



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Pengolahan Minyak dan Gas

Pedagogik : Pembelajaran Berbasis TIK
Profesional : Peralatan Utilitas Pengolahan Migas

KELOMPOK
KOMPETENSI





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian
Teknik Pengolahan Minyak dan Gas

Penyusun :

Novia Rita, ST., MT
T. Minyak UIR Riau
nova_rita02@yahoo.com
No. HP

Reviewer :

Tommy Erfando, ST., MT
T. Minyak UIR Riau
tomierfando@eng.uir.ac.id
0761-72126

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 pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Pedoman Penyusunan Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan merupakan petunjuk bagi penyelenggara pelatihan di dalam melaksanakan pengembangan modul. Pedoman ini disajikan untuk memberikan informasi tentang penyusunan modul sebagai salah satu bentuk bahan dalam kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan bagi guru dan tenaga kependidikan.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan pedoman ini, mudah-mudahan pedoman ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi penyusun modul, pelaksanaan penyusunan modul, dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan modul diklat PKB.

Jakarta, Agustus 2015

Direktur Jenderal Guru dan Tenaga
Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	2
E. Saran Cara Penggunaan Modul	3
BAB II.....	5
KOMPETENSI PEDAGOGIK	5
Kegiatan Belajar 1: Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi Dalam Proses Untuk Mendukung Pembelajaran	5
A. Tujuan Pembelajaran.....	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi:.....	5
C. Uraian Materi	5
D. Aktivitas Pembelajaran	66
E. Latihan/Kasus/Tugas	67
F. Rangkuman.....	67
G. Umpan Tindak Lanjut	69
BAB III.....	70
KOMPETENSI PROFESIONAL.....	70
KEGIATAN PEMBELAJARAN: PERALATAN UTILITAS PENGOLAHAN MIGAS	70
A. Tujuan.....	70
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	70
C. Uraian Materi	70
D. Aktivitas Pembelajaran	196

E. Latihan/Kasus/Tugas	200
F. Rangkuman.....	201
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut	202
BAB IV	203
PENUTUP.....	203
Evaluasi	204
Evaluasi Pedagogik Kompetensi E: Pembelajaran Berbasis TIK	204
Evaluasi Profesional Kompetensi E: Peralatan Utilitas Pengolahan Migas	206
DAFTAR PUSTAKA	210
LAMPIRAN.....	213
Kunci Jawaban Latihan Soal Kompetensi E Profesional: Peralatan Utilitas Pengolahan Migas	213
Kunci Jawaban Evaluasi Pedagogik Kompetensi E: Pembelajaran Berbasis TIK.....	214
Kunci Jawaban Evaluasi Pedagogik Kompetensi E: Pembelajaran Berbasis TIK.....	214

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kawasan Teknologi Pembelajaran (Seels & Richey, 1994).....	8
Gambar 2 . Jenis perangkat TIK (Siahaan, 2010).....	10
Gambar 3. Jenis-jenis perangkat TIK (UNESCO, dalam Herman D, Surjono 2010).....	11
Gambar 4. Umpan Balik dari Perangkat Lunak Matematika	64
Gambar 5. Diagram Enthalpy (Cengel,5th).....	73
Gambar 6. Diagram Entropy (Cengel,5th)	74
Gambar 7. Unit Nitrogen Plant (linde-engineering.com)	75
Gambar 8. Faktor Kompresibilitas Nitrogen (Kemdikbud: Utilitas & Proses, 2013).....	76
Gambar 9. Proses Refrigerant Gas Alam (Kemdikbud: Utilitas & Proses, 2013).....	77
Gambar 10. Natural Gas Purifier (Kemdikbud: Utilitas & Proses, 2013).....	78
Gambar 11. Kurva tekanan uap gas di kondisi gas atmosfer	79
Gambar 12. Linde Single Column Air Separation (linde-engineering.com) ...	80
Gambar 13. Linde Double Column Air Separation (linde-engineering.com) ..	80
Gambar 14. Proses Cyrogenic oxygen plant linde-engineering.com)	81
Gambar 15. Flow diagram Linde PSA (linde-engineering.com)	83
Gambar 16. Membran Air Separation (Kemdikbud: Utilitas Dan Proses, 2013)	84
Gambar 17. Unit <i>Water Treatment</i>	85
Gambar 18. <i>Water Treatment System (Surface Production Operation, 2008)</i>	90
Gambar 19. Unit Dispersi Gas Flotasi dengan Inductor (<i>Surface Production Operation, 2008</i>)	94
Gambar 20. Skimer Tank (<i>Surface Production Operation, 2008</i>).....	95
Gambar 21. Skim vesel vertikal.....	96
Gambar 22. Skim Vesel Horizontal (<i>Surface Production Operation,2008</i>)....	97
Gambar 23. Parallel Plat Interceptor (<i>Surface Production Operation, 2008</i>). 98	

Gambar 24. cross section plat coalecer (<i>Surface Production Operation,2008</i>)	98
.....	
Gambar 25. <i>Down-flow Corrugated Plate Interceptor (CPI)</i> ,.....	100
Gambar 26. Peralatan Cross Flow Horizontal.....	101
Gambar 27. Peralatan CPI Vertikal	102
Gambar 28. Skematik gas <i>flotation</i> sistem (<i>Surface Production Operation, 2008</i>).....	104
Gambar 29. Disperse Gas <i>Flotation</i> Unit.....	105
Gambar 30. Hydrolic Dispersed Unit	106
Gambar 31. Mekanis Dispersed Unit.....	107
Gambar 32. Static Hydroclone Separation Liner.....	108
Gambar 33. Multiliner Hudroclone Vesel (<i>Surface Production Operation,2008</i>)	109
.....	
Gambar 34. P&D Hydrocylcone (<i>Surface Production Operation, 2008</i>).....	109
Gambar 35. Dynamis Hydrocylcone (<i>Surface Production Operation, 2008</i>)	111
Gambar 36. Unit Boiler (Babcock.com)	113
Gambar 37. Water Tube Boiler. (betterbricks.com).....	116
Gambar 38. Fire Tube Boiler (pandct.com)	117
Gambar 39. Paket Boiler (energyefficiencyasia.org).....	118
Gambar 40. Coal Fired Boiler (<i>Steam Plant Operation</i>).....	119
Gambar 42. Boiler fluidized Bed (<i>Steam Plant Operation</i>).....	121
Gambar 43. Circulating fluidized bed boiler (<i>Steam Plant Operation</i>).....	124
Gambar 44. Vertikal Boiler dengan Spreader Stoker (Detroitstoker.com) ...	125
Gambar 45. Traveling-grate stoker Boiler.....	126
Gambar 46. Skema pembakaran tangential.	127
Gambar 47. Skema Boiler Limbah Panas.....	128
Gambar 48. Pemanas Fluida Termis (energyefficiencyasia.org).....	129
Gambar 49. Penentuan Effisiensi Boiler (betterbricks.com).....	132
Gambar 50. Efisiensi pembakaran	133
Gambar 51. Diagram Neraca Panas Boiler (utilitas & proses, 2013)	137
Gambar 52. Kehilangan panas boiler berbahan bakar batubara.....	137
Gambar 53. Peralatan Udara Bertekanan (stoneleigh-eng.com)	145
Gambar 54. Scematic Sistem Pneumatic (Hydraulic & Pneumatic,2006) ...	146

Gambar 55. Arus Energy (ondyx.blogspot.co.id)	147
Gambar 56. Single Acting Cylinder (ondyx.blogspot.co.id)	149
Gambar 57. Receiver (ondyx.blogspot.co.id).....	158
Gambar 58. Pompa Sentrifugal (Surface Production Operation vol 1).....	163
Gambar 59. Pompa Sentrifugal Aliran Axial.....	164
Gambar 60. Sistem Pompa	164
Gambar 61. Pompa reciprocating double piston	166
Gambar 62. Pompa reciprocating single plunger	166
Gambar 63. Pompa Diaphragma (Surface Production Operation vol 1).....	167
Gambar 64. Pompa roda gigi luar (macammakati.blogspot.co.id).....	169
Gambar 65. Pompa roda gigi dalam (macammakati.blogspot.co.id)	169
Gambar 66 Pompa plunyer rotary (macammakati.blogspot.co.id)	170
Gambar 67. Pompa cuping (macammakati.blogspot.co.id).....	170
Gambar 68. Pompa Sekrup (macammakati.blogspot.co.id)	171
Gambar 69. Pompa vane (macammakati.blogspot.co.id)	171
Gambar 70. Aliran Udara pada Kompresor	174
Gambar 71. Kompresor piston tunggal	175
Gambar 72 Kompresor piston ganda	176
Gambar 74. Turbin Pelton (yefrichan.wordpress.com).....	179
Gambar 75. Turbin Francis (satuenergi.com)	180
Gambar 76. Turbin Kaplan (satu energy.com).....	181
Gambar 77. Turbin Gas (rahmanta13.files.wordpress.com)	185
Gambar 78. Prinsip kerja <i>alternator</i> (installist.files.wordpress.com).....	188
Gambar 79. Motor Listrik (installist.files.wordpress.com)	191
Gambar 80. Alternator hubungan Y (installist.files.wordpress.com).....	193
Gambar 81. Alternator hubungan delta (installist.files.wordpress.com).....	194
Gambar 82. Transformator (djukarna.wordpress.com)	195

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Peta Kompetensi	2
Tabel 2. Komposisi Udara Atmosfer (Wikipedia.com).....	71
Tabel 3. Sifat Fisik Nitrogen (Wikipedia.com)	72

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Undang-undang No. 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen, telah menyatakan dasar legal pengakuan atas profesi guru dengan segala dimensinya. Di dalam UU ini disebutkan bahwa guru adalah pendidik profesional dengan tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah. Tugas ini tercermin dalam kompetensi pedagogik dan kompetensi professional seorang guru. Oleh sebab itu Guru perlu ditingkatkan kompetensinya melalui diklat dengan menggunakan modul.

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 Modul Diklat PKB Pasca UKG Level 5 untuk Teknik Pengolahan Minyak, Gas dan Petrokimia adalah suatu usaha Pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan di Bidang Teknik Pengolahan Minyak Gas dan Petrokimia. Dengan disusunnya modul ini diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi di bidang Teknik Pengolahan Minyak, Gas dan Petrokimia.

B. Tujuan

Modul Diklat PKB Pasca UKG Kompetensi Euntuk Teknik Pengolahan Minyak Gas dan Petrokimia ini disusun dengan tujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman kompetensi Pendidagogik dan Profesional Guru dan Tenaga Pendidik Bidang Teknik Pengolahan Minyak Gas dan Petrokimia pada Jenjang Diklat Dasar 5.

C. Peta Kompetensi

Tabel 1. Peta Kompetensi

Kompetensi Utama	Kompetensi Inti	Kompetensi Guru
Pedagogik	1. Memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran	5.1. Memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran yang diampu.
Profesional	20. Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	20.29. Mengecek tentang utilitas: N2 Plant, Udara Bertekanan, Boiler, Water Treatment, Listrik dan Mekanik.

D. Ruang Lingkup

Dalam Modul Diklat PKB Pasca UKG Level 5 untuk Teknik Pengolahan Minyak, Gas dan Petrokimia ruang lingkup yang dibahas untuk pendalaman materi bagi para guru bidang Teknik Pengolahan Minyak, Gas dan Petrokimia adalah kompetensi pendagogik dan kompetensi profesional yang meliputi kompetensi utama, kompetensi inti guru dan kompetensi guru.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Dalam menggunakan Modul Diklat PKB Pasca UKG Kompetensi Euntuk Teknik Pengolahan Minyak Gas dan Petrokimia peserta diklat dapat melakukan Langkah pembelajaran dalam modul ini yang dibagi kedalam dua aktivitas, yakni aktivitas kelas dan individual. Aktivitas kelas dilaksanakan dalam bentuk kegiatan ceramah, diskusi dan curah pendapat dalam bentuk klasikal learning. Aktivitas individual meliputi, membaca modul, melakukan latihan dan membuat rangkuman dan melakukan evaluasi individual.

Dengan mengikuti langkah pembelajaran yang telah ditentukan ini, diharapkan peserta Diklat dapat meningkatkan kompetensinya, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas, sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil belajar peserta didik di sekolah.

Di dalam modul ini anda akan menemukan bagian-bagian sebagai berikut:

1. Pendahuluan

Anda menemukan informasi tentang latar belakang, tujuan, Peta Kompetensi, ruang lingkup modul, dan saran penggunaan modul.

2. Uraian Materi

Pada bagian ini anda mempelajari materi pelajaran yang harus anda kuasai

3. Aktivitas Pembelajaran

Anda menemukan berbagai bentuk kegiatan belajar yang harus dilakukan untuk memantapkan pengetahuan, keterampilan, serta nilai dan sikap yang terkait dengan uraian materi.

4. Latihan/Kasus/Tugas

Pada bagian ini anda mengerjakan soal-soal atau melaksanakan tugas untuk mengukur kemampuan anda terhadap topik pelajaran yang telah anda pelajari.

5. Ringkasan

Anda menemukan inti sari dari uraian materi kegiatan pembelajaran yang disajikan diakhir kegiatan pembelajaran.

6. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Pada bagian ini anda akan menulis pernyataan deskriptif tentang hal-hal yang telah dipelajari/ditemukan selama pembelajaran, rencana pengembangan dan implementasinya, input terhadap pembelajaran berikutnya.

7. Evaluasi

Anda akan menemukan seperangkat tes yang diberikan untuk mengukur penguasaan terhadap materi yang dipelajari.

8. Kunci Jawaban

Anda menemukan kunci jawaban dari latihan-latihan evaluasi yang anda kerjakan

BAB II

KOMPETENSI PEDAGOGIK

Kegiatan Belajar 1: Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi Dalam Proses Untuk Mendukung Pembelajaran

A. Tujuan Pembelajaran

- Guru dapat menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang sesuai dengan materi yang diajarkan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi:

- Teknologi informasi dan komunikasi diterapkan untuk mendukung pembelajaran yang diampu sesuai kebutuhan.

:

C. Uraian Materi

a. Pemanfaatan TIK dalam Proses Pembelajaran

Pengenalan TIK di sekolah membawa suatu akses yang lebih positif terhadap sekolah pada diri siswa. Karena TIK dan belajar berbasis WEB menawarkan keaneka ragaman yang lebih besar dari tujuan proyek, aktivitas, dan latihan dalam pembelajaran dibanding kelas tradisional, minat dan motivasi siswapun meningkat secara nyata. Para guru dan siswa terangsang karena pengajaran menjadi lebih dinamis yang memperluas visi mereka seperti halnya akses ke bahan belajar dan perangkat lunak bidang pendidikan yang bermutu tinggi. Lebih dari itu, para guru kelihatannya termotivasi untuk mengajar dengan lebih kreatif. Portal pembelajaran menghubungkan para guru kepada sejumlah

rancangan pelajaran panduan guru, dan soal-soal latihan siswa yang ditempatkan di Internet oleh institusi pemerintah.

TIK sudah menjadi suatu daya penggerak perubahan bidang pendidikan dari mereka adalah suatu bagian integratif dan kebijakan dan rencana pendidikan nasional. Bukti yang berkembang menunjukkan semakin banyak negara yang mulai melengkapi sekolah mereka dengan komputer untuk mencari reformasi sekolah atau usaha peningkatan sekolah atau bahkan untuk memberi sekolah mereka suatu penampilan modern dan berteknologi.

Pengalaman menunjukkan bahwa pengenalan tentang teknologi di sekolah mengalami tiga fasa, yakni suatu tahap penggantian dimana praktek tradisional masih terjadi tetapi teknologi baru digunakan suatu tahap transisi dimana praktek baru mulai muncul dan praktek lama dipertanyakan, dan suatu tahap transformasi dimana teknologi memungkinkan praktek baru dan praktek lama menjadi usang. Jika pendidik meminta dengan tegas atas penggunaan TIK sebagai pengganti praktek yang ada, mereka tidak dapat berperan untuk memecahkan permasalahan di bidang pendidikan yang saat ini mereka temui.

Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk pendidikan dapat dilaksanakan dalam berbagai bentuk sesuai dengan fungsinya dalam pendidikan. Fungsi teknologi informasi dan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk pendidikan sudah menjadi keharusan yang tidak dapat ditunda-tunda lagi. Berbagai aplikasi teknologi informasi dan komunikasi sudah tersedia dalam masyarakat dan sudah siap menanti untuk dimanfaatkan secara optimal untuk keperluan pendidikan. Pada kondisi ini, teknologi informasi dan komunikasi dalam pendidikan nantinya berfungsi sebagai gudang ilmu, alat bantu pembelajaran, fasilitas pendidikan, standar kompetensi, penunjang administrasi, alat bantu manajemen sekolah, dan sebagai infrastruktur pendidikan.

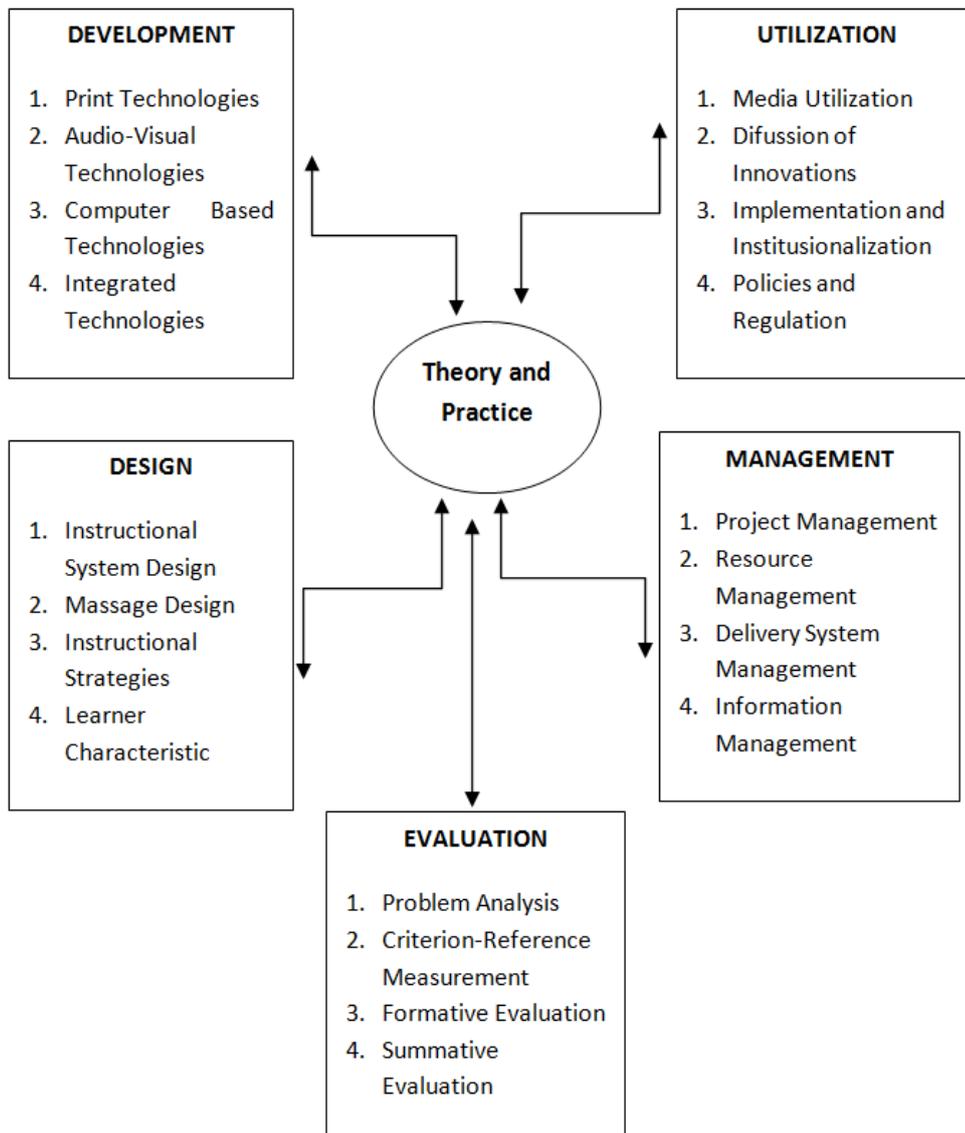
Disamping itu, penggunaan jaringan komputer untuk mempromosikan aktivitas belajar berkelompok menjadi semakin lebih populer. Teknologi komputer dalam pendidikan bergerak dan belajar mandiri ke metode belajar jarak jauh berkelompok. Dengan menggunakan perangkat komunikasi berbasis komputer dan kelompok belajar berbasis web, siswa dapat menerapkan pengetahuan yang dimilikinya dengan mengkombinasikan usaha mereka untuk mengembangkan suatu aktivitas atau proyek. Belajar koperatif melalui komputer mempunyai efek positif atas kinerja tugas kelompok, prestasi individu, dan sikap terhadap belajar kolaboratif.

b. Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam proses pembelajaran

Teknologi pembelajaran, yang merupakan terjemahan dari instructional technology, merupakan suatu teori, bidang garapan, dan profesi yang sangat menaruh perhatian pada upaya-upaya untuk memfasilitasi peserta didik (*learner*) dan terus meningkatkan kinerja mereka dengan proses-proses dan sumber-sumber belajar yang tepat dan menarik. Fasilitasi belajar ini diberikan (oleh teknologi pembelajaran) dengan prinsip sesuai dengan karakteristik individualnya agar peserta didik dapat belajar dengan lebih mudah, lebih menarik, menyenangkan atau termotivasi, dan lebih efisien.

Bantuan atau fasilitas yang diberikan oleh teknologi pembelajaran kepada peserta didik adalah berupa proses-proses dan sumber-sumber belajar. Tentu saja, proses-proses dan sumber-sumber belajar tersebut diberikan berdasarkan karakteristik individualnya, seperti minat belajarnya, kemampuan awalnya, gaya belajarnya, kecepatan belajarnya, dan lain-lain. Proses-proses belajar dan pembelajaran yang dapat dipilih sesuai dengan karakteristik peserta didik, misalnya tatap muka atau jarak jauh, klasikal, kelompok atau individual, dan sebagainya. Begitu pula dengan sumber-sumber belajar yang dapat

dipilih seperti sumber belajar yang by design atau by utilization, baik yang berupa teknologi tercetak, audio-visual, berbasis komputer atau terpadu. Semua itu diberikan untuk memfasilitasi belajar siswa.



Gambar 1. Kawasan Teknologi Pembelajaran (Seels & Richey, 1994)

Berkaitan dengan upaya meningkatkan kualitas pembelajaran, tampak jelas bahwa dengan aneka proses dan sumber belajar yang dapat dirancang dan dikembangkan oleh teknologi pembelajaran, berdasarkan

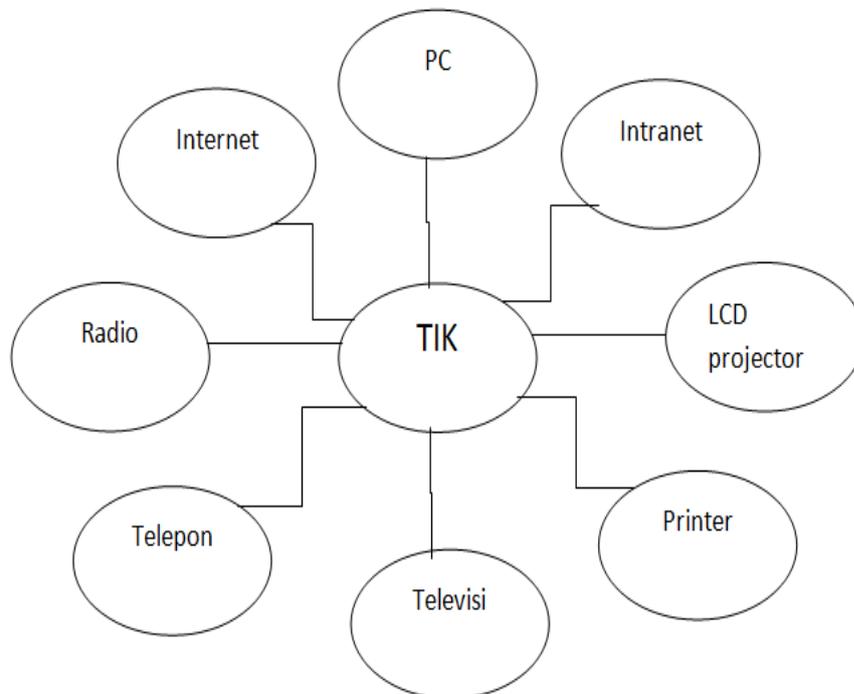
karakteristik siswa dan dilandasi dengan teori-teori belajar dan pembelajaran yang sah, dapat dipastikan bahwa proses pembelajaran akan menjadi lebih berkualitas mengingat dalam proses tersebut setiap peserta mendapatkan layanan yang optimum sesuai dengan karakteristiknya sehingga peserta didik akan menjadi lebih aktif, lebih senang, dan lebih mudah dalam belajar. Dengan demikian belajar mereka akan berhasil lebih baik, yaitu selain peserta didik mudah dan happy dalam belajar, perubahan-perubahan dalam pengetahuan, sikap dan nilai dapat tercapai lebih efisien dan lebih permanen. Hal ini sejalan dengan pendapat Mayer (dalam Seels & Richey, 1994) tentang belajar yaitu bahwa *learning refers to the relatively permanent change in a person's knowledge or behaviour due the experience* atau pendapat Gagne (1979:3) yang menyatakan bahwa *learning is a change in human disposition or capability which persists over a period of time and which is not ascribable to processes of growth.*

Dewasa ini istilah teknologi pembelajaran bergeser menjadi teknologi informasi, teknologi komunikasi, dan teknologi informasi dan komunikasi (Herman D. Surjono, 2010) dimana UNESCO secara resmi menggunakan istilah Information and Communication Technology (ICT). Di Indonesia, istilah ICT yang digunakan UNESCO tersebut diadopsi menjadi teknologi informasi dan komunikasi (TIK). Istilah tersebut sebenarnya telah lama digunakan yaitu sejak pertama didirikannya Pustekomdikbud/Diknas pada tahun 1970-an.

TIK merupakan teknologi yang diperlukan untuk memproses informasi, terutama penggunaan komputer elektronik dan piranti lunak komputer, yang ditujukan untuk mengolah, menyimpan, melindungi, mentransmisikan, dan mencari informasi dari mana saja dan kapan saja. Walaupun penggunaan komputer ditekankan, namun TIK bukan berarti hanya terbatas pada penggunaan alat-alat elektronik yang canggih (sophisticated), seperti pemanfaatan komputer dan internet, melainkan juga mencakup alat-alat yang konvensional, seperti: bahan tercetak, kaset audio, overhead transparency (OHT)/overhead projector (OHP),

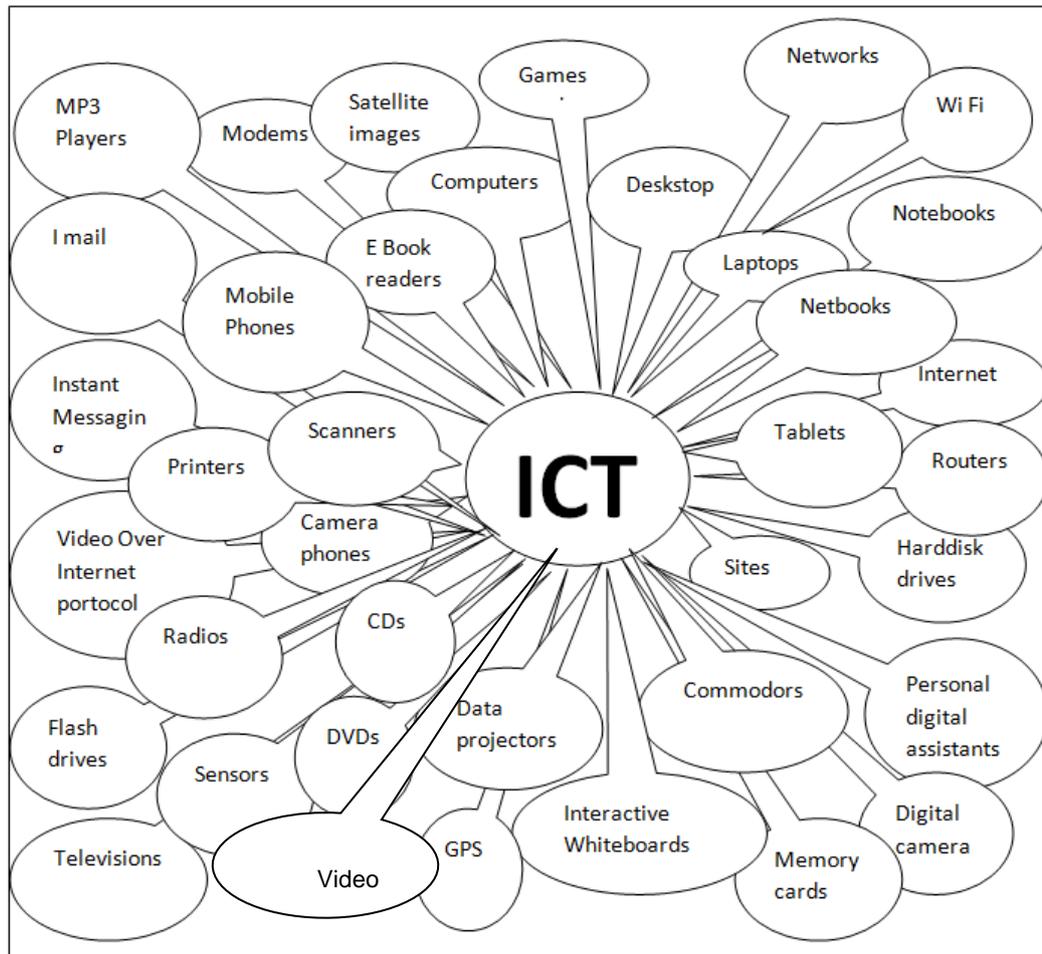
bingkai suara (sound slides), radio, dan Televisi (Siahaan, 2010). TIK adalah semua teknologi yang berhubungan dengan pengambilan, pengumpulan (akuisisi), pengolahan, penyimpanan, penyebaran, dan penyajian informasi. Pemahaman ini sejalan dengan pengertian TIK yang dikemukakan oleh UNESCO (2003:7) yakni Information technology is the term used to describe the items of equipment (hardware) and computer program (software) that allow us to access, store, organize, manipulate, and present information by electronic means. Communication technology is term used to describe telecommunication equipment, through which information can be sought and accessed.

Berdasarkan pemahaman konsep TIK tersebut berbagai jenis perangkat TIK yang dapat digunakan untuk kepentingan pendidikan dan pembelajaran menurut Siahaan (2010) adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2 . Jenis perangkat TIK (Siahaan, 2010)

Sementara yang lebih variatif, jenis-jenis perangkat TIK tersebut dikemukakan oleh UNESCO (dalam Herman D. Surjono, 2010) meliputi peralatan sebagaimana dikemukakan pada Gambar 3



Gambar 3. Jenis-jenis perangkat TIK (UNESCO, dalam Herman D, Surjono 2010)

Penjelasan dari gambar diatas bahwasanya jenis-jenis perangkat TIK (UNESCO, dalam Herman D, Surjono 2010) adalah: Modems, E book readers, Satellite images, Computers, Games, Deskstop, Networks, Laptops, Wi Fi, Notebooks, Internet, Harddisk drives, Netbooks, Routers, Tablets, Sites, Personal digital assistants, Digital cameras, Commodors, Memory cards, Interactive whiteboards, Data projectors,

GPS, Video conferencing, DVDs, CDs, Sensors, Television, Radio, Flash drives, Voice over internet protocol, Scanners, Camera phones, Printers, Instant messaging, Mobile phones, MP3 players. Jenis-jenis perangkat TIK ini dapat digunakan oleh pendidik untuk proses pembelajaran sesuai dengan kebutuhan.

Disamping itu, pemanfaatan TIK dalam pembelajaran menjadi tuntutan yang mendesak di abad 21. Derasnya arus informasi dan tuntutan zaman yang semakin maju setidaknya kecil kemungkinan bagi guru untuk menjadi satu-satunya sumber belajar paling sah. Namun tidak dapat dipungkiri bahwa dalam satuan pendidikan sekolah guru memiliki peranan yang strategis. Oleh karena itu penggunaan TIK di sekolah hendaknya dimulai dari titik pangkal yang strategis pula yaitu guru (Miarso, 2004:494). Para guru harus diyakinkan bahwa TIK memiliki kegunaan dalam memfasilitasi proses belajar siswa dan bahwa TIK tidak akan menggantikan kedudukannya sebagai guru, melainkan membantunya untuk, paling tidak, menyimpan dan menyajikan konsep, prinsip, prosedur yang ingin diajarkannya. Upaya strategis yang perlu dilakukan adalah para guru perlu ditingkatkan kepercayaan dirinya serta dilibatkan dan ikut berpartisipasi dalam pengembangannya, yaitu pengembangan TIK untuk pembelajarannya demi peningkatan kualitas proses dan hasil belajar siswa.

Selain mempertimbangkan derasnya arus informasi, pentingnya pemanfaatan TIK dalam pembelajaran mengingat potensi TIK itu sendiri dalam memfasilitasi dan mengoptimalkan proses belajar siswa yang menurut Siahaan (2010) antara lain: (1) membuat konkrit konsep yang abstrak, misalnya untuk menjelaskan sistem peredaran darah; (2) membawa obyek yang berbahaya atau sukar didapat ke dalam lingkungan belajar seperti binatang-binatang buas, atau penguin dari kutub selatan; (3) menampilkan obyek yang terlalu besar, seperti: pasar, candi borobudur; (4) menampilkan obyek yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, seperti: mikro organisme; (5) mengamati gerakan yang terlalu cepat, misalnya dengan slow motion atau time

lapse photography; (6) memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan lingkungannya; (7) memungkinkan keseragaman pengamatan dan persepsi bagi pengalaman belajar siswa; (8) membangkitkan motivasi belajar siswa; (9) menyajikan informasi belajar secara konsisten, akurat, berkualitas dan dapat diulang penggunaannya atau disimpan sesuai dengan kebutuhan, atau (10) menyajikan pesan belajar secara serempak untuk lingkup sasaran yang sedikit/kecil atau banyak/luas, mengatasi batasan waktu (kapan saja) maupun ruang (di mana saja). Dalam konteks yang lebih luas, yaitu pendidikan, potensi TIK yang tampak jelas setidaknya adalah memperluas kesempatan belajar, meningkatkan kualitas dan efisiensi belajar, memungkinkan terjadinya belajar mandiri dan belajar kooperatif, serta mendorong terwujudnya belajar sepanjang hayat.

Pola pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi mengubah peran pengajar dan peserta belajar. Pembelajaran bergeser dari berpusat pada pengajar kepada peserta belajar. Pengajar bukan lagi satu-satunya sumber dalam pembelajaran tetapi hanya sebagai salah satu sumber yang dapat diakses oleh peserta belajar. Begitu juga halnya dengan peserta belajar, dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi peserta belajar bukanlah sebagai peserta yang pasif. Peserta belajar dituntut untuk aktif selama proses pembelajaran sehingga terjadi pembelajaran yang aktif. Hal tersebut mendorong terciptanya kreativitas dan kemandirian dalam belajar. Kreatif dalam memunculkan dan menciptakan informasi atau pengetahuan baru serta mandiri dalam mencari beragam sumber belajar untuk mendukung proses pembelajaran. Kreativitas dan kemandirian belajar yang terbentuk dengan diintegrasikannya teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran menjadikan peserta belajar sebagai individu yang mampu bersaing di pasar dunia.

Pengintegrasian teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran sangat membuka peluang untuk membentuk kreativitas dan kemandirian peserta belajar. Beragamnya sumber belajar yang

dapat diakses peserta belajar membutuhkan kearifan agar selektif dalam memilah dan memilih sumber tersebut. Peserta belajar tidak lagi hanya bergantung pada pengajar untuk mendapatkan ilmu pengetahuan tetapi terbiasa untuk kreatif mencari dan menciptakan informasi serta pengetahuan yang relatif baru. Teknologi informasi dan komunikasi memberikan peluang yang lebih besar bagi peserta belajar untuk saling berkolaborasi antar peserta belajar, karena pola pembelajaran yang terbentuk tidak lagi berpola pada individual tetapi pola kerjasama yang didalamnya terkandung tanggung jawab pribadi. Terbentuknya kreativitas dan kemandirian belajar dalam diri peserta belajar menjadikan mereka mampu untuk bertahan dan bersaing di era global.

Untuk dapat memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam memperbaiki mutu pembelajaran, ada tiga hal yang harus diwujudkan yaitu (1) peserta belajar dan pengajar harus memiliki akses kepada teknologi digital dan internet dalam kelas, sekolah, dan lembaga pendidikan guru, (2) harus tersedia materi yang berkualitas, bermakna, dan dukungan kultural bagi peserta belajar dan pengajar, dan (3) pengajar harus memiliki pengetahuan dan ketrampilan dalam menggunakan alat-alat dan sumber-sumber digital untuk membantu peserta belajar mencapai tujuan pembelajaran.

Sejalan dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, maka telah terjadi pergeseran pandangan tentang pembelajaran baik di kelas maupun di luar kelas. Dalam pandangan tradisional di masa lalu (dan masih ada pada masa sekarang), proses pembelajaran dipandang sebagai: (1) sesuatu yang sulit dan berat, (2) upaya mengisi kekurangan peserta belajar, (3) satu proses transfer dan penerimaan informasi, (4) proses individual atau soliter, (5) kegiatan yang dilakukan dengan menjabarkan materi pelajaran kepada satuan-satuan kecil dan terisolasi, (6) suatu proses linear. Sejalan dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah terjadi perubahan pandangan mengenai pembelajaran yaitu pembelajaran

sebagai: (1) proses alami, (2) proses sosial, (3) proses aktif dan pasif, (4) proses linear dan atau tidak linear, (5) proses yang berlangsung integratif dan kontekstual, (6) aktivitas yang berbasis pada model kekuatan, kecakapan, minat, dan kulkur siswa, (7) aktivitas yang dinilai berdasarkan pemenuhan tugas, perolehan hasil, dan pemecahan masalah nyata baik individual maupun kelompok.

Pembelajaran dengan muatan teknologi informasi dan komunikasi akan berjalan efektif jika pengajar dalam pembelajaran adalah sebagai fasilitator pembelajaran atau yang memberikan kemudahan dalam belajar dan bukan lagi sebagai pemberi informasi. Pengajar bukan sebagai satu-satunya sumber belajar yang mentransfer ilmu pengetahuannya kepada peserta belajar. Pengajar juga bukan menjadi instruktur yang memberikan perintah melainkan sebagai mitra belajar bagi peserta belajar dan memfasilitasi segala hal yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran.

Disamping itu, proses pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi memerlukan bimbingan dari pengajar untuk memfasilitasi pembelajaran bagi peserta belajar dengan efektif. Pengajar memberikan kesempatan yang sebesar-besarnya dan menciptakan kondisi bagi peserta belajar untuk mengembangkan cara-cara belajarnya sendiri sesuai dengan karakteristik teknologi informasi dan komunikasi, kebutuhan, bakat dan minatnya. Selain itu pengajar berperan sebagai programmer, yaitu selalu kreatif dan inovatif menghasilkan berbagai karya inovatif berupa program atau perangkat keras/lunak yang akan digunakan oleh peserta belajar.

c. Peran Teknologi Informasi dan Komunikasi sebagai media pembelajaran

Potensi TIK dalam membantu efektivitas pembelajaran ini juga didukung oleh hasil-hasil penelitian yang dirujuk oleh Ade Kusnandar (2008) yang menyimpulkan bahwa: (1) 10% informasi diperoleh dengan cara

membaca (teks), (2) 20% informasi diperoleh dengan cara mendengar (suara), (3) 30% informasi diperoleh dengan cara melihat (grafis/foto), (4) 50% informasi diperoleh dengan cara melihat dan mendengar (video/animasi), (5) 80% informasi diperoleh dengan cara berbicara, dan (6) 80% informasi diperoleh dengan cara berbicara dan melakukan (interaktif).

Di sisi peserta didik atau siswa, kehidupan di abad 21 itu sendiri meminta peserta didik memiliki kecakapan-kecakapan (skills) sebagaimana dikemukakan oleh Herman D, Surjono (2010) berdasarkan pendapat Wagner, yaitu (1) mampu berpikir kritis dan memecahkan masalah, (2) mampu bekerja sama, (3) mampu berubah dengan cepat dan beradaptasi, (4) mempunyai inisiatif dan berjiwa enterprenership, (5) mampu berkomunikasi secara efektif baik lisan maupun tertulis, (6) mampu mengakses dan menganalisis informasi, serta (7) mempunyai keingintahuan yang tinggi. Untuk mencapai kecakapan-kecakapan tersebut tidaklah mungkin siswa hanya mengharapkan dukungan fasilitasi tunggal yaitu guru. Siswa perlu mengakses aneka informasi melalui berbagai sumber belajar baik secara elektronik maupun konvensional. Peran guru juga dengan sendirinya akan berubah dari pemberi informasi tunggal dalam lingkungan yang sangat konvensional (teacher centered) ke arah menjadi fasilitator pembelajaran yang memungkinkan siswa dapat lebih aktif belajar melalui aneka sumber (student centered). Dengan demikian jelas bahwa untuk mencapai kompetensi-kompetensi atau kecakapan-kecakapan sebagaimana diharapkan terhadap siswa dalam menghadapi masa depannya, guru harus memanfaatkan TIK dalam pembelajaran.

Satu bentuk produk TIK adalah internet yang berkembang pesat di penghujung abad 20 dan di ambang abad 21. Kehadirannya telah memberikan dampak yang cukup besar terhadap kehidupan umat manusia dalam berbagai aspek dan dimensi. Internet merupakan salah satu instrumen dalam era globalisasi yang telah menjadikan dunia ini menjadi transparan dan terhubung dengan sangat mudah dan cepat tanpa mengenal batas-batas kewilayahan atau kebangsaan. Melalui

internet setiap orang dapat mengakses ke dunia global untuk memperoleh informasi dalam berbagai bidang dan pada gilirannya akan memberikan pengaruh dalam keseluruhan perilakunya. Dalam kurun waktu yang amat cepat beberapa dasawarsa terakhir telah terjadi revolusi internet di berbagai negara serta penggunaannya dalam berbagai bidang kehidupan. Keberadaan internet pada masa kini sudah merupakan satu kebutuhan pokok manusia modern dalam menghadapi berbagai tantangan perkembangan global. Kondisi ini sudah tentu akan memberikan dampak terhadap corak dan pola-pola kehidupan umat manusia secara keseluruhan. Dalam kaitan ini, setiap orang atau bangsa yang ingin lestari dalam menghadapi tantangan global, perlu meningkatkan kualitas dirinya untuk beradaptasi dengan tuntutan yang berkembang. TIK telah mengubah wajah pembelajaran yang berbeda dengan proses pembelajaran tradisional yang ditandai dengan interaksi tatap muka antara guru dengan siswa baik di kelas maupun di luar kelas.

Teknologi informasi dan komunikasi mempunyai pengaruh yang cukup berarti terhadap proses dan hasil pembelajaran baik di kelas maupun di luar kelas. Teknologi informasi dan komunikasi telah memungkinkan terjadinya akselerasi, pengayaan, perluasan, efektivitas dan produktivitas pembelajaran yang pada gilirannya akan meningkatkan kualitas pendidikan sebagai infrastruktur pengembangan sumber daya manusia secara keseluruhan. Melalui penggunaan Teknologi informasi dan komunikasi setiap peserta belajar akan terangsang untuk belajar maju berkelanjutan sesuai dengan potensi dan kecakapan yang dimilikinya. Pembelajaran dengan menggunakan Teknologi informasi dan komunikasi menuntut kreativitas dan kemandirian diri sehingga memungkinkan mengembangkan semua potensi yang dimilikinya.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah memberikan pengaruh terhadap dunia pendidikan khususnya dalam proses pembelajaran. Menurut Rosenberg (2001), dengan berkembangnya penggunaan TIK ada 5 (lima) pergeseran dalam proses pembelajaran yaitu: (1) dari pelatihan ke penampilan, (2) dari ruang

kelas ke dimana dan kapan saja, (3) dari kertas ke "on line" atau saluran, (4) fasilitas fisik ke fasilitas jaringan kerja, (5) dari waktu siklus ke waktu nyata. Komunikasi sebagai media pendidikan dilakukan dengan menggunakan media-media komunikasi seperti telepon, komputer, internet, e-mail, dan sebagainya. Interaksi antara guru dan siswa tidak hanya dilakukan melalui hubungan tatap muka tetapi juga dilakukan dengan menggunakan media-media tersebut. Guru dapat memberikan layanan tanpa harus berhadapan langsung dengan siswa. Demikian pula peserta didik dapat memperoleh informasi dalam lingkup yang luas dari berbagai sumber melalui cyber space atau ruang maya dengan menggunakan komputer atau internet.

