secukupnya dan berfungsi untuk meperindah suatu bidang pada konstruksi batu dan beton. Pekerjaan acian dilakukan sebelum proses pengecatan.
3. Pencampuran dan proses pengerjaan plesteran didasarkan pada SNI 2837-2008.
4. Pencampuran dan proses pengerjaan acian didasarkan pada SNI 2837-2008.

G. Kunci Jawaban Latihan

1. Jelaskan perbedaan plesteran dan acian

- a. Plesteran mempunyai permukaan kasar dari acian.
- b. Acian biasanya direkatkan setelah plesteran.
- c. Plesteran mempunyai campuran berupa pasir, semen dan air, sedangkan campuran acian hanya semen dan air secukupnya.
- d. Biasanya plesteran lebih tebal dari acian.

2. Berapa kebutuhan semen dan pasir untuk mengerjakan plesteran 1 semen : 6 pasir, tebal 15 mm yang disyaratkan oleh SNI 2837-2008 pada 2 bidang dinding dengan panjang 18 m dan tinggi 4 m?

Menurut SNI 2837-2008, untuk mengerjakan plesteran seluas 1 m², dibutuhkan semen sebanyak 4,42 kg dan pasir 0,027 m³ jadi untuk dinding dengan panjang 18 m dan tinggi 4 m.

$$\text{Luas dinding} = 18 \times 4 = 72 \text{ m}^2$$

Volume semen = $4,42 \times 72 = 318,24 \text{ kg} = 318,24/50 = 6,4 \approx 7$ sak semen,
untuk 2 bidang = $2 \times 7 = 14$ sak semen

Volume pasir = $0,027 \times 72 = 1,944 \approx 2 \text{ m}^3$, untuk 2 bidang = $2 \times 2 = 4 \text{ m}^3$

3. Berapa kebutuhan semen untuk acian yang disyaratkan SNI 2837-2008 pada 2 bidang dinding dengan panjang 18 m dan tinggi 4m?

Panjang suatu bidang 18 m dan tingginya 4 m.

Luas dinding = $18 \times 4 = 72 \text{ m}^2$

Jumlah kebutuhan semen = $3,25 \text{ kg} \times 72 \text{ m}^2 = 234/50 \text{ kg} = 4,68 \approx 5$ sak semen.

H. Penutup

1. Modul pasca UKG (Ujian Kompetensi Guru) yang membahas tentang topik plesteran dan acian ini diharapkan dapat berguna bagi anda dalam mengembangkan kompetensi dan meningkatkan kemampuan anda pada level berikutnya. Topik plesteran dan acian merupakan dasar bagi topik-topik di grade berikutnya, maka dari itu dengan mengetahui dan memahami plesteran dan acian anda sudah memiliki dasar dan panduan.
2. Anda dapat mengembangkan materi-materi berkaitan dengan plesteran serta acian yang tidak ada dalam modul ini. Modul ini masih butuh pengembangan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dari hari ke hari.
3. Modul ini juga diharapkan akan membantu anda dalam belajar secara mandiri dan mengukur kemampuan diri sendiri sehingga nantinya anda dapat meningkatkan kemampuan ke level berikutnya.

I. Evaluasi

Pada bagian evaluasi ini, ada 3 jenis latihan yang akan diberikan untuk mengukur kemampuan anda, yaitu:

1. Kognitif skill
 - a. Jelaskan secara tepat dan singkat tentang definisi operasional plesteran dan acian

- b. Jelaskan campuran yang disyaratkan untuk plesteran menurut SNI 2837-2008.
 - c. Jelaskan secara tepat dan singkat jenis-jenis campuran plesteran sesuai kondisi dan penempatannya.
 - d. Jelaskan alat dan bahan yang digunakan dalam pekerjaan plesteran dan acian.
2. Psikomotor Skill
- a. Lakukan pembuatan 2 jenis campuran plesteran yang disyaratkan SNI 2837-2008
 - b. Lakukan pekerjaan acian dengan menerapkan metode atau langkah-langkah pada dinding yang sudah diplester sebelumnya.
3. Attitude Skill
- Sebagai sebuah tim dalam melakukan pekerjaan atau praktikum plesteran dan acian, bagaimana cara anda menanamkan rasa ketaqwaan kepada tuhan yang maha esa, rasa tanggung jawab, kebersamaan dan kedisiplinan.