Menurut Rosenberg (2001:28), e-learning merupakan satu penggunaan teknologi internet dalam penyampaian pembelajaran dalam jangkauan luas yang berlandaskan tiga kriteria yaitu: (1) e-learning merupakan jaringan dengan kemampuan untuk memperbaharui, menyimpan, mendistribusi dan membagi materi ajar atau informasi., (2) pengiriman sampai ke pengguna terakhir melalui komputer dengan menggunakan teknologi internet yang standar, (3) memfokuskan pada pandangan yang paling luas tentang pembelajaran di balik paradigma pembelajaran tradisional. Saat ini e-learning telah berkembang dalam berbagai model pembelajaran yang berbasis TIK seperti: CBT (Computer Based Training), CBI (Computer Based Instruction), Distance Learning, Distance Education, CLE (Cybernetic Learning Environment), Dekstop Videoconferencing, ILS (Integrated Learning System), LCC (Learner-Cemterted Classroom), Teleconferencing, WBT (Web-Based Training), dan sebagainya.

Model untuk mengukur integrasi TIK dalam pembelajaran terdiri dari model mikro berorientasi pembelajaran, model mikro berorientasi TIK, model sistem/sekolah dan model populasi (Newhouse et al, 2002) dan model dua dimensi (Mei et al, 2012) seperti diuraikan sebagai berikut:

1. Model Mikro Berorientasi Pembelajaran

Orientasi pembelajaran mikro yang lebih fokus pada masalah inovasi pedagogik guru dikenal juga dengan sebutan model adopsi berbasis perhatian/kepedulian (Anderson, 1997; Hall & Hord, 1987). Model ini terdiri dari tiga dimensi utama, yakni: tahap perhatian/kepedulian (SoC), tahap penggunaan (LoU) dan tahap inovasi konfigurasi (IC), Dimensi SoC menggambarkan bagaimana guru memandang suatu inovasi dan mengalami/merasakannya. Pada dimensi LoU guru-guru hanya diidentifikasi apakah mereka melakukan pembelajaran yang terintegrasi dengan TIK ataukah tidak terpengaruh sama sekali dengan inovasi yang ada. Dimensi IC fokus pada bagaimana bentuk operasional sebuah inovasi bisa digunakan dalam pembelajaran.

2. Model Berorientasi TIK

Berbeda dengan model mikro pembelajaran yang hanya berorientasi pada masalah inovasi, model mikro TIK berorientasi pada kompetensi guru TIK. Misalnya model ACOT (Apple Classrooms of Tomorrow). Model ini mengelompokkan tiga tingkatan kecakapan guru berkaitan dengan teknologi, yakni: (a) teknologi itu hidup atau berkembang di lingkungan para guru; (b) guru menguasai teknologi dan (c) dampak penggunaan teknologi bagi guru. Selain itu ada 5 (lima) fase yang harus dilalui guru untuk mengintegrasikan TIK seutuhnya dalam pembelajaran yaitu, pengenalan, adopsi, adaptasi, apropriasi dan inovasi. Fase-fase ini akan mengubah gaya instruksional dari tradisional ke konstruktivis (Sandholtz, Ringstaff & Dwyer, 1987).

3. Model Sistem Sekolah

Berbeda dengan model-model sebelumnya yang menjadikan individu sebagai fokus, model sistem/model sekolah dirancang untuk digunakan oleh para pembuat kebijakan di sekolah untuk mengevaluasi sekolahnya terutama pemanfaatan TIK dalam mendukung pembelajaran. Sebagai contoh, model teknologi maturity (Sibley & Kimball, 1998) dirancang agar lembaga pendidikan siap menghadapi 5 (lima) tantangan yang akan dialaminya ketika mereka ingin memberdayakan sekolah melalui penggunaan teknologi. Kelima

tantangan itu yakni: visi, perencanaan, dukungan, literasi dan komunikasi. Model ini secara spesifik mendeskripsikan langkah-langkah dan produk yang menjamin tujuan dan sasaran dalam rencana teknologi yang diwujudkan dalam sebuah proyek nyata.

4. Model Populasi

Model populasi yang dikembangkan oleh Rogers (1983) didasarkan pada teori tentang difusi inovasi (DoI). Menurut teori DoI, inovasi teknologi dikomunikasikan melalui saluran khusus/ tertentu diantara anggota suatu sistem sosial. Inovasi teknologi ini melalui beberapa tahap yakni pengetahuan (paparan keberadaannya), persuasi (pembentukan sikap menerima inovasi itu), keputusan (komitmen untuk adopsi), pelaksanaan (mengggunakan) dan konfirmasi (penguatan berdasarkan hasil positif dan pelaksanaannya). Davis et al (1989) menegaskan bahwa dipersepsi kemanfaatan dan kemudahan penggunaannya merupakan keyakinan yang dapat memengaruhi sikap seseorang sehingga menyebabkan munculnya niat individu tersebut untuk menggunakan TIK. Dipersepsi manfaat maksudnya adalah sejauh mana seseorang percaya bahwa dengan menggunakan sistem tertentu akan meningkatkan kinerjanya dan persepsi kemudahan penggunaan adalah sejauh mana seseorang percaya bahwa penggunaan sistem tersebut tidak sulit untuk dipelajari. Semakin tinggi kegunaan dan kemudahan penggunaan dan suatu inovasi, semakin besar kemungkinan bagi orang untuk mengadopsi inovasi tersebut sebaliknya, semakin rendah manfaat dari inovasi bagi subyeknya maka kemungkinan untuk mengadopsinya sangat kecil.

5. Model Dua Dimensi

Model dua dimensi yang dikembangkan oleh Janet Mei et al (2012), melalui kombinasi antara model mikro TIK-oriented dan mikro learning-oriented untuk mengetahui tingkat kemajuan seseorang dalam penguasaan TIK sambil membimbingnya menuju satu tingkat yang lebih tinggi dalam mengintegrasikan TIK dalam

pembelajaran. Pengembangan model dua dimensi ini didasarkan pada studi yang cermat atas model mikro berorientasi Pembelajaran dan model mikro berorientasi TIK.

Dimensi pedagogi dikelompokkan berdasarkan 4 (empat) faktor berikut; keyakinan pedagogik guru (Ertner, 2005), strategi pembelajaran yang digunakan, interaksi guru-siswa dan jenis-jenis tugas yang dilaksanakan siswa seperti dijelaskan sebagai berikut:

- a. Level A (pengajaran langsung), guru pada tingkat ini mengadopsi metodologi pengajaran tradisional, dengan metode ceramah, mencatat, dan membahas materi secara berulang-ulang. Gaya mengajar guru berbentuk mengarahkan sehingga komunikasi dalam proses pembelajaran hanya berbentuk satu arah melalui pemberian pengetahuan, pemodelan, demonstrasi dan petunjuk lainnya bagi siswa. Pada tingkat ini penyediaan informasi yang diberikan harus eksplisit dan proses bimbingan pembelajaran harus maksimal.
- b. Tingkat B (pembelajaran kognitif aktif): guru pada tingkat ini percaya bahwa peserta didik harus menjadi peserta aktif dalam belajar. Guru lebih menekankan pemahaman dan penerapan daripada menghafal dan pengulangan. Peserta didik didorong untuk aktif mencari informasi sendiri dengan petunjuk-guru atau penggunaan alat bantu video dan audio visual. Seorang guru pada tingkat ini tidak lagi menjadi penyedia informasi satu arah tetapi menjadi fasilitator untuk mengolah informasi bagi peserta didiknya (Schallert & Martin, 2003). Sebagai fasilitator pembelajaran, guru mengamati dan memberikan umpan balik kepada peserta didiknya demi membantu mereka mencapai tingkat pemahaman yang lebih dalam lagi menyangkut isi materi.
- c. Tingkat C (belajar konstruktif): pada tingkat ini guru mengimplementasi kelas pembelajaran berbasis konstruktivis yakni adanya keyakinan bahwa peserta didik mampu membangun pengetahuan mereka sendiri atas dasar interaksi dengan lingkungan mereka. Guru hanya sebagai fasilitator dalam menyiapkan lingkungan belajar yang mendukung peserta didik untuk

berpikir kritis terhadap pengetahuan baru dengan menciptakan hubungan antara inti pengetahuan baru tersebut dengan dunia nyata. Kegiatan belajar pada tingkat ini cenderung berbasis masalah dan dikendalikan oleh peserta didik itu sendiri dalam merancang dan menerapkan strategi pemecahan masalah. Dengan demikian, eksplorasi berbasis masalah dan proyek-proyek berbasis inquiry sering dilakukan. Peran seorang guru hanya untuk memberikan saran perbaikan dan bantuan bagi siswa bila mengalami kesulitan.

- d. Tingkat D (pembelajaran sosial): pada tingkat ini, seorang guru percaya bahwa pembelajaran menjadi lebih bermakna ketika seorang individu terlibat dalam kegiatan sosial. Guru hanya sebagai fasilitator untuk meningkatkan belajar peserta didik melalui interaksi sosial mereka dengan lingkungan luar (Schallert & Martin, 2003). Bentuk konkrit kegiatannya seperti, debat baik secara langsung atau dalam suatu lingkungan online, percakapan dengan para ahli atau mengerjakan proyek berbasis tim.

Semua model itu tak ada yang paling baik dan paling cocok untuk digunakan sebagai alat evaluasi penggunaan TIK dalam pembelajaran. Namun demikian model di atas paling tidak dapat menjadi salah satu alat ukur tingkat penggunaan TIK dalam pembelajaran di sekolah.

Sekolah bukan hanya sarana mencapai target kurikulum tapi juga mewujudkan pembelajaran sikap mental melalui strategi pembelajaran. Adapun pemanfaatan dan integrasi TIK dalam pembelajaran dapat memungkinkan peserta didik mengembangkan pengalamannya seperti:

1. Multisensory: Secara audio, visual dan kinestetik dapat mengakomodasi learning style peserta didik dapat melihat, mendengar dan merasakan secara "nyata" tayangan video disajikan dalam kegiatan pembelajaran.
2. Contextual: penggunaan media TIK dalam proses pembelajaran memudahkan guru dalam menjelaskan konsep/ilmu yang tidak

memungkinkan dibuktikan secara praktek, memudahkan guru untuk memvisualkan yang abstrak menjadi real. Maka tugas guru adalah mengajak peserta didik untuk menganalisa konsep/teori melalui diskusi kasus dengan pendekatan problem based learning sehingga siswa terasah daya kritisnya.

3. Reflective: dengan tayangan "nyata" peserta didik diharapkan dengan kesadaran pribadi dan merenungkan tentang kebesaran penciptaan Tuha atas ilmu yang dipelajarinya guru terbangun karakter religinya mengasah spritual quotient (SQ). Berikan kesempatan peserta didik untuk berpendapat tentang hasil tayangan tadi.
4. Communicative: pembelajaran dengan menggunakan TIK dapat menciptakan kegiatan pembelajaran yang komunikatif dan dialogis, dikarenakan saat menyaksikan tayangan peserta didik dapat terangkat rasa ingin tahunya curiosity, merangsang peserta didik dengan keterampilan bertanya memudahkan peserta didik dalam memahami materi.
5. Constructive: dengan memberikan kesempatan siswa setelah menyaksikan tayangan video, peserta didik dapat mengembangkan ide dan menambah wawasan sekaligus dapat membuktikan rasa penasaran dari teori yang diketahuinya. Maka dalam penggunaan media TIK dalam kegiatan pembelajaran, guru semestinya memberikan kesempatan peserta didik untuk mengeksplorasi wawasan ilmu yang diketahuinya.

Adapun Media dalam pembelajaran memiliki fungsi sebagai alat bantu untuk memperjelas pesan yang disampaikan guru. Media juga berfungsi untuk pembelajaran individual dimana kedudukan media sepenuhnya melayani kebutuhan belajar siswa (pola bermedia). Beberapa bentuk penggunaan komputer media yang dapat digunakan dalam pembelajaran meliputi:

1. Penggunaan Multimedia Presentasi.

Multimedia presentasi digunakan untuk menjelaskan materi-materi yang sifatnya teoritis, digunakan dalam pembelajaran klasikal dengan group belajar yang cukup banyak di atas 50 orang. Media ini cukup

efektif sebab menggunakan multimedia projector yang memiliki jangkauan pancar cukup besar. Kelebihan media ini adalah menggabungkan semua unsur media seperti teks, video, animasi, image, grafik dan sound menjadi satu kesatuan penyajian, sehingga mengakomodasi sesuai dengan modalitas belajar siswa. Program ini dapat mengakomodasi peserta didik yang memiliki tipe visual, auditif maupun kinestetik. Hal ini didukung oleh teknologi perangkat keras yang berkembang cukup lama, telah memberikan kontribusi yang sangat besar dalam kegiatan presentasi.

Berbagai perangkat lunak yang memungkinkan presentasi dikemas dalam bentuk multimedia yang dinamis dan sangat menarik. Perkembangan perangkat lunak tersebut didukung oleh perkembangan sejumlah perangkat keras penunjangnya. Salah satu produk yang paling banyak memberikan pengaruh dalam penyajian bahan presentasi digital saat ini adalah perkembangan monitor, kartu video, kartu audio serta perkembangan proyektor digital (digital image proyektor) yang memungkinkan bahan presentasi dapat disajikan secara digital untuk bermacam-macam kepentingan dalam berbagai kondisi dan situasi, serta ukuran ruang dan berbagai karakteristik audience. Tentu saja hal ini menyebabkan perubahan besar pada trend metode presentasi saat ini, dan dapat dimanfaatkan untuk mengajarkan dengan menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK).

2. CD Multimedia Interaktif

CD interaktif dapat digunakan pada pembelajaran di sekolah sebab cukup efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik terutama komputer. Terdapat dua istilah dalam perkembangan CD interaktif ini yaitu Computer Based Instruction (CBI) dan Computer Assisted Instruction (CAI). Sifat media ini selain interaktif juga bersifat multimedia terdapat unsur-unsur media secara lengkap yang meliputi sound, animasi, video, teks dan grafis. Pada umumnya tipe penyajian yang banyak digunakan adalah "tutorial". Tutorial ini membimbing

peserta didik secara tuntas menguasai materi dengan cepat dan menarik. Setiap siswa cenderung memiliki perbedaan penguasaan materi tergantung dari kemampuan yang dimilikinya. Penggunaan tutorial melalui CD interaktif lebih efektif untuk mengajarkan penguasaan Software kepada peserta didik dibandingkan dengan mengajarkan hardware. Misalnya tutorial Microsoft Office Word, Access, Excel, dan Power Point. Kelebihan lain dari CD interaktif ini adalah peserta didik dapat belajar secara mandiri, tidak harus tergantung kepada guru/instruktur. Peserta didik memulai belajar kapan saja dan dapat mengakhiri sesuai dengan keinginannya. Selain itu, materi-materi yang diajarkan dalam CD tersebut dapat langsung dipraktekkan oleh peserta didik terhadap software tersebut.

3. Video Pembelajaran

Selain CD interaktif, video termasuk media yang dapat digunakan untuk pembelajaran di SC. Video ini bersifat interaktif-tutorial membimbing peserta didik untuk memahami sebuah materi melalui visualisasi. Peserta didik juga dapat secara interaktif mengikuti kegiatan praktek sesuai yang diajarkan dalam video. Penggunaan CD interaktif mengikuti kegiatan praktek sesuai yang diajarkan dalam video. Penggunaan CD interaktif di SD cocok untuk mengajarkan suatu proses. Misalnya cara penyerbukan pada tumbuhan, tekni okulasi, pembelahan sel, proses respirasi dan lain-lain.

4. Internet

Pemanfaatan internet sebagai media pembelajaran mengkondisikan peserta didik untuk belajar secara mandiri. Para peserta didik dapat mengakses secara online dari berbagai perpustakaan, museum, database, dan mendapatkan sumber primer tentang berbagai peristiwa sejarah, biografi, rekaman, laporan dan data statistik. Peserta didik dapat berperan sebagai seorang peneliti, menjadi seorang analisis, tidak hanya konsumen informasi saja. Mereka menganalisis informasi yang relevan dengan pembelajaran dan melakukan pencarian yang sesuai dengan kehidupan nyatanya (*real*

life). Peserta didik dan guru tidak perlu hadir secara fisik di kelas (*classroom meeting*), karena peserta didik dapat mempelajari baha ajar dan mengerjakan tugas-tugas pembelajaran serta ujian dengan cara mengakses jaringan komputer yang telah ditetapkan secara online. Peserta didik dapat belajar bekerjasama (*collaborative*) satu sama lain. Mereka dapat saling berkirim e-mail (*electronic mail*) untuk mendiskusikan bahan ajar. Selain mengerjakan tugas-tugas pembelajaran dan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diberikan guru, peserta didik dengan teman sekelasnya.

Menurut Haughey, (1998) dalam Suhariyanto, mengungkapkan bahwa pemanfaatan internet dalam media pembelajaran dapat dilakukan dalam tiga bentuk, yaitu :

1) Web Course, yaitu:

Penggunaan internet untuk keperluan pembelajaran, dimana seluruh bahan belajar, diskusi, konsultasi, penugasan, latihan dan ujian sepenuhnya disampaikan melalui internet. Bentuk ini tidak memerlukan tatap muka baik untuk pembelajaran maupun evaluasi dan ujian. Proses pembelajaran sepenuhnya dilakukan melalui penggunaan *e-mail, chat rooms, bulletin board* dan *online conference*. Bentuk ini juga biasa digunakan untuk pembelajaran jarak jauh (*distance education/learning*). Aplikasi bentuk ini antara lain *Virtual campus/university*.

2) Web Centric Course, yaitu:

Sebagian bahan belajar, diskusi, konsultasi, penugasan, dan latihan disampaikan melalui internet, sedangkan ujian dan sebagian konsultasi, diskusi dan latihan dilakukan secara tatap muka. Dalam bentuk ini presentasi tatap muka lebih sedikit dibandingkan penggunaan internet. Pusat kegiatan pembelajaran bergeser dari kegiatan kelas melalui kegiatan melalui internet. Sama dengan *web courses* siswa dan guru terpisah, tetapi pada waktu-waktu yang

telah ditetapkan mereka bertatap muka. Bentuk ini banyak diterapkan diperguruan tinggi-perguruan tinggi yang menerapkan sistem belajar off campus.

3) **Web Enhanced Course, yaitu**

Pemanfaatan internet untuk pendidikan, untuk menunjang peningkatan kualitas kegiatan pembelajaran di kelas. Bentuk ini juga dikenal dengan istilah *web lite course*, karena kegiatan pembelajaran utama adalah tatap muka di kelas. Bentuk ini lebih dominan kegiatan tatap muka dibanding penggunaan internet sebagai media pembelajaran. Bentuk ini dirujuk sebagai langkah awal untuk menyelenggarakan pembelajaran berbasis internet, sebelum menyelenggarakan pembelajaran dengan internet secara lebih kompleks.

Proses pembelajaran merupakan proses dimana terjadi komunikasi antara guru dan peserta didik. Dalam komunikasi biasanya komunikator menggunakan media untuk mempermudah menyampaikan informasi. Besarnya kegunaan media dalam menyampaikan informasi mengharuskan guru sebagai penyampai pesan untuk lebih kreatif dan inovatif dalam mencari media yang tepat untuk menyampaikan pesan. Media merupakan komponen yang penting dalam proses pembelajaran. Melalui media pembelajaran, proses pembelajaran akan terasa lebih menyenangkan dan menarik perhatian atau minat peserta didik.

Teknologi informasi adalah segala hal yang berhubungan dengan proses manipulasi data dan pengelolaan informasi. Teknologi komunikasi meliputi secara hal yang berkaitan dengan proses penyampaian atau pengiriman informasi dari pengirim ke penerima. Teknologi informasi dan teknologi komunikasi itu saling berkaitan erat satu sama lain. Dalam proses pembelajaran, tidak terlepas juga dari proses komunikasi. Dituntut keahlian guru dalam memilih dan menggunakan media pembelajaran. Media pembelajaran berbasis TIK

belakangan ini merupakan pilihan yang tepat yang dapat digunakan oleh guru.

Di zaman TIK sekarang ini, kegiatan belajar tidak hanya dapat dilakukan di dalam kelas, tetapi juga bisa membuat kelas maya (virtual class) dalam bentuk e-learning, guru dapat mengelola proses pembelajaran dan peserta didik dapat melakukan aktivitas belajar sebagaimana yang dilakukan di dalam kelas.

Dengan e-learning aktivitas belajar seperti materi pembelajaran, mengerjakan soal-soal dan tugas, berdiskusi dengan sesama teman maupun guru, melakukan eksperimen semua dalam bentuk simulasi. Software aplikasi e-learning yang dapat dibeli secara komersial (seperti Blackboard) atau diambil secara gratis dari Internet (misalnya, Moodle, Manhattan Virtual Class, Claroline, Atutor). Beberapa situs web juga sudah ada menyediakan fasilitas e-learning seperti situs Edukasi Net.

Media berbasis TIK lain yang bisa digunakan oleh guru adalah Blog. Blog merupakan sebuah jurnal yang tersedia di web. Blog biasanya terkoneksi sehingga konektivitas dari blog ini bisa membuat suatu komunitas. Jenis blog yang bermanfaat dalam pendidikan adalah blog pendidikan yang biasanya ditulis oleh guru maupun peserta didik. Penggunaan blog untuk membantu pembelajaran adalah diawali dengan guru yang memposting informasi seperti daftar bacaan yang harus dibaca oleh peserta didik dan tugas-tugas yang harus mereka kerjakan. Bisa juga guru memposting bahan ajar yang akan dipelajari di blog, peserta didik diwajibkan membaca dan memahami terlebih dahulu sebelum dipelajari di kelas.

Perangkat keras yang minimal perlu dipersiapkan di sekolah yang mendukung pada kegiatan pembelajaran berbasis TIK adalah :

- a. Ruang multimedia



Ruang multimedia adalah suatu ruangan dimana terdapat berbagai peralatan komunikasi elektronik guna menunjang proses pembelajaran. Ruang multimedia sebagai sarana pembelajaran untuk meningkatkan mutu pembelajaran

Dalam proses pembelajaran menggunakan ruang multimedia, bentuk-bentuk informasi yang dapat ditampilkan berupa kata-kata, gambar, video, musik, angka atau tulisan tangan. Bagi komputer, bentuk informasi tersebut, semuanya diolah dari data digital. Sehingga memudahkan siswa menyerap dan mengingat materi-materi yang disampaikan dalam proses pembelajaran.

Ada pun yang perlu dipersiapkan untuk melaksanakan pembelajaran berbasis TIK dengan menggunakan ruang multimedia antara lain :

- Sarana Elektronik (komputer/Laptop, LCD, headphone, dan lain-lain)
- Kemauan siswa dan guru untuk melakukan renovasi pembelajaran
- Sumber daya manusia (guru dan siswa)
- Kesiapan sekolah untuk menanggung beban operasional dan biaya perawatan.

Jenis kegiatan/tugas guru yang dapat dilaksanakan dengan menggunakan ruang multimedia antara lain :

- Menyampaikan materi (Presentase)
- Memutar lagu/musik di sela-sela kegiatan belajar siswa, misalnya saat siswa mengakses materi pelajaran melalui internet
- Memutar video yang berkaitan dengan materi pembelajaran
- Menampilkan gambar yang berkaitan dengan materi pembelajaran

- Mengirim informasi/pesan dari guru (komputer server) ke siswa /komputer client)
- Mengirim tugas/ulangan kepada siswa dan mengumpulkannya kembali melalui komputer server
- Memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengakses materi melalui internet.

Upaya membuat anak betah belajar di sekolah dengan memanfaatkan teknologi multimedia merupakan kebutuhan, sehingga sekolah tidak lagi ruangan yang menakutkan dengan berbagai tugas dan ancaman yang justru mengkooptasi kemampuan atau potensi dalam diri siswa. Ruang multimedia sangat berperan penting dalam peningkatan mutu pembelajaran di suatu sekolah. Dengan adanya ruangan multimedia tersebut, proses pembelajaran akan menjadi lebih praktis, inovatif, dan efektif.

b. Satu unit laptop dengan spesifikasi minimal:



- Processor minimal Celeron.
- Memori minimal 512 MB
- Harddisk minimal 80 GB
- DVD Writer
- Modem internal atau eksternal
- VGA card minimal 64 MB
- Sound card
- USB port
- Card reader dan webcam

c. Satu set in-focus



d. Satu unit printer



e. Satu unit televisi berwarna minimal 21 inchi



f. Satu unit DVD player



g. Satu set sound system



h. Line Telepon atau Pemancar



i. Kamera Digital



Berikut ini beberapa software yang dapat membantu guru untuk mengaplikasikan media berbasis ICT dalam proses kegiatan belajar.

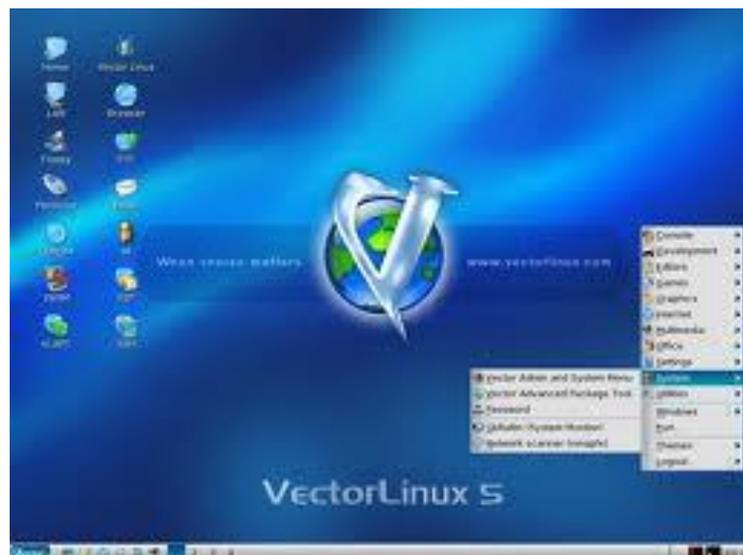
a. Operating system Windows XP atau Linux



Windows XP adalah jajaran system operasi berbasis grafis yang dibuat oleh Microsoft untuk digunakan pada komputer pribadi, yang mencakup komputer rumah dan *desktop* bisnis, laptop, dan pusat media (Media Center). Nama “XP” adalah kependekan dari “Experience”. Windows XP merupakan penerus windows 2000 Profesional dan windows Me, dan merupakan versi sistem operasi Windows pertama yang berorientasi konsumen yang dibangun di atas kernel dan arsitektur Windows NT. Windows XP pertama kali dirilis pada 25 Oktober 2001.

Windows XP tersedia dalam berbagai macam edisi. Edisi yang paling umum dari sistem operasi Windows XP adalah Windows XP Home Edition, yang ditargetkan untuk pengguna rumahan, dan juga Windows XP Professional, yang menawarkan fitur-fitur tambahan seperti dukungan untuk domain Windows Server dan dua prosesor fisik, dan ditargetkan di pasar *power user*, bisnis dan perusahaan klien. Sementara itu, Windows XP Media Center Edition memiliki fitur multimedia tambahan yang

menawarkan kemampuan untuk merekam dan menonton acara TV, melihat film DVD, dan mendengarkan musik. Ada lagi Windows XP Tablet PC Edition didesain khusus untuk platform PC Tablet, yakni sebuah komputer pribadi yang menggunakan stylus. Windows XP akhirnya dirilis untuk dua arsitektur tambahan selain tentunya Intel i386, yang disebut dengan Windows XP 64-bit Edition untuk prosesor berarsitektur IA-64 (Itanium) dan Windows XP Professional x64 Edition untuk prosesor berarsitektur x86-64. Ada juga Windows XP Embedded, sebuah versi Windows XP Professional yang dikurangi segala fiturnya di sana sini untuk pasar tertentu, dan Windows XP Starter Edition yang dijual di beberapa negara berkembang. Pada pertengahan 2009, sebuah pabrik pertama mengungkapkan bahwa mereka memiliki sebuah telepon seluler berbasis sistem operasi Windows XP.



Saat ini, linux yang pada awalnya hanya merupakan sistem operasi yang digunakan oleh peminat komputer, telah menjadi sistem yang lebih mudah digunakan (user-friendly), dilengkapi dengan antarmuka grafis dan ketersediaan berbagai macam aplikasi yang lebih mirip dengan sistem operasi lainnya, daripada hanya sebatas baris perintah Unix. Namun kesan ini telah menimbulkan banyak kritikan, termasuk dari pendukung Linux. Mereka berpendapat bahwa Linux dan proyek program bebas masih belum mencapai faktor „kemudahan dalam pemakaian“ yang memuaskan. Persoalan tentang kemudahan Linux

dibanding Windows masih menjadi isu perdebatan yang hangat. Pasaran Linux pada segmen komputer meja masih lebih kecil namun semakin berkembang. Menurut Lembaga Penyelidikan Pasaran IDC, besar pasaran Linux pada tahun 2002 adalah 25% pada segmen server, dan 2.8% pada segmen pasar komputer pribadi.

Bagi mereka yang terbiasa menggunakan Windows, Linux mungkin terasa lebih sukar, hal ini disebabkan karena perbedaan dalam melakukan berbagai kerja komputer. Dan lagi, pengguna perlu mengganti program yang sering mereka gunakan dengan program lain sebagai pengganti bila program tersebut tidak didapati dalam Linux (atau pilihan yang agak terbatas, misalnya permainan komputer). Faktor lain adalah sifat keraguraguan pengguna untuk melepaskan sistem operasi mereka yang biasa mereka gunakan (banyak pengguna masih menggunakan Windows). Selain itu, kebanyakan komputer baru telah dilengkapi dengan sistem operasi Windows siap pakai (*preinstalled*). Faktor-faktor ini menyebabkan perkembangan Linux yang agak lambat.

LANGKAH LANGKAH MEMULAI MICROSOFT EXCEL

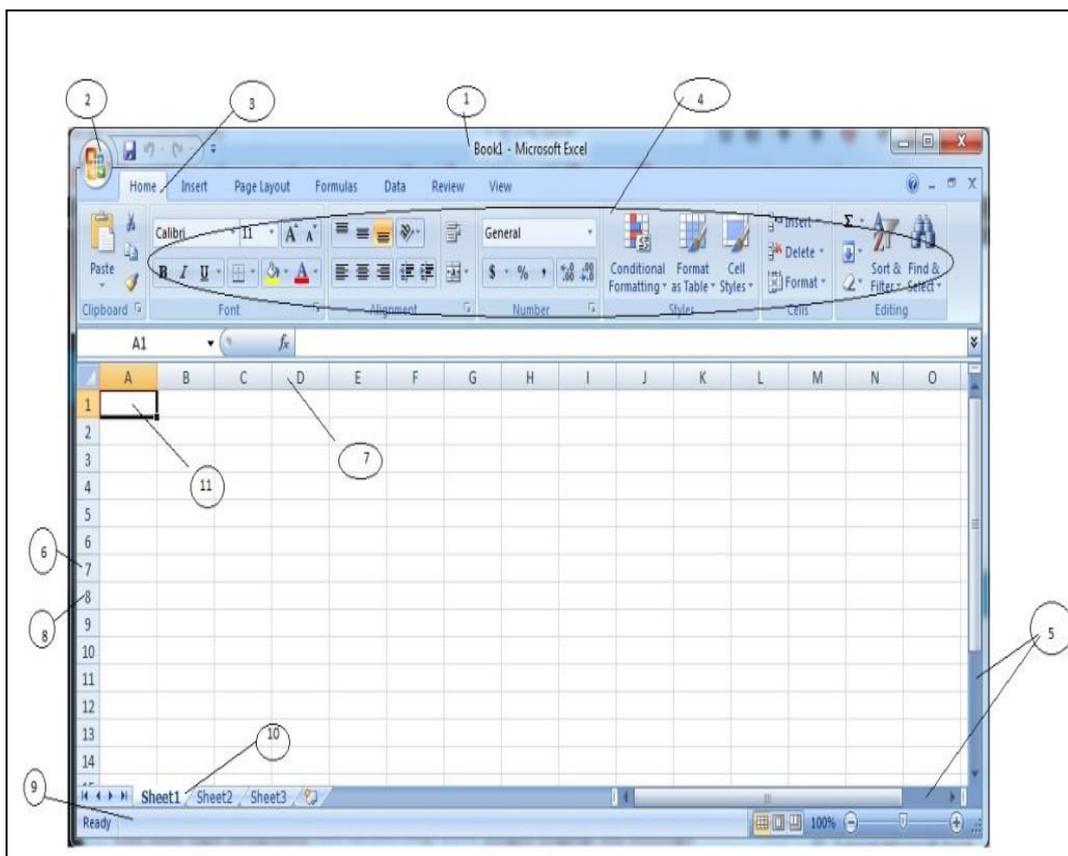


Dalam pembahasan tutorial Microsoft Excel sendiri. Tentu saja harus mengetahui ikon apa saja yang terdapat dalam layar lembar kerja Excel ini. Tampilan Microsoft Excel dengan Microsoft Word tentu berbeda. Ms. Excel memiliki lembar program berupa Spreadsheet yang terdiri dari beberapa kolom dan baris untuk memudahkan pengolahan data. Pada daftar menu Microsoft Excel sendiri terdapat beberapa tab, seperti insert

Home, Page Layout, Data, Formulas, View dan Review. Masing-masing dari kategori tersebut mempunyai toolbar yang dikategorikan sesuai kriteria.

Berikut ini beberapa tahap yang sebaiknya diikuti:

- ☞ Langkah pertama untuk membuka Ms. Excel ini adalah klik start terlebih dahulu lalu pilih opsi program.
- ☞ Jika Anda menggunakan Ms. Office 2007, cari opsi menu Microsoft Office 2007 lalu menu Microsoft Excel.
- ☞ Tunggu sampai beberapa saat hingga terdapat tampilan kerja spreadsheet Microsoft Excel.
- ☞ Setelah terbuka, anda dapat melihat aplikasi berikut ini.



Tampilan Awal Microsoft Excel.

1. Judul window: biasanya terletak dibagian paling atas yang menampilkan sebuah tulisan berupa nama workbook dan Microsoft Excel.

2. Office button: berfungsi untuk menggantikan sebuah menu File yang terletak di bagian atas pojok kiri. Pada bagian ini terdapat perintah berupa Save, Print dan Open. Ada lagi perintah baru lainnya seperti Inspect Document dan Finish Publish.
3. Tab sistem menu: berupa menu system sebagai sarana komunikasi antara excel dan penggunanya.
4. Ribbon: berupa perintah submenu yang berasal dari tab sistem menu.
5. Penggulung sheet: berfungsi melihat worksheet yang tak terlihat pada bagian layar. Pada Excel sendiri terdapat 2 penggulung sheet, yaitu vertikal dan horizontal.
6. Baris Formula: baris formula atau formula bar menyediakan 3 menu informasi, seperti name box yang terletak pada bagian paling kiri berupa informasi mengenai nama dari range atau sel, tandan "=" bisa digunakan dalam memperbaiki rumus, informasi paling kanan berupa isi.
7. Judul kolom: berupa nama kolom.
8. Nomor baris: mulai dari angka 1 hingga 65536 baris.
9. Baris status: berupa informasi yang berkaitan dengan aktivitas yang berlangsung dari Ms. Excel atau status dari keyboard.
10. Tab sheet: Ms. Excel sendiri menyajikan 3 sheet. Sheet umumnya disebut sebagai worksheet, sementara workbook sendiri berupa kumpulan.
11. Penunjuk Sel: berupa petunjuk aktivitas yang dilakukan Ms. Excel.
12. Workbook sendiri terdiri dari cara membuat buku kerja, menyimpan buku kerja dan menutup buku kerja.
13. Keluar dari lembar kerja Ms. Excel.

Tutorial Microsoft Excel terakhir adalah cara keluar dari lembar kerja Ms. Excel. Anda bisa memakai Office Button lalu pilih ikon Close dengan menekan tanda silang di bagian atas layar kanan. Apabila workbook Anda belum disimpan, maka Anda bisa menyimpannya melalui Office Button dan klik Save. Bagi pemula pengguna Microsoft Excel, sebaiknya mengetahui ikon atau menu yang terdapat dalam Microsoft Excel terlebih dahulu setelah itu dapat membuat Workbook.

Microsoft Power Point adalah sebuah program aplikasi untuk presentase (presentation), yaitu membuat program aplikasi layar perlayar silih berganti.

Berikut ini langkah-langkah dalam mengoperasikan Microsoft Power Point:

1. Membuka Power Point

- ☞ Klik start
- ☞ Pilih all program
- ☞ Pilih Microsoft Office
- ☞ Pilih Microsoft Office Power Point

2. Membuat Presentasi Baru

- ☞ Klik menu [file] > [new] atau ctrl + n
- ☞ Keluar jendela Task pane-new presentation di sebelah kanan.
- ☞ Klik [blank presentation pada bagian task pane, maka akan ditampilkan task pane-slide layout.
- ☞ Pilih layout slide yang diinginkan.
- ☞ Tampilan area kerja power point.
- ☞ Untuk membuat presentasi dengan fasilitas template, klik design template yang ada pada bagian task pane, maka akan ditampilkan slide design. Pilih design yang diinginkan pada kota daftar pilihan apply a design template.
- ☞ Untuk menyimpan presentase baru, klik save atau tekan ctrl +s. Keluar kota dialog save, ketikan nama file, contoh project 1.
- ☞ Untuk membuka presentase yang telah disimpan tadi, klik open atau tekan ctrl+o, muncul kotak dialog open, pilih folder/direktori tempat menyimpan file presentasi pada kotak daftar lok in. Pilih nama file presentasi yang akan dibuka pada kotak daftar file nama, klik tombol open.

- ☞ Untuk menyimpan presentasi yang pernah dibuat dengan nama lain, klik menu file, klik save as, muncul kotak dialog save as, pada file name, ketikkan nama file baru yang diinginkan.
- ☞ Untuk menutup presentasi, klik menu file, klik close. Untuk keluar dari microsoft power point, klik menu file, klik exit atau tekan alt+f4 atau klik tombol close di pojok kanan atas.

3. Menyunting Presentasi

a. Memasukkan teks ke dalam slide.

- ☞ Klik pada kotak klik to add title
- ☞ Ketikkan teks yang dikehendaki
- ☞ Lakukan hal yang sama pada kotak klik to add dan ketikkan teks yang anda kehendaki didalamnya.
- ☞ Memilih slide layout setelah menambah slide yang baru, langkah selanjutnya adalah memilih layout yang diperlukan. Pastikan jendela taks pane berisi tampilan slide layout, pilih layout slide berikutnya sesuai dengan keinginan Anda. Jika jendela taks pane belum berisi tampilan slide layout, klik lah menu format > slide layout.

b. Memilih slide design

- ☞ Klik icon slide design pada toolbar formatting atau klik menu format > slide design.
- ☞ :Pilihlah desain yang dikehendaki pada jendela taks pane.
- ☞ Jika anda masih kurang puas dengan koleksi desain yang ditampilkan, anda dapat mencoba mencari desain yang lain dengan mengklik icon browse pada bagian bawah jendela taks pane.
- ☞ Selanjutnya, anda dapat memilih desain pada folder 1033 atau folder presentation design. Jika masih kurang puas juga, anda dapat mencari desain template di microsoft office online pada

jendela task pane, tentu saja anda harus online internet terlebih dahulu.

c. Memindahkan urutan slide

☞ Untuk memudahkan urutan slide, terlebih dahulu anda membuka tampilan presentasi dengan menggunakan view slide sorter.

☞ Klik slide yang akan dipindahkan, kemudian drag ke tempat yang diinginkan, misalnya slide I tarik ke slide III. Atau klik slide yang akan dipindahkan, kemudian tekan ctrl+x. Atau klik icon cut pada toolbar formatting atau klik menu edit > cut

d. Meng-copy slide

☞ Buka tampilan presentasi dengan menggunakan view slide sorter.

☞ Klik slide yang akan dipindahkan, tekan ctrl + drag ke tempat yang diinginkan.

☞ Klik slide yang akan dicopy, tekan ctrl+c atau klik icon copy pada toolbar formatting atau klik menu edit > copy.

☞ Kemudian letakkan insertion point ke tempat yang diinginkan, tekan ctrl+v atau klik icon paste pada toolbar formatting atau klik menu edit > paste.

e. Menghapus sebuah slide

☞ Buka tampilan presentasi dengan menggunakan view slide sorter.

☞ Buka tampilan presentasi menggunakan view normal, pilih area slides.

☞ Klik slide yang akan dihapus.

☞ Tekan tombol delete pada keyboard

f. Menyisipkan slide.

- ☞ Buka tampilan presentation dengan menggunakan view slide sorter.
- ☞ Letakkan insertion point diantara slide yang ingin disisipkan, misalkan diantara slide 2 dan slide 3.
- ☞ Klik icon new slide pada toolbar formatting.
- ☞ Klik menu insert > new slide, tekan ctrl+m

g. Memasukkan gambar ke dalam slide

- ☞ Letakkan penunjuk mouse pada area slide, klik menu insert, sorot picture.
- ☞ Klik clipart/wordart/form file/autoshape/organization chart
- ☞ Pilih gambar atau objek yang diinginkan klik ok.
- ☞ Aturkan posisi dan ukurannya (caranya sama seperti mengatur gambar pada Microsoft Word).

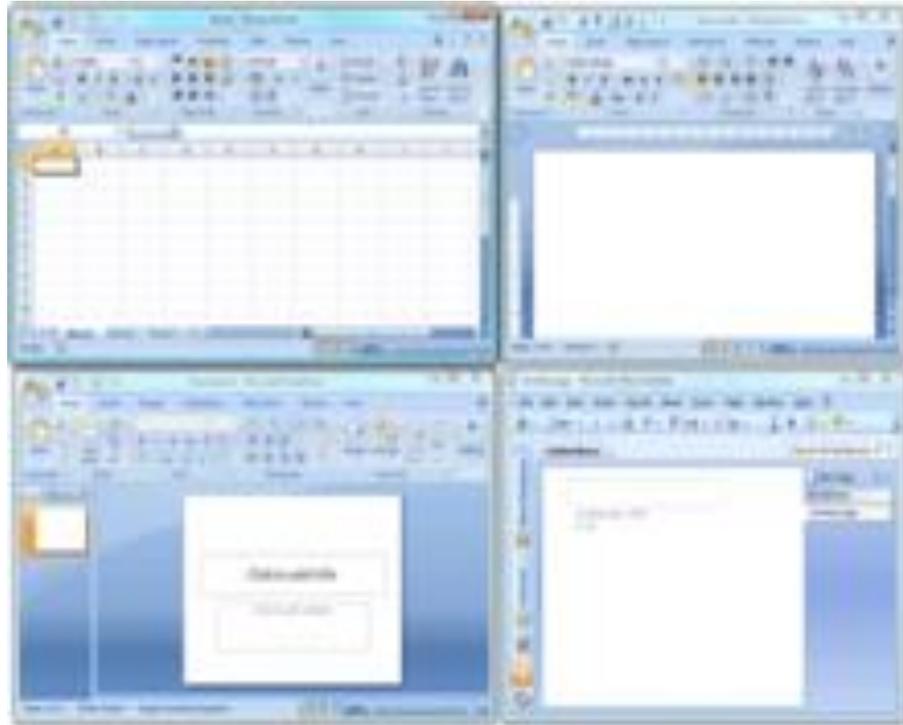
h. Memasukkan background ke dalam slide.

- ☞ Pilih slide yang akan diberi layar belakang.
- ☞ Klik menu format > background
- ☞ Klik kotak yang dibawahnya untuk memilih jenis-jenis background. Pilih fill effect.
- ☞ Pilih salah satu kategori background yakni: klik tab gradient untuk memilih background berupa gradient, klik tab texture untuk memilih background berupa tekstur, klik tab pattern untuk memilih background berupa pattern, klik tab picture untuk memilih background berupa gambar, klik ok. Klik apply atau apply to all.

b. Microsoft office (Word, Excel, Power point)

Microsoft Office adalah sebutan untuk paket aplikasi perkantoran buatan Microsoft dan dirancang untuk dijalankan di bawah sistem operasi Microsoft windows dan Mac OS X. Beberapa

aplikasi di dalam Microsoft Office yang terkenal adalah Excel ,Word dan Powerpoint. Langkah-langkah mengoperasikan microsoft excel dan microsoft power point telah dijelaskan sebelumnya.



Search jarum jam: Microsoft Office

Excel, Word, OneNote dan PowerPoint di Windows Vista.

c. Wallwisher.com



Wallwisher adalah aplikasi internet gratis yang memungkinkan Anda untuk membangun dinding. Anda dan orang lain dapat memposting catatan pada dinding tersebut. Untuk membangun dinding Anda perlu

login dengan account email tapi account email tidak diperlukan untuk memposting catatan pada dinding itu.

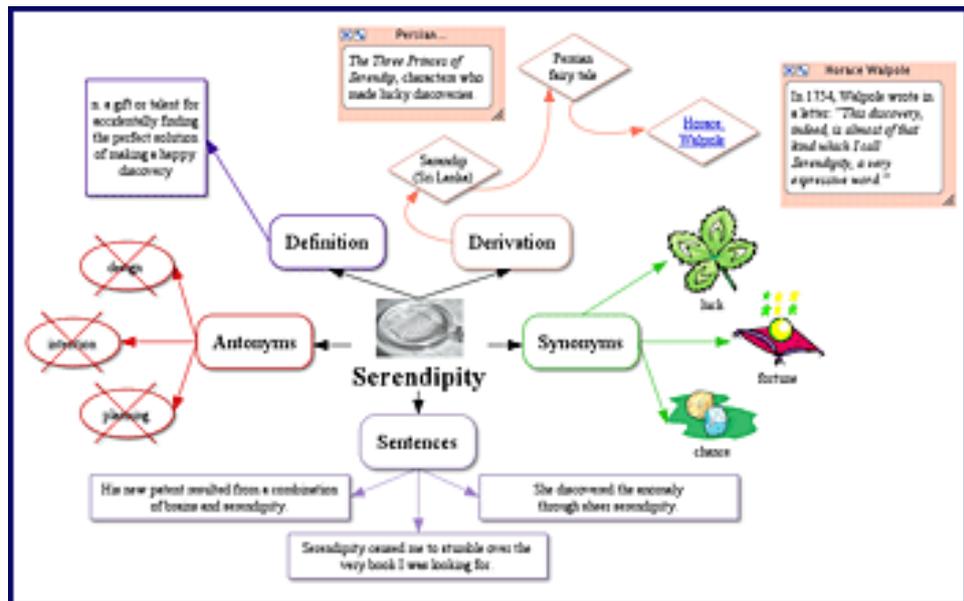
Setelah dinding dibangun ada sejumlah cara untuk mendistribusikan atau berbagi dinding Anda. Dinding dapat dimasukkan ke dalam sebuah blog, halaman web atau wiki. Anda dapat menghubungkan langsung ke dinding bagi pengguna untuk pergi ke sana. Ini juga menyediakan RSS feed sehingga dinding dapat dipantau melalui pembaca RSS, seperti Google.

d. Inspirations.com



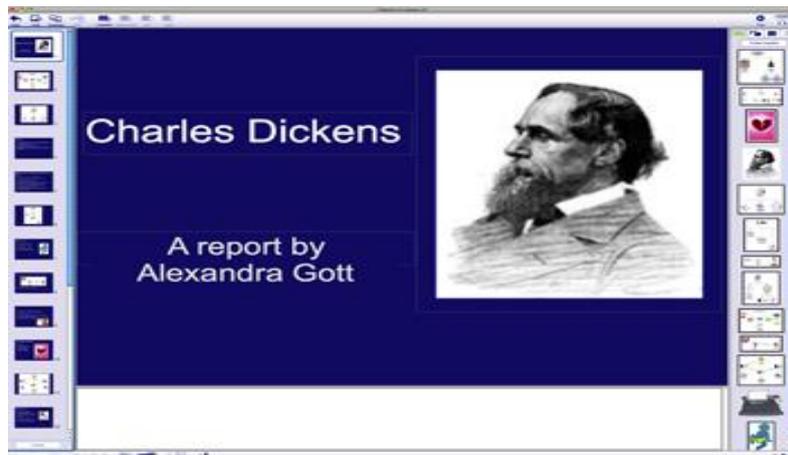
Inspirasi ® 9 resmi diluncurkan pada tanggal 9 Pebruari 2010. Software ini dapat membangun fondasi yang kuat untuk kemampuan berpikir , pemahaman dan komunikasi.

Inspirasi memudahkan untuk membuat jaring, peta gagasan, peta pikiran, peta konsep, penyelenggara grafis, aliran proses, dan diagram lainnya untuk berpikir, mengatur dan menulis. Gunakan visual yang terbukti teknik berpikir dan belajar untuk melakukan brainstorming ide, mengeksplorasi dan menjelaskan hubungan, dan mengintegrasikan pengetahuan baru dengan apa yang sudah Anda ketahui. Inspirasi mendorong lebih dalam, berpikir lebih kritis dan meningkatkan kreativitas, pemahaman dan retensi.



Sumber: http://www.inspiration.com/inspiration_intl/examples

Software ini juga dapat merencanakan dan mengorganisir kerja tertulis dengan menggunakan outline view yang ada pada software tersebut. Dengan Outline View ini Anda dapat dengan cepat mengembangkan ide-ide utama dan pendukung dan menambahkan rincian serta membantu Anda menulis untuk suatu tujuan. Juga dapat menguraikan, dipasangkan dengan pandangan visual yang terintegrasi, memungkinkan Anda bergerak mulus antara ekspresi visual dan tertulis dari pemikiran Anda untuk memperluas dan memperbaiki ide dan menghasilkan karya yang berkualitas. Software ini juga dapat mengkomunikasikan apa yang Anda pelajari dengan menggunakan Manajer Presentasi Inspirasi. Menggunakan konten Anda mengembangkan di Diagram, Peta dan Tampilan Outline dan memperluas pekerjaan Anda ke dalam presentasi yang lebih bijaksana dan menarik dan proyek akhir. Inspirasi menyediakan semua alat untuk membuat terorganisir, dipoles, presentasi formal yang menyampaikan ide dengan jelas dan menunjukkan pemahaman dan pengetahuan. Gunakan Presenter Inspirasi GRATIS untuk menunjukkan presentasi Anda dengan mudah pada setiap ® Macintosh atau Windows komputer ®.



e. Youtube.com



YouTube adalah sebuah situs web *video sharing* (berbagi video) populer dimana para pengguna dapat memuat, menonton, dan berbagi klip video secara gratis. Umumnya video-video di YouTube adalah klip musik (video klip), film, TV, serta video buatan para penggunanya sendiri. Format yang digunakan video-video di YouTube adalah *_.flv* yang dapat diputar di penjelajah web yang memiliki *plugin* Flash Player. Menurut perusahaan penelitian Internet Hitwise, pada Mei 2006 YouTube memiliki pangsa pasar sebesar 43 persen.

Cara membuat akun youtube, sebelumnya anda telah memiliki akun Google (Gmail, Blogger dan produk Google lainnya) anda tidak perlu mendaftar lagi, cukup login dengan username dan password Google anda. Pastikan anda telah memiliki alamat email (misalnya email di Gmail/Yahoo/Hotmail, dan sebagainya). Berikut ini tahap membuat akun youtube:

- ☞ Buka situs youtube, klik link Masuk di pojok kanan atas halaman.
- ☞ Pada halaman login, klik link Buat Akun di pojok kanan atas.
- ☞ Isi formulir pendaftaran dengan data diri anda antara lain: nama depan, nama belakang, nama pengguna Google (cek ketersediaan

karena nama pengguna tidak boleh sama dengan nama pengguna lain dan anda tidak boleh lupa), buat sandi/password (sandi + konfirmasi kata sandi harus sama dan tidak boleh lupa), isi tanggal lahir, jenis kelamin, isi ponsel yang bisa dihubungi (anda biasanya akan menerima sms konfirmasi dari Google); isi dua kata verifikasi sesuai yang tertera pada gambar, lokasi Indonesia, beri centang saya menyetujui persyaratan layanan..." klik langkah berikutnya.

☞ Selanjutnya ikuti petunjuk dan isi sesuai data anda.

Untuk mengunggah video di situs Youtube, pastikan anda telah paham peraturan/persyaratan situs Youtube. Berikut ini cara mengunggah video ke situs Youtube:

- ☞ Siapkan video yang akan diunggah. Video dapat berupa:
- Definisi Tinggi (video dengan kualitas beragam, tapi youtube juga mampu diunggah dan menampilkan video berkualitas tinggi).
 - Berukuran hingga 2 GB.
 - Panjang hingga 15 menit (supaya waktu load tidak terlalu lama, video online sebaiknya tidak terlalu panjang, anda sebaiknya memotong video yang panjang menjadi beberapa bagian dan mengimbuhi keterangan: part 1, part 2, dan seterusnya).
 - Berbagi format.

Perlu diperhatikan: Jangan mengunggah acara TV, video musik, konser musik, atau iklan tanpa izin kecuali hal-hal tersebut seluruhnya berisi konten yang Anda buat sendiri. Halaman Kiat Hak Cipta dan Panduan Komunitas dapat membantu Anda menentukan apakah video Anda melanggar hak cipta orang lain.

☞ Login/Masuk (bila belum)

- ☞ Pada halaman utama, klik link **Unggah** di bagian atas halaman (sebelah kanan kolom telusur - link Jelajah)
- ☞ Pada halaman **Unggah Video**, klik link Unggah Video untuk mengambil video dari pc anda, atau klik rekam dari webcam untuk mengambil gambar langsung dari webcam.
- ☞ Bila anda mendapat kesulitan mengunggah dengan fasilitas yang uploader, anda bisa menggunakan fasilitas uploader yang lama dengan cara klik link **pengunggah biasa** di bagian bawah.

f. Jotform.com

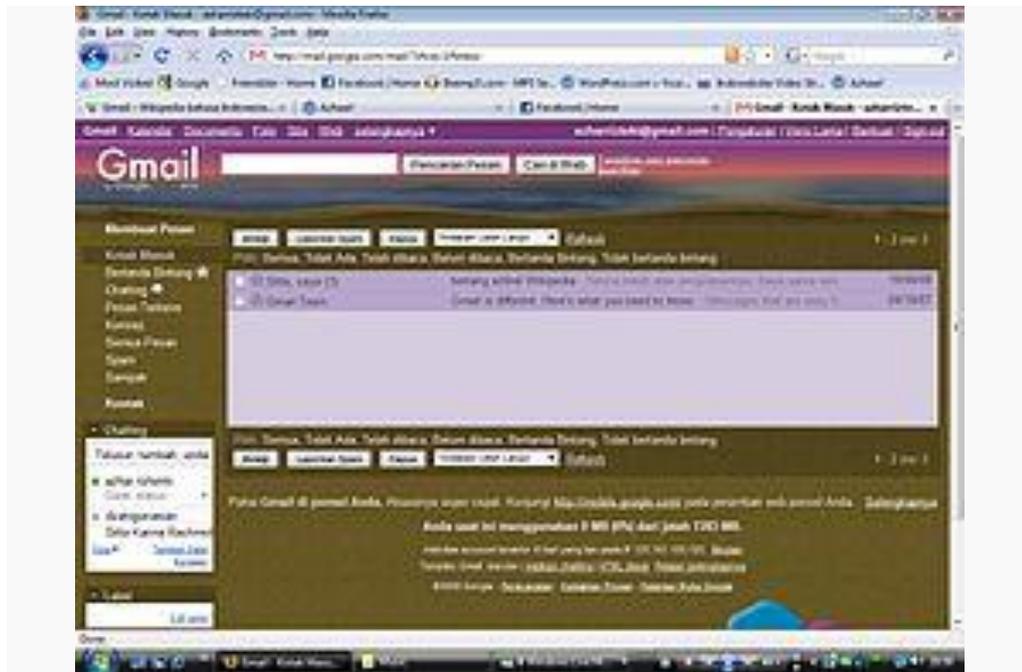


JotForm adalah pembangun formulir web. Bila Anda perlu menciptakan bentuk-bentuk besar web mencari cepat, *JotForm* adalah alat terbaik untuk pekerjaan itu. *JotForm* cepat dan mudah digunakan karena bekerja mirip dengan aplikasi desktop. Cukup drag dan drop pertanyaan sekitar. Anda dapat mencapai semuanya pada satu halaman web, dan itu [Builder Formulir Jotform](#). Membuat bentuk web tidak harus menjadi tugas yang membosankan dengan memanfaatkan software *JotForm*.

g. Gmail.com

Gmail adalah penyedia layanan surat elektronik (email) gratis milik yang diluncurkan pada tanggal 31 Maret 2004. Gmail menyediakan kapasitas penyimpanan sebanyak lebih dari 7538 megabyte dan terus bertambah. Jumlah ini lebih dari jumlah yang disediakan situs lain.

seperti Yahoo dan Hotmail. Hal ini berarti para pengguna dapat menyimpan sampai ribuan surat elektronik. Sampai saat ini, gmail merupakan email dengan kapasitas terbanyak.



Tampilan *inbox* (“Surat Masuk”) Gmail

Gmail juga mengaplikasikan teknologi pencarian Google yang memudahkan penggunanya mencari sesuatu dari email mereka. Gmail juga menampilkan iklan yang didasarkan dari email yang diterima pengguna. Iklan tersebut hanya diperlihatkan ke pengguna Gmail dan tidak dikirimkan ke alamat eksternal.

Gmail dapat mengirimkan attachment (lampiran) sampai 20 MG per email.

Salah satu dari hal baru yang ditawarkan Gmail adalah penyortiran email dalam bentuk “Conversation view”. Dengan begini email yang diterima akan diurutkan dalam bentuk percakapan, sehingga semua balasan dan topik tidak terpisah-pisah. Hal ini bisa membuat pengguna mudah untuk melihat email yang mereka dapat. Gmail kadang salah mengira email mana yang harus dikelompokkan bersama-sama, namun hal ini sudah jarang terjadi.

Salah satu perubahan baru adalah kemampuan untuk melabeli email. Sebuah email dapat mempunyai lebih dari satu label. Fitur ini berguna untuk menyortir email sesuai dengan label yang diberikanya, Google juga dapat memberikan label secara otomatis dengan sebuah filter.

h.Yahoo.com

Yahoo.com merupakan sebuah perusahaan public Amerika dengan kantor pusat di Sunnyvale, California (tepatnya di Silicon Valley) , yang menyediakan layanan internet secara global, meliputi seluruh dunia. Perusahaan ini terkenal akan portal web, mesin pencari (Yahoo! Search), Yahoo! Directory, Yahoo! Mail, Yahoo! News, iklan, pemetaan online (Yahoo! Maps), Yahoo! Video, dan website media sosial dan jasa.

Yahoo dirintis oleh Jerry Yang dan David Filo pada bulan Januari 1994 dan diresmikan sebagai badan hukum pada tanggal 1 Maret 1995. Pada tanggal 13 Januari 2009, Yahoo mengangkat Carol Bartz, mantan kepala eksekutif Autodesk, sebagai kepala eksekutif dan anggota dewan direksi Yahoo yang baru.



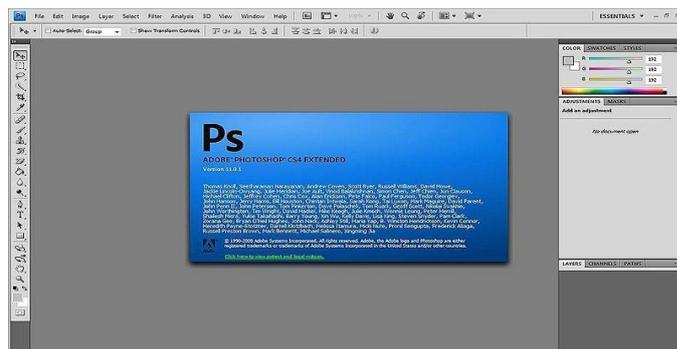
i. MSN.com



Microsoft Network atau MSN adalah layanan situs web portal yang dimiliki oleh Microsoft. Diluncurkan pada tanggal 24 Agustus 1995, MSN dapat dioperasikan dengan sistem operasi Windows 1995, windows 98, windows 2000, windows XP dan windows vista

Bagian-bagian dari MSN adalah Hotmail , Windows messenger , My MSN dan Download IE8 . MSN kini tersedia dalam semua bahasa di dunia.

j. Adobe Photoshop



Adobe Photoshop, atau biasa disebut Photoshop, adalah perangkat lunak editor citra buatan Adobe Systems yang dikhususkan untuk pengeditan foto/gambar dan pembuatan efek. Perangkat lunak ini banyak digunakan oleh fotografer digital dan perusahaan iklan sehingga dianggap sebagai pemimpin pasar (*market leader*) untuk perangkat lunak pengolah gambar/foto, dan, bersama Adobe Acrobat, dianggap sebagai produk terbaik yang pernah diproduksi oleh Adobe Systems. Versi kedelapan aplikasi ini disebut dengan nama Photoshop CS (Creative Suite), versi sembilan disebut Adobe Photoshop CS2, versi sepuluh disebut Adobe Photoshop CS3 , versi kesebelas adalah Adobe Photoshop CS4 dan versi yang terakhir (keduabelas) adalah Adobe Photoshop CS5.

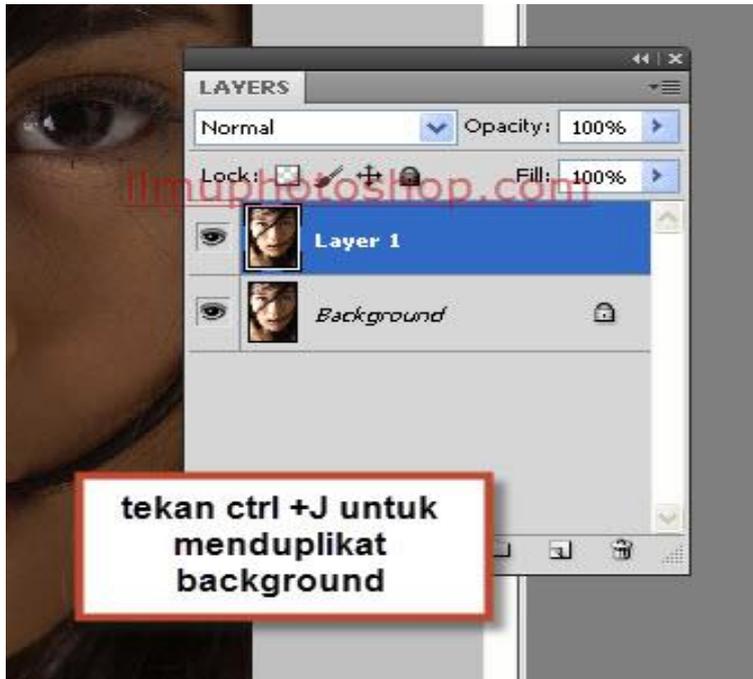
Photoshop tersedia untuk Microsoft windows, Mac OS X, dan Mac OS; versi 9 ke atas juga dapat digunakan oleh sistem operasi lain seperti Linux dengan bantuan perangkat lunak tertentu seperti Cross Over.

Membuat dan Mengaplikasikan Pattern di Adobe Photoshop

Cari foto untuk membuat dan mengaplikasikan pattern di Adobe Photoshop. Dalam hal ini, foto Dian Sastrowardoyo untuk dijadikan sebagai contoh:



Duplikat layer background dengan menekan tombol CTRL + J



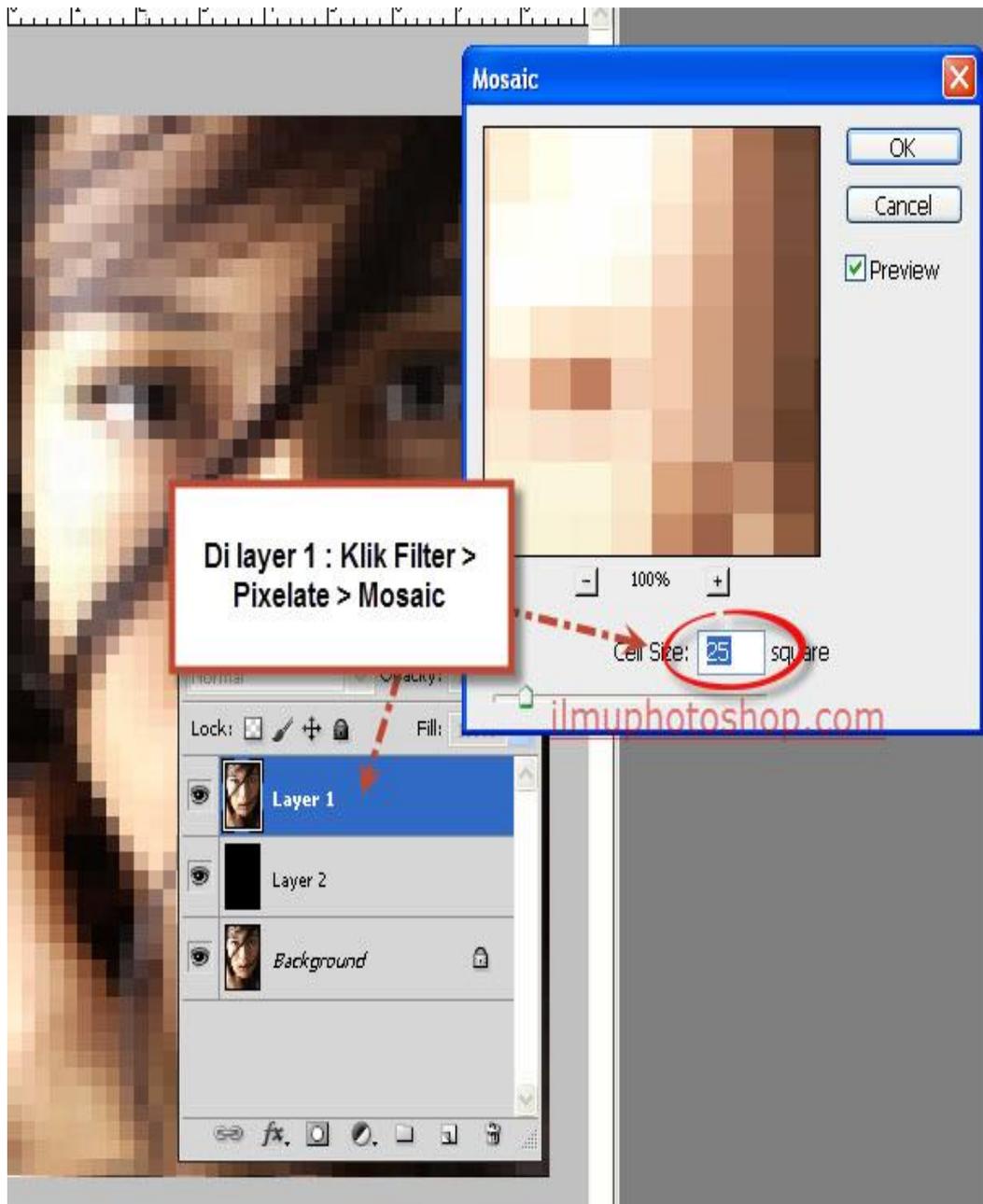
Buat layer baru diantara 2 layer gambar



warnai layer baru dengan warna hitam



- Pilih Layer 1
- Klik Filter > pixelate > Mosaic
- Ukuran mosaiknya tergantung dan besarnya gambar, untuk contoh yang sekarang pakai 25.



Hasil sementara seperti ini

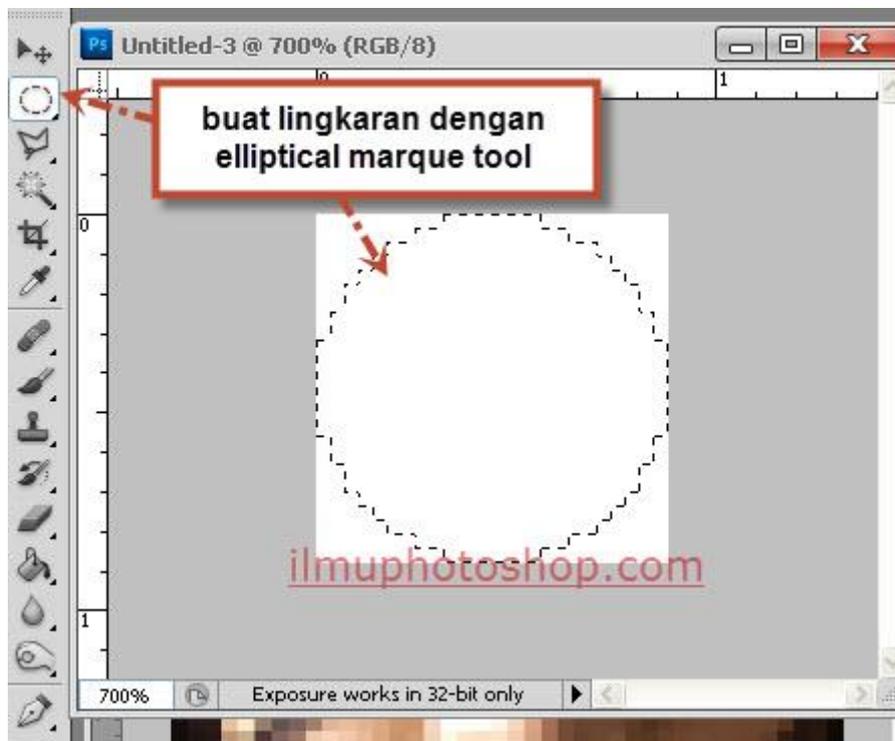


Untuk membuat Pattern atau motifnya:

- Buat file Photoshop baru
- Klik File > New
- Ukuran disesuaikan dengan ukuran Mosaic tadi yaitu 25 pixel.



Buat lingkaran dengan Elliptical Marquee tool

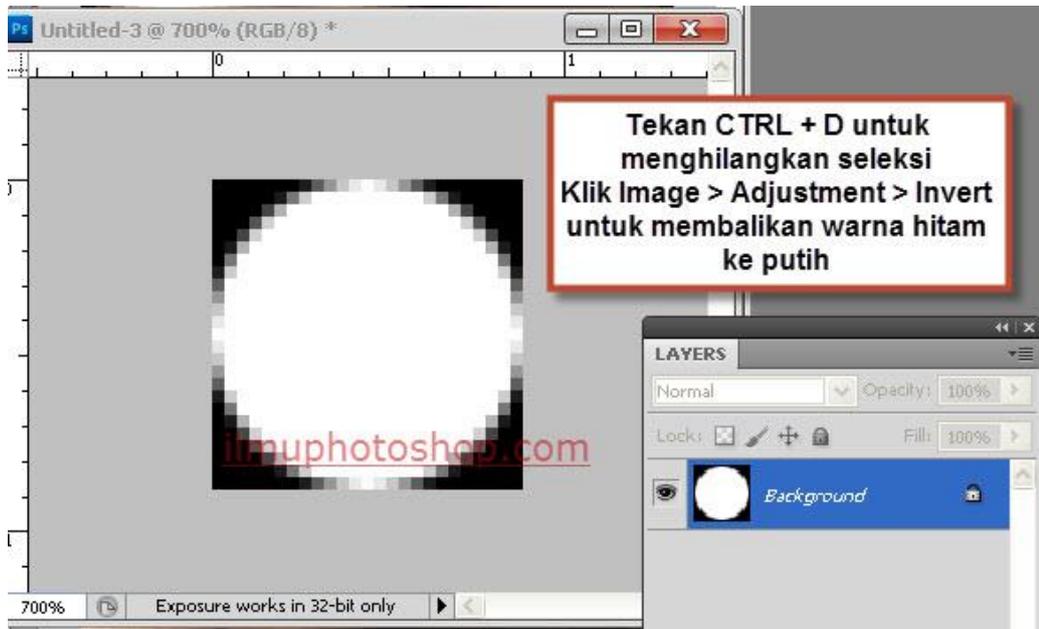


Warnai lingkaran dengan warna hitam



Tekan CTRL + D untuk menghilangkan Seleksi

Klik image > Adjustment > Invert untuk membalikkan warna gelap terang atau CTRL + i.

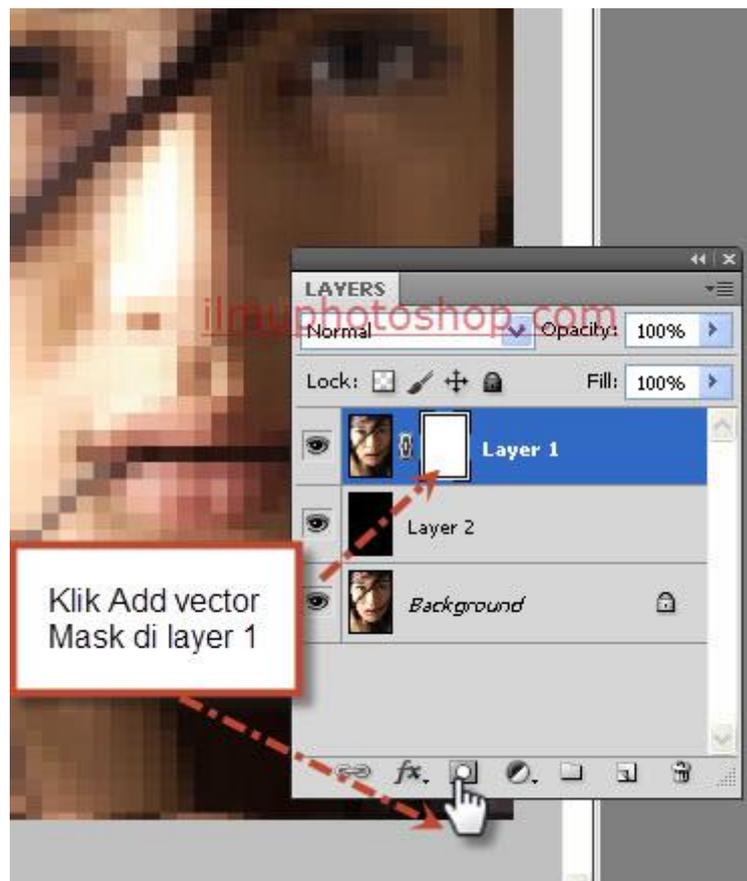


Pattern Dasar sudah jadi

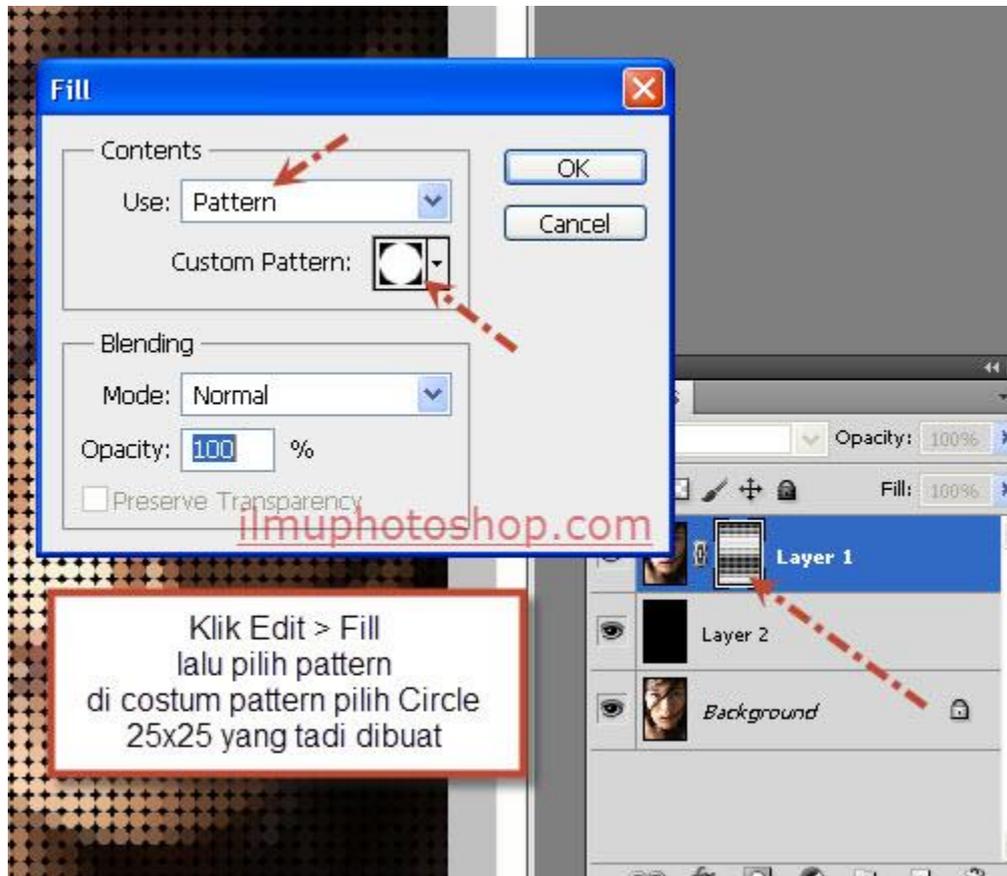
Sekarang di save patternnya, jangan lupa beri Nama dan suatu saat bisa dipanggil sebagai FILL.



Kembali ke Foto Dian Sastrowardoyo, Pilih Layer 1 lalu klik Add vector mask.



Dengan kondisi vector mask terpilih, Klik Edit > Fill lalu pilih pattern yang sudah dibuat tadi.



Hasilnya:



Ini merupakan sebagian kecil untuk membuat dan mengaplikasikan pattern di Adobe Photoshop. Untuk proses pembelajaran dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan mengajar.

k. Blog



Blog merupakan singkatan dari *web log* adalah bentuk aplikasi web yang menyerupai tulisan-tulisan (yang dimuat sebagai *posting*) pada sebuah halaman web umum. Tulisan-tulisan ini seringkali dimuat dalam urutan terbalik (isi terbaru dahulu baru kemudian diikuti isi yang lebih lama), meskipun tidak selamanya demikian. Situs web seperti ini biasanya dapat diakses oleh semua pengguna Internet sesuai dengan topik dan tujuan dari si pengguna blog tersebut.

l. Situs Web



Situs web (bahasa Inggrisnya: *web site*) atau sering dingkat dengan istilah situs adalah sejumlah halaman web yang memiliki topik

saling terkait, terkadang disertai pula dengan berkas-berkas gambar, video, atau jenis-jenis berkas lainnya. Sebuah situs web biasanya ditempatkan setidaknya pada sebuah server web yang dapat diakses melalui jaringan seperti internet, ataupun jaringan wilayah lokal (LAN) melalui alamat internet yang dikenali sebagai URL. Gabungan atas semua situs yang dapat diakses publik di internet disebut pula sebagai Waring Wera Wanua atau lebih dikenal dengan singkatan WWW. Meskipun setidaknya halaman beranda situs internet umumnya dapat diakses publik secara bebas, pada prakteknya tidak semua situs memberikan kebebasan bagi publik untuk mengaksesnya, beberapa situs web mewajibkan pengunjung untuk melakukan pendaftaran sebagai anggota, atau bahkan meminta pembayaran untuk dapat menjadi anggota untuk dapat mengakses isi yang terdapat dalam situs web tersebut, misalnya situs-situs yang menampilkan pornografi, situs-situs berita, layanan surel (*e-mail*), dan lain-lain. Pembatasan-pembatasan ini umumnya dilakukan karena alasan keamanan, menghormati privasi, atau karena tujuan komersil tertentu.

Sebuah halaman web merupakan berkas yang ditulis sebagai berkas teks biasa (plain teks) yang diatur dan dikombinasikan sedemikian rupa dengan instruksi-instruksi berbasis HTML, atau XHTML, kadang-kadang pula disisipi dengan sekelumit bahasa skrip. Berkas tersebut kemudian diterjemahkan oleh peramban web dan ditampilkan seperti layaknya sebuah halaman pada monitor komputer.

Halaman-halaman web tersebut diakses oleh pengguna melalui protokol komunikasi jaringan yang disebut sebagai HTTP, sebagai tambahan untuk meningkatkan aspek keamanan dan aspek privasi yang lebih baik, situs web dapat pula mengimplementasikan mekanisme pengaksesan melalui protokol HTTPS.

Di samping perangkat keras (hardware) dan lunak (software) di atas, juga tidak kalah penting adalah guru sebagai brainware yang akan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran.

Guru perlu menguasai dan mengerti perangkat keras dan perangkat lunak tersebut agar dapat membuat persiapan pembelajaran berbasis ICT.

Ada beberapa contoh cara mengintegrasikan TIK dalam berbagai mata pelajaran di kelas sebagai berikut (Sutherland *et.al*, 2005:420-423):

1. Seni Musik

Paul Taylor (dari Sekolah Menengah Cotham) menggunakan Cubase VST 5.1 untuk mengaktifkan kemampuan campuran peserta didik kelas 9 untuk mengeksplorasi hubungan antara film dan musik. Ia merancang template bagi peserta didik untuk digunakan, yang berisi klise musik, yang harus disinkronkan dengan film yang ditempatkan pada setiap komputer sehingga bisa dilihat pada saat yang sama sebagai template musik. Peserta didik secara berpasangan diminta tidak hanya untuk mengatur fragmen musik tetapi juga untuk memotong, copy dan paste dengan tepat. Selain itu, mereka diminta untuk menulis bagian mereka sendiri untuk digabung dalam film. Dalam inisiatif ini, TIK menawarkan kemungkinan baru bagi peserta didik untuk menulis dalam genre baru dan dengan jangkauan suara yang lebih tinggi dari yang biasanya tersedia dalam kelas musik.

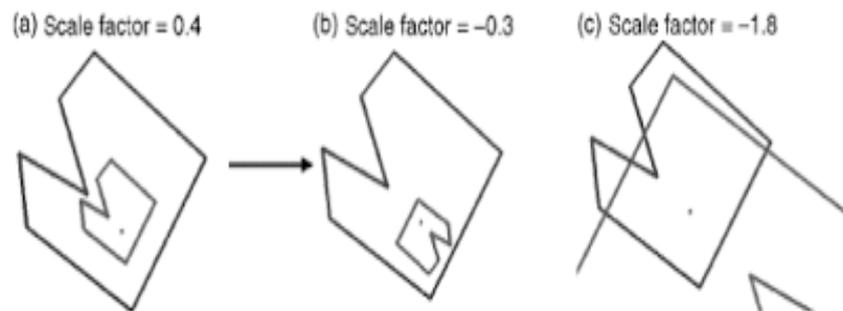
2. Bahasa Inggris

Chris Davies dan Adrian Blight (John Cabot city Teknologi College) bereksperimen dengan hypertext sebagai cara untuk meningkatkan pemahaman sastra. Peserta didik kelas 10 membangun sebuah situs revisi tentang teks ujian mereka sebuah tulisan 'Of Mice and Men'. Mereka mampu mensintesis pengajaran kelas, penelitian individu dan berbagai sumber tekstual melalui kolaborasi kelompok. Peserta didik melaporkan meningkatnya pemahaman teks serta kepuasan dengan proses belajar mengajar. Dalam cara yang sama peserta didik kls 13 menghasilkan sebuah website tentang sastra Perang Dunia Pertama. Kegiatan ini dirancang untuk mendorong peserta didik untuk membuat hubungan antara konteks dan teks dan untuk menghubungkan ide-ide dan tema di seluruh teks. Analisis esai peserta didik setelah SDI/Subject Design Initiative/Inisiatif Desain Mata

Pelajaran menunjukkan peningkatan menghubungkan kasus ke konteks dan menghubungkan antara teks.

3. Matematika

Ellie Coombs, guru matematika dari John Cabot City Teknologi College, menggunakan paket perangkat lunak yang dinamis dalam matematika untuk mendukung peserta didik untuk 'melihat' efek dari faktor skala negatif, sebuah properti yang biasanya dianggap sangat sulit oleh peserta didik. Perangkat pembelajaran matematika disajikan dalam Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 4. Umpan Balik dari Perangkat Lunak Matematika

Dari Gambar 1 di atas dapat diuraikan proses pembelajaran matematika yang dilakukan oleh dua orang berikut ini.

Sam dan Nabil membangun Gambar 1a pada Cabri dan mulai mengubah faktor skala.

Nabil : Ehi Sam lihat ini! Sam, ternyata berbalik! (Gambar 1b)

Karena turun ke angka minus kan? Makanya dia berbalik ..jadi..
jika begini .. jika kita. . . Wow!

Sam : Pindahkan yang satu itu.

Nabil : Yang ini?

Nabil malah sebaliknya mengubah faktor skala. Gambar menghilang dari layar.

- Nabil : Gambarnya hilang Sam! gambarnya hilang! (Gambarn 1c)
- Ellie : Oh, gambarnya hilang! Itu menarik.Apa yang terjadi ketika naik ke angka negatif?
- Nabil : berubah ke arah yang sebaliknya.
- Ellie : ke arah yang sebaliknya. Keren.Ya, ketika itu negatif.Lakukan negatif lagi sehingga kita bisa melihat sedikit lebih baik.Ternyata terbalik, bukan?Jadi Anda bisa mengomentari itu. Itulah yang saya maksud dengan orientasi, karena tidak tetap dengan cara yang sama. Kerja yang bagus anak2!

4. Bahasa Jerman dan Sejarah

Elizabeth Lazarus dan Ruth Cole (Sekolah Sir Bernard Lovell) yang menggunakan TIK dalam pelajaran bahasa Jerman untuk mengubah tulisan peserta didik dan untuk meningkatkan kesadaran mereka tentang tata bahasa. Guru-guru ini menggunakan drop-down menu di Word untuk membuat frame/bingkai menulis yang memungkinkan peserta didik untuk menulis dalam template pradesain yang baik menstruktur tulisan mereka dan memungkinkan mereka untuk menulis kreatif dalam buku teks bebas (Taylor & Cole 2002).

Pengolah kata juga digunakan dalam mata pelajaran sejarah, di mana TIK perlahan dimasukkan ke dalam budaya subjek/mata pelajaran diterima.Ini semua lebih relevan mengingat skeptisisme lama terhadap teknologi yang ada dalam humanisme.Seperti yang ditunjukkan Barnett (1994) struktur kurikulum sekolah dan tradisi 'menganggap teknologi sebagai ghetto untuk orang cerdas, spesialis pemikir, dan Humanisme sebagai rumah alami untuk orang yang anti-teknologi."Dalam SDI (Subject Design Initiative/Inisiatif Desain Mata Pelajaran) ini, Alan Reid secara perlahan memasukan ke dalam penggunaan teknik pengolah kata sehingga kelas 10 GCSE nya dapat meningkatkan kualitas tulisan dan analisis mereka.

Meskipun pendekatan ini menurut Counsell (2003) diistilahkan sebagai 'konvergensi rendah' kegiatan itu memberikan kami cukup pengaruh untuk

melihat apakah perubahan persepsi Alan tentang kondisi 'lingkungan' di kelas komputer, dikombinasikan dengan perbaikan yang dirasakan di tingkat kepercayaan diri dan kompetensi dengan TIK, mungkin bergeser prakteknya. Hasilnya menggembirakan dan menunjukkan bahwa kualitas tulisan yang dihasilkan oleh murid-muridnya membaik dari yang sebelumnya dengan bentuk ekspresi yang lebih konvensional. Kemampuan untuk menyimpan dan kembali merancang secara berulang diperbolehkan Alan untuk memberikan masukan yang lebih besar ke peserta didiknya dalam berpikir substantif tentang topik yang diteliti - 'Larangan pada tahun 1920 di Amerika Serikat'. Alan juga terkejut dengan tingkat interaksi yang terjadi ketika murid-muridnya bekerja dengan dokumen pada layar dan situs yang terintegrasi. Untuk peserta didik berkemampuan rendah, frame menulis juga terbukti membantu, yang memungkinkan mereka untuk membangun jawaban mereka dalam kerangka yang lebih terstruktur. Frame/Bingkai menulis adalah template menulis yang terstruktur menciptakan kesenjangan teks harus diisi oleh peserta didik.

D. Aktivitas Pembelajaran

☞ Tugas Kelompok

Buatlah langkah-langkah aplikasi operating system windows, aplikasi youtube, aplikasi adobe photoshop.

Kelompok 1 : Microsoft Excel

Kelompok 2: Microsoft Power Point

Kelompok 3: Youtube

Kelompok 4: Adobe Photoshop

☞ Sesuaikan dengan topik materi yang anda pilih.

☞ Presentasikan apa yang Anda kerjakan bersama kelompok.

E. Latihan/Kasus/Tugas

- ☞ Pilihlah materi yang akan anda ajarkan sesuai dengan RPP yang sudah anda susun.
- ☞ Pilih jenis-jenis perangkat TIK sesuai dengan kebutuhan mengajar.
- ☞ Buatlah desain pembelajaran dengan menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi.