J. Daftar Pustaka

1. Ahadi. 2015. Volume Pekerjaan Plesteran Dinding. [http://www.analisaharga.com/volume-pekerjaan-plesteran dinding](http://www.analisaharga.com/volume-pekerjaan-plesteran-dinding). 1 Desember 2015.
2. Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. 2015. Pedoman penyusunan modul diklat Pengembangan keprofesian berkelanjutan Bagi guru dan tenaga kependidikan. Agustus. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
3. Edwin Saleh. 2014. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Plesteran dan Acian (cara dan Langkah-Langkah pelaksanaan pekerjaan konstruksi). <http://www.metodebangunan.blogspot.co.id/metode-pelaksanaan-pekerjaan-plesteran.html> . 1 Desember 2015.
4. Ide Bangunan. 2013. Pengertian, Fungsi Dan Syarat-Syarat Plesteran Dinding. [http://www.idebangunan.blogspot.co.id / pengertian-fungsi-dan-syarat-syarat.html](http://www.idebangunan.blogspot.co.id/pengertian-fungsi-dan-syarat-syarat.html). 1 Desember 2015.

5. Jasa Sipil. 2014. Cara Menghitung Kebutuhan Semen Untuk Acian Dinding Dengan Mudah. [http:// www. jasasipil. com/cara-menghitung-kebutuhan-semen-untuk.html](http://www.jasasipil.com/cara-menghitung-kebutuhan-semen-untuk.html). 3 Desember 2015.
6. Standar Nasional Indonesia 2837-2008. 2008. Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan plesteran untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan. Desember. BSN (Bandar Standardisasi Nasional). Jakarta.
7. Universitas Negeri Padang. 2014. Modul Rekayasa Batu dan Beton Jurusan Teknik Sipil. Sumatera. Barat. Padang.
8. Wirijanto. 2007. Keselamatan Kerja Konstruksi. <https://wiryanto.wordpress.com/2007/06/07/keselamatan-kerja-konstruksi>. 3 Desember 2015.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 8

ORNAMEN DAN BATU HIAS

A. Tujuan Pembelajaran

Dengan diberikan modul tentang penjelasan pekerjaan pemasangan *ornament* dan batu hias anda dapat mengetahui dan memahami tentang *ornament* dan batu hias serta langkah kerja pemasangannya.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Memperjelas prosedur pemasangan ornament dan batu hias sesuai gambar hasil rancangan.
2. Memeriksa persiapan peralatan dan bahan untuk pemasangan ornamen dan batu hias sesuai gambar hasil rancangan.
3. Mengevaluasi hasil pemasangan ornament dan bat hias sesuai gambar hasil rancangan.

C. Uraian Materi

1. Defenisi Ornamen

Menurut KBBI 2012, ornamen adalah hiasan bangunan. Aryo dalam Misbah (2014) menyatakan bahwa kata ornamen berasal dari bahasa latin, yaitu: ornare, yang berarti menghiasi. Gustami dalam Misbah (2014) juga menerangkan bahwa ornamen adalah komponen produk seni yang ditambahkan atau sengaja dibuat untuk tujuan sebagai hiasan. Ornamen merupakan salah satu bentuk karya seni rupa yang banyak dijumpai dalam masyarakat kita, baik dalam bangunan, pakaian, peralatan rumah tangga, perhiasan benda. Dari segi arsitektur dan seni dekoratif, Ornamen adalah dekorasi yang berguna sebagai hiasan untuk memperindah bagian dari sebuah bangunan atau obyek. Ornamen tersebut dapat diukir pada bidang batu, kayu atau logam mulia. Ornamen juga bisa dibentuk dengan plester dan tanah liat. Kehadiran ornamen pada suatu bidang penempatannya memiliki fungsi sebagai berikut, diantaranya:

a. Fungsi murni estetis

Fungsi ini merupakan fungsi ornamen dalam memperindah penampilan bentuk bidang yang dihiasi sehingga dapat menjadi suatu karya seni. Bidang penempatan ornamen ini ada pada produk-produk: keramik, batik, tenun, anyam, perhiasan, senjata tradisional, peralatan rumah tangga, kriya kulit dan kayu

b. Fungsi simbolis

Pada umumnya fungsi simbolis dijumpai pada benda upacara atau benda-benda pusaka yang memiliki sifat keagamaan atau kepercayaan guna menyertai nilai estesisnya. Ornamen dengan fungsi simbolis biasanya menggunakan motif hewan, yaitu: kala, biawak, naga dan garuda. Biasanya, ornamen ini ditempatkan pada gerbang candi.

c. Fungsi teknis konstruktif

Secara struktural fungsi teknis konstruktif pada ornamen dapat digunakan sebagai penyangga, menopang, menghubungkan atau memperkuat konstruksi. Penempatannya bisa pada tiang, talang air dan bumbungan atap yang mana berfungsi sebagai konstruksi.

Dapat ditarik kesimpulan bahwa ornamen merupakan penerapan hiasan yang mana hiasan pada ornamen tersebut berfungsi untuk memperindah benda produk atau barang yang dihiasi.

2. Motif dan Pola Pada Ornamen

Motif dapat diartikan sebagai elemen pokok dalam seni ornamen. Motif merupakan bentuk dasar dalam penciptaan atau perwujudan suatu karya ornamen. Beberapa Motif dalam ornamen, yaitu:

a. Motif Geometris.

Motif ini adalah motif tertua dari ornamen. Motif geometris lebih banyak memanfaatkan unsur-unsur garis-garis lengkung, lurus, lingkaran, segitiga dan segiempat. Motif ini dalam perkembangannya bisa diterapkan pada berbagai tempat dan berbagai teknik. Teknik yang dipakai ialah teknik gambar, teknik pahat dan teknik cetak.

b. Motif Tumbuh-Tumbuhan.

Penggambaran motif ini dilakukan dengan berbagai, salah satunya natural. Motif tumbuh-tumbuhan merupakan hasil gubahan sedemikian rupa, jarang dapat dikenali dari jenis dan bentuk tumbuhan apa sebenarnya yang dibentuk, dipahat atau dilukis.

b. Motif binatang.

Penggambaran binatang dalam ornamen dilakukan secara natural. Hasilnya masih mudah dikenali dalam hal bentuk dan jenis binatang yang dibuat. Penggambaran atau pembetulan visualisasi bentuk binatang tersebut, terkadang hanya diambil pada bagian tertentu dan dikombinasikan dengan motif lain. Jenis binatang yang dijadikan obyek biasanya adalah burung, singa, ular, kera dan gajah.

c. Motif manusia.

Pembuatan motif manusia sebagai salah satu obyek dalam ornamen mempunyai beberapa unsur, baik secara terpisah seperti kedok atau topeng maupun secara utuh seperti bentuk-bentuk dalam pewayangan.

d. Motif Benda Alam (Gunung, Air, Awan dan Batu-Batuan)

Motif benda-benda alam dalam penciptaan ornamen menjadi suatu motif dengan karakter tertentu sesuai dengan sifat benda yang diekspresikan dengan pertimbangan unsur dan asas estetika. Contohnya, seperti: motif bebatuan biasanya ditempatkan pada bagian bawah suatu benda atau bidang yang akan dihias dengan motif tersebut.

3. Macam-Macam Ornamen Pada Bangunan

a. Ornamen Batu Alam

Alasan penggunaan ornamen batu alam pada bangunan adalah untuk mempercantik interior atau eksterior. Selain itu, penggunaan ornamen batu alam adalah untuk membuat kesan menyatu dengan nuansa alam. Ada banyak cara dalam pengaplikasian batu alam pada bangunan, khususnya rumah bisa menghadirkan kesan sejuk. Rumah yang menggunakan batu alam akan tampak lebih natural dan mampu memberikan ketenangan dan kenyamanan.

Penataan batu alam yang baik bakal menghadirkan kesan dinamis dan tidak monoton. Fungsinya tidak hanya sebagai pemanis eksterior rumah, tetapi juga dapat diaplikasikan menjadi elemen dekorasi dinding pada interior hunian.