F. Rangkuman

1. Teknologi Informasi dan Komunikasi merupakan teknologi yang diperlukan untuk memproses informasi, terutama penggunaan komputer elektronik dan piranti lunak komputer, yang ditujukan untuk mengolah, menyimpan, melindungi, mentransmisikan, dan mencari informasi darimana saja dan kapan saja. Walaupun penggunaan komputer ditekankan, namun Teknologi Informasi dan Komunikasi bukan berarti hanya terbatas pada penggunaan alat-alat elektronik yang canggih (sophisticated), seperti pemanfaatan komputer internet, melainkan juga mencakup alat-alat yang konvensional, seperti: bahan cetakan, kaset audio, Overhead Transparency (OHT), Overhead Projector (OHP), bingkai suara, radio dan televisi.
2. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi berdampak pada segala bidang kehidupan manusia termasuk pendidikan. Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dalam pendidikan mampu memperbaiki kualitas pembelajaran. Pembelajaran bukan lagi hanya menyampaikan informasi atau pengetahuan, melainkan mengkondisikan peserta belajar untuk belajar.
3. Pengajar bukan lagi satu-satunya sumber dalam pembelajaran tetapi hanya sebagai salah satu sumber yang dapat diakses oleh peserta belajar. Begitu halnya dengan peserta belajar, dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi peserta belajar bukanlah sebagai peserta yang pasif.
4. Mendorong terciptanya kreativitas dan kemandirian dalam belajar. Kreatif dalam memunculkan dan menciptakan informasi atau

pengetahuan baru serta mandiri dalam mencari beragam sumber belajar untuk mendukung proses pembelajaran. Kreativitas dan kemandirian belajar yang terbentuk dengan diintegrasikannya teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran menjadikan peserta belajar sebagai individu yang mampu bersaing di pasar dunia.

5. Model untuk mengukur Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam pembelajaran terdiri dari: model mikro beorientasi pembelajaran, model mikro berorientasi Teknologi Informasi dan Komunikasi, model sistem/sekolah dan model populasi (Newhouse et al, 2002) dan model dua dimensi (Mei et al, 2012).
6. Pemanfaatan dan integrasi Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam pembelajaran dapat memungkinkan peserta didik mengembangkan pengalaman belajarnya seperti: (1) Multisensory; (2) Contextual, (3) Reflective, (4) Communicative, (5) Constructive.
7. Bentuk penggunaan komputer media yang dapat digunakan dalam pembelajaran meliputi: (1) penggunaan multimedia presentasi, (2) CD Multimedia Interaktif, (3) Video Pembelajaran, (4) Internet.
8. Pola pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi mengubah peran pengajar dan peserta belajar. Pembelajaran bergeser dari berpusat pada pengajar kepada peserta belajar.
9. Pembelajaran dengan muatan teknologi informasi dan komunikasi akan berjalan efektif jika pengajar dalam pembelajaran adalah sebagai fasilitator pembelajaran atau yang memberikan kemudahan dalam belajar dan bukan lagi sebagai pemberi informasi.
10. Media berbasis TIK lain yang bisa digunakan oleh guru adalah Blog. Blog merupakan sebuah jurnal yang tersedia di web. Blog biasanya terkoneksi sehingga konektivitas dari blog ini bisa membuat suatu komunitas. Penggunaan blog untuk membantu pembelajaran adalah diawali dengan guru yang memposting informasi seperti daftar bacaan yang harus dibaca oleh peserta didik dan tugas-tugas yang harus mereka kerjakan. Bisa juga guru memposting bahan ajar yang akan dipelajari di blog.

G. Umpan Tindak Lanjut

Mohon untuk mengisi pertanyaan dibawah ini berdasarkan materi yang sudah Anda pelajari:

1. Apa saja yang telah Anda lakukan berkaitan dengan materi kegiatan belajar ini?
2. Apa saja yang Anda telah lakukan yang ada hubungannya dengan materi kegiatan ini tetapi belum ditulis di materi ini?
3. Bagaimana kelebihan dan kekurangan materi-materi kegiatan ini?
4. Manfaat apa saja yang Anda dapatkan dari materi kegiatan ini?

BAB III

KOMPETENSI PROFESIONAL

KEGIATAN PEMBELAJARAN: PERALATAN UTILITAS PENGOLAHAN MIGAS

A. Tujuan

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Dengan membahas modul ini secara tuntas diharapkan para guru dan tenaga pendidik dapat menguasai cara memahami prinsip kerja dari Utilitas Nitrogen (N₂) Plant, Boiler, Water Treatment, Udara Bertekanan, Mekanik dan Listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Dalam menentukan Utilitas Nitrogen (N₂) Plant, Boiler, *Water Treatment*, Udara Bertekanan, Mekanik dan Listrik indikator pencapaian kompetensi adalah guru dan tenaga pendidik mampu untuk memahami hal-hal sebagai berikut :

1. Mengetahui proses kerja Nitrogen (N₂) *Plant*
2. Mengetahui proses kerja *Water Treatment*
3. Mengetahui prinsip kerja Boiler
4. Mengetahui prinsip kerja dari utilitas udara bertekanan
5. Mengetahui mengembangkan kualitas produk berupa mekanik dan listrik.

C. Uraian Materi

1. NITROGEN (N₂) Plant

Nitrogen adalah unsur kimia dalam tabel periodik dengan lambang N dan nomer atom 7. Ditemukan sebagai gas tidak berbau, tidak berwarna, tanpa

berasa dan merupakan gas diatomik bukan logam yang stabil, sangat sulit bereaksi dengan senyawa yang lain. Nitrogen mengisi 78.08% atmosfer bumi dan terdapat banyak dalam jaringan hidup.

Pemanfaatan gas nitrogen dalam industri sangat luas dikarenakan karena sifatnya inert, maka digunakan sebagai pelindung dari kontaminasi atmosferik. Nitrogen sedikit larut dengan air dan fluida dan bukan penghantar panas dan listrik yang baik.

Tabel 2. Komposisi Udara Atmosfer (Wikipedia.com)

No	Unsur Kimia	Lambang	Volume (%)
1	Nitrogen	N_2	78.08
2	Oksigen	O_2	20.95
3	Argon	Ar	0.93
4	Asam arang	CO_2	0.03
5	Neon	Ne	0.0018
6	Helium	He	0.00015
7	Kripton	Kr	0.00011
8	Xenon	Xe	0.00005
9	Nitrous Oksida	N_2O	0.00005
10	Hidrogen	H_2	0.00005

a. Sifat-Sifat Nitrogen

Dalam pemanfaatan gas nitrogen, kita perlu memahami terlebih dahulu terhadap sifat-sifat nitrogen, baik itu secara sifat fisik dan sifat termodinamik.

1. Sifat fisik

Sifat fisik adalah sifat zat yang dapat diukur tanpa mengubah identitasnya. Sifat fisik dapat berwujud intensif atau ekstensif. Berikut tabel yang menunjukkan sifat fisik dari nitrogen:

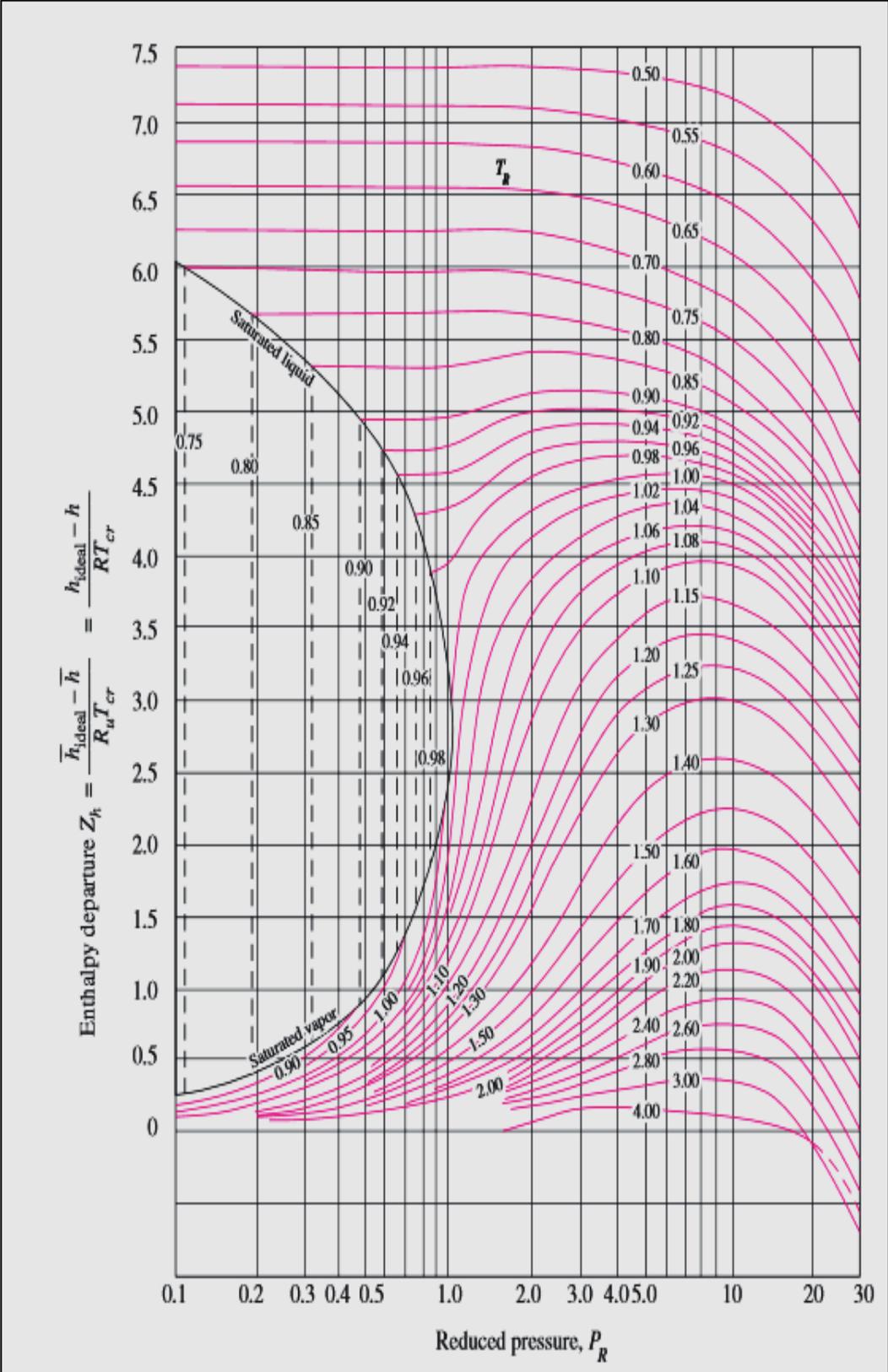
Tabel 3. Sifat Fisik Nitrogen (Wikipedia.com)

No	Fisik	Keterangan
1	Melting point	63.15 K (-210 C)
2	Boiling point	77.355 (-195.795 C)
3	Density (0 °C and 101.325 kPa)	1.251 g/l
4	Triple Point	63.151 K, 12.52 kPa.
5	Critical Point	126.192 K, 3.3958 Mpa
6	Heat of fusion	0.72 kJ/mol
7	Heat of vaporization	5.56 kJ/mol
8	Molar heat capacity	29.124 J/(molK)
9	Specific gravity	0.967
10	Specific volume (70 F)	13.81 ft/lb
11	Freezing/melting point	-345.8 f (-209.9 C)
12	Solubility in water (32 f)	0.023

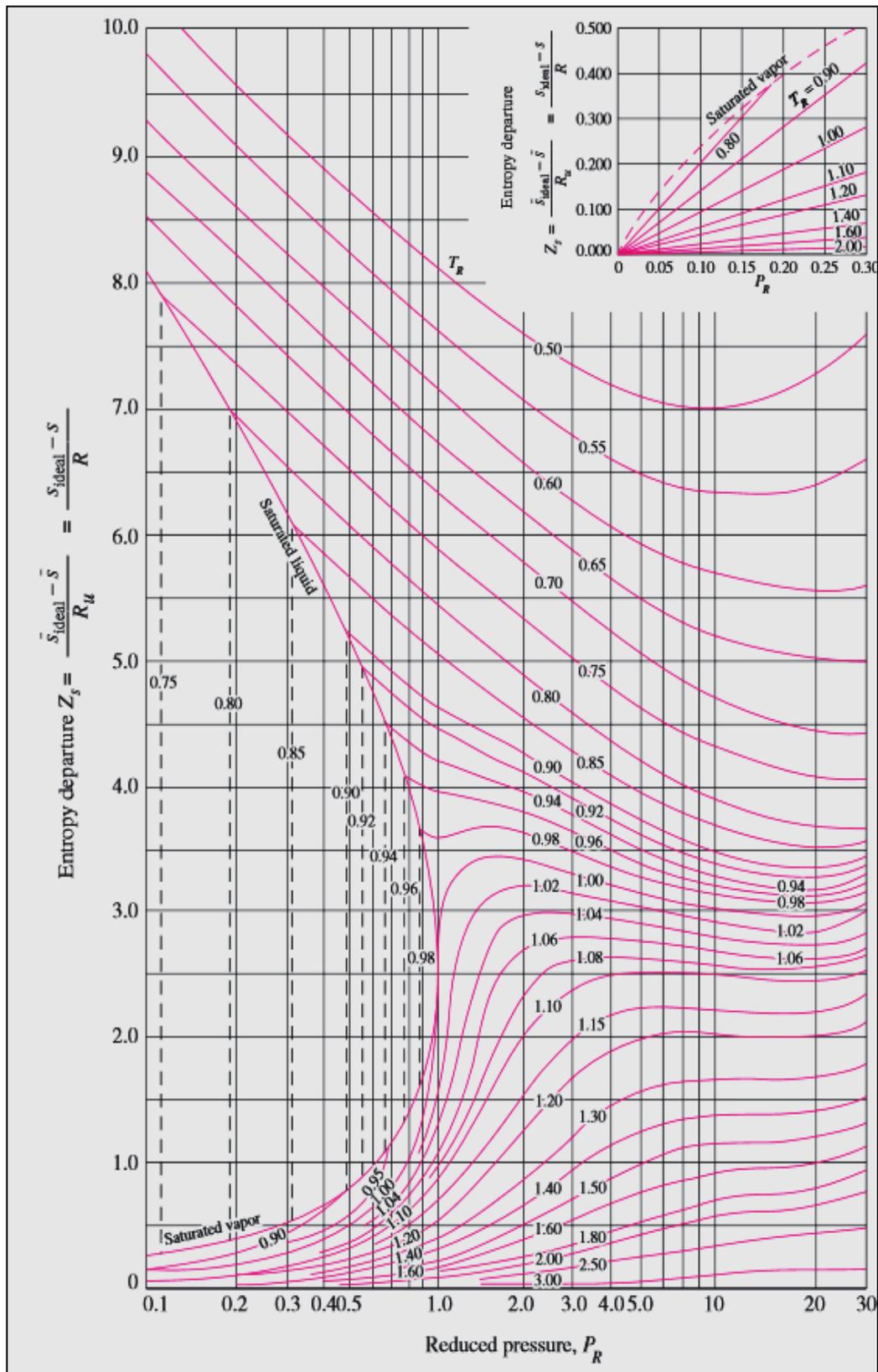
2. Sifat Termodinamik

Sifat termodinamis adalah sifat fisika suatu materi yang berhubungan dengan suhu dan hubungannya dengan energi yang bekerja. Besarnya perubahan energi internal dalam suatu material disebut dengan enthalpy yang dipengaruhi besarnya oleh perubahan suhu dan tekanan. Perubahan enthalpy setiap perubahan suhu disebut dengan entropy.

Perubahan energi dalam, baik itu entalpy maupun entropy dapat terjadi ketika materi berubah fasa dari cair ke gas (evaporasi) dan dari gas ke cair (kondensasi). Perubahan fasa tersebut dapat diakibatkan oleh proses kompresi, ekspansi, kondensasi dan evaporasi.



Gambar 5. Diagram Enthalpy (Cengel,5th)



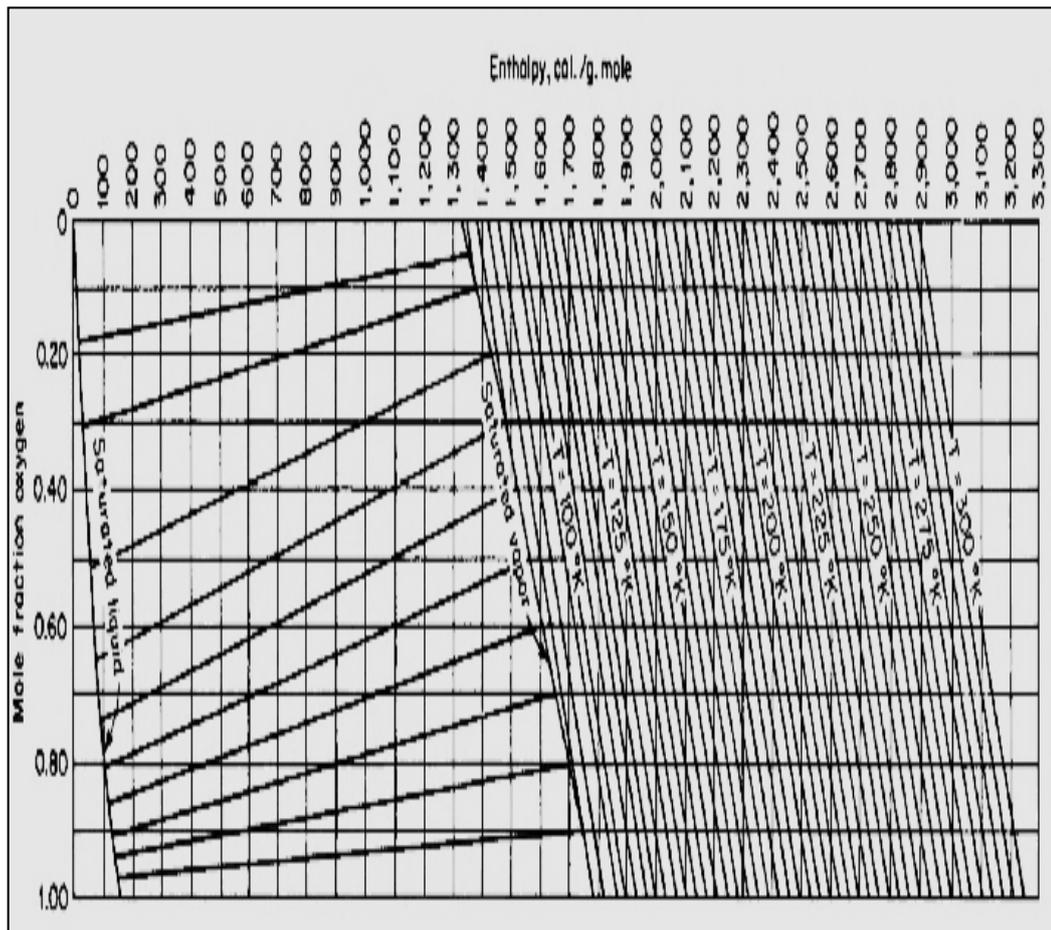
Gambar 6. Diagram Entropy (Cengel,5th)



Gambar 7. Unit Nitrogen Plant (linde-engineering.com)

3. Faktor kompresibilitas

Faktor kompresibilitas (Z) adalah rasio molar volume gas terhadap volume gas ideal pada tekanan dan temperatur sama. Faktor kompresibilitas merupakan salah satu properti termodinamika yang berguna untuk memodifikasi hukum gas ideal untuk melihat perilaku gas nyata. Secara umum, penyimpangan dari keadaan ideal menjadi semakin besar ketika gas semakin mendekati perubahan fasa, suhu yang semakin rendah atau tekanan makin tinggi.



Gambar 8. Faktor Kompresibilitas Nitrogen (Kemdikbud: Utilitas & Proses, 2013)

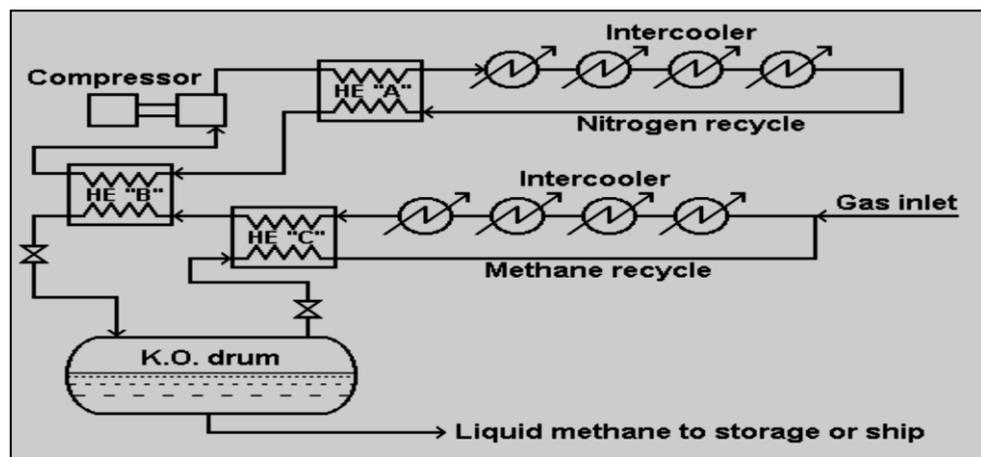
b. Penggunaan Nitrogen Dalam Industri

Aplikasi penggunaan gas nitrogen sangat luas di berbagai bidang industri. Penggunaan nitrogen dapat berupa gas dan dalam bentuk cairan. Berikut beberapa pemanfaatan dari nitrogen:

- 1) Proses "*Sparging*" yaitu nitrogen gas masuk kedalam cairan untuk menghilangkan komponen larutan yang tidak dibutuhkan.
- 2) Pada industri manufaktur metal, nitrogen digunakan untuk menjaga cairan besi dan metal yang lain, sebagai gas selimut pada proses *heat treatment* besi, baja dan metal yang lain (*carbonizing* dan *nitriding*).

- 3) *Refinery* dan *Petrochemical Plant*, nitrogen digunakan sebagai pembersih peralatan tangki dan pipeline setelah dilakukan transfer minyak dan sebagai penyimpan cairan yang mudah terbakar.
- 4) Cairan nitrogen sering digunakan untuk menurunkan suhu secara cepat di beberapa proses industri, dan mudah dalam pengaturannya.
- 5) Nitrogen digunakan sebagai pendorong di *pipeline*.
- 6) Dalam industri pengecoran maupun manufaktur juga memanfaatkan suhu rendah dari nitrogen.
- 7) Dalam industri makan digunakan sebagai pendingin sehingga makan lebih terlihat baik dan tahan lama.
- 8) Mencegah korosi pada saluran pipa dan tangki.
- 9) Sebagai *carrier* pemadam kebakaran.
- 10) Digunakan didalam industri pupuk.

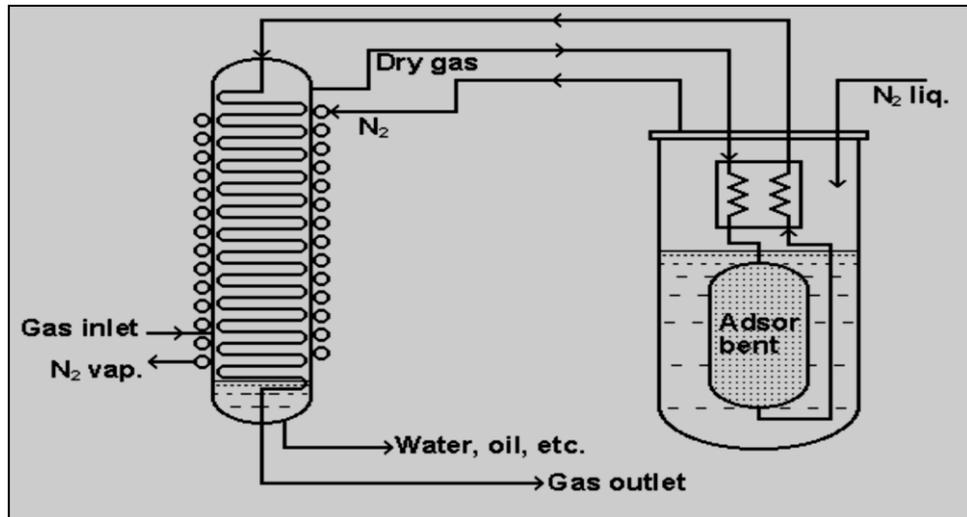
Penggunaan nitrogen dalam industri pengolahan gas alam adalah sebagai refrigerant untuk pencairan gas alam. Dari Gambar 8 menunjukkan gas nitrogen didorong kompresor masuk kedalam *intercoller* kemudian masuk ke dalam *heat exchanger* yang akan merefrigerant gas alam yang masuk sehingga menghasilkan gas alam cair (methana cair).



Gambar 9. Proses Refrigerant Gas Alam (Kemdikbud: Utilitas & Proses, 2013)

Dalam pemurnian gas kering juga memanfaatkan pendinginan dari nitrogen, dengan mengalirkan gas kering pada adsorbent dengan

temperatur rendah sehingga diharapkan semua gas pengikut akan terserap dan akan menghasilkan gas murni, proses ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 10. Natural Gas Purifier (Kemdikbud: Utilitas & Proses, 2013)

c. Proses Pemurnian Nitrogen

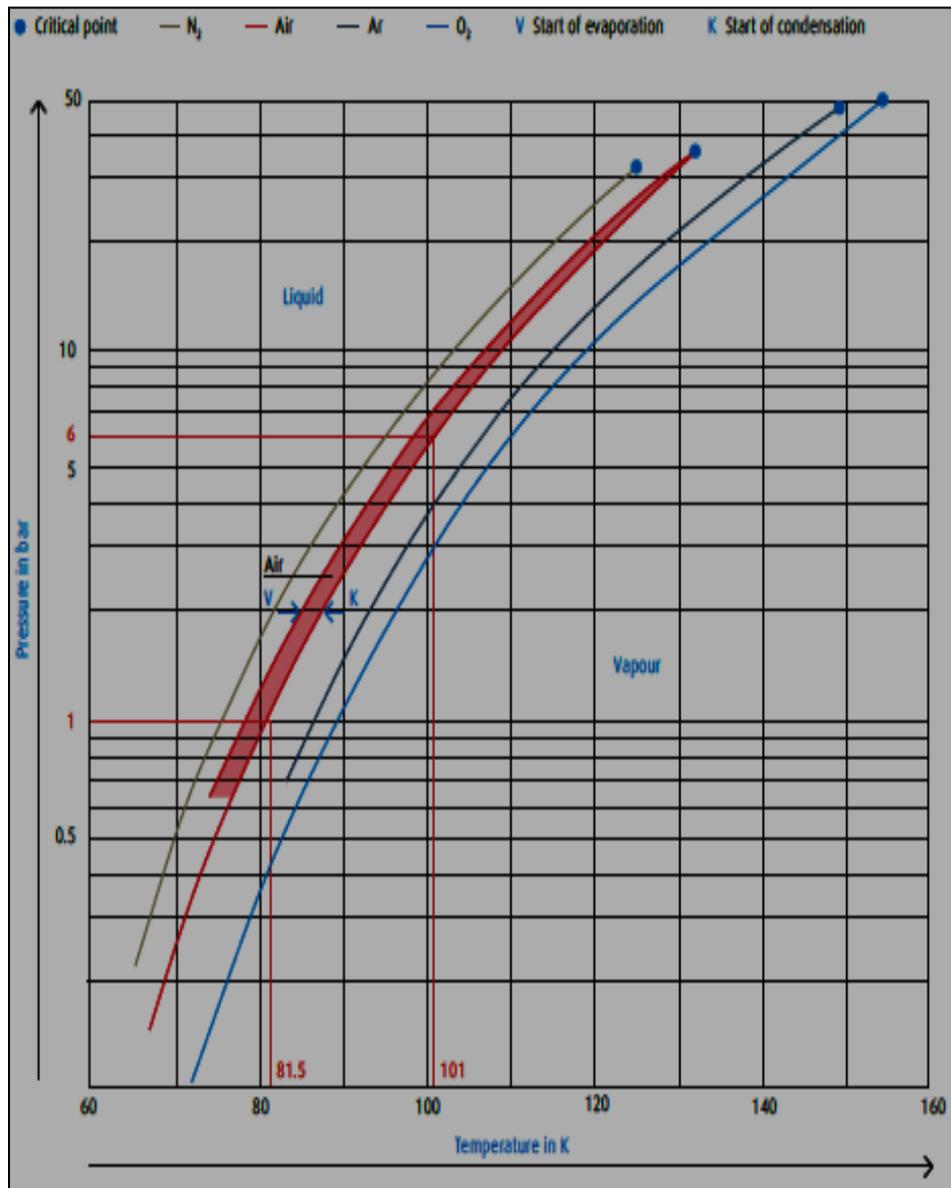
Pemisahan nitrogen dari udara dalam industri menggunakan metode *cyrogenic*, *adsorber* dan *membran*. Metode pemurnian nitrogen disesuaikan dengan kemurnian dan kapasitas rate yang diinginkan.

1. Pemurnian dengan Proses *Cyrogenic*.

Dalam proses *cyrogenic* udara dialirkan pada suhu rendah mendekati suhu *cyrogenic*, yang menyebabkan kondensasi cairan nitrogen yang akan terpisah dari gas ikutan yang tidak diinginkan. Pemisahan udara terjadi ketika udara dalam bentuk cairan. Gas hanya akan berubah fasa jika melewati temperatur dan tekan kritisnya.

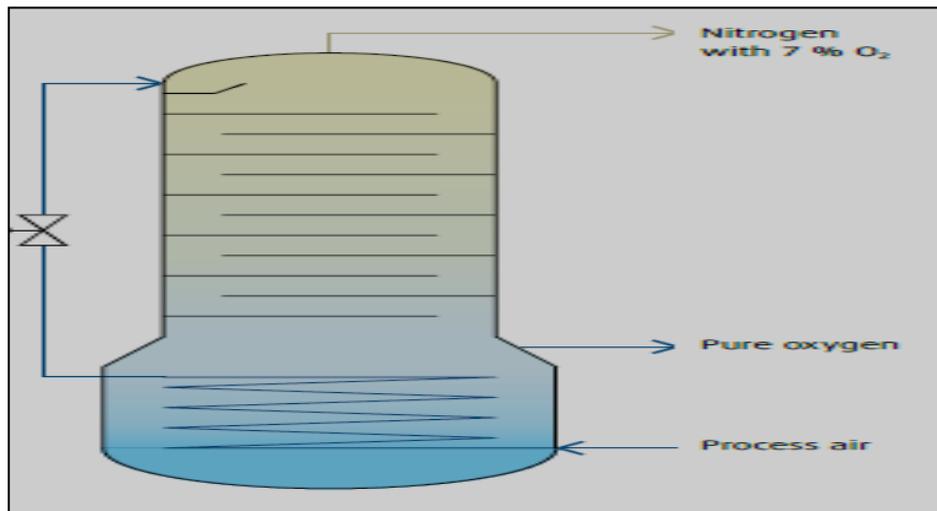
Proses yang sering digunakan dalam proses *cyrogenic* ini adalah:

- 1) *Linde single column air Separation*
- 2) *Linde double column air Separation*



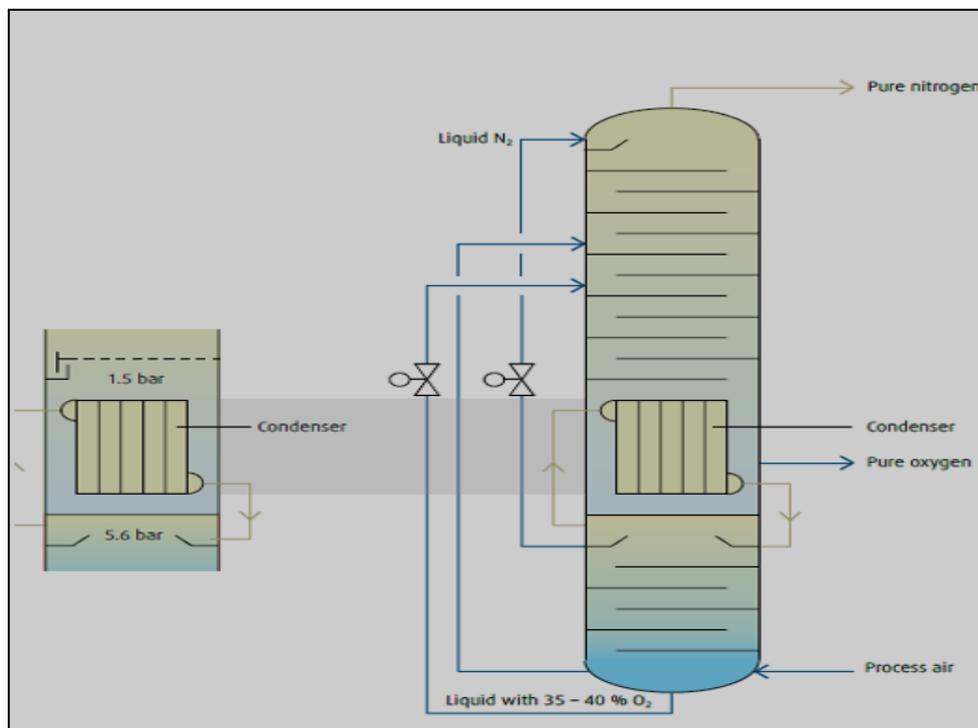
Gambar 11. Kurva tekanan uap gas di kondisi gas atmosfer
(linde-Engineering.com)

Proses pemurnian dengan menggunakan metode *Linde Single Column* didasarkan atas sifat perbedaan tekanan uap dari gas. Udara bertekanan dimampatkan dan didinginkan akan dimasukkan ke dalam kolom destilasi. Nitrogen yang memiliki titik uap lebih rendah akan menguap ke atas sedangkan oksigen akan dikondensasikan melewati kolom bagian bawah.

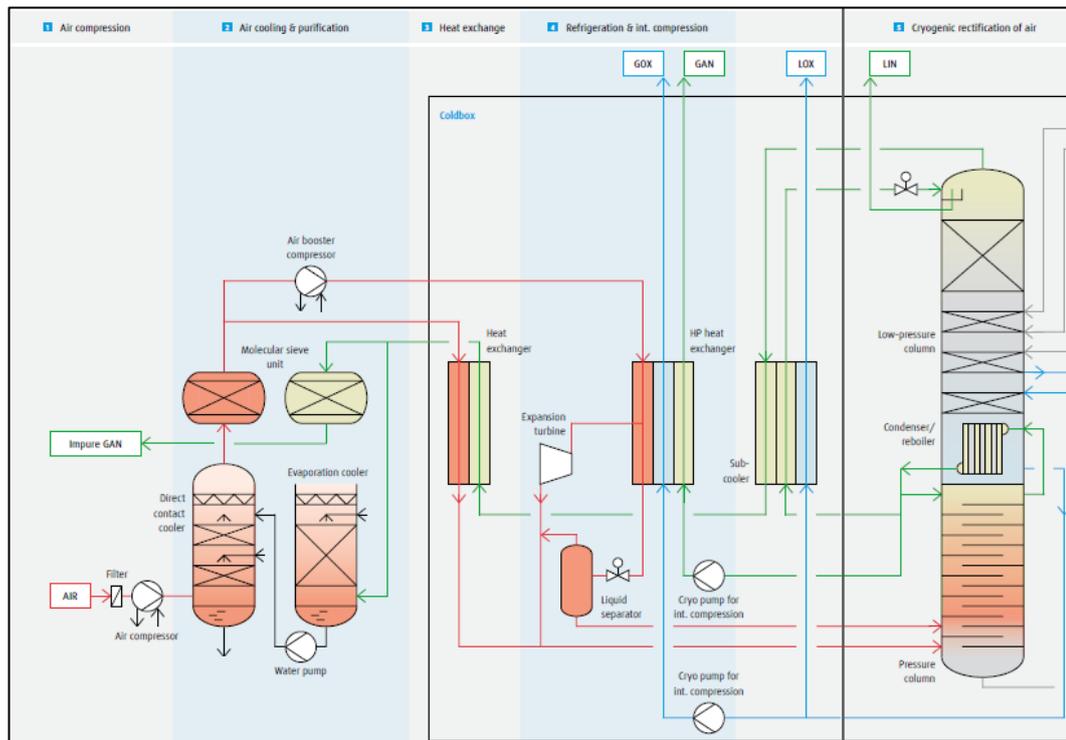


Gambar 12. Linde Single Column Air Separation (linde-engineering.com)

Proses pemurnian dengan menggunakan metode *Linde Double Column* hampir sama dengan *Linde Single Column*. Namun dalam proses ini ditambahkan kombinasi kondenser dan evaporator sebagai penukar panas, sehingga akan terbentuk dua kolom tekanan yang berbeda.



Gambar 13. Linde Double Column Air Separation (linde-engineering.com)



Gambar 14. Proses Cyrogenic oxygen plant linde-engineering.com)

Gambar 14 menunjukkan **Proses Cyrogenic**, dimana proses tersebut meliputi:

- 1) Kompresi udara dengan kompresor *multi stage* dengan tekanan minimal 6 bar, udara disaring dari debu.
- 2) Proses pendinginan udara dengan air dingin dan menghilangkan impurities dari gas
- 3) Mendinginkan udara dengan menggunakan *heat exchanger* sampai mendekati tempertur *Cyrogenic*.
- 4) Ekspansi udara dingin pada turbin yang kemudian dialirkan kedalam liquid separator.
- 5) Udara yang dimampatkan dan didinginkan masuk ke dalam kolom destilasi. gas dipisahkan dimana nitrogen akan ditarik ke atas sedangkan oksigen akan mengalir dari bawah.

2. Pemurnian dengan Proses *Non Cyrogenic*

Proses *Non Cyrogenic* adalah proses pemurnian gas didasarkan atas perbedaan berat dan ukuran molekul gas. Hasil dari proses ini memiliki keterbatasan terhadap kemurnian gas 98% dengan laju rate tinggi.

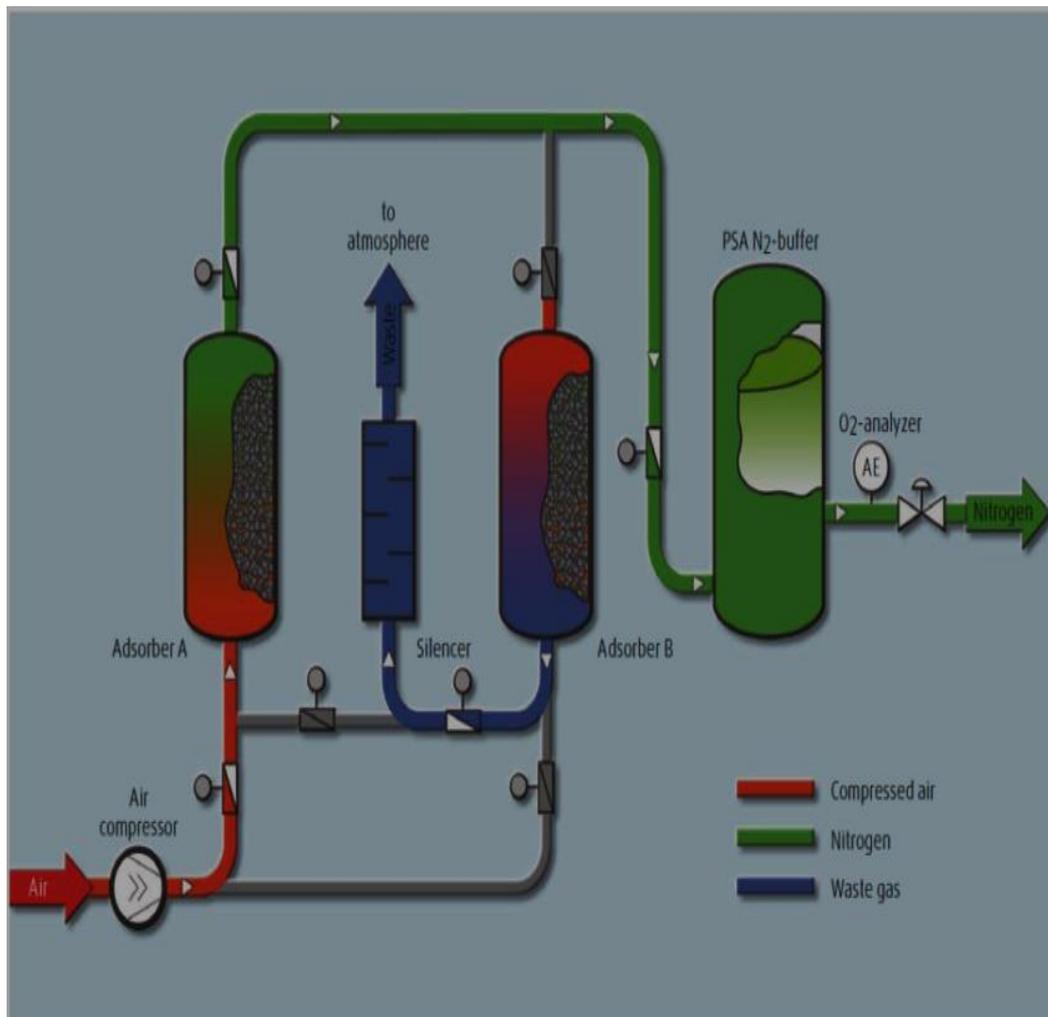
Dua metode yang dipakai adalah selektif *adsorbtion* dan Membran.

a. *Pressure Swing AdsorbtionTechnology*

Digunakan untuk menghasilkan gas murni dengan melewati tekanan atmosfer masuk kedalam vesel yang berisi material adsorber. Pemilihan adsorber didasarkan karakteristik, adsorber yang diinginkan akan memiliki penggabungan / pengikatan yang besar untuk nonproduk molekul dari pada produk gas.

PSA sistem biasanya berisi dua vesel adsorber untuk menghasilkan operasi yang kontinyu. Pada suatu waktu salah satu vesel akan dioperasikan dengan mengadsorsi udara yang tidak diinginkan, ketika vesel yang lain dalam regenerasi dengan penurunan tekanan pada tekanan atmosfer. Surge vesel (*buffer vesel*) *down stream* dari adsorber memastikan pengiriman produk secara kontinyu.

VPSA (Vacum Pressure Swing Adsorbtion) adalah sistem pemisahan udara sistem PSA dengan vacum blower untuk mengurangi tekanan deadsorber. Rendahnya tekanan adsorsi mengurangi kebutuhan tekanan masuk, jika dibandingkan dengan PSA. VPSA menghasilkan produk dibawah kondisi vakum karena itu menghasilkan lebih besar nitrogen. Energy kompresor banyak berkurang dibandingkan dengan PSA unit.

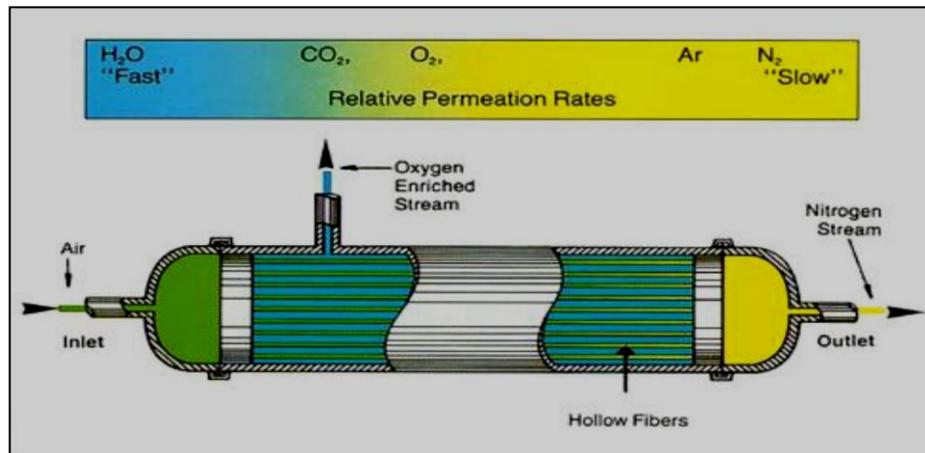


Gambar 15. Flow diagram Linde PSA (linde-engineering.com)

b. Sistem Membran.

Membran generator nitrogen menggunakan kumpulan pipa yang terbuat dari polimer, konfigurasi seperti bentuk penutup dan pipa pada *heat exchanger*. Prinsip pemisahan udara adalah setiap gas memiliki perbedaan laju perembesan masuk didalam lapisan polimer. Oksigen (uap air dan karbondioksida) disebut gas cepat masuk kedalam dinding pipa jika dibandingkan dengan slow gas (Argon dan Nitrogen). Karena tidak ada bagian yang bergerak pada proses separasi

membran dapat segera aktifkan dan dimatikan. Laju udara dapat di naikan tetapi kualitas kemurnian berkurang.



Gambar 16. Membran Air Separation (Kemdikbud: Utilitas Dan Proses, 2013)

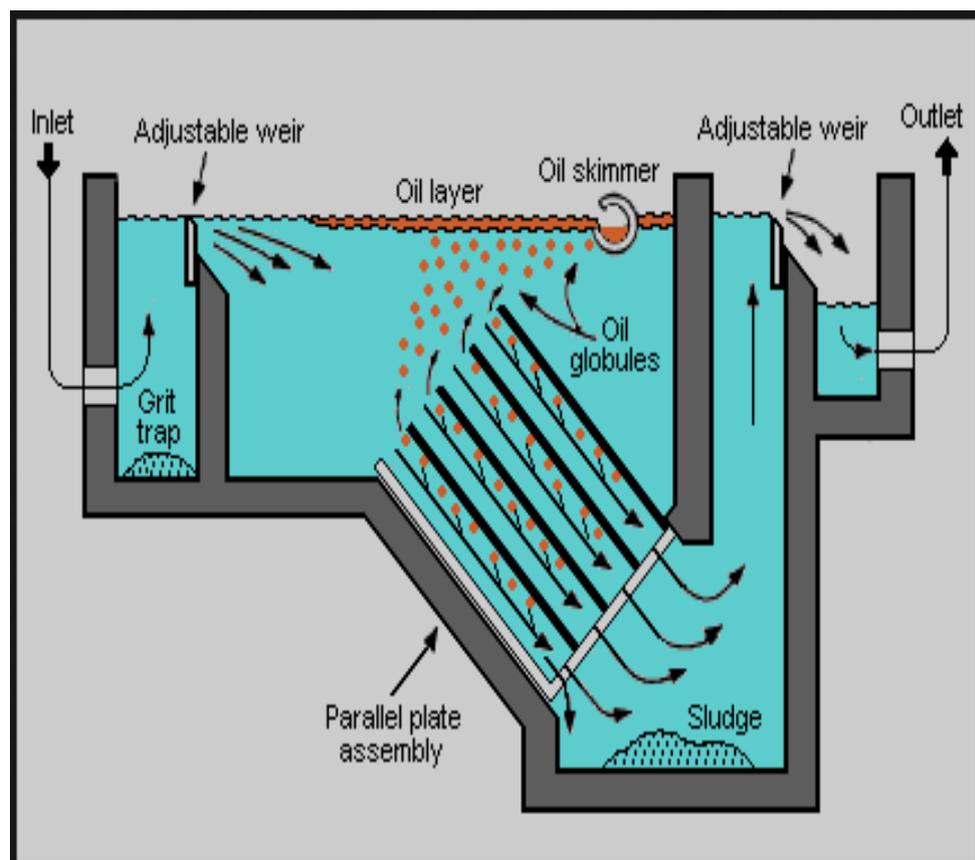
2. Water Treatment

Ketika hidrokarbon diproduksi, aliran dari sumur umumnya berisi air dan hidrokarbon. Air yang terproduksi umumnya asin, payau dan mendekati tawar. Air harus dipisahkan dengan hidrokarbon dan logam-logam berat maupun senyawa yang berbahaya, kemudian dibuang sesuai dengan peraturan lingkungan hidup. Air dipisahkan dengan hidrokarbon menggunakan separator dan *freewater knockout vessel*. Dari proses gravity air masih mengandung 1% -10% hidrokarbon tersisa.

Permasalahan pengendalian pencemaran air, udara dan limbah padat Non B3 dari kegiatan hulu minyak dan gas telah dibahas secara komprehensif dan tuntas antara Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Permasalahan yang dibahas adalah penerapan Permen LH No 129 tentang Baku Mutu Emisi Usaha dan atau Kegiatan Minyak dan Gas Bumi, Permen LH No 12 Tahun 2006 tentang Persyaratan dan Tata Cara Perizinan Pembuangan Air Limbah ke Laut, Permen LH No 4 tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Minyak dan Gas serta Panas Bumi, Permen LH No 13 Tahun 2007 tentang

Persyaratan dan tata Cara Pengelolaan Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Hulu Minyak dan Gas serta Panas Bumi dan PermenLH No 19 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Minyak dan Gas serta Panas Bumi.

Pengolahan limbah dilakukan karena berorientasi pada akibat yang ditimbulkan dalam lingkungan terutama pada daerah sekitar industri maupun efek keseluruhan untuk semua lingkungan. Dengan prinsip pencegahan dan penanggulangan pencemaran harus dapat menjamin terpeliharanya kepentingan umum dan keseimbangan lingkungan, dengan tetap memperhatikan kepentingan pihak industri.



Gambar 17. Unit *Water Treatment*

Water Treatment Plant adalah sebuah sistem yang difungsikan untuk mengolah air dari kualitas air baku (influent) yang kurang bagus agar mendapatkan kualitas air pengolahan (effluent) standart yang di inginkan / ditentukan.

a. Kualitas Air Terproduksi

Air yang terproduksi mengandung beberapa komposisi dan substansi yang akan berpengaruh dalam pengelolaannya. Kelarutan padatan, kelarutan gas, emulsi minyak, toxican, radio active material alami, bakteri akan berpengaruh terhadap kualitas air yang akan dibuang. Secara terminology digunakan dalam konsentrasi adalah miligram per liter (mg/l) dimana rasio masa per volume adalah sama dengan part per million (ppm).

1. Kelarutan Padatan

Kelarutan padatan inorganic seperti sodium(Na^+), kation dan klorida(Cl^-) anions. kation yang lain seperti Calsium(Ca^{2+}), Magnesium(Mg^{2+}), iron(Fe^{2+}), Barium(Ba^{2+}), Potasium(K^+), strontium(Sr^+), almunium(Al^{3+}), dan lithium(Li^+). Setiap fasilitas pengolahan *water treatment* harus memiliki data analisa dari air terproduksi. Khususnya jika ada kemungkinan terbentuknya endapan *scale*.

Reaksi dari ion akan membentuk endapan *scale* ketika terjadi perubahan tekanan, temperatur dan komposisi. Pencampuran air yang teroksidasi dengan air terproduksi harus dihindari karena akan membentuk kalsium karbonat (CaCO_3), Calcium sulfat (CaSO_4), iron sulfida (FeS_2) *scale*.

Menghilangkan *scale* dilakukan dengan menggunakan zat kimia seperti *hydrochloric* untuk melarutkan kalsium karbonat dan iron sulfida *scale*. Penggunaan *scale* inhibitor seperti inorganicphosphat, organicphosphat ester, phosphat dan polymer dapat mencegah

terbentuknya *scale*. *scale* juga dapat dihilangkan dengan cara mekanis.

Produksi air juga sering mengandung pasir dan clay dari formasi, stimulan (Propant) dan partikel korosi. Perlu ditentukan adanya peralatan yang menyaring untuk menghilangkan partikel solid.

2. Kelarutan Gas

Yang ditemukan gas terlarut dalam produksi air adalah natural gas (methane, ethane, butane, propane), hydrogen sulfida dan carbon dioksida. Gas dapat larut dalam air dalam kondisi tekanan yang besar. Awal pemisahan gas terjadi pada separator dan stock tank. Separator dengan suhu yang tinggi akan menghasilkan gas terlarut yang rendah. Peralatan gas *flotation* digunakan untuk pemisahan gas dalam produksi air.

Jika hydrogen sulfida dan karbondioksida terdapat pada produksi air maka akan membentuk korosi, dan akan mengakibatkan terbentuknya *scale* iron sulfida dan racun.

3. Emulsi Minyak Pada Air

Adanya minyak dalam produksi air biasanya membentuk emulsi. Untuk memisahkan minyak dari air dapat menggunakan *emulsion breaker* atau *demulsifier*. Tetesan minyak akan saling mengikat membentuk film dan akan dipisahkan secara gravitasi dengan menggunakan *skim vessel* dan *coalescers*, dan *separator*. Metode lebih lanjut dapat menggunakan *hydroclone* dan *centrifuges*.

4. *Toxicans* / Racun

Air yang terproduksi dapat menunjukkan racun dari organisme laut di tes laboratorium. Potensi efek racun di lingkungan alam adalah salah satu alasan kekhawatiran tentang dampak lingkungan dari air yang akan dibuang. Toksisitas air yang dihasilkan ditentukan dengan tes kelompok organisme pada serangkaian konsentrasi air yang dihasilkan

dalam air laut untuk jangka waktu tertentu. Efek kumulatif diukur sebagai fungsi konsentrasi. Tujuan dari tes ini adalah untuk mengamati efek dari tes organisme seperti kematian, penurunan tingkat pertumbuhan, dan pengurangan kemampuan untuk mereproduksi.

5. Material Radioaktif

Bahan radio aktif alam (NORM) terdapat di air yang dihasilkan dan dapat ditemukan dilimbah produksi, peralatan, dan padatan di fasilitas produksi. Pengaruh radioaktif terhadap lingkungan menjadi perhatian pada peraturan dan pengelolaan limbah meskipun biaya yang cukup signifikan dalam industri.

Pada lapangan minyak terdapat NORM dari adanya uranium dan thorium diformasi hidrokarbon. Banyak formasi minyak dan gas mengandung serpih yang memiliki konsentrasi uranium dan thorium yang tinggi dari rata-rata. Unsur-unsur ini terjadi dalam bentuk kimia yang tidak larut dalam air dalam kondisi reservoir. U238 dan Th232 berubah ke dalam isotop yang berbeda radium (Ra236 dan Ra228). Isotop radium ini selanjutnya berubah ke dalam gas radioaktif radon disebut (Rn232). Kedua radium dan radon yang larut pada tingkat yang sangat rendah dan tidak berbahaya dalam air formasi dibawah kondisi reservoir dapat dibawa kepermukaan bersama dengan minyak, gas, dan air yang terproduksi.

6. Bakteri

Produksi air mengandung bakteri umumnya dalam jumlah kecil. Pengukuran dilakukan sesuai dengan API RP 38, "Direkomendasikan Praktek Biologi Analisis Injeksi Air Bawah Permukaan." Jenis dan jumlah bakteri yang penting ketika memilih program biosida.

Semua bakteri memiliki banyak suku, dan beberapa akan kebal terhadap bakterisida tertentu. Dengan demikian, pengujian dilanjutkan dan perubahan periodik kimia.

Berikut tipe dari bakteri:

- a. **Aerob:** Bakteri yang membutuhkan oksigen dan hadir dalam jumlah besar. Jumlah saat air laut atau air permukaan yang digunakan untuk air injeksi. Klorin, biasanya berasal dari generator hipoklorit, digunakan untuk mengontrol.
- b. **Anaerob:** Bakteri yang tumbuh tanpa adanya oksigen, dimana bakteri tersebut pereduksi sulfat yang mengeluarkan ion sulfida yang membentuk hidrogen sulfida.
- c. **Facultative:** Bakteri yang dapat tumbuh dalam lingkungan aerobik atau anaerobik. Pemilihan kimia khusus yang dibutuhkan untuk pengendalian pertumbuhan bakteri ini.

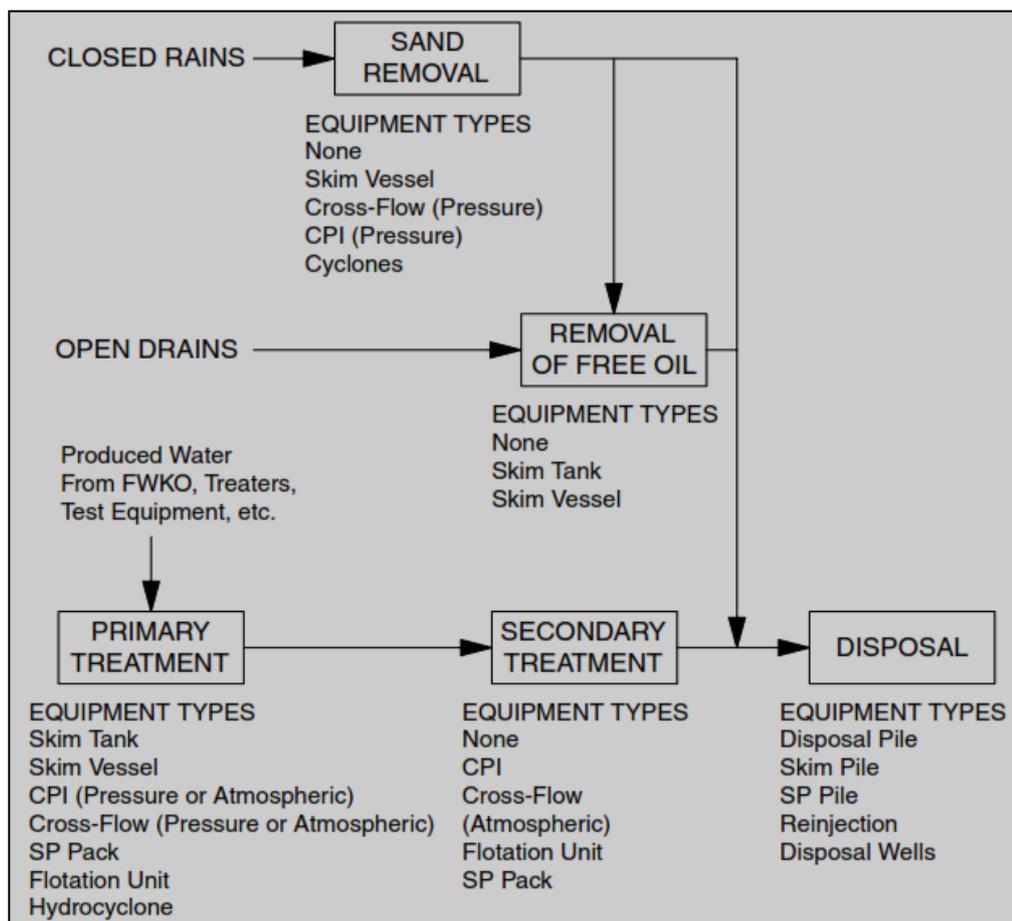
Tes API menggunakan media kultur standar untuk bakteri tertentu. media lain telah digunakan atau teknik yang berbeda telah diterapkan untuk memperkirakan kuantitas bakteri. Tes lapangan menunjukkan hasil sebagai berikut:

- 1) Jika total jumlah bakteri kurang dari 10.000 per ml bakteri tidak menjadi masalah.
- 2) Jika total jumlah bakteri lebih besar dari 100.000 per ml, hal ini dapat menyumbat media filter atau formasi batuan, sehingga perlu dikontrol pertumbuhan bakteri biosida tersebut.
- 3) Jika jumlah Bakteri lebih besar dari 100 per ml, perlakuan khusus untuk sistem injeksi sangat penting dilakukan; jumlah 100 sampai 1000 per ml akan membutuhkan beberapa perlakuan untuk mencegah sumur injeksi tersumbat; lebih besar dari 10.000 perlakuan ketat program pengendalian biosida.

b. Sistem Pengolahan *Water Treatment*

Pengolahan limbah dilakukan karena berorientasi pada akibat yang ditimbulkan dalam lingkungan, terutama pada daerah sekitar industri maupun efek keseluruhan untuk semua lingkungan. Dengan prinsip

pencegahan dan penanggulangan pencemaran harus dapat menjamin terpeliharanya kepentingan umum dan keseimbangan lingkungan, dengan tetap memperhatikan kepentingan industri. Dalam setiap produksi air selalu memiliki bentuk pengolahan utama untuk dibuang. Sistem tersebut dapat berupa *skim tank*, *skim vesel*, *CPI*, *cross flow separator*, atau *gas flotation unit*. Selain dari *gas flotation unit* semua peralatan bekerja dengan prinsip pemisahan gravity. Tergantung dari permasalahan pengelolaan juga perlu untuk melakukan pengelolaan *secondary treatment* yang terdiri dari *CPI*, *crossflow separator* dengan *flotation unit*.



Gambar 18. *Water Treatment System (Surface Production Operation, 2008)*

Tiga basis fenomena yang digunakan dalam pengelolaan air adalah pemisahan secara *gravity*, *coalescence* dan *flotation*.

1. Pemisahan dengan *gravity*

Banyak peralatan pengolahan air yang bekerja berdasarkan perbedaan *gravity* cairan. Butiran minyak akan lebih ringan dari pada air, memiliki gaya Bouyant. Adanya *drag force* menyebabkan pergerakan keatas pada air. Ketika keluar gaya sama, kecepatan konstant akan tercapai. Dimana dapat dihitung dari hukum *stoke*:

Field unit

$$V_o = \frac{1.78 \times 10^{-6}(\Delta SG)(d_m)^2}{\mu_w} \dots\dots\dots (1)$$

SI Units

$$V_o = \frac{5.556 \times 10^{-7}(\Delta SG)(d_m)^2}{\mu_w} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

V_o = kecepatan vertikal dari tetesan minyak relatif terhadap air fase kontinyu, ft/s (m /s)

d_m = diameter droplet minyak, mikron

SG = perbedaan berat jenis minyak dan air relatif terhadap air

W = viskositasair, cp.

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari persamaan sederhana ini:

- a. Semakin besar ukuran sebuah tetesan minyak, semakin besar diameter dengan demikian, semakin besar kecepatan vertikal. Itu adalah semakin besar ukuran tetesan, semakin sedikit waktu yang diperlukan untuk droplet untuk naik kepengumpul di permukaan dan dengan demikian akan lebih mudah untuk pengolahan air.

- b. Semakin besar perbedaan *density* antara tetesan minyak dan fasa air, semakin besar kecepatan vertikal. minyak mentah ringan, semakin mudah untuk pengolahan air.
- c. Semakin tinggi suhu, semakin rendah viskositas air dan, dengan demikian, semakin besar kecepatan vertikal. Artinya, lebih mudah untuk memperlakukan air pada suhu tinggi dari pada suhu rendah.

2. Pengumpulan (*Coalescence*)

Waktu yang dibutuhkan dalam proses *coalescence* memakan waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan proses dispersi. Ketika dispersi dua fluida *immiscible*. Maka penggabungan terjadi ketika butiran minyak bergabung. Jika pasangan butiran berada pada aliran turbulen, tekanan yang fluktuatif dan kinetik energi yang mempengaruhi ikatan tersebut lebih besar dari gaya adhesi dari ikatan tersebut maka ikatan akan putus.

Kebanyakan pengolahan air peralatan, dengan pengecualian unit flotasi dan hydrocyclones, terdiri dari tetesan minyak naik ke permukaan karena kekuatan gravitasi.

3. Dispersi

Dispersi merupakan proses diskontinyu fase minyak yang dipisah menjadi butiran yang kecil dan disebarkan kedalam fase kontinyu air. Proses dispersi terjadi ketika sejumlah besar energy dimasukkan kedalam sistem dengan waktu yang singkat.

Proses dispersi bertentangan dengan *coalescence*, dimana pada proses tersebut tetesan kecil minyak bertabrakan dan bergabung menjadi tetesan lebih besar. Sebagai campuran minyak dan air mengalir melalui pipa, dua proses ini terjadi secara bersamaan.

Dalam pipa tetesan minyak terbagi menjadi tetesan kecil ketika energi kinetik dari gerak lebih besar dari perbedaan energi permukaan antara tetesan tunggal dan dua tetesan kecil terbentuk dari itu. Sementara

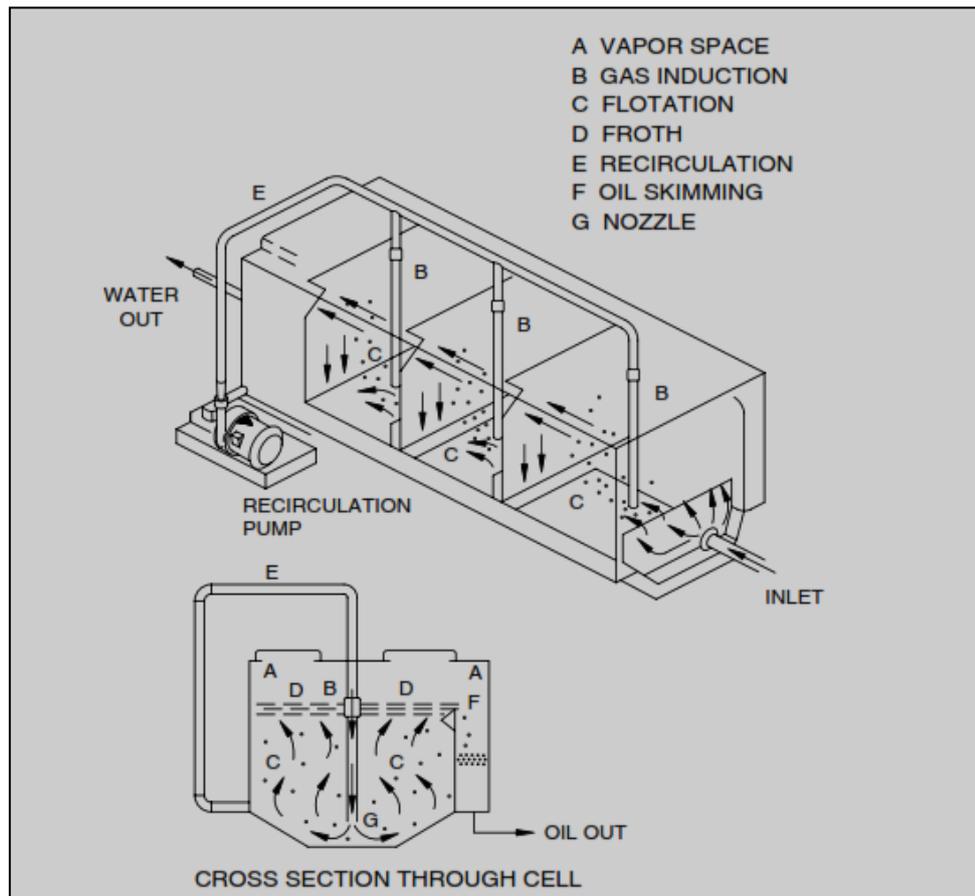
proses ini terjadi, dari gerakan tetesan minyak yang lebih kecil menyebabkan perpaduan terjadi. Karena itu, untuk menentukan statistik ukuran tetesan maksimum untuk masukan energi yang diberikan persatuan massa dan waktu dimana tingkat *coalescence* sama dengan tingkat dispersi. Satu hubungan untuk ukuran partikel maksimum pada sistem kesetimbangan diusulkan oleh Hinze sebagai berikut:

$$D_{max} = 432 \left(\frac{t_r}{\Delta P} \right)^{2/5} \left(\frac{\sigma}{\rho_w} \right)^{3/5} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana: D_{max} = diameter dari butiran dimana ukurannya 5 % dari volume minyak, micron
 σ = tegangan permukaan, dynes/cm,
 ρ = berat jenis, g/cm³,
 ΔP = pressure drop, psi,
 T_r = retention time, min.

4. *Flotation*

Flotation adalah proses ketika menginjeksikan gelembung gas kedalam fasa air, menyebabkan gaya *Bouyancy* dari butiran minyak menjadi besar dan butiran minyak akan dibuang ketika mencapai permukaan dimana akan terjebak membentuk busa dan *skimm off* di permukaan.



Gambar 19. Unit Dispersi Gas Flotasi dengan Inductor (*Surface Production Operation, 2008*)

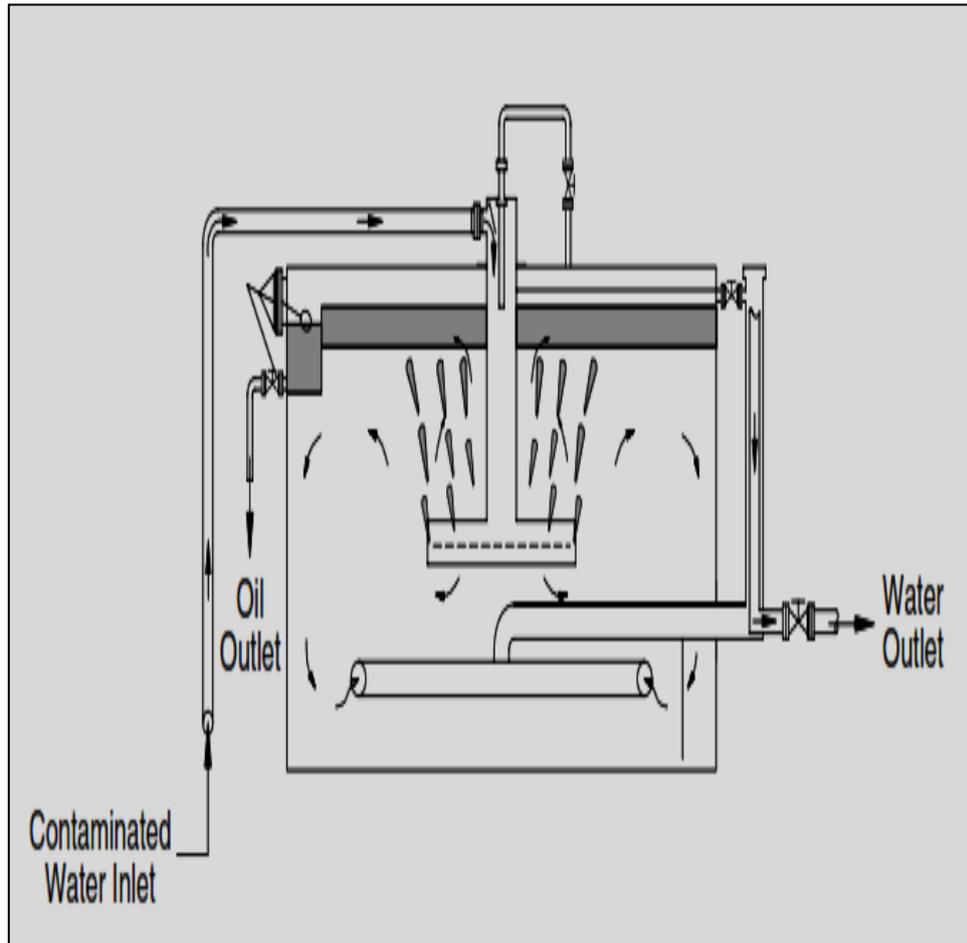
5. Filtrasi

Aliran air akan masuk kedalam saringan yang sesuai sehingga butiran minyak akan menyangkut kedalam saringan.

c. Peralatan yang Digunakan

1) *Skim Tank* dan *Skim Vesel*

Alat tersebut didesain untuk memberikan waktu yang cukup dalam melakukan pengikatan dan pemisahan air dan minyak secara gravity. *Skim tank* dapat menggunakan tekanan atmosfer, bejana bertekanan, dan surge tank.

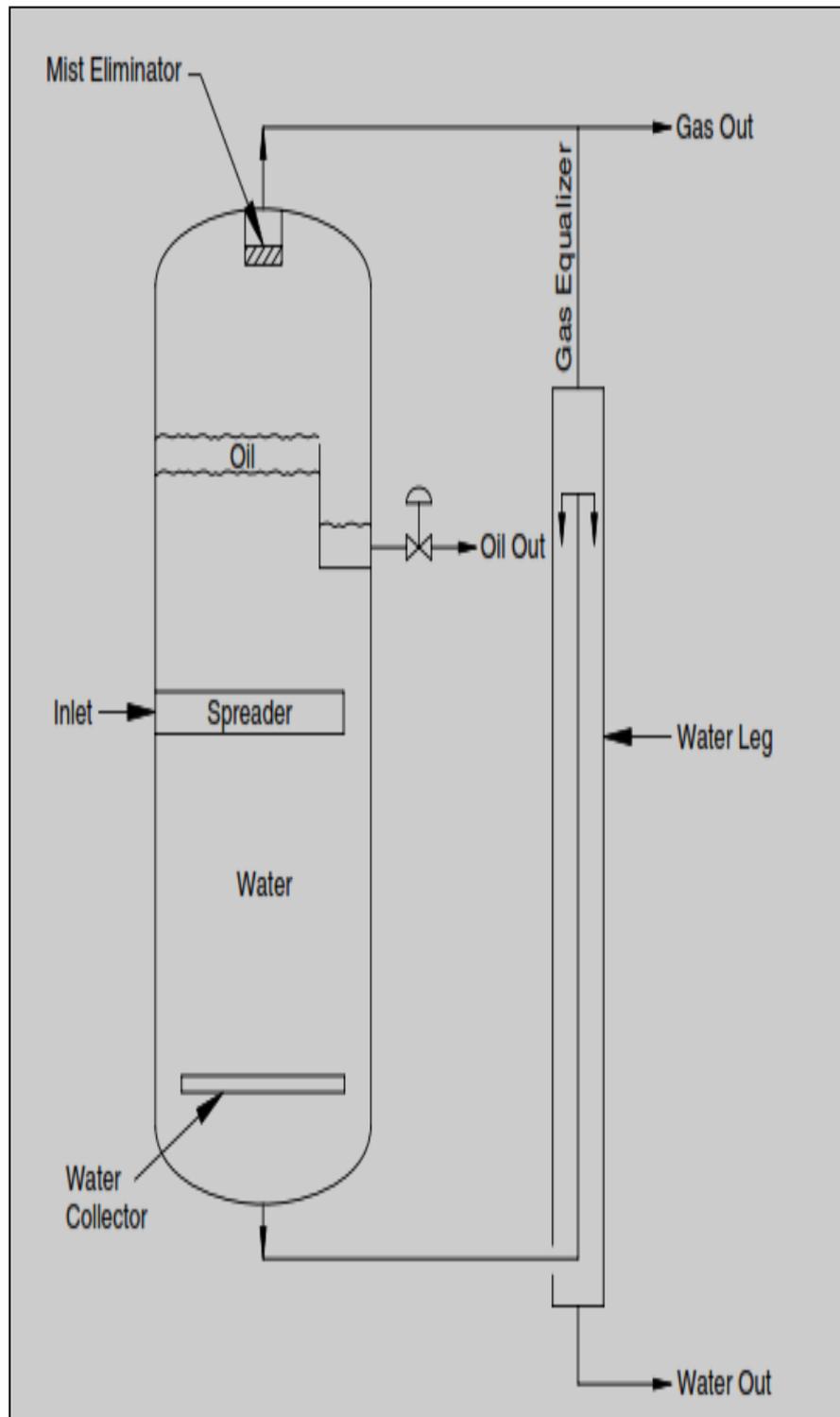


Gambar 20. Skimer Tank (*Surface Production Operation, 2008*)

Skim vesel terdiri dari skim vesel vertikal dan skim vesel horizontal

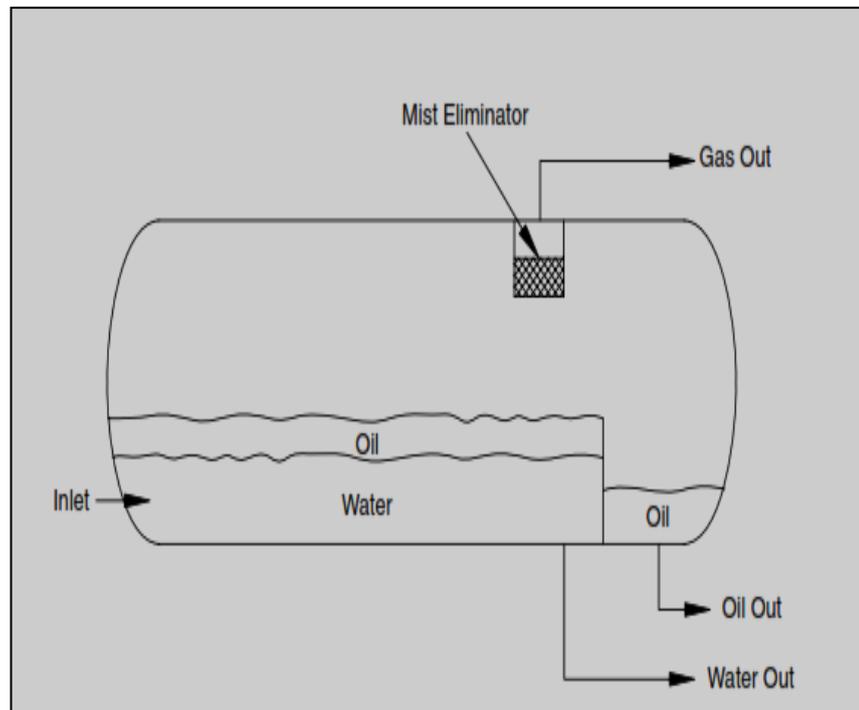
(1) *Skim vesel vertikal*

Dalam *skim vesel vertikal* tetesan minyak naik ke atas melawan aliran bawah air. Beberapa skimmer vertikal memiliki inlet penyebar dan pengumpul untuk membantu distribusi aliran, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.20. Sejumlah kecil gas dibebaskan dari air, dan didalam gas tersebut masih terdapat tetesan minyak, dimana minyak tersebut akan dikumpulkan pada skim di permukaan.



Gambar 21. Skim vesel vertikal
 (Surface Production Operation, 2008)

(2) Skim vesel horizontal

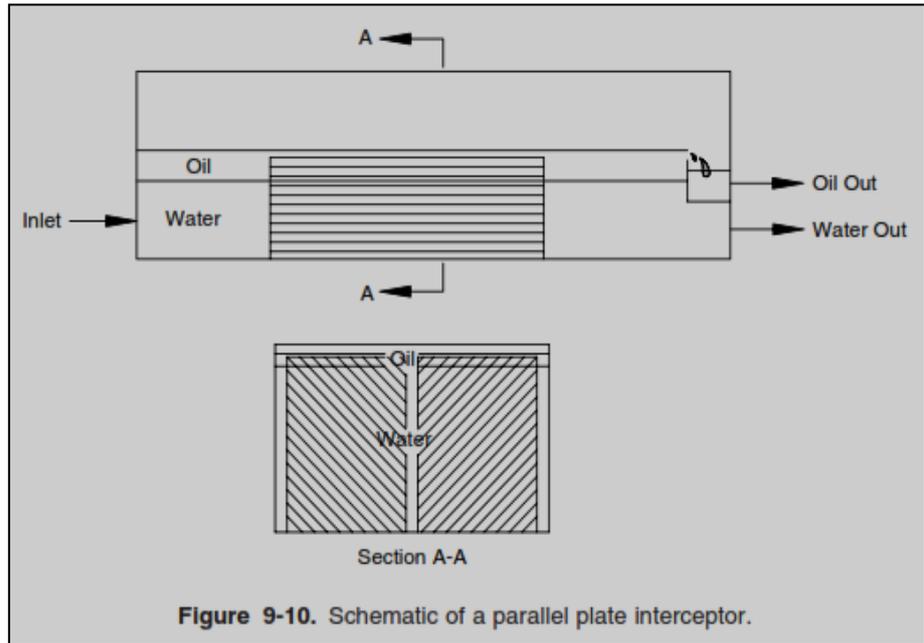


Gambar 22. Skim Vesel Horizontal (*Surface Production Operation, 2008*)

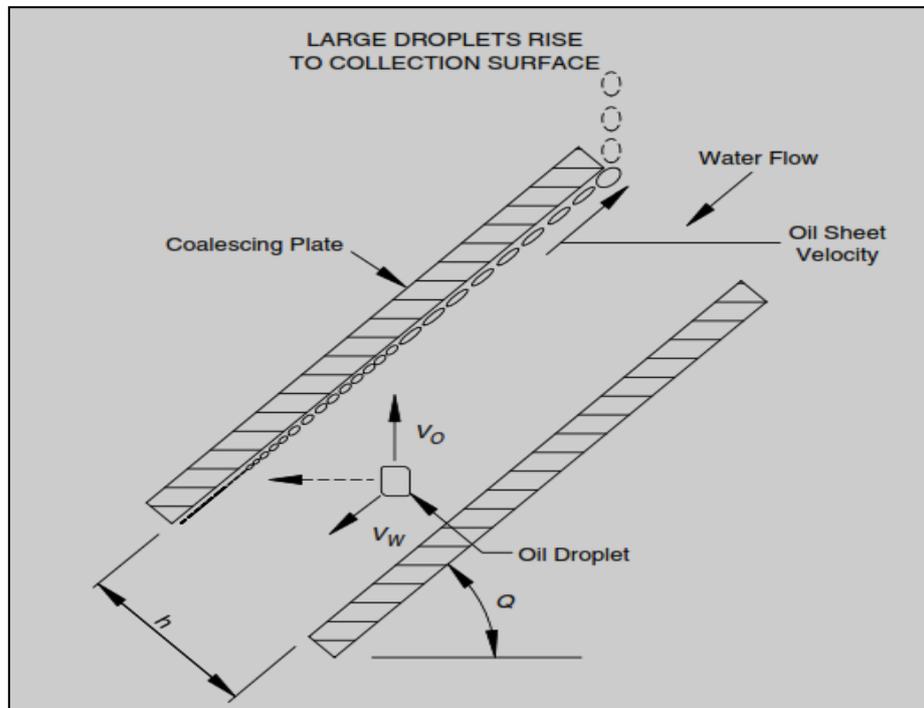
Dalam skim horizontal tetesan minyak naik tegak lurus terhadap aliran air. Gas yang melewati vesel dapat bertindak sebagai gas terlarut (*self rotasi gas*). Tetesan minyak menyatu dibagian vesel dan naik ke permukaan minyak ataupun air, dimana tetesan minyak tersebut ditampung dan akhirnya minyak berada di atas skim. Gambar 3.21 merupakan gambar skim vesel horizontal.

2) *Plat Coalecer*

Penggunaan plat paralel dalam aliran akan membantu pemisahan secara gravity pada skim tank. *Plat coalecer* terdiri dari: *parallel plate interceptor* (PPI), *corrugate plate interceptor* (CPI), atau *cross flow separation*.



Gambar 23. Parallel Plat Interceptor (*Surface Production Operation, 2008*)



Gambar 24. cross section plat coalecer (*Surface Production Operation, 2008*)

(1) *Paralel Plat Interceptor*

Bentuk pertama dari *coalescer* plat adalah pelat paralel pencepat (PPI). Serangkaian pelat paralel dengan sumbu longitudinal pemisah API (penampang persegi panjang horizontal skimmer). Pelat membentuk "V" bila dilihat di sepanjang sumbu aliran sehingga lembar minyak bermigrasi sampai bagian bawah penggabungan pelat dan ke samping. Endapan bermigrasi ke arah tengah dan bawah ke bagian bawah pemisah. Pelat dalam yang jarak menjadi kecil, akan memungkinkan kemasakan lebih banyak pelat di dalam vesel, yang pada gilirannya akan memaksimalkan daerah untuk menyatukan tetesan minyak.

(2) *Corrugated Plate Interceptor (CPI)*

Bentuk yang paling umum dari pelat pencepat paralel digunakan dalam produksi operasi adalah pelat interceptor bergelombang (CPI). Ini adalah sebuah perbaikan PPI dalam ukuran yang lebih kecil dengan ukuran partikel yang diolah sama, hal tersebut membuat penanganan sedimen lebih mudah, dan memiliki manfaat tambahan menjadi lebih murah dari pada PPI.

(3) *Peralatan Crossflow separation*

Produsen peralatan telah mengubah konfigurasi CPI horizontal aliran air tegak lurus dengan sumbu lipatan di pelat. Modifikasi ini memungkinkan lempeng untuk diletakkan pada sudut yang lebih curam untuk memfasilitasi penghapusan sedimen dan mengaktifkan *plate pack* yang dikemas dalam bejana tekan. Manfaat kedua diperlukan jika gas *blow-by* melalui dum hulu katup dapat menyebabkan masalah dengan tangki atmosfer. Perangkat *cross flow* dapat dibangun baik horizontal atau vertikal.

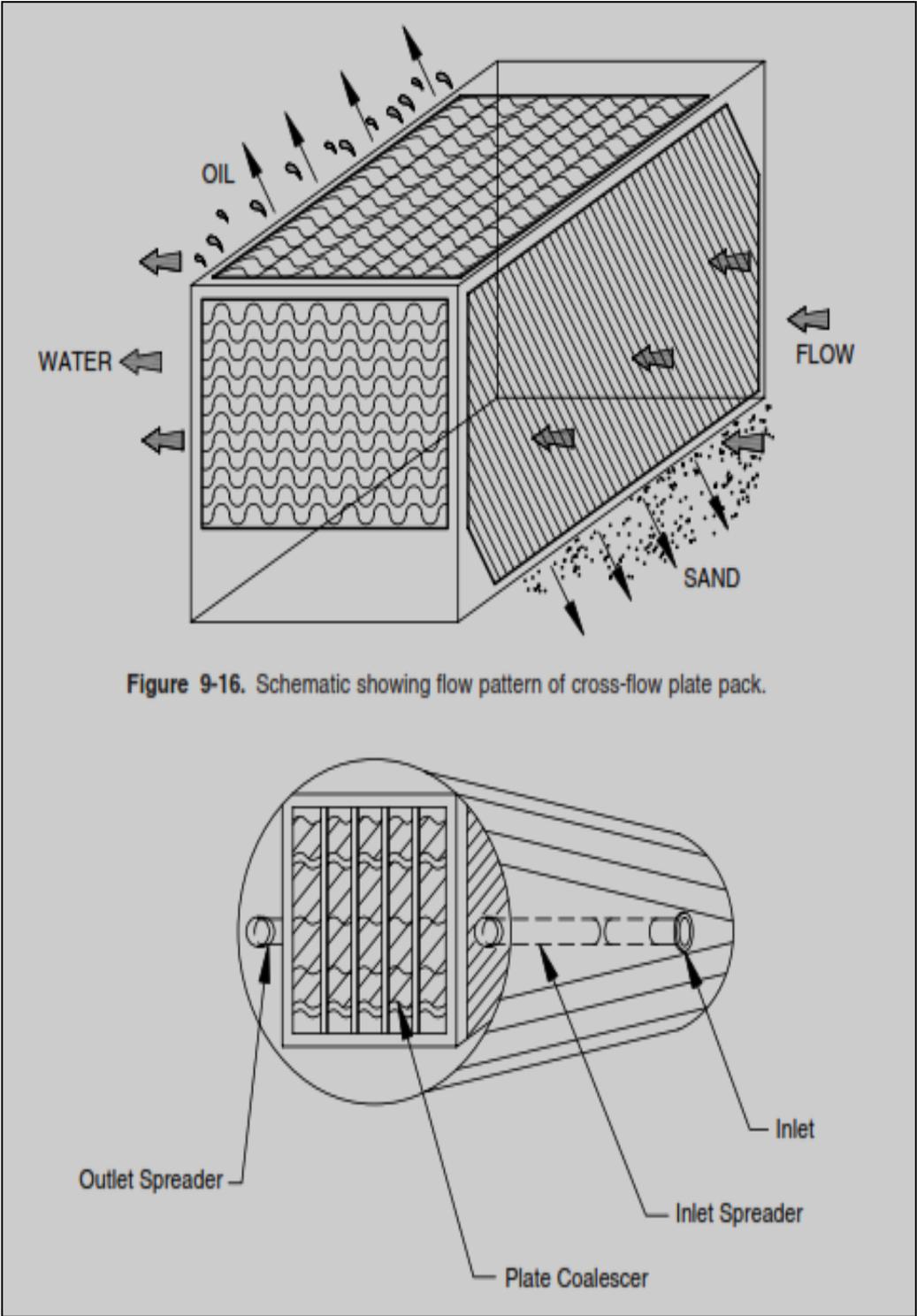
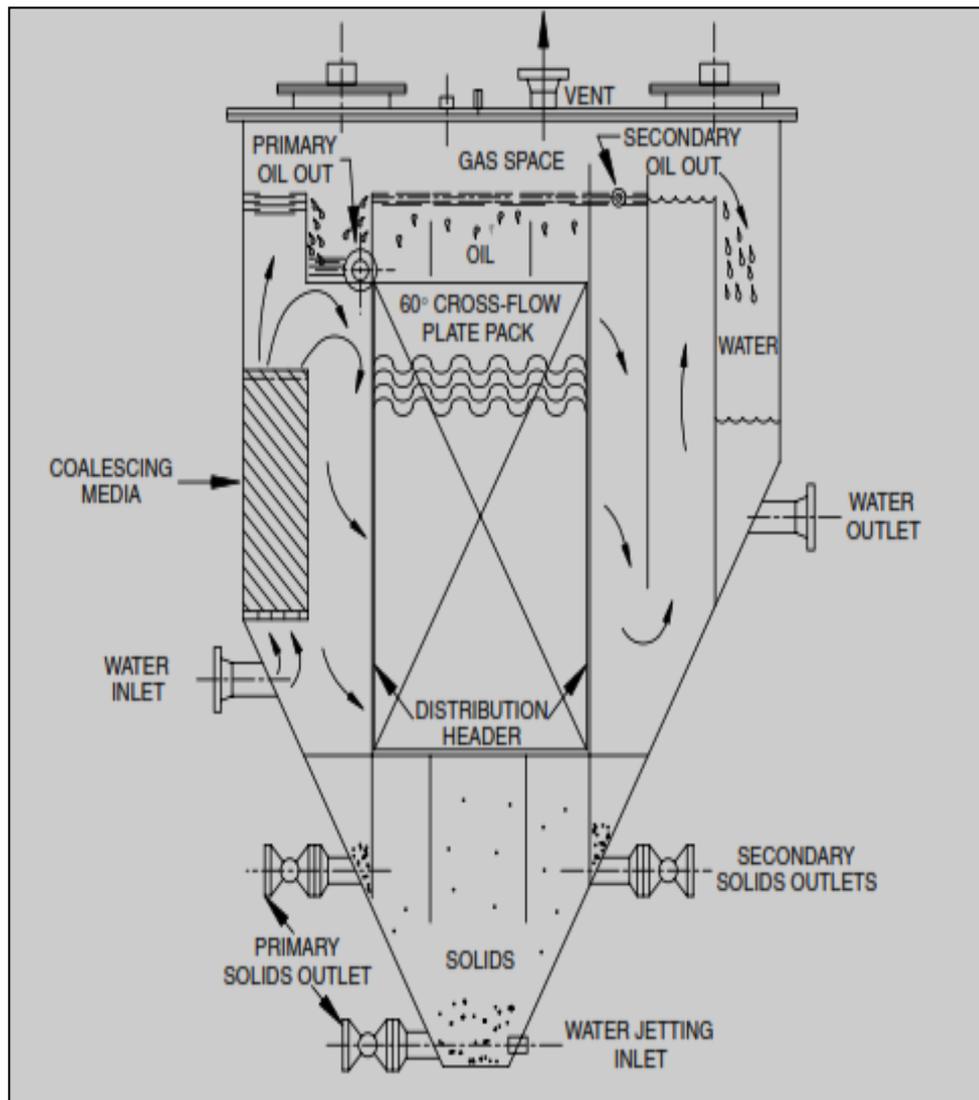


Figure 9-16. Schematic showing flow pattern of cross-flow plate pack.