Gambar 29 Ornamen Batu Alam
Sumber: Dokumentasi, 2015



Gambar 30 Ornamen Batu Alam
Sumber: Rangga, 2012



Gambar 31. Ornamen Batu Alam
Sumber: Rangga, 2012



Gambar 32. Ornamen Batu Alam
Sumber: Rangga, 2012



Gambar 33 Ornamen Batu Alam
Sumber: Rangga, 2012

b. Cara Memasang Ornamen Batu Alam

Arsitektur seni pada suatu rumah dapat ditingkatkan dengan penambahan ornamen dinding batu alam . Tekstur dan pola batu alam dapat dipilih sesuai dengan selera dan kebutuhan. Desain batu alam yang ada pada dinding suatu rumah dapat membuat rumah hunian sejuk dan alami . Merancang sebuah konsep ketenangan ke dalam desain suatu rumah harus dicobakan dengan menggunakan batu alam sebagai aksesoris rumah . Menciptakan kesan natural dan alami pada rumah hunian bisa diterapkan dengan membuat batu alam sebagai hiasan eksterior karena dapat memberikan kesan kokoh dan kuat dalam rumah hunian. Batu alam dapat dipasang pada bagian luar rumah contohnya: pada dinding atau tembok rumah, dinding pagar , dinding taman dan tiang di teras rumah.



**Gambar 34. Pemasangan Ornamen Batu Alam Pada Dinding
Depan Rumah
Sumber: Desain-Desain Rumah, 2013**



**Gambar 35. Pemasangan Ornamen Batu Alam
Pada Dinding Kamar Mandi
Sumber: Desain-Desain Rumah, 2013**

Penggunaan batu alam untuk dinding dan lantai harus dibedakan secara desain dan pengerjaannya. Nilai estetika, kelayakan dan keselamatan harus dipertimbangkan dalam hal ini, seperti: lantai batu alam biasanya dapat digunakan pada dinding rumah, tetapi untuk dinding batu alam tidak dapat selalu digunakan untuk lantai rumah. Biasanya, batu alam dengan tekstur kasar dapat diaplikasikan pada dinding.

Penggunaan batu alam dalam desain rumah adalah hal yang dapat menambah estetika sebuah hunian. Ada beberapa tip tentang bagaimana merancang batu alam untuk menciptakan nuansa keindahan alam pada rumah hunian.

- 1) Ukuran dan pola batu alam harus ditentukan sebelum menerapkannya pada di dinding rumah.

- 2) Bahan perekat yang digunakan untuk menempelkan batu alam ke bidang penempatannya harus bagus dan tidak mudah hilang daya ikatnya.
- 3) Batu alam harus direndam dulu didalam air karena batu alam memiliki pori-pori yang cukup besar.
- 4) Permukaan dinding atau lantai yang akan dipasang batu alam harus dibersihkan agar tidak ada debu yang menempel pada dinding tersebut.
- 5) Ketebalan campuran perekat batu alam harus diperiksa agar tidak kekurangan atau kelebihan air.
- 6) Batu alam harus berbentuk siku agar mudah dalam merangkainya dalam proses pemasangan.
- 7) Anda bisa menggunakan adukan semen pasir atau semen khusus semen instan sebagai bahan perekat.

Pemasangan Batu alam dapat dilakukan dengan prosedur-prosedur sebagai berikut.

- 1) Siapkan alat diantaranya: palu, pahat, paku beton, benang dan adukan semen. benang digunakan untuk sebagai acuan agar pemasangannya bisa rapi, siku dan rata.
- 2) Siapkan bahan diantaranya: semen, pasir, air dan cat pelapis yang disebut *coating* untuk melapisi permukaan batu alam agar tidak mudah berlumut.
- 3) Kupas permukaan dinding secara acak dengan pahat jika dinding sudah diaci. Jika permukaan dinding dalam bentuk plesteran, tidak perlu dilakukan pengupasan. Hal ini dilakukan agar adukan semen dapat merekatkan antara batu dengan dinding.
- 4) Pasang paku beton pada bagian pada dinding sebagai acuan pemasangan batu alam agar siku.
- 5) Basahi atau rendam batu alam dengan air agar batu alam tidak menyerap air semen pada saat pemasangan.
- 6) Lakukan pemasangan dari bawah terlebih dahulu. Jangan lupa diberi ganjalan agar tidak merosot.
- 7) Lakukan teknik pemasangan maju mundur untuk menambah nilai estetika.