Gambar 26. Peralatan Cross Flow Horizontal
(Surface Production Operation, 2008)



Gambar 27. Peralatan CPI Vertikal

(*Surface Production Operation, 2008*)

3) Peralatan *Flotation*

Unit flotasi digunakan sebagai peralatan pengolahan yang tidak bergantung pada pemisahan secara gravitasi dari tetesan minyak dan air. Unit flotasi menggunakan sebuah proses di mana gelembung gas yang dihasilkan disebar di dalam air, di mana gas menempel pada tetesan minyak ataupun partikulat padat.

Gelembung gas kemudian naik seperti busa berminyak, yang kemudian skim dari antarmuka air didaur ulang diproses lebih lanjut. Efektif spesifik gravitasi dari kombinasi gelembung minyak-gas secara signifikan lebih rendah dari tetesan minyak awal. Sesuai dengan hukum Stokes, yang dihasilkan kecepatan kombinasi gelembung minyak gas meningkat lebih besar dari tetesan minyak awal, hal ini dapat mempercepat proses pemisahan minyak dan air. Bahan pembantu flotasi seperti koagulan, polielektrolit, atau demulsifier ditambahkan untuk meningkatkan kinerja dari proses.

Dua jenis unit flotasi telah dibedakan berdasarkan metode yang digunakan dalam memproduksi gelembung gas kecil sebagai berikut:

a) Dissolve gas unit

Desain gas terlarut mengambil sebagian dari limbah air yang diolah dan menjenuhkan air dengan gas alam dalam tekanan tinggi "kontaktor" vesel. Semakin tinggi tekanan, semakin banyak gas yang dapat larut dalam air. Gelembung gas yang dibentuk oleh gas terlarut ke dalam produksi air, mengakibatkan gelembung gas jauh lebih kecil (10 sampai 100 mikron) dari induksi flotasi gas (100 sampai 1.000 mikron).

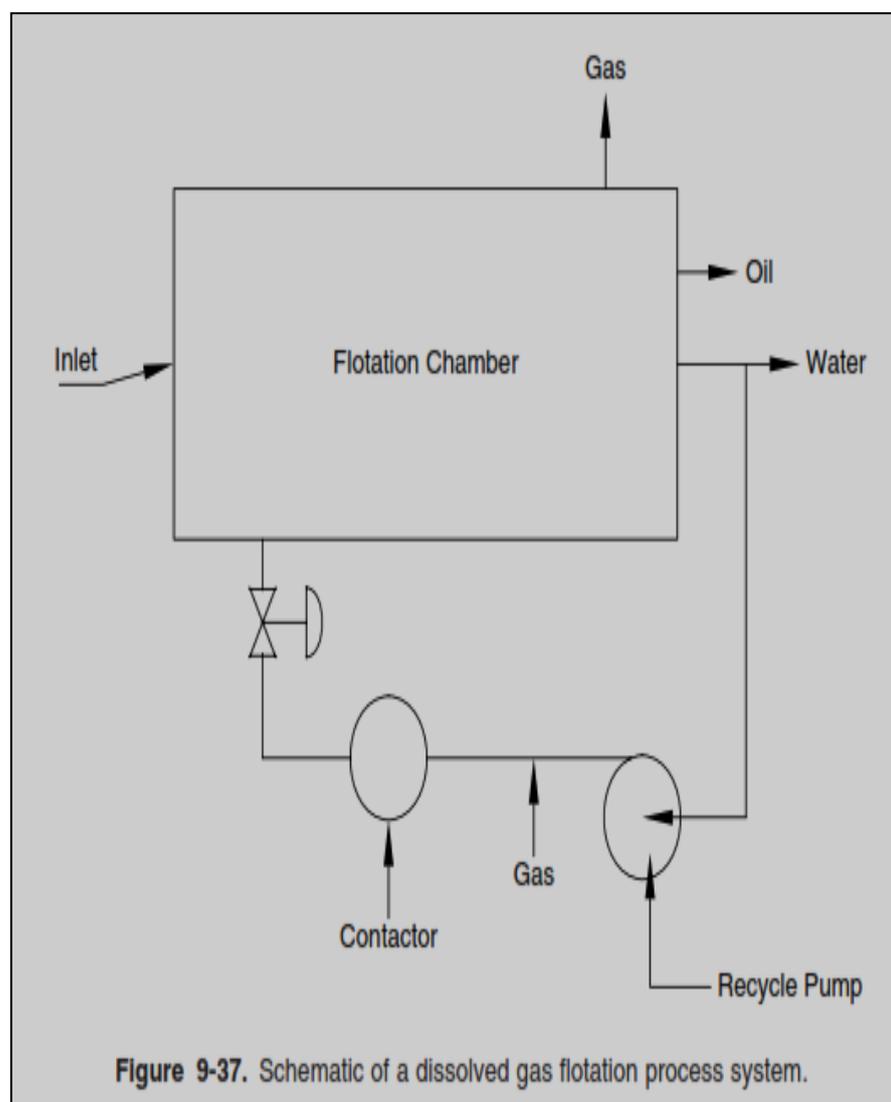
b) Dispersed Gas

Di unit gas dispersi, gelembung gas tersebar di total aliran, baik dengan menggunakan perangkat induktor hidrolik atau dengan pusaran diatur oleh rotor mekanis. Ada banyak desain eksklusif unit gas yang berbeda tersebar.

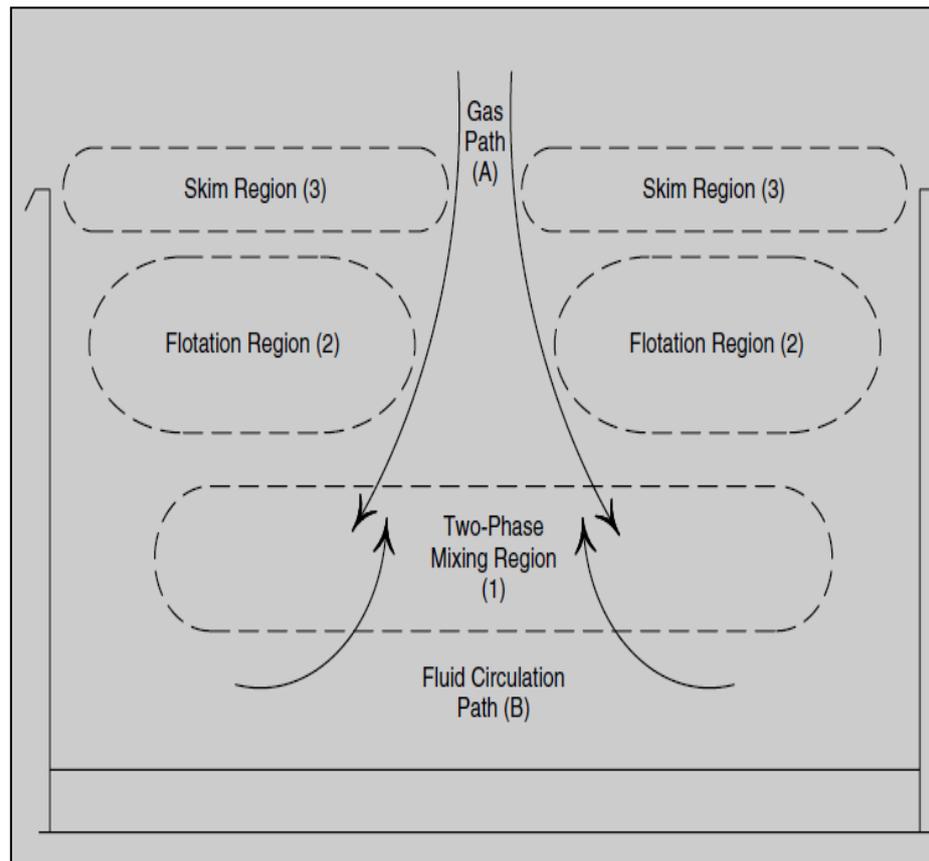
Ukuran yang menguntungkan dan distribusi kedalam aliran, pencampuran dua fase yang menyebabkan tabrakan terjadi antara gelembung gas dan tetesan minyak, flotasi atau pemisahan yang memungkinkan gelembung gas untuk naik ke

permukaan, dan sarana untuk skim gelembung minyak dari permukaan.

Gelembung gas pada tetesan minyak dapat ditingkatkan dengan penggunaan bahan kimia polielektrolit. Bahan kimia bantuan flotasi ini juga dapat digunakan untuk menyebabkan gelembung / ikutan yang solid, dan dengan demikian unit flotasi bisa digunakan untuk menghilangkan solid dengan baik.



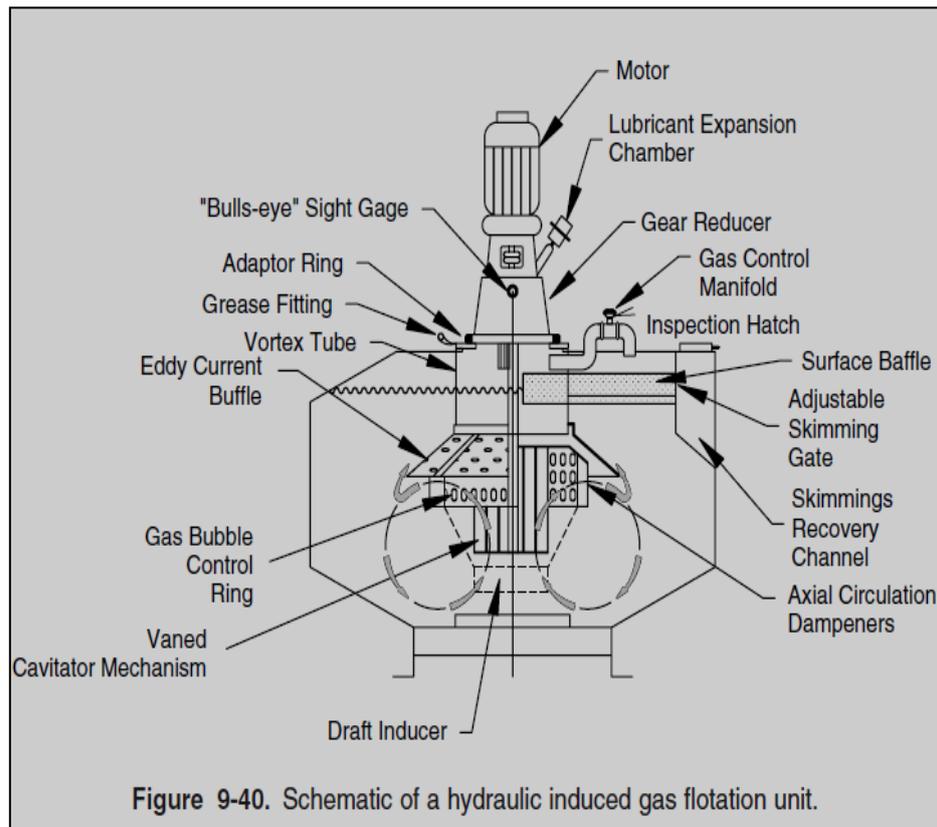
Gambar 28. Skematik gas flotation sistem (*Surface Production Operation, 2008*)



Gambar 29. Disperse Gas *Flotation* Unit
(*Surface Production Operation, 2008*)

c) *Hydrolicinduced unit*

Hidrolik unit diinduksi flotasi menginduksi gelembung gas dengan gas ke zona tekanan rendah dari tabung venturi. Gambar 29 menunjukkan skema penampang dari hidrolik diinduksi unit flotasi. Air bersih dari limbah dipompa ke resirkulasi header (E) masuk seri Venturi eductor (B). Air mengalir melalui eductors mengisap gas dari ruang uap (A) yang dirilis pada nozzle (G) seperti jet gelembung kecil. Gelembung meningkat, menyebabkan flotasi dalam ruang (C), membentuk buih (D) yang skim dengan alat mekanis di (F).

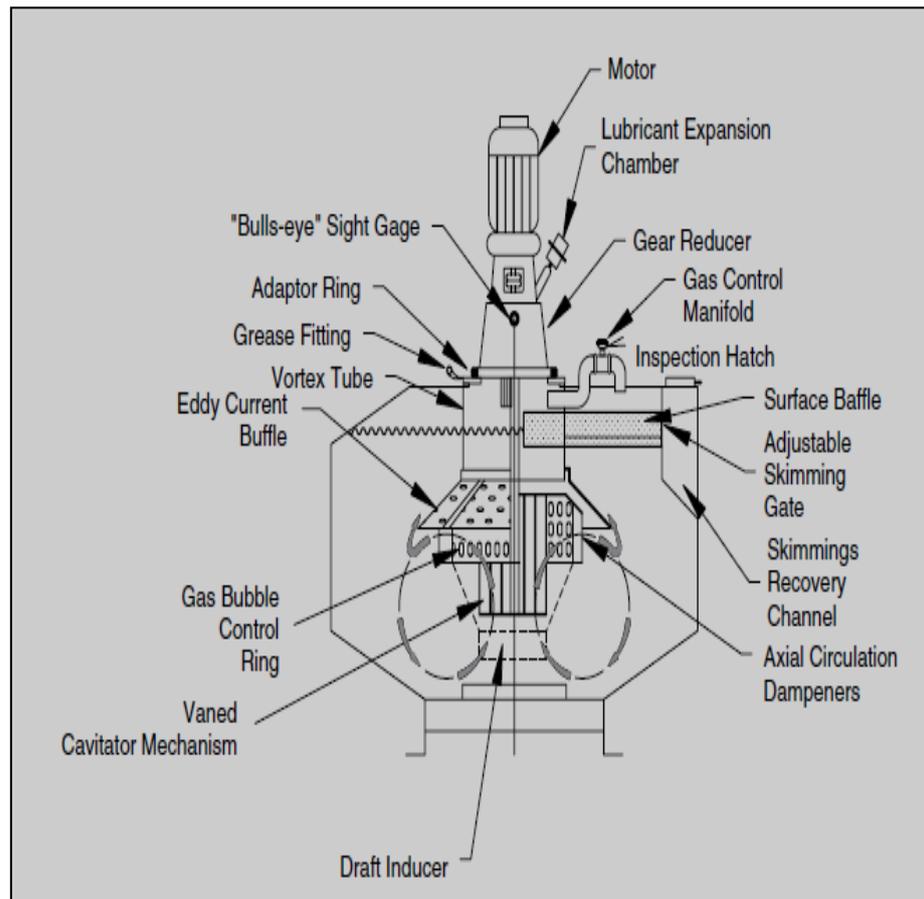


Gambar 30. Hydraulic Dispersed Unit

(*Surface Production Operation, 2008*)

d) *Mechanical Dispersed Unit*

Mekanik unit flotasi induksi menginduksi gelembung gas ke dalam sistem oleh entrainment gas dalam pusaran dihasilkan oleh adukan. Menunjukkan penampang self rotasi gas tersebar yang menggunakan rotor mekanis. Rotor menciptakan pusaran dan vakum dalam pusaran tabung. Penutup menjamin bahwa gas dipusaran bercampur dengan entrained di dalam air. Rotor dan rancangan inducer menyebabkan air mengalir dan menciptakan gerakan berputar. Sebuah *baffle* di atas mengarahkan buih kenampaan *skimming* sebagai hasil dari gerakan berputar.



Gambar 31. Mekanis Dispersed Unit

(Surface Production Operation, 2008)

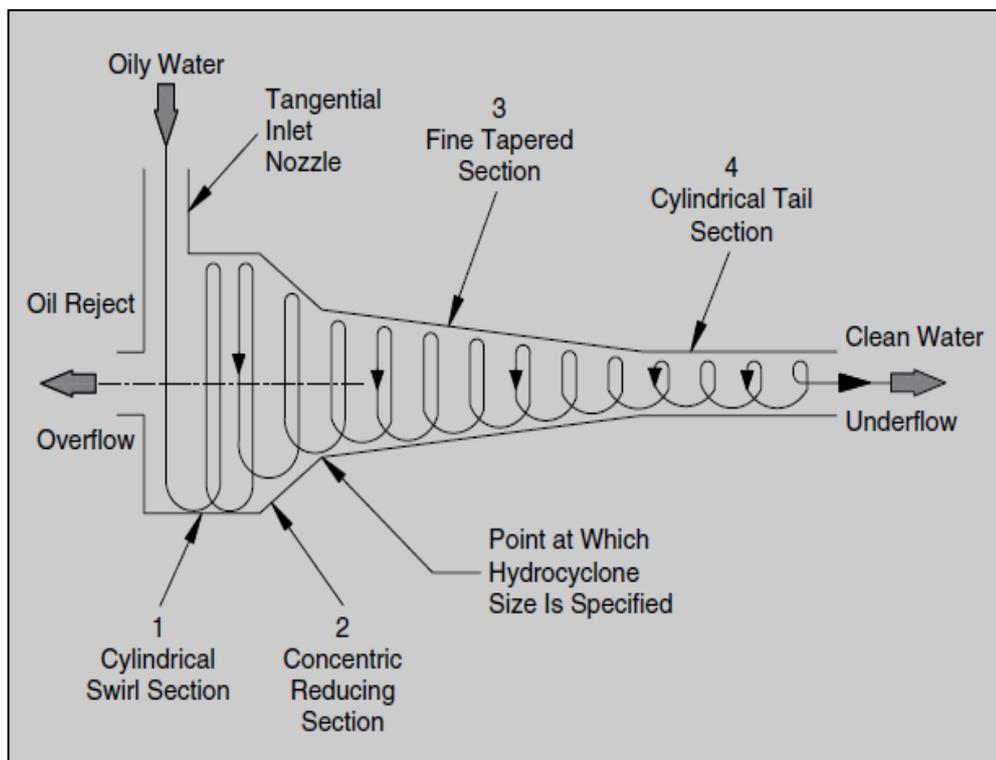
4) *Hydrocyclone*

Sejak awal 1980-an, hidrosiklon telah digunakan dalam pengolahan air untuk memisahkan minyak dan air sebelum dibuang. Hidrosiklon diklasifikasikan menjadi statis dan dinamis. Hidrosiklon kadang-kadang disebut "penyempurnaan pemisah gravitasi," penggunaan sentrifugal untuk menghapus tetesan minyak dari air. Sebuah *hydrocyclone* statis biasanya terdiri dari liner (s) bertekanan di dalam vesel.

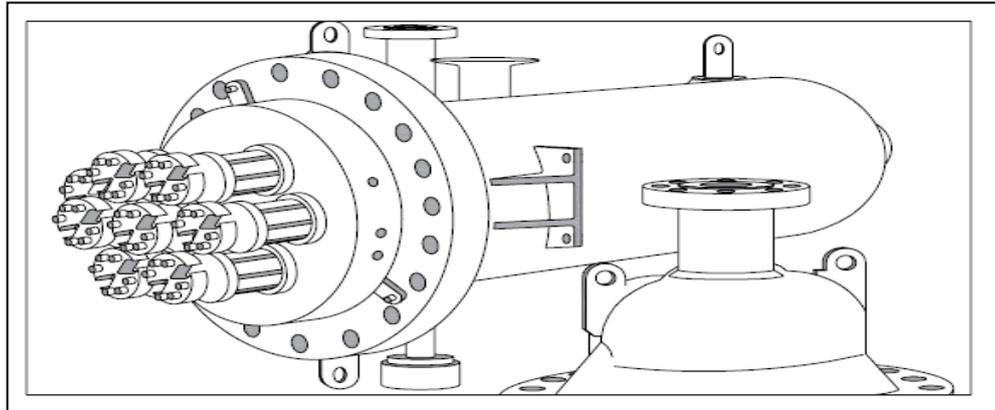
Liner terdiri dari empat bagian berikut: pusaran ruang silinder, sebuah bagian pengurang konsentris, bagian meruncing, dan

bagian akhir silinder. Air berminyak memasuki pusaran ruang silinder melalui inlet tangensial nozzle, menciptakan pusaran-kecepatan tinggi. Cairan mempercepat mengalir melalui pengurangan bagian konsentris dan bagian meruncing. Cairan kemudian mengalir pada tingkat yang konstan melalui bagian akhir silinder. Lebih besar tetesan minyak dipisahkan dari cairan di bagian meruncing, sedangkan tetesan kecil dibuang di bagian akhir.

Gaya sentripetal penyebab tetesan minyak bergerak menuju tekanan rendah di inti pusat, di mana arus balik aksial terjadi. Minyak tersebut diangkat melalui sebuah diameter kecil yang terletak di kepala hydrocyclone *overflow*. Air bersih dibuang melalui *underflow*.



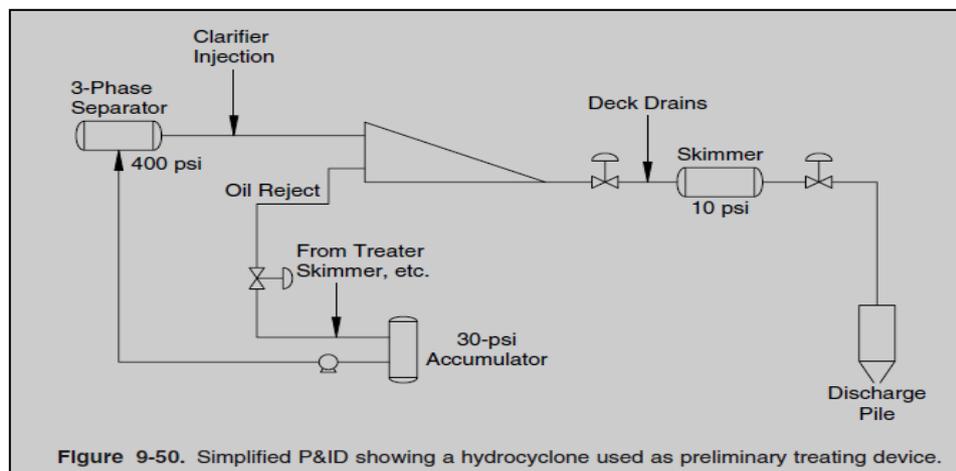
Gambar 32. Static Hydroclone Separation Liner
(Surface Production Operation, 2008)



Gambar 33. Multiliner Hydroclone Vesel (*Surface Production Operation,2008*)

1. Statis hydroclone

Hidrosiklon statis memerlukan tekanan minimal 100 psi untuk menghasilkan kecepatan yang diperlukan. Desain yang beroperasi dibawah tekanan, tidak seefisien yang beroperasi pada tekanan inlet yang lebih tinggi. Jika tekanan pemisah minimum 100 psi tidak tersedia, pompa harus digunakan dan pipa yang cukup harus digunakan antara pompa dan hydrocyclone. Seperti halnya dengan unit flotasi, hidrosiklon tidak muncul untuk bekerja baik dengan minyak kurang dari 10 sampai 20 mikron diameter.



Gambar 34. P&D Hydrocyclone (*Surface Production Operation, 2008*)

Kinerja hidrosiklon juga dipengaruhi oleh parameter berikut ini:

1) Ukuran tetesan minyak

Efisiensi umumnya menurun bila ukuran tetesan minyak berkurang. Hal ini sesuai dengan hukum Stokes, di mana tetesan kecil akan bergerak kurang cepat menuju inti hidrosiklon. Tetesan minyak dibawah ukuran tertentu (sekitar 30 mikron) tidak ditangkap oleh hydrocyclone. Pembatasan (katup, fitting, dll) dan pompa menyebabkan minyak terbagi dalam aliran masuk harus dihindari.

2) Differential berat jenis

Pada suhu konstan, hydrocyclone yang efisiensi penyisihan minyak meningkat dengan meningkatnya salinitas atau berat jenis minyak mentah menurun. Sebagai berat jenis perbedaan antara air dan minyak meningkat, kekuatan pendorong meningkat untuk menghilangkan minyak dihidrosiklon terjadi.

3) Suhu masuk

Suhu masuk air yang dihasilkan aliran menentukan viskositas fase minyak dan air dan perbedaan density antara dua fase. Saat peningkatan suhu terjadi, viskositas air air menurun sedikit, sedangkan perbedaan density meningkat lebih substansial. Hal ini karena density minyak menurun pada tingkat yang lebih cepat dari pada density air. Suhuyang lebih besar dari 80F hasil dalam operasi yang lebih baik.

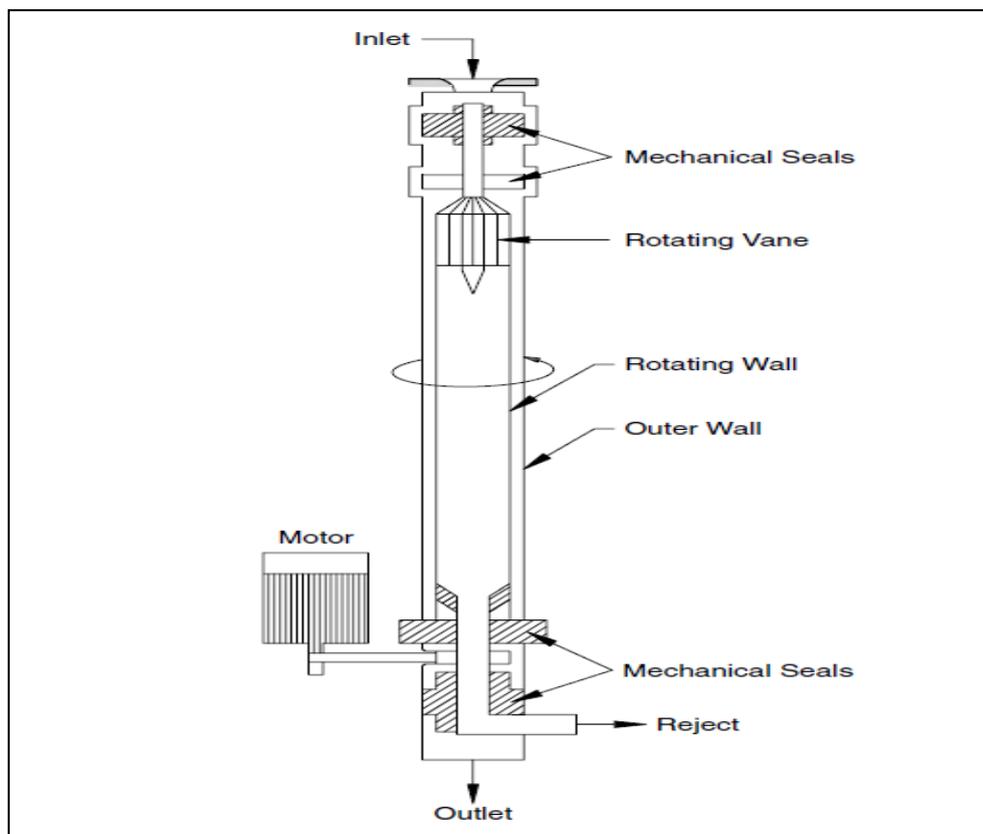
4) Laju alir masuk.

Gaya sentrifugal diinduksi dalam *hydrocyclone* adalah fungsi dari laju aliran. Pada tingkat aliran rendah, kecepatan inlet cukup ada untuk membangun pusaran dan efisiensi pemisahan rendah. Setelah pusaran terbentuk, efisiensi meningkat perlahan sebagai fungsi laju aliran ke titik di mana tekanan mendekati atmosfer. Peningkatan lebih lanjut dalam tingkat aliran menghalangi aliran minyak dan menyebabkan efisiensi menurun.

Sebagai tambahan, laju aliran tinggi dapat menyebabkan terbaginya tetesan minyak. maksimum laju aliran adalah "kemampuan" dari ruangan. Laju aliran dikendalikan oleh tekanan kembali pada outlet underflow. Rasio maksimum laju aliran minimum, sebagaimana ditentukan oleh efisiensi pemisahan terkecil diterima dan penurunan tekanan yang tersedia, adalah "*rasio turndown*" untuk aplikasi tertentu.

2. *Dynamic hydroclone*

Perbedaan utama antara hidrosiklon statis dan dinamis adalah bahwa di *hydrocyclone* dinamis menggunakan metode eksternal untuk memutar shell terluar dari hidrosiklon, sedangkan dalam *hydrocyclone* statis shell terluar adalah stasioner dan tekanan memasok energi untuk mencapai pemisahan minyak dan air (ada motor eksternal diperlukan).



Gambar 35. Dinamis Hydrocyclone (Surface Production Operation, 2008)

3. BOILER

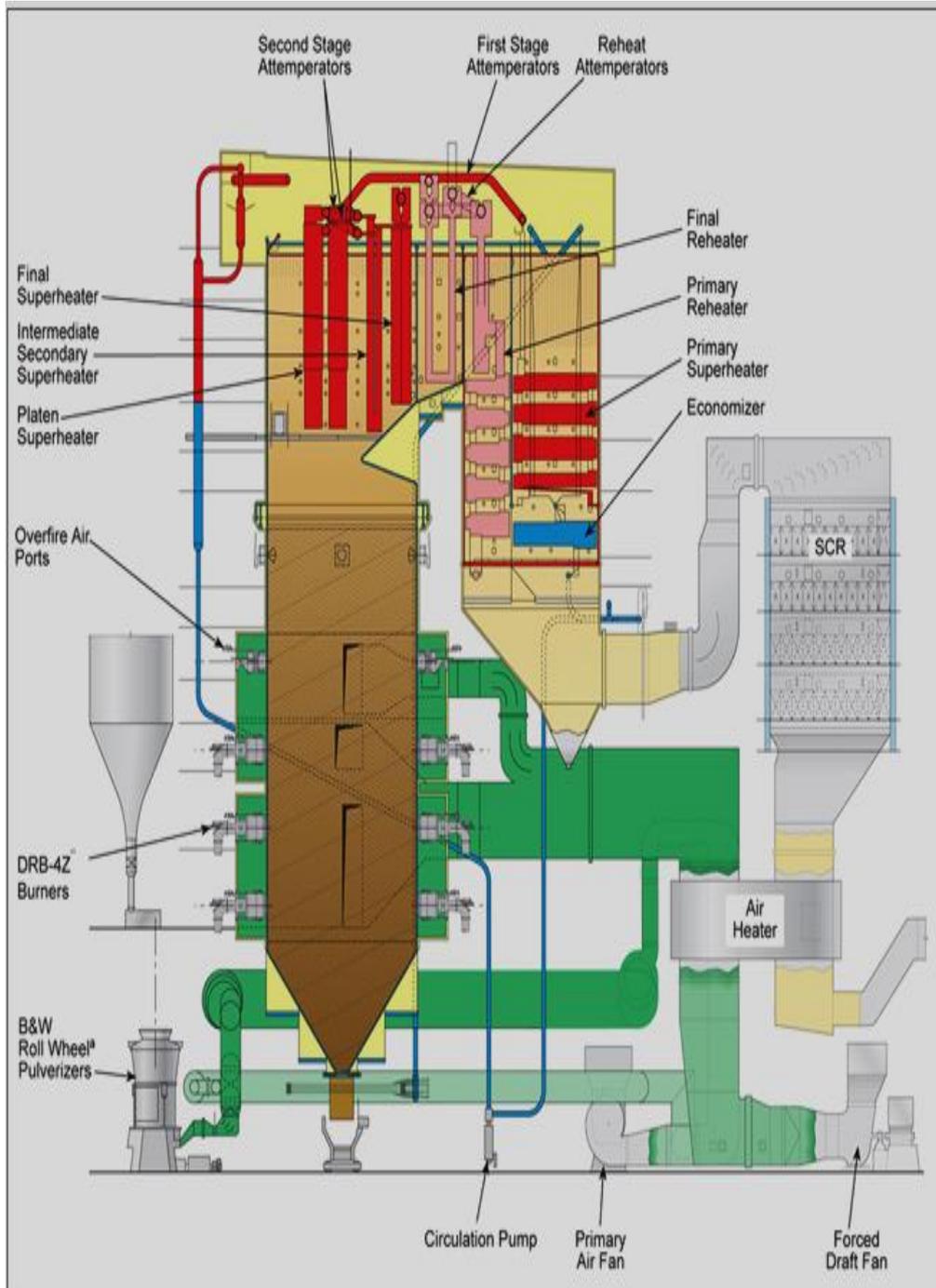
Boiler adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Air panas atau steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas kesuatu proses. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas kesuatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi steam, volumenya akan meningkat sekitar 1.600kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik. Sistem boiler terdiri dari: sistem air umpan, sistem *steam* dan sistem bahan bakar.

Sistem air umpan (*feed water system*) menyediakan air untuk boiler secara otomatis sesuai dengan kebutuhan steam. Berbagai kran disediakan untuk keperluan perawatan dan perbaikan. Dua sumber air umpan adalah Kondensat atau steam yang mengembun yang dikembalikan dari proses. Air *makeup* (air baku yang sudah diolah) yang harus diumpankan dari luar ruang boiler dan *plant* proses. Sistem yang lain adalah penggunaan *economizer* untuk memanaskan awal air umpan menggunakan limbah panas pada gas buang, untuk mendapatkan efisiensi boiler yang lebih tinggi.

Sistem steam (*steam sistem*) mengumpulkan dan mengontrol produksi steam dalam boiler. Steam dialirkan melalui sistem pemipaan ke titik pengguna. Pada keseluruhan sistem, tekanan steam diatur menggunakan kran dan dipantau dengan alat pemantau tekanan.

Sistem bahan bakar (*fuel sistem*) adalah semua peralatan yang digunakan untuk menyediakan bahan bakar untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan. Peralatan yang diperlukan pada sistem bahan bakar tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan pada sistem. Kompiler mencampur bahan bakar dan oksigen bersama-sama dan, dengan bantuan perangkat pengapian, menyediakan platform untuk pembakaran. Pembakaran ini terjadi di ruang bakar, dan panas yang dihasilkannya

ditransfer ke air melalui penukar panas. Kontrol mengatur pengapian, burner menembak tingkat, pasokan bahan bakar, pasokan udara, knalpot rancangan, suhu air, tekanan uap, dan tekanan boiler.



Gambar 36. Unit Boiler (Babcock.com)

Air panas yang dihasilkan oleh boiler dipompa melalui pipa dan dikirim ke peralatan di seluruh bangunan. Ketel uap menghasilkan uap yang mengalir melalui pipa dari daerah tekanan tinggi ke daerah tekanan rendah, tanpa bantuan sumber energi eksternal seperti pompa. Uap digunakan untuk memanaskan cairan dan menjalankan suatu mesin (*commercial and industrial boilers*), atau membangkitkan energi listrik dengan merubah energi kalor menjadi energi mekanik kemudian memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik (*power boilers*).

Namun, ada juga yang menggabungkan kedua sistem boiler tersebut, yang memanfaatkan tekanan-temperatur tinggi untuk membangkitkan energi listrik, kemudian sisa *steam* dari turbin dengan keadaan tekanan-temperatur rendah dapat dimanfaatkan ke dalam proses industri dengan bantuan *heat recovery boiler*. Pembahasan dari berbagai jenis boiler, memberikan detail lebih lanjut tentang desain sistem boiler tertentu.

Berikut beberapa komponen dari Boiler :

1. *Furnace*

Komponen ini merupakan tempat pembakaran bahan bakar. Beberapa bagian dari *furnace* diantaranya : *refractory*, ruang perapian, *burner*, *exhaust for flue gas*, *charge and discharge door*.

2. *Steam Drum*

Komponen ini merupakan tempat penampungan air panas dan pembangkitan *steam*. *Steam* masih bersifat jenuh (*saturated steam*).

3. *Superheater*

Komponen ini merupakan tempat pengeringan *steam* dan siap dikirim melalui *main steam pipe* dan siap untuk menggerakkan turbin uap atau menjalankan proses industri.

4. *Air Heater*

Komponen ini merupakan ruangan pemanas yang digunakan untuk memanaskan udara luar yang diserap untuk meminimalisasi udara yang lembab yang akan masuk ke dalam tungku pembakaran.

5. *Economizer*

Komponen ini merupakan ruangan pemanas yang digunakan untuk memanaskan air dari air yang terkondensasi dari sistem sebelumnya maupun air umpan baru.

6. *Safety valve*

Komponen ini merupakan saluran buang *steam* jika terjadi keadaan dimana tekanan *steam* melebihi kemampuan boiler menahan tekanan *steam*.

7. *Blowdown valve*

Komponen ini merupakan saluran yang berfungsi membuang endapan yang berada di dalam pipa *steam*.

a. Tipe Boiler

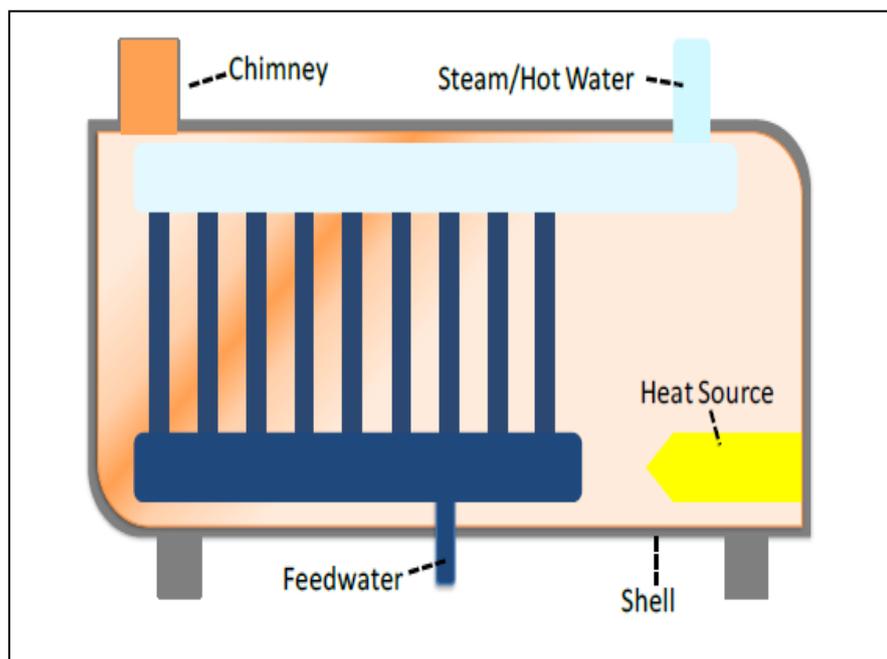
Boiler diklasifikasikan ke dalam jenis yang berbeda berdasarkan tekanan kerja dan suhu, jenis bahan bakar, metode rancangan, ukuran dan kapasitas, dan apakah mereka menyingkat uap air dalam gas pembakaran. Boiler juga kadang-kadang digambarkan oleh komponen kunci mereka, seperti bahan penukar panas atau desain tabung. Karakteristik lain yang dibahas dalam bagian berikut di Komponen Boiler . Dua jenis utama dari boiler termasuk *Fire tube* dan *Water tube boiler*. Dalam boiler *Fire tube*, gas panas dari pembakaran mengalir melalui serangkaian tabung yang dikelilingi oleh air. Atau, dalam boiler watertube, air mengalir dibagian dalam tabung dengan panas dari aliran pembakaran sekitar bagian luar tabung.

1) Boiler Berdasarkan Tipe Pipa dibagi atas:

a) *Water Tube Boiler*

Pada *water tube boiler*, air umpan boiler mengalir melalui pipa-pipa masuk kedalam drum. Air yang tersirkulasi dipanaskan oleh gas pembakar membentuk steam pada daerah uap dalam drum.

Boiler ini dipilih jika kebutuhan steam dan tekanan steam sangat tinggi seperti pada kasus boiler untuk pembangkit tenaga. *Water tube boiler* yang sangat modern dirancang dengan kapasitas steam antara 4.500 - 12.000kg/jam, dengan tekanan sangat tinggi. Banyak *watertube boilers* yang dikonstruksi secara paket jika digunakan bahan bakar minyak bakar dan gas.

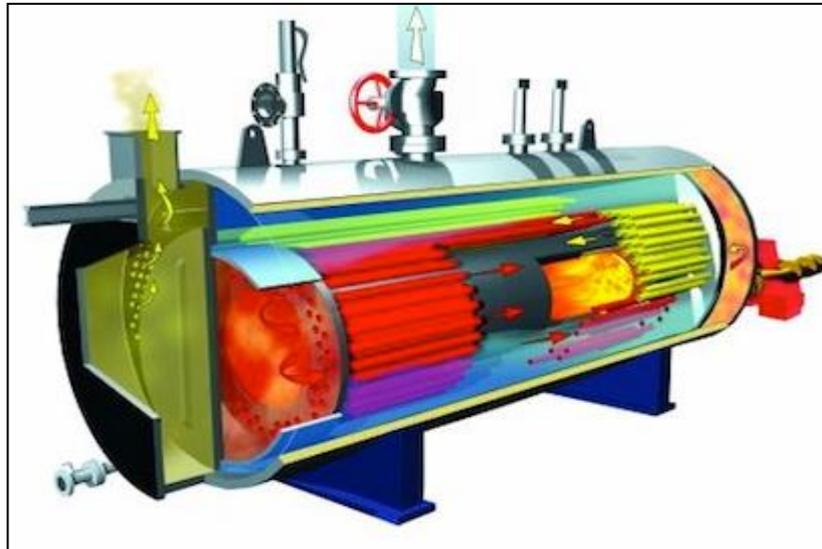


Gambar 37. Water Tube Boiler. (betterbricks.com)

Karakteristik *water tube boilers* sebagai berikut:

- (1) Forced, induced dan balanced draft membantu untuk meningkatkan efisiensi pembakaran
- (2) Kurang toleran terhadap kualitas air yang dihasilkan dari plant pengolahan air.
- (3) Memungkinkan untuk tingkat efisiensi panas yang lebih tinggi.

b) *Fire Tube Boiler*



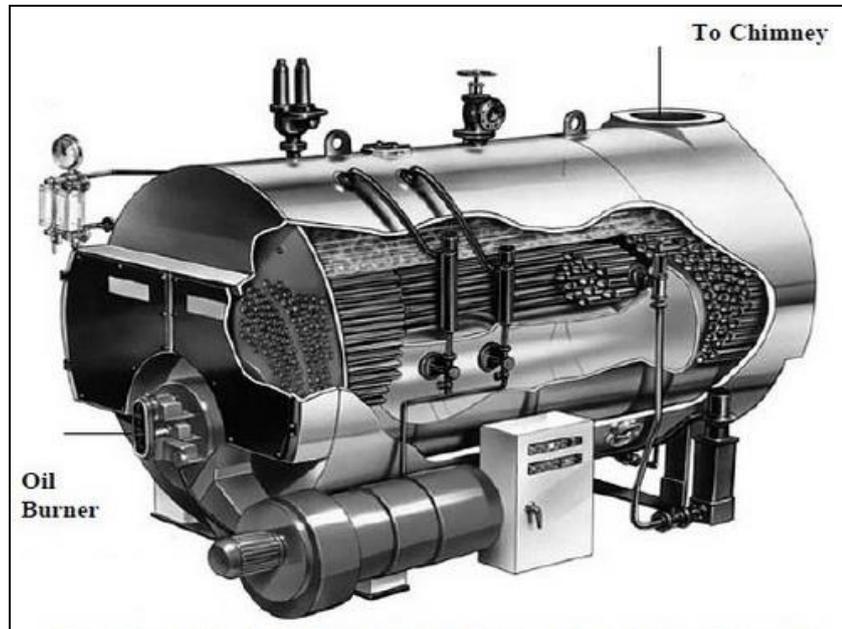
Gambar 38. Fire Tube Boiler (pandct.com)

Pada *firetube boiler*, gas panas melewati pipa-pipa dan air umpan boiler ada didalam *shell* untuk dirubah menjadi *steam*. *Fire tube boilers* biasanya digunakan untuk kapasitas steam yang relative kecil dengan tekanan steam rendah sampai sedang. Sebagai pedoman, *fire tube boilers* kompetitif untuk kecepatan steam sampai 12.000kg/jam dengan tekanan sampai 18kg/cm². *Fire tube boilers* dapat menggunakan bahan bakar minyak bakar, gas atau bahan bakar padat dalam operasinya. Untuk alasan ekonomis, sebagian besar *fire tube boilers* dikonstruksi sebagai paket boiler (dirakit oleh pabrik) untuk semua bahan bakar.

c) Paket Boiler

Disebut boiler paket sebab sudah tersedia sebagai paket yang lengkap. Pada saat dikirim ke pabrik, hanya memerlukan pipa steam, pipa air, suplai bahan bakar dan sambungan listrik untuk

dapat beroperasi. Paket boiler biasanya merupakan tipe shell and tube dengan rancangan fire tube dengan transfer panas baik radiasi maupun konveksi yang tinggi.