- 8) Bersihkan sisa semen yang keluar dari sisi batu alam setelah pemasangan.
- 9) Lakukan pengecatan sebagai *finishing touch*. Pengecatan dilakukan agar dikemudian hari batu alam tidak berlumut.



Gambar 36 Ornamen Batu Alam Pada Suatu Rumah
Sumber: Desain-Desain Rumah, 2013

c. Cara Memasang Koral Hias

Koral hias adalah jenis batuan alam yang ditebar pada taman atau disusun seperti mozaik pada lantai rumah. Pemasangan koral berfungsi untuk mencegah lantai licin dan menambah keindahannya. Selain itu ada juga yang memfungsikan koral sebagai alat pijat refleksi pada kaki dengan memasang dibuat lebih menonjol.

Koral hias merupakan elemen penting. Koral hias dapat memberikan kesan *back to nature* pada suatu rumah. Koral hias juga adalah salah satu elemen pada taman, teras, atau sudut-sudut ruangan yang bisa menambah nilai estetika lingkungan sekitar. Selain bersifat dekoratif, koral hias yang terletak pada tanah di bawah atap rumah berfungsi sebagai tempat resapan air. Tetesan air dari atap bisa menuju ke taburan batu koral agar air tidak memercik ke tembok taman. Hamparan batu koral di taman juga bermanfaat dari

segi kesehatan karena dapat difungsikan sebagai ornamen relaksasi.

Koral hias biasanya berbentuk oval berdiameter 1-2 cm.

Koral hias (*pebbles*) beragam bentuknya dari yang kecil hingga yang besar, halus dan kasar serta berwarna-warni. Sangat menarik, jika digunakan sebagai elemen rumah. Secara umum, pemasangan koral hias ini melalui 2 cara, yaitu:

1) Ditabur atau ditebar.

Penaburan atau penebaran koral hias hanya dilakukan pada tempat yang telah dibuat khusus untuknya. Penaburan atau penebaran paling sering dikerjakan di taman dengan bentuk tebaran sesuai keinginan. Koral hias juga bisa ditaburkan dilantai di dalam rumah sebagai bagian dari elemen interior. Kegunaannya sebagai aksen atau menjadi pembagi ruang yang diletakkan di lubang tanpa keramik.

2) Ditempel.

Koral yang ditempel sering disebut dengan koral tempel atau koral sikat karena pemasangannya dikerjakan dengan cara ditempelkan pada adukan semen kemudian setelah agak kering disikat dengan sikat baja supaya sisa-sisa semen tidak menutupi permukaan koral hias. Koral sikat dapat digunakan sebagai lantai carport, teras, bahkan dinding rumah. Koral sikat atau tempel dapat dikerjakan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a) Siapkan Media

Menyiapkan media untuk ditaburi koral hias adalah hal yang sangat penting dilakukan di awal. . Media ini tersebut berupa lantai rumah, lantai carport (kanopi), lantai teras dan lantai tangga. Sebelumnya usahakan permukaan lantai dibuat kasar terlebih dulu dengan memahat atau menggores agar semen dan bidang lantai bisa menyatu. Persiapan bahan-bahan juga sudah harus dilakukan beserta desain koral sikat yang diinginkan.

b) Membuat Cetakan atau Pembatas.

Cetakan ini berguna untuk menyesuaikan motif mozaik koral sikat sesuai dengan ukuran permukaan bidang lantai. Cetakan tersebut

terbuat dari kayu atau besi. Cetakan harus dilumuri dengan oli agar saat mengering dapat mudah melepaskan cetaknya.

c) Bahan Perekat.

Bahan perekat koral hias adalah adukan spesi. Campuran yang digunakan adalah semen dan pasir dengan perbandingan 1 : 1. Pencampuran perekat dilakukan dengan menambahkan air secukupnya. Kemudian, campuran tadi dimasukkan ke dalam cetakan, lalu diratakan agar rongga-rongga campuran spesi tidak ada.

d) Menata Koral

Setelah adukan merata, tata koral hiasnya berdasarkan desain yang sudah ada. Mulailah dari tepi kemudian berlanjut ke tengah. Jika motif koralnya kecil-kecil bisa langsung ditaburkan kedalam cetakan kemudian diratakan agar semuanya menempel pada semen. Jika semua koral hias sudah tertempel, lakukan penekanan terhadap koral tersebut agar hasil permukaannya merata. Triplek atau papan kayu bisa gunakan untuk menekannya. Tunggu sampai setengah kering. Setelah semua tertempel dan mengering, sikat dengan sikat kawat agar permukaan koral bagian atas terlihat jelas dan tidak ada semen yang menutupi batu-batu koral hias tersebut. Penyikatan jangan terlalu keras karena akan membuat beberapa koral hias terlepas dari pasangannya.

e) Bersihkan Permukaan

Setelah semua disikat, kemudian lap koral hias dengan kain basah agar koral tersebut bersih. Tunggu pengeringan pasangan selama satu hari

f) Coating

Lakukan pengecatan atau coating dengan perbandingan 1 liter untuk 6 meter permukaan koral sikat.



Gambar 37. Hasil Pemasangan Koral Hias Tanpa Bahan Perekat
Sumber: Rumah Minimalis, 2015



Gambar 38. Hasil Pemasangan Koral Hias
Dengan Bahan Perekat
Sumber: Jack, 2012

Perawatan koral hias terutama jika diletakkan di luar ruangan tidaklah sulit. Di musim panas, lumut dapat hilang dengan sendirinya sementara

hujan akan membersihkan debu dan kotoran. Perawatan koral yang ada dalam ruangan terutama di kamar mandi bisa dilakukan dengan memasukkan koral tersebut ke dalam ember yang telah diisi air. Masukkan cairan pembersih porselen secukupnya ke dalam ember tersebut. Diamkan selama 1-2 jam kemudian aduk dengan sarung tangan karet dalam ember tadi. Buanglah airnya dan bilas.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai plesteran dan acian ini, diantaranya yaitu:

1. Aktivitas Berfikir

Pekerjaan pemasangan ornamen dan batu hias merupakan salah satu cara meningkatkan nilai estetika pada sebuah rumah atau bangunan. Coba anda pikirkan apakah nilai lain yang dapat diciptakan setelah ornamen dan batu hias itu dipasang pada sebuah rumah atau bangunan?

2. Aktivitas Membaca

Berdasarkan beberapa definisi yang telah diuraikan sebelumnya mengenai ornamen, coba anda definisikan menurut pemahaman sendiri apa itu ornamen menurut ilmu konstruksi batu dan beton?

3. Aktivitas Tindakan

Setelah memahami langkah kerja pemasangan ornamen dan batu hias (koral hias) yang telah diuraikan sebelumnya, lakukanlah pemasangan ornamen dan batu hias dalam skala ukuran yang kecil.

E. Latihan

1. Jelaskan apa itu ornamen dalam ilmu konstruksi batu dan beton?
2. Jelaskan salah satu jenis ornamen yang sering dipakai untuk konstruksi bangunan atau rumah.
3. Jelaskan jenis-jenis pemasangan koral hias yang sering dipasang pada konstruksi bangunan.