Gambar 39. Paket Boiler (energyefficiencyasia.org)

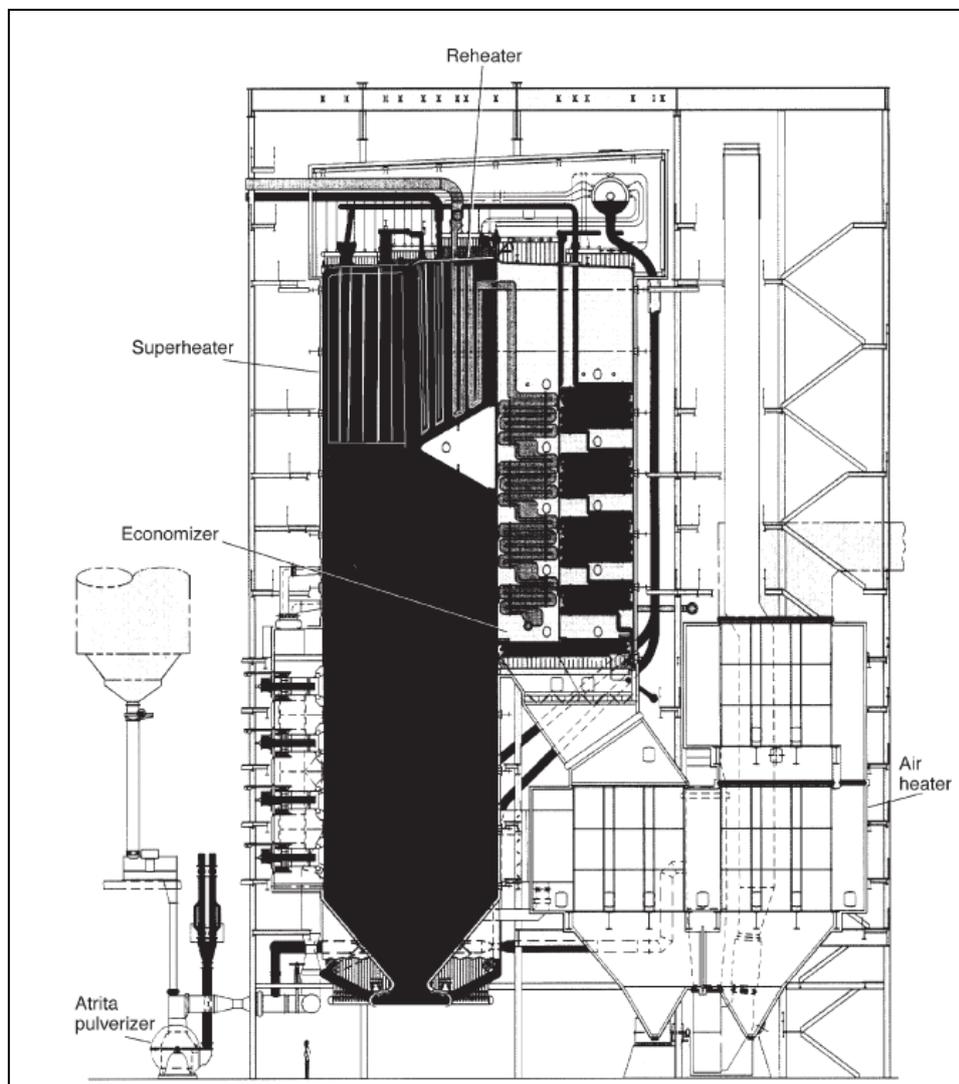
Ciri-ciri dari paket boilers adalah:

- (1) Kecilnya ruang pembakaran dan tingginya panas yang dilepas menghasilkan penguapan yang lebih cepat.
- (2) Banyaknya jumlah pipa yang berdiameter kecil membuatnya memiliki perpindahan panas konvektif yang baik.
- (3) Sistem forced atau induced draft menghasilkan efisiensi pembakaran yang baik.
- (4) Sejumlah lintasan/pass menghasilkan perpindahan panas keseluruhan yang lebih baik.
- (5) Tingkat efisiensi termalnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan boiler lainnya.

Boiler tersebut dikelompokkan berdasarkan jumlah pass nya – yaitu berapa kali gas pembakaran melintasi boiler. Ruang pembakaran ditempatkan sebagai lintasan pertama setelah itu kemudian satu, dua, atau tiga set pipa api. Boiler yang paling umum dalam kelas ini adalah unit tiga pass/ lintasan dengan dua set fire-tube/ pipa api dan gas buangnya keluar dari belakang boiler.

2) Boiler Berdasarkan Bahan Bakar

1. Coal fired Boiler.



Gambar 40. Coal Fired Boiler (Steam Plant Operation)

Tipe boiler bahan bakar padat memiliki karakteristik : harga bahan baku pembakaran relatif lebih murah dibandingkan dengan boiler yang menggunakan bahan bakar cair dan listrik. Nilai efisiensi dari tipe ini lebih baik jika dibandingkan dengan boiler tipe listrik. Cara kerja : pemanasan yang terjadi akibat pembakaran antara percampuran bahan bakar padat (batu bara) dengan oksigen sebagai sumber panas. Kelemahan dari boiler jenis ini adalah timbulnya debu pada tumpukan batu bara dan polusi emisi nitrogen oksida (NO_x) dan sulphur dioxide (SO_2).

2. Oil Fired Boiler

Tipe boiler bahan bakar cair memiliki karakteristik : harga bahan baku pembakaran paling mahal dibandingkan dengan semua tipe. Nilai efisiensi dari tipe ini lebih baik jika dibandingkan dengan boiler bahan bakar padat dan listrik.

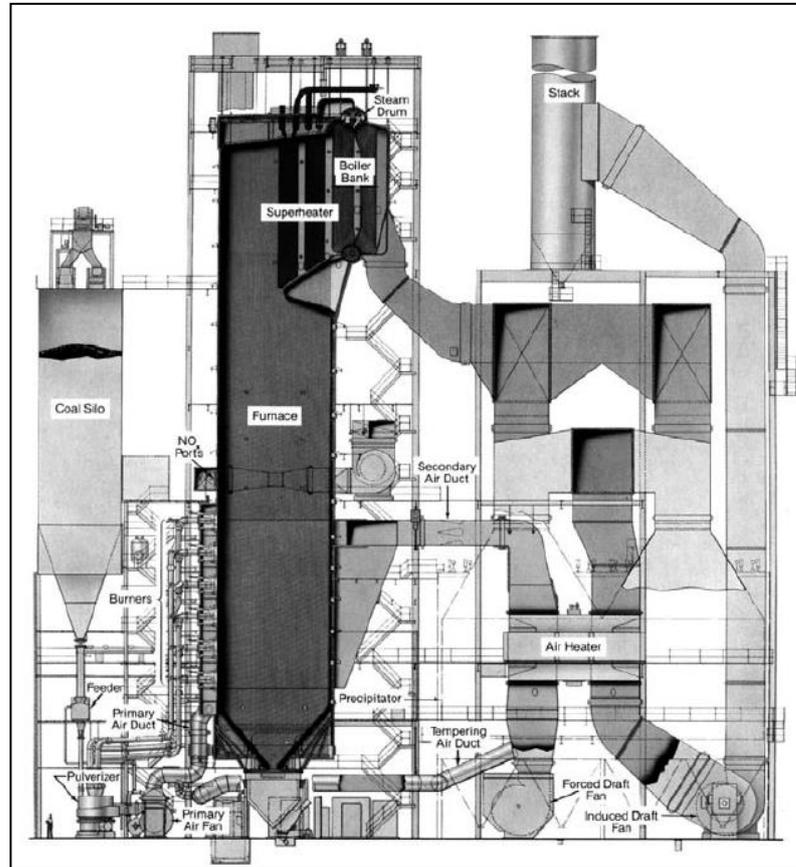
Cara kerja : pemanasan yang terjadi akibat pembakaran antara percampuran bahan bakar cair (solar,IDO, residu, kerosin) dengan oksigen dan sumber panas.

3. Gas Fired Boiler

Tipe boiler bahan bakar gas memiliki karakteristik : harga bahan baku pembakaran paling murah dibandingkan dengan semua tipe boiler. Nilai efisiensi dari tipe ini lebih baik jika dibandingkan dengan semua tipe boiler berdasarkan bahan bakar.

Cara kerja : pembakaran yang terjadi akibat percampuran bahan bakar gas (LNG) dengan oksigen dan sumber panas.

3) *Boiler Fluidized bed (FBC)*



Gambar 41. Boiler fluidized Bed (Steam Plant Operation)

Pembakaran dengan *fluidized bed* (FBC) muncul sebagai alternatif yang memungkinkan dan memiliki kelebihan yang cukup berarti dibanding sistem pembakaran yang konvensional dan memberikan banyak keuntungan—rancangan boiler yang kompak, fleksibel terhadap bahan bakar, efisiensi pembakaran yang tinggi dan berkurangnya emisi polutan yang merugikan seperti SO_x dan NO_x. Bahan bakar yang dapat dibakar dalam boiler ini adalah batubara, barang tolakan dari tempat pencucian pakaian, sekam padi, bagas & limbah pertanian lainnya. Boiler *fluidized bed* memiliki kisaran kapasitas yang luas yaitu antara 0.5T/jam sampai lebih dari 100 T/jam. Bila udara atau gas yang terdistribusi secara merata dilewatkan keatas melalui *bed* partikel

padat seperti pasir yang disangga oleh saringan halus, partikel tidak akan terganggu pada kecepatan yang rendah. Begitu kecepatan udaranya berangsur-angsur naik, terbentuklah suatu keadaan dimana partikel tersuspensi dalam aliran udara—*bed* tersebut disebut tercairkan. Dengan kenaikan kecepatan udara selanjutnya, terjadi pembentukan gelembung, turbulensi yang kuat, pencampuran cepat dan pembentukan permukaan *bed* yang rapat.

Bed partikel padat menampilkan sifat cairan mendidih dan terlihat seperti fluida gelembung fluida / *bubbling fluidized bed*. Jika partikel pasir dalam keadaan terfluidisasikan dipanaskan hingga ke suhu nyala batubara, dan batubara diinjeksikan secara terus menerus ke *bed*, batubara akan terbakar dengan cepat dan *bed* mencapai suhu yang seragam.

Pembakaran dengan *fluidized bed* (FBC) berlangsung pada suhu sekitar 840 °C hingga 950 °C. Karena suhu ini jauh berada dibawah suhu fusi abu, maka pelelehan abu dan permasalahan yang terkait didalamnya dapat dihindari.

Suhu pembakaran yang lebih rendah tercapai disebabkan tingginya koefisien perpindahan panas sebagai akibat pencampuran cepat dalam *fluidized bed* dan ekstraksi panas yang efektif dari *bed* melalui perpindahan panas pada pipa dan dinding bed. Kecepatan gas dicapai diantara kecepatan fluidisasi minimum dan kecepatan masuk partikel. Hal ini menjamin operasi *bed* yang stabil dan menghindari terbawanya partikel dalam jalur gas. Berikut beberapa jenis *Fluidized Bed Boiler* :

1. *Atmospheric Fluidized Bed Combustion (AFBC) Boiler*

Kebanyakan boiler yang beroperasi untuk jenis ini adalah *Atmospheric Fluidized Bed Combustion (AFBC) Boiler*. Alat ini hanya berupa *shell* boiler konvensional biasa yang ditambah dengan sebuah *fluidized bed combustor*. Sistem seperti telah dipasang digabungkan dengan *watertube boiler* / boiler pipa air

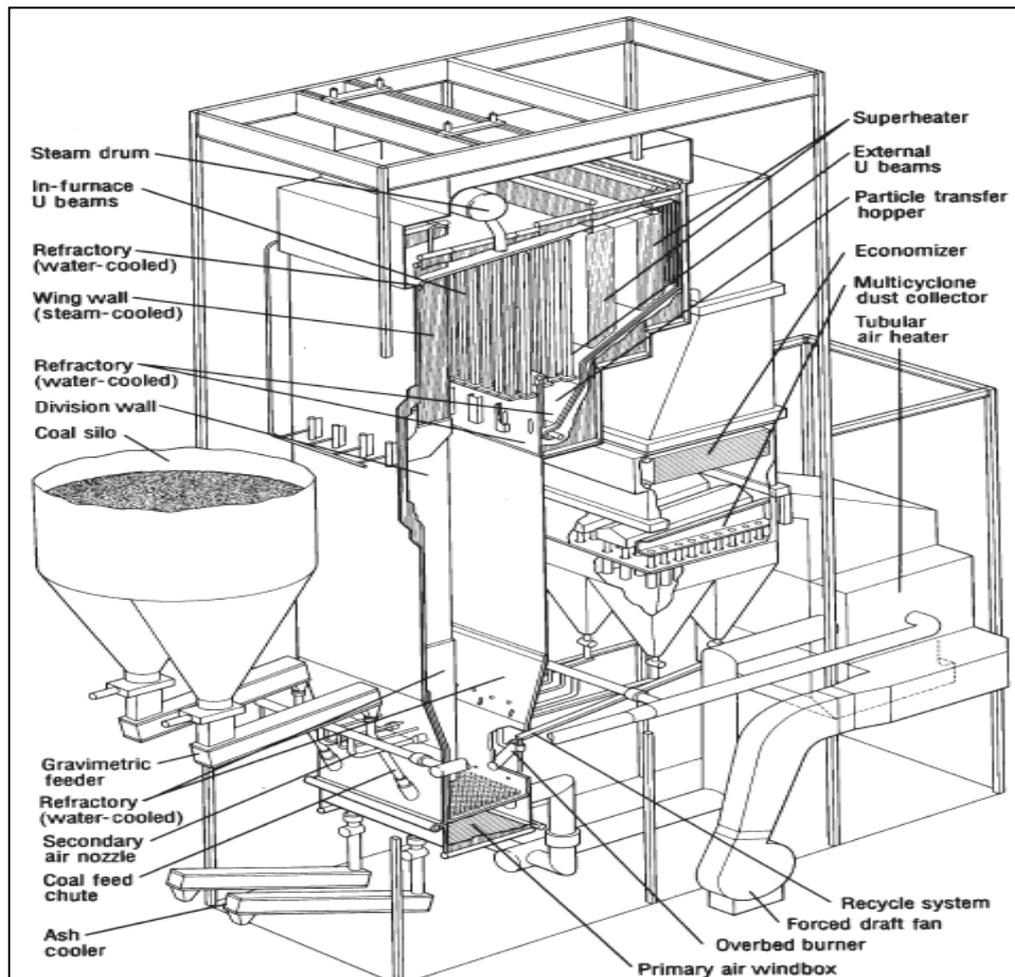
konvensional Batubara dihancurkan menjadi ukuran 1–10mm tergantung pada tingkatan batubara dan jenis pengumpan udara ke ruang pembakaran. Udara atmosfer, yang bertindak sebagai udara fluidisasi dan pembakaran, dimasukkan dengan tekanan, setelah diberi pemanasan awal oleh gas buang bahan bakar. Pipa dalam *bed* yang membawa air pada umumnya bertindak sebagai *evaporator*. Produk gas hasil pembakaran melewati bagian *super heater* dari boiler lalu mengalir ke *economizer*, ke pengumpul debu dan pemanas awal udara sebelum dibuang ke atmosfer.

2. *Pressurized Fluidized Bed Combustion (PFBC) Boiler*

Pada tipe *Pressurized Fluidized bed Combustion (PFBC)*, sebuah kompresor memasok udara *Forced Draft (FD)*, dan pembakarnya merupakan tangki bertekanan. Laju panas yang dilepas dalam *bed* sebanding dengan tekanan *bed* sehingga *bed* yang dalam digunakan untuk mengekstraksi sejumlah besar panas. Hal ini akan meningkatkan efisiensi pembakaran dan penyerapan sulfur dioksida dalam *bed*. Steam dihasilkan didalam dua ikatan pipa, satu di *bed* dan satunya lagi berada di atasnya. Gas panas dari cerobong menggerakkan turbin gas pembangkit tenaga. Sistem PFBC dapat digunakan untuk pembangkitan kogenerasi (*steam* dan listrik) atau pembangkit tenaga dengan siklus gabungan/ *combined cycle*. Operasi *combined cycle* (turbin gas & turbin uap) meningkatkan efisiensi konversi keseluruhan sebesar 5 hingga 8 persen.

3. *Atmospheric Circulating Fluidized Bed Combustion Boilers (CFBC)*

Dalam sistem sirkulasi, parameter *bed* dijaga untuk membentuk padatan melayang dari *bed*. Padatan diangkat pada fase yang relatif terlarut dalam pengangkat padatan, dan sebuah *down-comer* dengan sebuah siklon merupakan aliran sirkulasi padatan. Tidak terdapat pipa pembangkit steam yang terletak dalam *bed*.



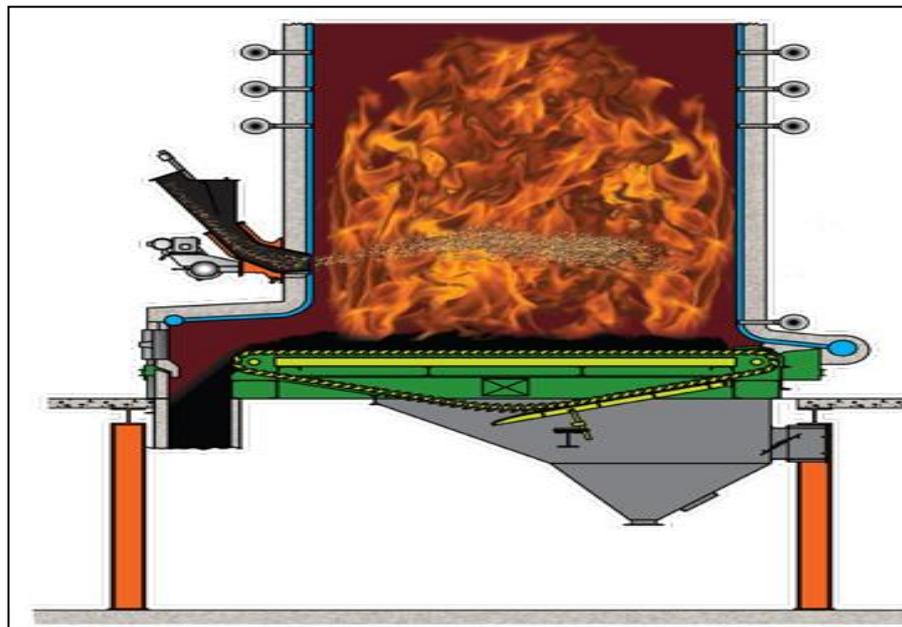
Gambar 42. Circulating fluidized bed boiler (*Steam Plant Operation*)

Pembangkitan dan pemanasan berlebih steam berlangsung dibagian konveksi, dinding air, pada keluaran pengangkat / riser. Boiler CFBC pada umumnya lebih ekonomis dari pada boiler AFBC, untuk penerapannya diindustri memerlukan lebih dari 75–100T/jam steam. Untuk unit yang besar, semakin tinggi karakteristik tungku boiler CFBC akan memberikan penggunaan ruang yang semakin baik, partikel bahan bakar lebih besar, waktu tinggal bahan penyerap untuk pembakaran yang efisien dan penangkapan SO₂ yang semakin besar pula, dan semakin mudah penerapan teknik pembakaran untuk pengendalian Nox dari pada pembangkit steam AFBC.

4) Stoker fired Boiler

Stokers diklasifikasikan menurut metode pengumpanan bahan bakar ke tungku dan oleh jenis *gratenya*. Klasifikasi utamanya adalah *spreader stoker* dan *chain-gate* atau *traveling-gate stoker*.

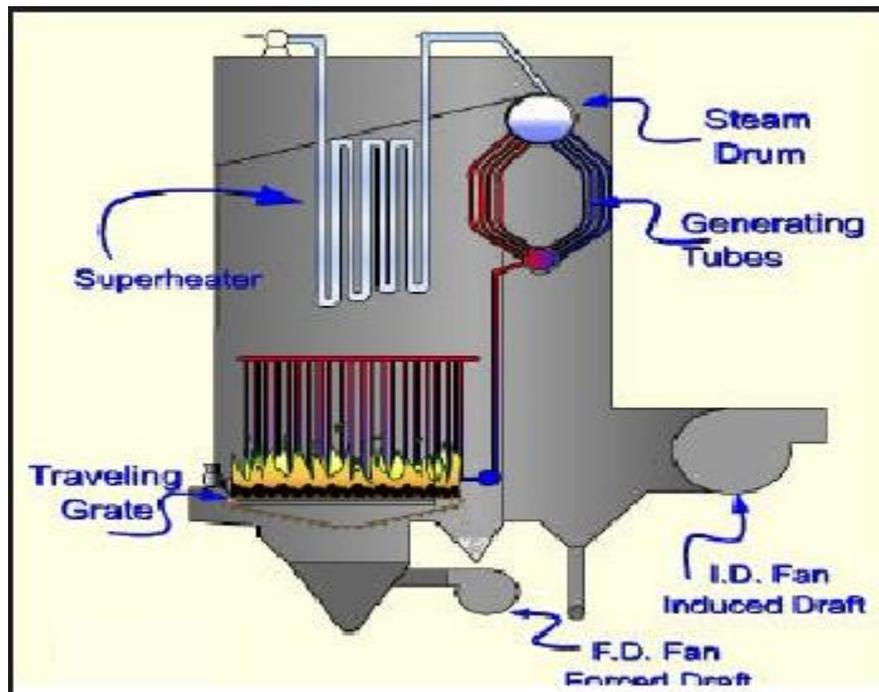
(1) *Spreader Stokers*



Gambar 43. Vertikal Boiler dengan Spreader Stoker (Detroitstoker.com)

Spreader stokers memanfaatkan kombinasi pembakaran suspensi dan pembakaran *grate*. Batubara dimasukkan batubara yang halus dibakar dalam suspensi partikel yang lebih besar akan jatuh ke *grate*, dimana batubara ini akan dibakar dalam *bed* batubara yang tipis dan pembakaran cepat. Metode pembakaran ini memberikan fleksibilitas yang baik terhadap fluktuasi beban.

(2) *Chain-gate* atau *traveling-grate stoker*

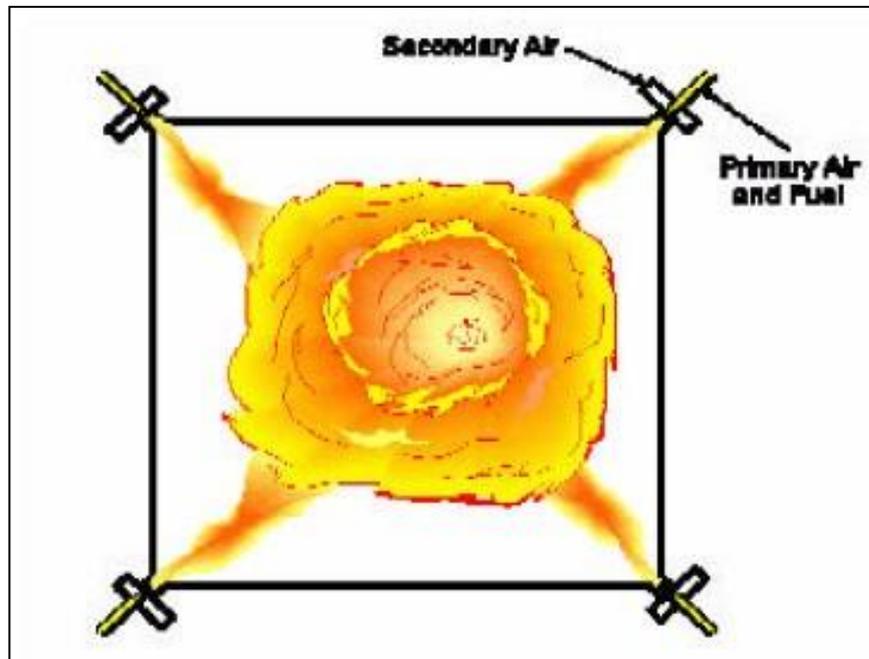


Gambar 44. Traveling-grate stoker Boiler

(steam of boiler.blogspot.com)

Batubara diumpankan ke ujung *grate* baja yang bergerak. Ketika *grate* bergerak sepanjang tungku, batubara terbakar sebelum jatuh pada ujung sebagai abu. Diperlukan tingkat keterampilan tertentu, terutama bila menyetel *grate*, *dampers* udara dan *baffles*, untuk menjamin pembakara yang bersih serta menghasilkan seminimal mungkin jumlah karbon yang tidak terbakar dalam abu. *Hopper* umpan batubara memanjang di sepanjang seluruh ujung umpan batubara pada tungku. Sebuah *grate* batubara digunakan untuk mengendalikan kecepatan batubara yang diumpankan ke tungku dengan mengendalikan ketebalan *bed* bahan bakar. Ukuran batubara harus seragam sebab bongkahan yang besar tidak akan terbakar sempurna pada waktu mencapai ujung *grate*.

5) *Pulverized Fuel Boiler*

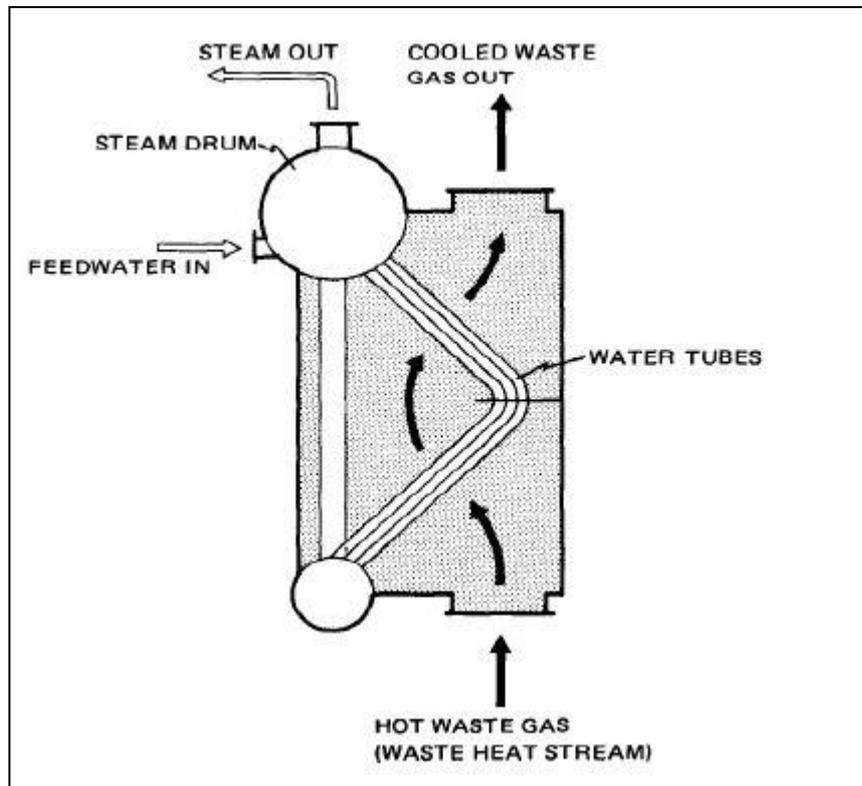


Gambar 45. Skema pembakaran tangential.

(energyefficiencyasia.org)

Kebanyakan boiler stasiun pembangkit tenaga yang berbahan bakar batubara menggunakan batubara halus, dan banyak boiler pipa air di industri yang lebih besar juga menggunakan batubara yang halus. Teknologi ini berkembang dengan baik dan diseluruh dunia terdapat ribuan unit dan lebih dari 90 persen kapasitas pembakaran batubara merupakan jenis ini pembakaran tangensial untuk bahan untuk batubara jenis bituminous, bakar halus batubara digiling sampai menjadi bubuk halus, yang berukuran $+300$ micrometer (μm) kurang dari 2 persen dan yang berukuran dibawah 75 microns sebesar 70-75 persen. Harus perhatikan bahwa bubuk yang terlalu halus akan memboroskan energi penggilingan.

6) Boiler Limbah Panas



Gambar 46. Skema Boiler Limbah Panas
(energyefficiencyasia.org)

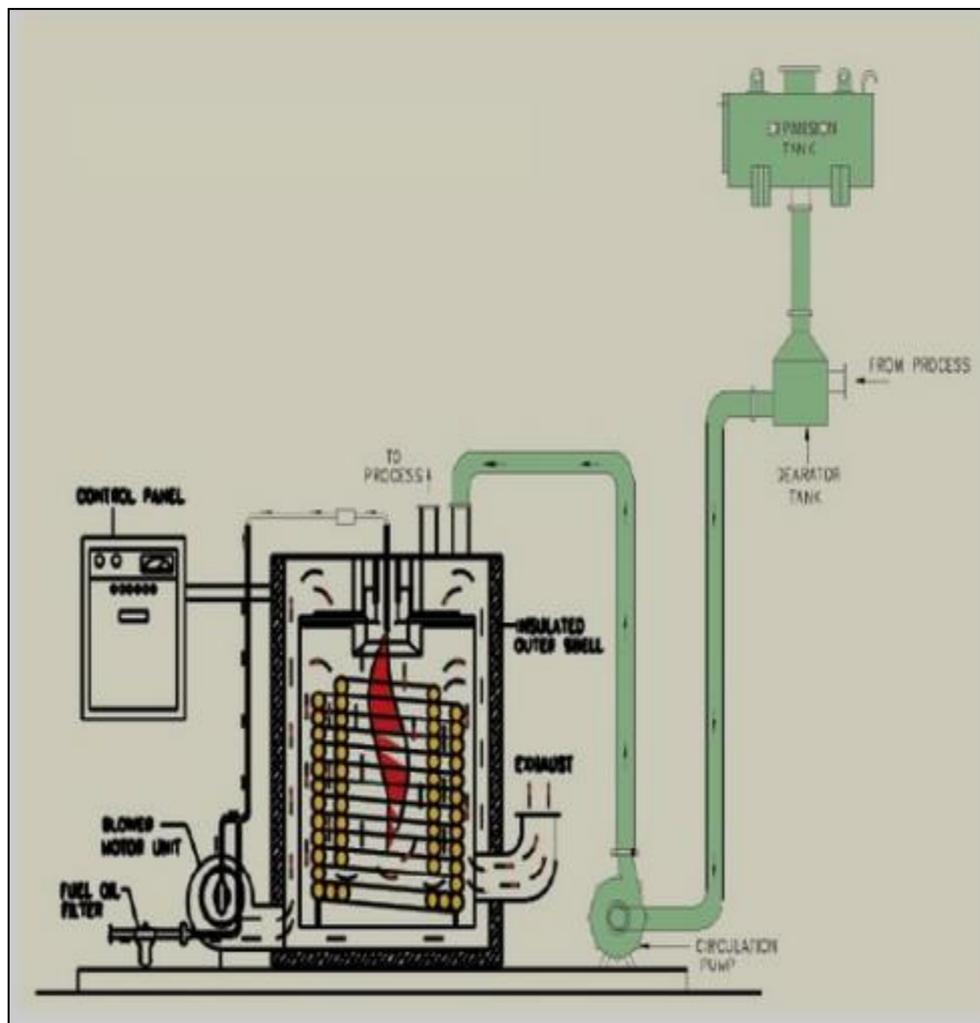
Boiler limbah panas berlawanan dengan *Pulverized Fuel Boiler*, bubuk yang terlalu kasar tidak akan terbakar sempurna pada ruang pembakaran dan menyebabkan kerugian yang lebih besar karena bahan yang tidak terbakar. Batubara bubuk dihembuskan dengan sebagian udara pembakaran masuk menuju plant boiler melalui serangkaian nosel *burner*.

Udara sekunder dan tersier dapat juga ditambahkan. Pembakaran berlangsung pada suhu dari 1300- 1700°C, tergantung pada kualitas batubara. Waktu tinggal partikel dalam *boiler* biasanya 2 hingga 5 detik, dan partikel harus cukup kecil untuk pembakaran yang sempurna. Sistem ini memiliki banyak keuntungan seperti

kemampuan membakar berbagai kualitas batubara, respon yang cepat terhadap perubahan beban muatan, penggunaan suhu udara pemanas awal yang tinggi dll.

Salah satu sistim yang paling populer untuk pembakaran batubara halus adalah pembakaran tangensial dengan menggunakan empat buah *burner* dari keempat sudut untuk menciptakan bola api pada pusat tungku.

7) Pemanasan Termis



Gambar 47. Pemanas Fluida Termis (energyefficiencyasia.org)

Saat ini, pemanas fluida termis telah digunakan secara luas dalam berbagai penerapan untuk pemanasan proses tidak langsung. Dengan menggunakan fluida minyak sebagai media perpindahan panas, pemanas tersebut memberikan suhu yang konstan. Sistem pembakaran terdiri dari sebuah *fixed grate* dengan susunan *draft* mekanis. Pemanas fluida termis modern berbahan bakar minyak terdiri dari sebuah kumparan ganda, konstruk sitiga *pass* dan dipasang dengan sistem jet tekanan. Fluida termis, yang bertindak sebagai pembawa panas, dipanaskan dalam pemanas dan disirkulasikan melalui peralatan pengguna. Disini fluida memindahkan panas untuk proses melalui penukar panas, kemudian fluidanya dikembalikan ke pemanas. Aliran fluida termis pada ujung pemakai dikendalikan oleh katup pengendali yang dioperasikan secara pneumatis, berdasarkan suhu operasi. Pemanas beroperasi pada api yang tinggi atau rendah tergantung pada suhu minyak yang kembali yang bervariasi tergantung beban sistem.

Keuntungan dari penggunaan alat pemanas tersebut adalah:

1. Operasi sistem tertutup dengan kehilangan minimum dibanding dengan boiler steam.
2. Operasi sistem tidak bertekanan bahkan untuk suhu sekitar 2500C dibandingkan kebutuhan tekanan steam 40kg/cm² dalam sistem steam yang sejenis.
3. Penyetelan kendali otomatis, yang memberikan fleksibilitas operasi.
4. Efisiensi termis yang baik karena tidak adanya kehilangan panas yang diakibatkan oleh *blowdown*, pembuangan kondensat dan *flash steam*.

b. Efficiency Boiler

Parameter kinerja boiler, seperti efisiensi dan rasio penguapan, berkurang terhadap waktu disebabkan buruknya pembakaran,

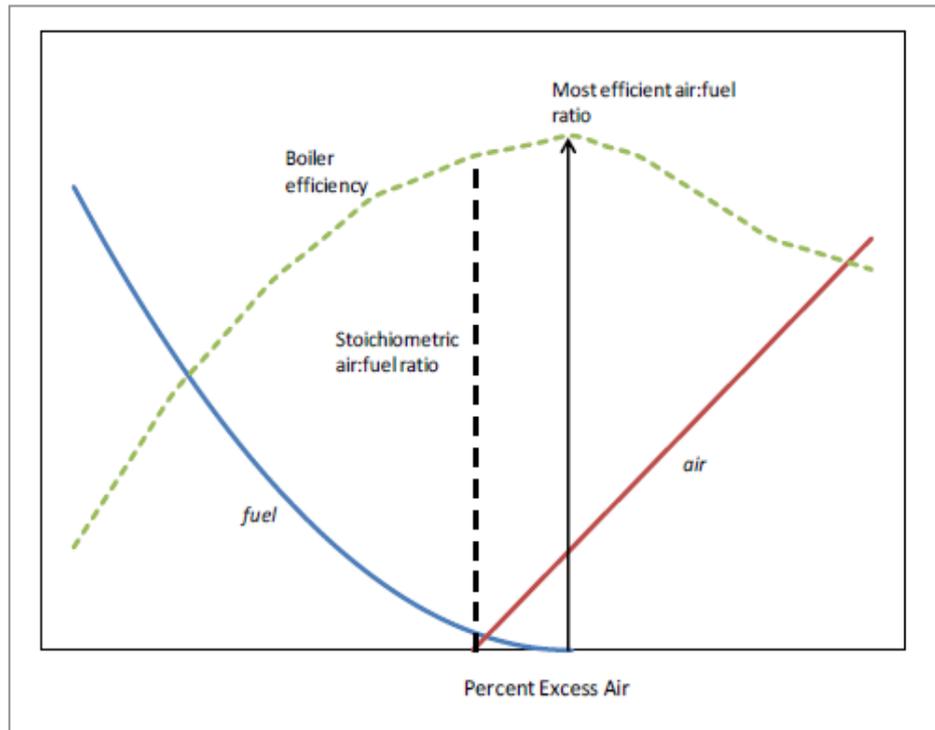
kotornya permukaan penukar panas dan buruknya operasidan pemeliharaan. Bahkan untuk *boiler* yang baru sekalipun, alasan seperti buruknya kualitas bahan bakar dan kualitas air dapat mengakibatkan buruknya kinerja boiler.

Neraca panas dapat membantu dalam mengidentifikasi kehilangan panasyang dapat atau tidak dapat dihindari. Uji efisiensi boiler dapat membantu dalam menemukan penyimpangan efisiensi boiler dari efisiensi terbaik dan target area permasalahan untuk tindakan perbaikan.

Persentase energi panas yang terkandung dalam bahan bakar yang ditangkap oleh fluida kerja (misalnya air) di boiler didefinisikan sebagai efisiensi pembakaran boiler. Efisiensi pembakaran 80% atau lebih tinggi biasanya mungkin untuk boiler air panas dan tekanan ketel uap rendah untuk bangunan komersial.

Hasil pembakaran sempurna ketika bahan bakar hidrokarbon seperti gas alam atau luka bakar minyak dan hanya menghasilkan karbon dioksida, air dan panas. Jika ada oksigen tidak mencukupi dan / atau pencampuran bahan bakar dan miskin oksigen, maka pembakaran tidak sempurna akan terjadi mengakibatkan produk lainnya dari pembakaran termasuk karbon monoksida dan bahan bakar yang tidak terbakar.

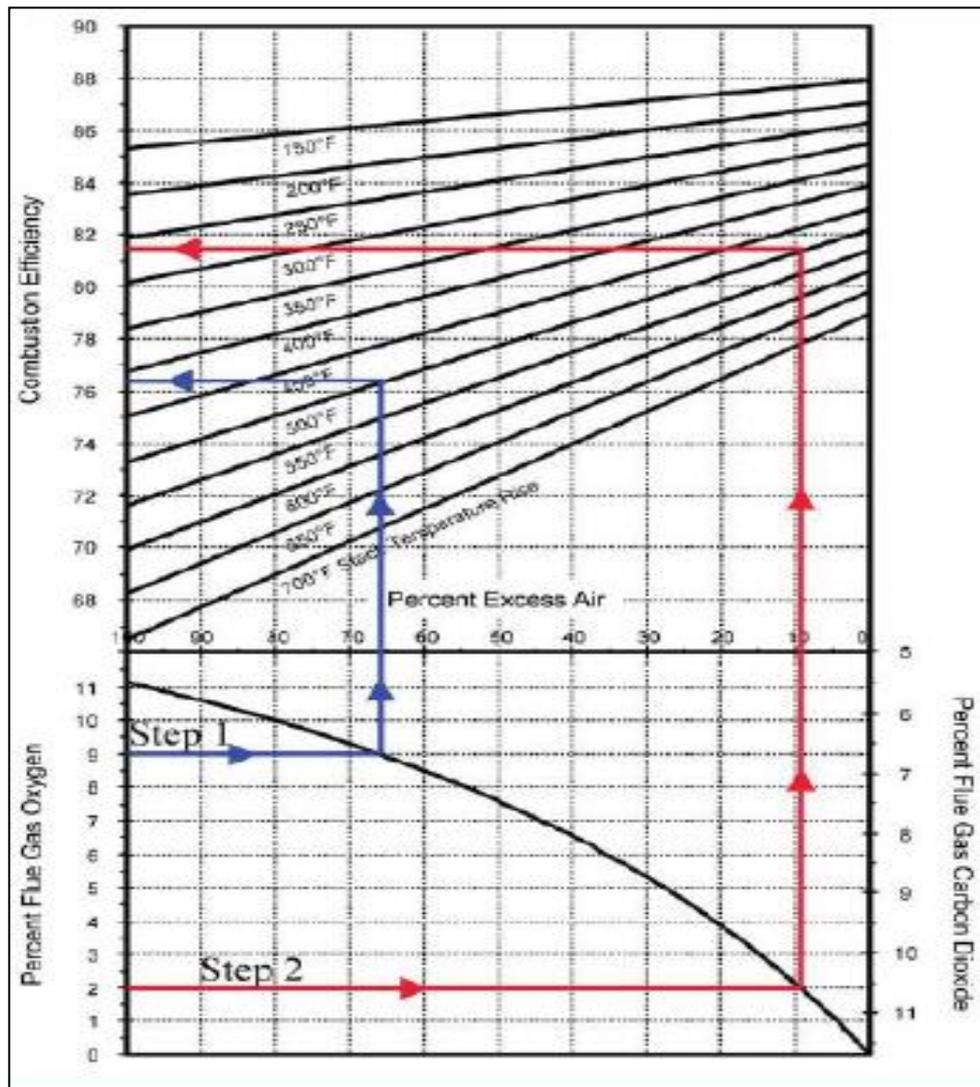
Ketika pembakaran tidak sempurna terjadi, energi kimia dari bahan bakar tidak sepenuhnya dilepaskan sebagai panas dan efisiensi pembakaran berkurang. Ini juga menjadi perhatian keselamatan sebagai bahan bakar yang tidak terbakar bisa memicud itumpukan dan menyebabkan ledakan. Boiler harus disetel untuk mencapai pembakaran yang sempurna. Salah satu strategi untuk memastikan pembakaran yang sempurna adalah untuk memberikan beberapa jumlah udara berlebih.



Gambar 48. Penentuan Effisiensi Boiler (betterbricks.com)

Untuk tinggi efisiensi boiler secara keseluruhan, panas yang dilepaskan oleh pembakaran harus seefisien ditransfer ke fluida kerja. Ada panas tidak ditransfer ke dalam cairan akan hilang melalui *shell* boiler atau buang gas. Suhu gas buang di boiler stack adalah indikator yang baik dari perpindahan panas ini. Ada batas praktis untuk seberapa rendah suhu tumpukan. Suhu akan lebih tinggi dari fluida kerja dalam boiler. Dalam boiler non-kondensasi, itu harus cukup tinggi sehingga uap air dalam gas buang tidak mengembun dan membasahi perpindahan panas permukaan dalam kondensat korosif. Kondensasi boiler gas alam dirancang dan dibangun dengan bahan yang dirancang untuk menahan korosi.

Dengan demikian, mereka mungkin memiliki suhu buang kurang dari 150°F. Menangkap panas dari kondensat dapat menghasilkan efisiensi pembakaran yang lebih besar dari 90%.