F. Ringkasan

1. Dari segi arsitektur dan seni dekoratif, Ornamen adalah dekorasi yang berguna sebagai hiasan untuk memperindah bagian dari sebuah bangunan atau obyek. Ornamen tersebut dapat diukir pada bidang batu, kayu atau logam mulia.
2. Kehadiran ornamen pada suatu bidang penempatannya memiliki fungsi sebagai berikut, diantaranya:
 - a. Fungsi murni estetis yang terdapat pada produk-produk: keramik, batik, tenun, anyam, perhiasan, senjata tradisional, peralatan rumah tangga, kriya kulit dan kayu
 - b. Fungsi simbolis yang pada umumnya sering dijumpai pada benda upacara atau benda-benda pusaka yang memiliki sifat keagamaan atau kepercayaan guna menyertai nilai estetisnya.
 - c. Fungsi teknis konstruktif dalam strukturalnya dapat digunakan sebagai penyangga, menopang, menghubungkan atau memperkuat konstruksi. Penempatannya bisa pada tiang, talang air dan bumbungan atap yang mana berfungsi sebagai konstruksi.
3. Koral hias adalah jenis batuan alam yang ditebar atau ditempel pada taman atau disusun seperti mozaik pada lantai rumah. Pemasangan koral berfungsi untuk mencegah lantai licin dan menambah keindahannya. Koral hias juga berfungsi sebagai alat pijat refleksi pada kaki dengan memasangnya dibuat lebih menonjol. Koral hias merupakan elemen penting karena memberikan kesan back to nature pada suatu rumah.

G. Kunci Jawaban Latihan

1. Jelaskan apa itu ornamen dalam ilmu kontruksi batu dan beton.

Dari segi ilmu konstruksi batu dan beton, Ornamen adalah dekorasi yang berguna sebagai hiasan untuk memperindah bagian dari sebuah bangunan atau obyek. Ornamen tersebut dapat diukir pada

bidang batu, kayu atau logam mulia. Ornamen juga bisa dibentuk dengan plester dan tanah liat.

2. Jelaskan salah satu jenis ornamen yang sering dipakai untuk konstruksi bangunan atau rumah.

Ornamen yang sering dipakai dalam konstruksi bangunan atau rumah adalah batu alam. Alasan penggunaan ornamen batu alam pada bangunan adalah untuk mempercantik interior atau eksterior. Selain itu, penggunaan ornamen batu alam adalah untuk membuat kesan menyatu dengan nuansa alam. Ada banyak cara dalam pengaplikasian batu alam pada bangunan, khususnya rumah bisa menghadirkan kesan sejuk. Rumah yang menggunakan batu alam akan tampak lebih natural dan mampu memberikan ketenangan dan kenyamanan.

3. Jelaskan jenis-jenis pemasangan koral hias yang sering dipasang pada konstruksi bangunan.

Pemasangan koral hias pada sebuah bangunan atau rumah dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

1) Ditabur atau ditebar.

Penaburan atau penebaran koral hias hanya dilakukan pada tempat yang telah dibuat khusus untuknya. Penaburan atau penebaran paling sering dikerjakan di taman dengan bentuk tebaran sesuai keinginan. Koral hias juga bisa ditaburkan dilantai di dalam rumah sebagai bagian dari elemen interior. Kegunaannya sebagai aksen atau menjadi pembagi ruang yang diletakkan di lubang tanpa keramik.

2) Ditempel.

Koral yang ditempel sering disebut dengan koral tempel atau koral sikat karena pemasangannya dikerjakan dengan cara ditempelkan pada adukan semen kemudian setelah agak kering disikat dengan sikat baja supaya sisa-sisa semen tidak menutupi

permukaan koral hias. Koral sikat dapat digunakan sebagai lantai carport, teras, bahkan dinding rumah.

H. Penutup

1. Modul pasca UKG (Ujian Kompetensi Guru) yang membahas tentang topik ornamen dan batu hias ini diharapkan dapat berguna bagi anda dalam mengembangkan kompetensi dan meningkatkan kemampuan anda pada level berikutnya. Topik implementasi dari topik plesteran dan acian sehingga keterkaitan kedua topik ini sangat erat.
2. Modul ini juga diharapkan akan membantu anda dalam belajar secara mandiri dan mengukur kemampuan diri sendiri sehingga nantinya anda dapat meningkatkan kemampuan ke level berikutnya.
3. Materi dalam modul ini bisa anda kembangkan agar nantinya modul ini dapat digunakan secara spesifik sesuai dengan ilmu yang terkait.

I. Evaluasi

Pada bagian evaluasi ini, ada 3 jenis latihan yang akan diberikan untuk mengukur kemampuan anda, yaitu:

1. Kognitif skill
 - a. Jelaskan secara tepat dan singkat tentang definisi ornamen
 - b. Jelaskan jenis ornamen yang sering dipakai dalam konstruksi batu dan beton.
 - c. Jelaskan secara tepat dan singkat langkah kerja pemasangan ornamen batu alam.
2. Psikomotor Skill
 - c. Lakukan pemasangan ornamen batu alam dengan skala kecil.
 - d. Lakukan pemasangan koral hias baik dengan cara ditabur maupun ditempel
3. Attitude Skill

Sebagai sebuah tim dalam melakukan pekerjaan atau praktikum plesteran dan acian, bagaimana cara anda menanamkan rasa

ketaqwaan kepada tuhan yang maha esa, rasa tanggung jawab,
kebersamaan dan kedisiplinan

DAFTAR PUSTAKA

- Amrinsyah Nasution (1993), Perencanaan Adukan Beton. HEDS/JICA FT. Unand Padang.
- Adam,E.C.(1980), Science in Building. London Melbourne
- Badan Standardisasi Nasional (2004), Semen Portland Putih, SNI 15-0129. Jakarta
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan,(1971), Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Bandung
- Departemen Pekerjaan umum,(1971).Peraturan Beton Bertulang Indonesia,Jakarta
- Desain Desain Rumah. 2013. Desain Batu Alam Untuk Tembok Dinding Rumah. [http://desaindesainrumah.com /category/apartment-dan-interior](http://desaindesainrumah.com/category/apartment-dan-interior). 7 Desember 2015.
- Everett,Alan ARIBA (1978), Materials. BT. Batspord Limited London
- Ghaly, A. and L. Almstead,(1997). Concrete Mix Design - Weight Method, SI Units Concrete. ghalya@union.edu
- Iskandar G. Rani (1995), Pengetahuan Bahan Bangunan II, MRC FPTK IKIP Padang.
- Jack. 2012. 8 Tips Memasang Batu Koral. <https://jumpinjack8.wordpress.com/2012/01/31/8-tips-memasang-batu-koral>. 9 Desember 2015.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). 2012. Ornamen. <http://kbbi.web.id/ornamen>. 8 Desember 2015.
- Murdock,L.J.,KM. Brook (1986),Bahan dan Praktek Beton. Erlangga Jakarta

Misbah. 2014. Pengertian dan Fungsi Ornamen.
http://misbahazzahra74.blogspot.co.id/normal-0-false-false-false-in-x-none-ar_24.html. 8 desember 2015.

Neville, AM, J.J. Brooks (1993), *Concrete Technology*. Singapore

Pustaka Materi 2015 Pengertian Ornamen Dan Ornamen Primitif.
<http://pustakamateri.web.id/pengertian-ornamen-dan-ornamen-primitif>. 8 Desember 2015.

Rangga. 2012. [Contoh Pemasangan Batu Alam Pada Dinding Rumah Batu Alam](http://sukmarangga.blogspot.co.id/contoh-pemasangan-batu-alam-pada.html). [http: // sukmarangga.blogspot .co.id.contoh-pemasangan-batu-alam-pada.html](http://sukmarangga.blogspot.co.id/contoh-pemasangan-batu-alam-pada.html).7 Desember 2015.

Rumah Minimalis. 2015. Desain Taman Depan Rumah Alami Dengan Kerikil.
<http://rumahminimal.com/desain-taman-depan-rumah-alami-dengan-kerikil>. 9 Desember 2015

Soemadi,R (1972),*Pelaksanaan pekejaan Beton Bertulang*. Bandung

Teychene,DC (1973), *The mix Design Process*. London

W. Seriyoga Parta S.Sn dan Wayan Sudana. M.Sn. 2009. Mengenal Ornamen.
[https://yogaparta.wordpress.com/ mengenal-ornamen](https://yogaparta.wordpress.com/mengenal-ornamen). 8 Desember 2015.

Yayasan LPMB (1982), *Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia*. Bandung.

Yayasan MBT Utama (1991), *Petunjuk Praktikum*. Padalarang Bandung.

Zall Dal, Ralphg James (1970), *Simplified Concrete Masonry Planning and Building*. New York