Gambar 49. Efisiensi pembakaran

(betterbricks.com)

Grafik efisiensi pembakaran untuk bahan bakargas alam dengan pembakar listrik yang menunjukkan hubungan antara kelebihan udara, suhu gas buang, dan efisiensi pembakaran. Sebagai contoh, menelusuri Langkah1line, pada 9% oksigen gas buang (setara dengan sekitar 67% kelebihan udara seperti yang terlihat dalam grafik) dan 500oF kenaikan suhu gas buang, efisiensi pembakaran yang sesuai adalah sekitar76,5%. Menggunakan sama 500oF buang kenaikan

suhu gas, Langkah2 menggambarkan bahwa jatuh ke 2% hasil oksigen gas buang dalam efisiensi pembakaran ditingkatkan dari sekitar 81,5%. Hal ini ditunjukkan sebagai Langkah 2 pada Gambar3.33 di atas. Sebagai persen buang gas oksigen menurun, lebih sedikit panas yang ditransfer ke oksigen berlebih, dan meningkatkan efisiensi pembakaran. Sebagai efisiensi pembakaran meningkat, banyak panas yang ditransfer ke air umpan bukannya gas buang, dan karena itu suhu gas buang berkurang.

c. Penggunaan Kontrol Air Fuel Rasio

Untuk memastikan bahwa pembakaran sempurna terjadi, udara tambahan dimasukkan di ruang bakar. Tapi terlalu banyak akan menghasilkan udara yang sia-sia dipanaskan dan keluar dari buang boiler, mengurangi efisiensi pembakaran, dan menciptakan masalah keamanan. Ketika boiler disetel, tujuannya adalah untuk memaksimalkan efisiensi pembakaran dengan menyediakan cukup udara berlebih untuk menjamin pembakaran sempurna tapi tidak terlalu banyak untuk mengurangi efisiensi.

Berapa banyak udara berlebih yang cukup untuk menjamin pembakaran yang sempurna, yang bervariasi dengan desain dan kondisi burner dan boiler, serta dengan tingkat pembakaran yang berbeda dari kompor, tetapi biasanya dianggap antara 2% -3%.

Udara berlebih juga harus disesuaikan untuk memungkinkan variasi suhu, kepadatan, dan kelembaban udara pembakaran boiler seluruh variasi harian dan musiman. Ini diinginkan untuk mempertahankan jumlah konstan udara berlebih di seluruh lapangan.

Ide penting untuk diingat adalah bahwa pembakaran sempurna sangat penting untuk memastikan operasi boiler efisien. Pembakaran tidak sempurna dari bahan bakar dapat secara signifikan mengurangi efisiensi boiler sebesar 10% atau lebih, sementara meningkatkan

udara berlebih sebesar 10% hanya dapat mempengaruhi efisiensi boiler sekitar 1%. Tanda-tanda pembakaran tidak sempurna adalah knalpot berasap, api kuning, kegagalan api, dan tabung boiler jelaga. Ini adalah ide yang baik untuk tune up boiler setiap tahun untuk memastikan proses pembakaran dioptimalkan.

Biasanya, udara berlebih dari sekitar 10% untuk boiler gas alam adalah optimal untuk memastikan pembakaran yang sempurna dan efisiensi puncak. Hal ini terkait dengan kelebihan O₂ dari sekitar 2% hingga 3%. Beroperasi dengan udara berlebih di luar 10% tidak diinginkan, karena dapat mengakibatkan mengurangi efisiensi dan emisi yang lebih tinggi. Oleh karena itu mempertahankan tingkat optimal dari udara berlebih di seluruh tembak lebih disukai. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan kontrol burner termasuk kontrol paralel posisi, kontrol lintas membatasi, dan kontrol oksigen trim. Jenis kontrol alternatif unggul kontrol jackshaft tradisional mekanik. Sebuah deskripsi singkat dari masing-masing jenis kontrol burner disediakan di bawah ini (3):

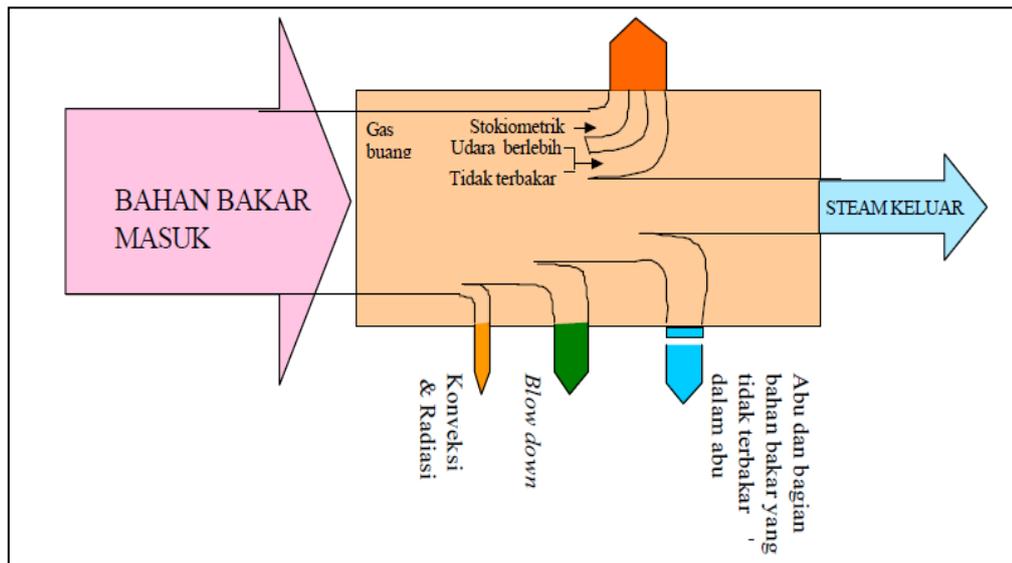
- (1) Kontrol jackshaft mekanik adalah jenis yang paling sederhana dari modulasi kontrol burner, biasanya digunakan pada pembakar kecil. Juga disebut titik kontrol tunggal karena satu mekanik linkage perakitan kontrol udara dan bahan bakar. Kontrol ini tidak dapat mengukur aliran udara atau aliran bahan bakar. Rentang kendali terbatas, sehingga menghasilkan tingkat berlebihan udara berlebih untuk memastikan operasi yang aman di bawah semua kondisi dan tingkat pembakaran. Slop di keterkaitan membuat kontrol yang akurat dan berulang sulit, dan membutuhkan perawatan berkala dan penyesuaian.
- (2) kontrol posisi paralel menggunakan motor terpisah untuk menyesuaikan aliran bahan bakar dan aliran udara yang memungkinkan setiap disesuaikan atas seluruh lapangan tembak dari boiler. Selama setup, banyak poin yang "dipetakan," biasanya 10 sampai 25 poin, untuk membuat kurva aliran udara dan aliran bahan bakar yang sesuai. Rasio udara-bahan bakar karena itu

- dapat berbeda-beda di seluruh lapangan tembak untuk memberikan rasio optimal dalam segala kondisi menembak. Juga, dengan penggunaan elektronik servo-motor, metode ini pengendalian sangat berulang.
- (3) Cross Limit kontrol, biasanya diterapkan untuk boiler yang lebih besar lintas membatasi, menggunakan kontrol untuk merasakan dan mengimbangi beberapa faktor yang mempengaruhi udara yang optimal untuk bahan bakar rasio. Aliran udara dan aliran bahan bakar diukur dan disesuaikan untuk mempertahankan nilai optimum ditentukan selama kalibrasi awal.
 - (4) Kontrol Oksigen trim digunakan dalam hubungannya dengan posisi paralel standar atau kontrol lintas membatasi. Ini analisis oksigen dalam gas buang dan menyesuaikan rasio udara-bahan bakar yang sesuai untuk mempertahankan jumlah yang ditetapkan kelebihan oksigen. Kontrol ini biasanya dipasang pada boiler yang lebih besar dengan penggunaan bahan bakar tahunan yang tinggi, dan dapat meningkatkan efisiensi energi oleh satu atau dua persen melampaui apa yang dicapai dengan kontrol standar saja.

d. Neraca Panas

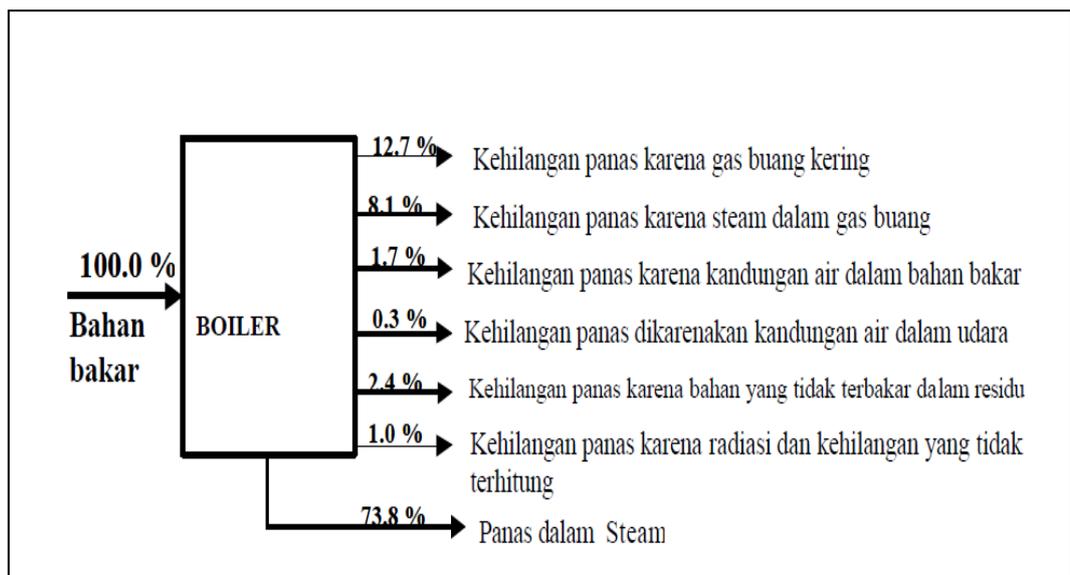
Proses pembakaran dalam boiler dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir energi. Diagram ini menggambarkan secara grafis tentang bagaimana energi masuk dari bahan bakar diubah menjadi aliran energi dengan berbagai kegunaan dan menjadi aliran kehilangan panas dan energi. Panah tebal menunjukkan jumlah energi yang dikandung dalam aliran masing-masing.

Neraca panas merupakan keseimbangan energi total yang masuk boiler terhadap yang meninggalkan boiler dalam bentuk yang berbeda. Gambar berikut memberikan gambaran berbagai kehilangan yang terjadi untuk pembangkitan *steam*.



Gambar 50. Diagram Neraca Panas Boiler (utilitas & proses, 2013)

Neraca panas merupakan keseimbangan energi total yang masuk boiler terhadap yang meninggalkan boiler dalam bentuk yang berbeda. Gambar berikut memberikan gambaran berbagai kehilangan yang terjadi untuk pembangkitan *steam*.



Gambar 51. Kehilangan panas boiler berbahan bakar batubara

(utilitas & proses, 2013)

Kehilangan energi dapat dibagi kedalam kehilangan yang tidak atau dapat dihindarkan. Tujuan dari Produksi Bersih dan/atau pengkajian energi harus mengurangi kehilangan yang dapat dihindari, dengan meningkatkan efisiensi energi. Kehilangan berikut dapat dihindari atau dikurangi:

1. Kehilangan gas cerobong:

- (1) Udara berlebih (diturunkan hingga ke nilai minimum yang tergantung dari teknologi *burner*, operasi (kontrol), dan pemeliharaan).
- (2) Suhu gas cerobong (diturunkan dengan mengoptimalkan perawatan (pembersihan) beban *burner* yang lebih baik dan teknologi boiler).

2. Kehilangan karena bahan bakar yang tidak terbakar dalam cerobong dan abu (mengoptimalkan operasi dan pemeliharaan; teknologi *burner* yang lebih baik).

3. Kehilangan dari *blowdown* (pengolahan air umpan segar, daur ulang kondensat)

4. Kehilangan kondensat (manfaatkan sebanyak mungkin kondensat)

5. Kehilangan konveksi dan radiasi (dikurangi dengan isolasi boiler yang lebih baik)

e. *Blowing down boiler*

Jika air dididihkan dan dihasilkan steam, padatan terlarut yang terdapat dalam air akan tinggal di boiler. Jika banyak padatan terdapat dalam air umpan, padatan tersebut akan terpekatkan dan akhirnya akan mencapai suatu tingkat dimana kelarutannya dalam air akan terlampaui dan akan mengendap dari larutan. Di atas tingkat konsentrasi tertentu, padatan tersebut mendorong terbentuknya busa dan menyebabkan terbawanya air ke steam.

Endapan juga mengakibatkan terbentuknya kerak di bagian dalam boiler, mengakibatkan pemanasan setempat menjadi berlebih dan akhirnya menyebabkan kegagalan pada pipa boiler. Oleh karena itu penting untuk mengendalikan tingkat konsentrasi padatan dalam suspensi dan yang terlarut dalam air yang dididihkan. Hal ini dicapai oleh proses yang disebut *blowing down*, dimana sejumlah tertentu volume air dikeluarkan dan secara otomatis diganti dengan air umpan dengan demikian akan tercapai tingkat optimum total padatan terlarut (TDS) dalam air boiler dan membuang padatan yang sudah rata keluar dari larutan dan yang cenderung tinggal pada permukaan boiler. *Blowdown* penting untuk melindungi permukaan penukar panas pada boiler. Walau demikian, *Blowdown* dapat menjadi sumber kehilangan panas yang cukup berarti, jika dilakukan secara tidak benar.

f. Sampling air boiler

Sampel air boiler akan berguna hanya jika sampel ini mewakili kondisi dibagian dalam boiler. Oleh karena itu sampel-sampel yang diambil dari gelas pengukur ketinggian air, yang tergantung diluar ruang control, atau dekat pipa pemasukan air umpan nampaknya sangat tidak akurat.

Sampel yang diambil dari *shell* boiler tidak aman dan tidak akurat sebab airnya dalam keadaan bertekanan dan sebagian akan menyemprot menjadi steam, sehingga konsentrasi TDS yang terukur lebih tinggi pada sampel dari pada didalam boiler. Berdasarkan hasil analisis sampel, sangat umum terjadi bahwa air boiler yang di-*blowdown* lebih banyak dari pada yang diperlukan.

Penyelesaiannya adalah menggunakan pendingin sampel untuk mengambil air dari boiler. Pendingin sampel adalah penukar panas berukuran kecil yang menggunakan air dingin untuk mendinginkan sampel pada saat diambil, oleh karena itu mengurangi semprotan, meningkatkan keamanan operator dan ketelitian sampel.

Dalam beberapa sistem otomatis, sensor konduktivitas dipasang langsung ke *shell* boiler untuk memantau tingkat TDS secara terus menerus. Alasan lain untuk sistem kendali TDS otomatis adalah untuk menghindari pengaruh beban steam yang bervariasi, laju kondensat yang kembali, dan kualitas air *make-up* pada hasil sampel.

g. Konduktivitas sebagai indikator

1. Kualitas Air Boiler

Dikarenakan pekerjaan mengukur TDS pada sistem air boiler merupakan pekerjaan yang membosankan dan memakan waktu, maka digunakan pengukuran konduktivitas untuk memantau TDS keseluruhan yang ada dalam boiler. Peningkatan dalam konduktivitas menunjukkan kenaikan pencemaran air boiler. Metode konvensional untuk mem-*blowdown* boiler tergantung pada dua jenis *blowdown*: sewaktu-waktu dan kontinyu.

2. Blowdown yang sewaktu-waktu / *intermittent*

Blowdown yang sewaktu-waktu dioperasikan secara manual menggunakan sebuah kran yang dipasang pada pipa pembuangan pada titik terendah *shell* boiler untuk mengurangi parameter (TDS atau konduktivitas, pH, konsentrasi Silica dan Fosfat) dalam batasan yang sudah ditentukan sehingga tidak berpengaruh buruk terhadap kualitas steam.

Jenis *blowdown* ini juga merupakan metode efektif untuk membuang padatan yang telah lepas dari larutan dan menempati pipa api dan permukaan dalam *shell* boiler. Pada *blowdown* yang sewaktu-waktu, jalur yang berdiameter besar dibuka untuk waktu sesaat. Juga, tingkat TDS akan bervariasi, sehingga menyebabkan fluktuasi ketinggian air dalam boiler karena perubahan dalam ukuran gelembung *steam* dan distribusinya yang setara dengan perubahan dalam konsentrasi padatan. Juga, sejumlah besar energi panas hilang karena *blowdown* yang

sewaktu-waktu.

3. **Blowdown yang kontinyu**

Terdapat pemasukan yang tetap dan konstan sejumlah kecil aliran air boiler kotor, dengan penggantian aliran masuk air umpan yang tetap dan konstan. Hal ini menjamin TDS yang konstan dan kemurnian steam pada beban steam tertentu. Kran *blowdown* hanya diatur satu kali untuk kondisi tertentu, dan tidak perlu lagi diatur setiap saat oleh operator. Walaupun sejumlah besar panas diambil dari boiler, tetapi ada peluang pemanfaatan kembali panas ini dengan mengembuskannya ke *flashtank* dan menghasilkan *flashsteam*. *Flashsteam* ini dapat digunakan untuk pemanasan awal air umpan boiler. Jenis *blowdown* ini umum digunakan pada boiler bertekanan tinggi. Residu *blowdown* yang meninggalkan *flash vessel* masih mengandung energi panas yang cukup dan dapat dimanfaatkan kembali dengan memasang sebuah penukar panas untuk memanaskan *airmake-up* dingin. Sistem pemanfaatan kembali panas *blowdown* yang lengkap seperti yang digambarkan dibawah dapat memanfaatkan hingga 80% energi yang terkandung dalam *blowdown*, yang dapat diterapkan padaberbagai ukuran boiler steam dengan waktu pengembalian modalnya bisa kembali hanya dalam beberapa bulan.

(1) Perhitungan *blowdown*

Besarnya jumlah *blowdown* yang diperlukan untuk mengendalikan konsentrasi padatan air boiler dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

(2) *Blowdown*(persen) = Jika batasan maksimum TDS yang diperbolehkan sebagaimana dalam boiler paket adalah sebesar 3000ppm, persen air *makeup* adalah 10 persen dan TDS dalam *airmake up* adalah 300ppm, maka persentase *blowdown*nya adalah sebagai berikut:

(3) Boiler (SpiraxSarco)

$TDS \text{ Air } makeup \times \% \text{ Air } make \text{ up}$

TDS maksimum dalam boiler yang diijinkan: $300 \times 10 / 3000 = 1\%$
Jika laju penguapan boiler sebesar 3000 kg/jam maka laju *blowdown* yang diperlukan adalah $= 3000 \times 1 / 100 = 30 \text{ kg/jam}$

Perlakuan dan operasional yang meliputi:

- a) Biaya perlakuan awal lebih rendah
- b) Konsumsi air *make-up* lebih sedikit
- c) Waktu penghentian untuk perawatan menjadi berkurang
- d) Umur pakai boiler meningkat
- e) Pemakaian bahan kimia untuk pengolahan air umpan menjadi lebih rendah

h. Pengolahan Air Umpan Boiler

Memproduksi steam yang berkualitas tergantung pada pengolahan air yang benar untuk mengendalikan kemurnian steam, endapan korosi. Sebuah boiler merupakan bagian dari sistem boiler, yang menerima semua bahan pencemar dari sistem sebelumnya. Kinerja boiler, efisiensi, dan umur layanan merupakan hasil langsung dari pemilihan dan pengendalian air umpan yang digunakan dalam boiler. Jika air umpan masuk ke boiler, kenaikan suhu dan tekanan menyebabkan komponen air memiliki sifat yang berbeda.

Hampir semua komponen dalam air umpan dalam keadaan terlarut. Walau demikian, dibawah kondisi panas dan tekanan hampir seluruh komponen terlarut keluar dari larutan sebagai padatan partikulat, kadang-kadang dalam bentuk kristal dan pada waktu yang lain sebagai bentuk amorph. Jika kelarutan komponen spesifik dalam air terlewat, maka akan terjadi pembentukan kerak dan endapan. Air boiler harus cukup bebas dari pembentukan endapan padat supaya terjadi perpindahan panas yang cepat dan efisien dan harus tidak korosif terhadap logam boiler.

1. Pengendalian endapan

Endapan dalam boiler dapat diakibatkan dari kesadahan air umpan dan hasil korosi dari sistim kondensat dan air umpan. Kesadahan air umpan dapat terjadi karena kurangnya sistim pelunakan. Endapan dan korosi menyebabkan kehilangan efisiensi yang dapat menyebabkan kegagalan dalam pipa boiler dan ketidak mampuan memproduksi sisteam. Endapan bertindak sebagai isolator dan memperlambat perpindahan panas. Sejumlah besar endapan diseluruh boiler

dapat mengurangi perpindahan panas yang secara signifikan dapat menurunkan efisiensi boiler. Berbagai jenis endapan akan mempengaruhi efisiensi boiler secara berbeda-beda, sehingga sangat penting untuk menganalisis karakteristik endapan. Efek pengisolasian terhadap endapan menyebabkan naiknya suhu logam boiler dan mungkin dapat menyebabkan kegagalan pipa karena pemanasan berlebih.

2. Pengolahan air internal

Pengolahan internal adalah penambahan bahan kimia ke boiler untuk mencegah pembentukan kerak. Senyawa pembentuk kerak diubah menjadi lumpur yang mengalir bebas, yang dapat dibuang dengan *blowdown*. Metode ini terbatas pada boiler dimana air umpan mengandung garam sadah yang rendah, dengan tekanan rendah, kandungan TDS tinggi dalam boiler dapat ditoleransi, dan jika jumlah airnya kecil. Jika kondisi tersebut tidak terpenuhi maka laju *blowdown* yang tinggi diperlukan untuk membuang lumpur.

Hal tersebut menjadi tidak ekonomis sehubungan dengan kehilangan air dan panas. Jenis sumber air yang berbeda memerlukan bahan kimia yang berbeda pula. Senyawa seperti sodium karbonat, sodium aluminat, sodium fosfat, sodium sulfit dan komponen organik atau senyawa inorganik seluruhnya dapat digunakan untuk maksud ini. Untuk setiap kondisi air diperlukan bahan kimia tertentu. Harus dikonsultasikan dengan seorang

spesialis dalam menentukan bahan kimia yang paling cocok untuk digunakan pada setiap kasus. Pengolahan air hanya dengan pengolahan internal tidak direkomendasikan.

i. Peluang Efisiensi Energi

Bagian ini berisikan tentang peluang efisiensi energi hubungannya dengan pembakaran, perpindahan panas, kehilangan yang dapat dihindarkan, konsumsi energi untuk alat pembantu, kualitas air dan *blowdown*. Kehilangan energi dan peluang efisiensi energi dalam boiler dapat dihubungkan dengan pembakaran, perpindahan panas, kehilangan yang dapat dihindarkan, konsumsi energi yang tinggi untuk alat-alat pembantu, kualitas air dan *blowdown*.

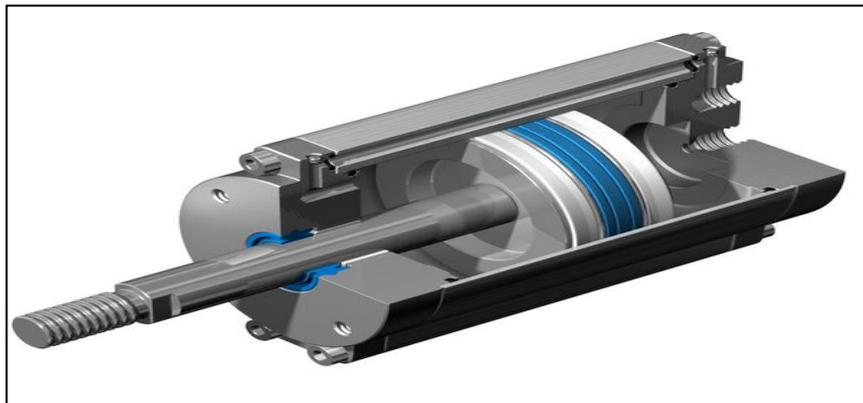
Berbagai macam peluang efisiensi energi dalam sistim boiler dapat dihubungkan dengan:

1. Pengendalian suhu cerobong
2. Pemanasan awal air umpan menggunakan *economizers*
3. Pemanas awal udara pembakaran
4. Minimalisasi pembakaran yang tidak sempurna
5. Pengendalian udara berlebih
6. Penghindaran kehilangan panas radiasi dan konveksi
7. Pengendalian *blowdown* secara otomatis
8. Pengurangan pembentukan kerak dan kehilangan jelaga
9. Pengurangan tekanan steam di boiler
10. Pengendalian kecepatan variabel untuk fan, blower dan pompa
11. Pengendalian beban boiler
12. Penjadwalan boiler yang tepat
13. Penggantian boiler

4. UDARA BERTEKANAN

Udara bertekanan atau Pneumatic berasal bahasa Yunni : *pneumatikos* dari kata dasar “pneu” yang berarti udara tekan dan “matik” yang berarti ilmu, sehingga arti lengkap pneumatik adalah ilmu/hal-hal yang berhubungan dengan udara bertekanan. sistem pneumatik banyak digunakan dalam dunia industri. Sistem pneumatik biasanya digunakan pada suatu alat atau mesin dalam industri.

Kegunaan sistem pneumatik antara lain mencekam benda kerja, menggeser benda kerja, memposisikan benda kerja, mengarahkan aliran barang ke berbagai arah dan masih banyak aplikasi lainnya. Sistem pneumatik ini biasa diaplikasikan pada mesin – mesin industri. Dikarenakan kurangnya daya/kekuatan mekanik dari pneumatik. Maka pneumatik ini hanya bisa diaplikasikan pada mesin – mesin yang tidak terlalu membutuhkan tenaga mekanik yang kuat (mesin-mesin bertenaga ringan) dalam pengoperasiannya.

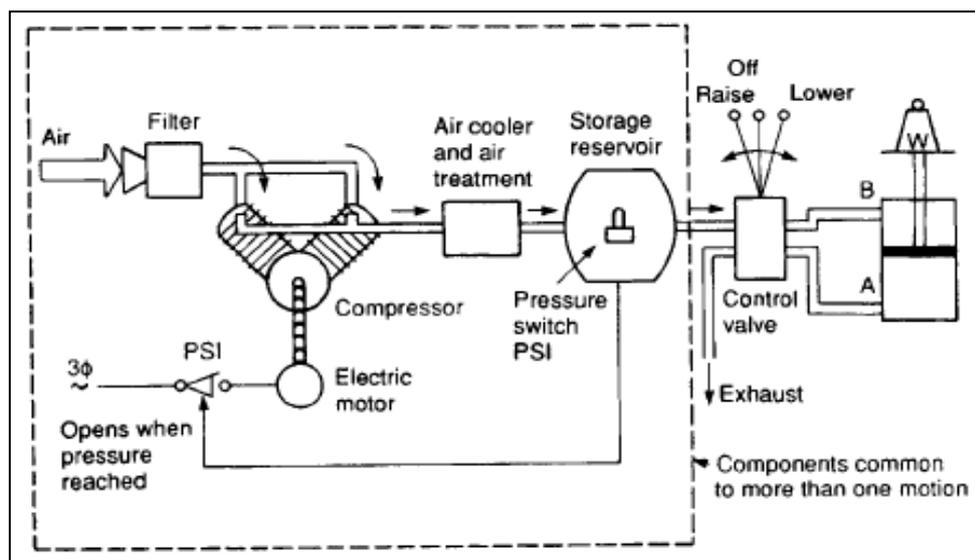


Gambar 52. Peralatan Udara Bertekanan (stoneleigh-eng.com)

a. Cara Kerja Sistem Pneumatic

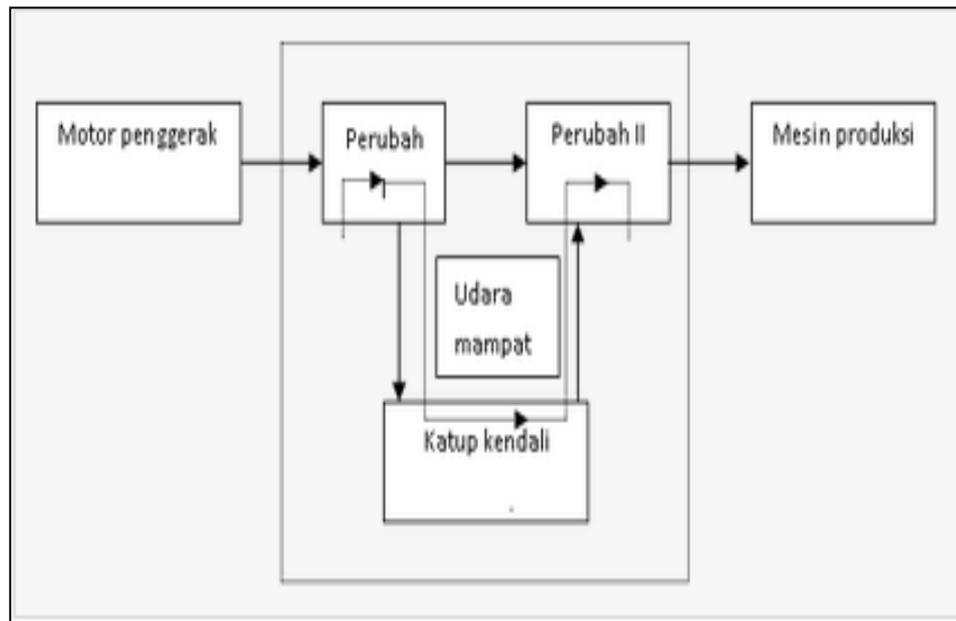
Udara disedot oleh kompresor dan disimpan pada reservoir air (tabung udara) hingga mencapai tekanan kira-kira sekitar 6 – 9 bar. Kenapa harus 6 – 9 bar Karena bila tekanan hanya dibawah 6 bar akan menurunkan daya mekanik dari cylinder kerja pneumatik dan sedangkan bila bertekanan diatas 9 bar akan berbahaya pada sistem

perpipaan atau kompresor. Baca berapa standar tekanan maksimal yang terdapat pada nameplate reservoir air dari kompresor. Selanjutnya udara bertekanan itu disalurkan ke sirkuit dari pneumatik dengan pertama kali harus melewati air dryer (pengering udara) untuk menghilangkan kandungan air pada udara. Dan dilanjutkan menuju ke katup udara (shut up valve), regulator, selenoid valve dan menuju ke cylinder kerja. gerakan air cylinder ini tergantung dari selenoid. Bila selenoid valve menyalurkan udara bertekanan menuju ke inlet dari air cylinder maka piston akan bergerak maju sedangkan bila selenoid valve menyalurkan udara bertekanan menuju ke outlet dari air cylinder maka piston akan bergerak mundur. Jadi dari selenoid valve inilah penggunaan aplikasi pneumatik bisa juga di kombinasikan dengan elektrik, seperti PLC ataupun rangkaian kontrol listrik lainnya



Gambar 53. Scematic Sistem Pneumatic (Hydraulic & Pneumatic,2006)

Instalasi pneumatik pada dasarnya terdiri dari perubah energi atau pengalihragaman energi. Arus energi melalui suatu instalasi pneumatik mengalir seperti pada bagan di bawah ini :



Gambar 54. Arus Energy (ondyx.blogspot.co.id)

Dari bagan dapat dijelaskan bahwa :

1. Perubahan energi mekanik dari penggerak (misalnya motor listrik, diesel dan penggerak mekanis lainnya) menjadi energi pneumatik oleh kompresor udara (sumber udara mampat). Energi pneumatik ini dapat dianggap sebagai energi potensial, energi kinetik fluida kerja atau pengangkut (udara mampat).
2. Perpindahan energi pneumatik oleh udara mampat yang mengalir dari kompresor melalui bagian pengatur atau pengendali (sorong, katup).
 - a. ke silinder yang bergerak bolak-balik.
 - b. ke motor-motor udara mampat yang berotasi (berputar).
3. Perubahan energi pneumatik menjadi energi mekanik oleh pemakai udara mampat (silinder atau motor udara mampat). Unsur-unsur pneumatik ini mengubah energi potensial dan energi kinetik dalam udara mampat menjadi energi mekanik yang akan menggerakkan penggerak-penggerak suatu mesin produksi (mesin perkakas,

perkakas angkut, mesin produksi dan sebagainya).Bagian pengatur dan pengendali berfungsi sebagai pembawa arus udara mampat menurut cara-cara yang telah ditetapkan untuk pemakaian-pemakaian udara mampat. Katup (dengan dudukan katup atau dengan sorongan) dapat mengatur tekanan dan kecepatan aliran.

b. Bagian Utama Sistem Pneumatik

Dalam sistem pneumatik terdapat beberapa komponen utama, yang sering disebut sebagai elemen kerja. Elemen kerja disini adalah suatu alat pneumatik yang digerakkan dan akan menghasilkan suatu kerja dan usaha, seperti gerak lurus, gerak putar, dan lain sebagainya. Umumnya disebut juga sebagai aktuator (actuator). Jadi prinsipnya udara betekanan yaitu udara kempaam yang sering juga disebut sebagai tenaga pneumatik dirubah menjadi gerakan lurus bolak-balik (straight line reciprocating) oleh silinder pneumatik dan gerakan putar (rotary) oleh motor pneumatik.

Komponen-komponen atau elemen kerja yang terdapat dalam sistem pneumatik dalam sistem pneumatik, antara lain:

1) Silinder pneumatik.

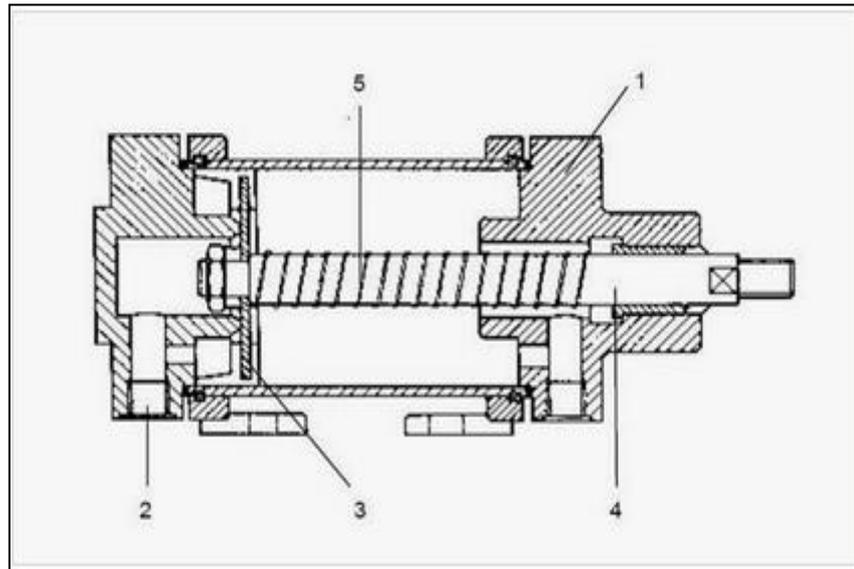
merupakan elemen kerja atau bagian pneumatik yang akan menghasilkan gerak lurus bolak-balik, baik gerak itu beraturan maupun yang dapat diatur.

Berdasarkan prinsip kerjanya silinder pneumatik dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

a) Silinder kerja tunggal (single acting cylinder)

Silinder kerja tunggal digerakkan hanya satu sisi arah saja. Oleh karenanya hanya akan menghasilkan satu arah saja. Untuk gerak baliknya digunakan tenaga yang didapat dari suatu pegas yang telah terpasang di dalam silinder tersebut, sehingga besar kecepatannya tergantung dari pegas yang dipakai. Ukuran elemen ini biasanya dilihat dari besarnya

diameter dan panjang langkahnya. Panjang langkah dari silinder kerja tunggal ini terbatas pada panjang pegas yang dipakai.



Gambar 55. Single Acting Cylinder (ondyx.blogspot.co.id)

Keterangan Gambar 56 di atas:

1. Rumah silinder
2. Lubang masuk udara bertekanan
3. Piston
4. Batang piston
5. Pegas pengembali

Dengan memberikan udara bertekanan pada satu sisi permukaan piston, sisi yang lain terbuka ke atmosfer. Silinder hanya bisa memberikan gaya kerja satu arah. Gerakan piston kembali masuk diberikan oleh gaya pegas yang ada didalam silinder direncanakan hanya untuk mengembalikan silinder ke posisi awal.

Menurut konstruksinya, silinder kerja tunggal dapat melaksanakan berbagai fungsi gerakan menjepit benda kerja,

pemotongan, pengepressan, pengangkatan macam-macam silinder kerja tunggal:

1. Silinder diafragma

Konstruksi silinder diafragma adalah tidak adanya gerakan geser dan pergeseran sepanjang gerakannya sangat kecil sekali. Silinder ini banyak dipakai untuk gerakan langkah yang pendek seperti untuk penjepitan, penstempelan, dan pengangkatan.

2. Silinder rol diafragma

Konstruksi silinder rol diafragma adalah serupa dengan silinder diafragma. Jika udara bertekanan dimasukkan kedalam silinder, maka akan diterima oleh diafragma dan akan membuka gulungan sepanjang dinding bagian dalam silinder. Seterusnya akan menggerakkan batang torak ke depan (maju).

Jenis silinder diafragma ini memungkinkan langkah batang torak menjadi jauh lebih panjang (bisa mencapai 50 mm sampai dengan 80 mm).

3. Silinder kerja ganda (double acting cylinder)

Berbeda dengan silinder kerja tunggal, elemen ini dapat digerakkan dari dua arah. Pada waktu langkah maju dan mundur dapat dipakai untuk kerja, sehingga dalam hal ini akan dapat digunakan semua langkah. Secara prinsip panjang langkah torak tidak sampai mendekati ujungnya. Sama halnya pada silinder kerja tunggal, pistonnya terbuat dari bahan fleksibel dan dipasang pada torak dari bahan logam.

Dengan memberikan udara bertekanan pada satu sisi permukaan piston (arah maju) sedangkan arah yang lain (arah mundur) terbuka ke atmosfer, maka gaya diberikan pada sisi permukaan tersebut sehingga batang piston akan terdorong keluar sampai mencapai batas maksimum dan berhenti. . Gerakan silinder kembali masuk, diberikan oleh gaya pada sisi permukaan batang piston (arah mundur) dan sisi permukaan piston (arah maju) udaranya terbuka ke atmosfer.

Keuntungan silinder kerja ganda dapat dibebani pada kedua arah gerakan batang pistonnya. Ini memungkinkan pemasangannya lebih fleksibel. Gaya yang diberikan pada batang piston gerakan keluar lebih besar daripada gerakan masuk. Karena efektif permukaandikurangi pada sisi batang piston oleh luas permukaan batang piston. macam-macam silinder kerja ganda

4. Silinder berbantalan pelindung (double acting cylinder with end positioning cushioning).

Yang dimaksud dengan silinder berbantalan pelindung (double acting cylinder with end positioning cushioning) adalah silinder pneumatik kerja ganda dengan bantalan di kedua ujung (akhir) langkah. Hal ini dimaksudkan sebagai pencegah kerusakan piston akibat tenaga yang cukup besar. Sebelum torak mencapai langkah maksimum bantalan piston secara langsung akan menghambat keluarnya udara, sehingga gerakan piston sudah akan diperlambat akibatnya tahanan udara di sisi yang lain.

5. Silinder tandem atau saling bergandengan.

Konstruksi ini mencakup dua silinder kerja ganda yang dirakit menjadi satu unit konstruksi. Melalui penataan seperti ini dan dengan masuknya piston secara bersamaan, gaya

pada batang piston menjadi berlipat ganda. Silinder jenis ini dipasang disetiap tempat yang memerlukan gaya yang besar, tetapi diameter silinder turut menentukan.

2) Katup Pneumatik

Sistem kontrol pneumatik terdiri dari beberapa komponen sinyal dan bagian kerja. Komponen-komponen sinyal dan kontrol menggunakan rangkaian atau urutan-urutan kerja dari berbagai kerja yang disebut katup (valve). Jadi katup pneumatik adalah perlengkapan pengontrolan ataupun pengatur, baik untuk memulai (start) ataupun berhenti (stop).

Arah aliran atau tekanan dari suatu perantara yang dibawa oleh kompresor dan disimpan dalam suatu bejana. (Drs. Suyanto, M.Pd, M.T,2003 : 40) (Suyanto,2003)

a. Pemasangan katup

Keandalan sebuah pengontrolan bertahap sangat bergantung pada pemasangan katup batas (*limit switch*) yang benar. Untuk semua perencanaan pemasangan katup batas harus bisa diatur posisi kedudukan dengan mudah agar supaya mendapatkan keserasian koordinasi gerakan silinder dalam urutan kontrol.

b. Penempatan Katup

Pemilihan katup yang cermat, penempatan yang benar adalah sebagai salah satu persyaratan lanjutan, untuk keandalan sifat pensakelaran harus bebas gangguan pengoperasiannya, hal ini memberikan kemudahan untuk mereparasi dan memelihara. Pemakaian ini pada katup-katup dalam bagian daya dan katup-katup dalam bagian kontrol.

Katup yang diaktifkan secara manual untuk sinyal masukan pada umumnya ditempatkan pada panel kontrol atau meja kontrol. Maka dari itu praktis dan tepat sekali untuk memakai katup-katup dengan pengaktifan yang bisa ditempatkan pada katup dasar. Variasi pengaktifan tersedia untuk macam yang luas dari fungsi masukan.

Penempatan katup kontrol harus bisa diambil dengan mudah untuk mereparasi, mengeluarkan atau memodifikasi kerjanya. Penomoran komponen dan pemakai indikator sebagai penunjuk untuk sinyal kontrol merupakan hal yang paling penting guna untuk mengurangi waktu tunda dan memudahkan pencarian kesalahan.

Katup-katup daya mempunyai tugas pengaktifan pneumatik untuk mengatur sesuai dengan urutan tahapan kontrol yang telah ditentukan. Persyaratan dasar untuk katup daya adalah untuk membolehkan membalik aliran udara ke silinder begitu sinyal kontrol telah diberikan. Katup daya sebaiknya ditempatkan sedekat mungkin dengan silinder. Agar supaya panjang saluran bisa diperpendek dan juga waktu pensakelaran seideal dan sependek mungkin. Katup daya bisa ditempatkan langsung ke pengatur. Sebagai keuntungan tambahan adalah bahwa penyambung, slang dan waktu pemasangan bisa dihemat.

Katup-katup Pneumatik secara garis besar dibagi menjadi 5 (lima) kelompok menurut fungsinya yaitu:

1. Katup pengarah (*direction way valve*)

Katup pengarah adalah perlengkapan yang menggunakan lubang-lubang saluran kecil yang akan dilewati oleh aliran udara bertekanan, terutama untuk memulai (start) dan berhenti (stop) serta mengarahkan aliran itu.

2. Katup pengontrol aliran (*flow control valve*)

Katup pengontrol aliran adalah peralatan pneumatic yang berfungsi sebagai pengatur dan pengendali aliran udara bertekanan (pengendali angin) khususnya udara yang harus masuk kedalam silinder-silinder pneumatik. Ada juga aliran angin tersebut harus di kontrol untuk peralatan pengendali katup-katup pneumatik.

3. Katup pengontrol dan pengatur tekanan (*pressure control valve*)

Katup pengontrol dan pengatur tekanan adalah bagian dari komponen pneumatik yang mempengaruhi tekanan atau dikontrol oleh besarnya tekanan.

Macam-macam katup ini ada 3 kategori, yaitu:

a) Katup pengatur tekanan (*pressure regulating valve*)

Katup ini berfungsi untuk menjaga tekanan supaya terjadi tekanan yang tetap (konstan). Aplikasi dari katup ini misalnya tekanan yang telah diatur (distel) pada manometer harus dipindahkan pada batas konstan terhadap elemen kerja atau penggerak walaupun tekanan yang disuplai berubah.

b) Katup pembatas tekanan (*pressure limiting valve*)

Katup ini digunakan utamanya sebagai katup pengaman. Kerja utamanya adalah mencegah tekanan udara yang berlebihan dari sistem pneumatik yang ada. Jika tekanan maksimum sudah tercapai pada bagian masuk dari katup, maka bagian keluar dari katup terbuka sehingga udara bertekana akan keluar ke atmosfer.

c) Katup rentenan atau katup rangkai (*sequence valve*)

Prinsip kerja katup ini hampir sama dengan katup pembatas.

4. Katup penutup (*shut-off valve*)

Katup ini berfungsi sebagai pemberi atau pencegah aliran udara yang tak terbatas. Artinya, jika aliran udara harus dihentikan, maka katup akan bertindak. Tetapi jika di butuhkan aliran kecil, maka katup akan membuka sedikit saja. Pemakain sederhana adalah pada keran air.

5. Katup-katup kombinasi/gabungan (*combination valve*)

Katup kombinasi merupakan katup pneumatik yang tersusun sedemikian rupa hingga kerjanya menjadi sangat spesifik. Keberadaan katup-katup ini memang dirancang untuk maksud-maksud tertentu yang tentunya disesuaikan dengan kebutuhan operasi di segi otomatisasi.

3) Kompresor

kompresor adalah mesin untuk memampatkan udara atau gas, Kompresor udara biasanya mengisap udara dari atmosfer. Namun ada pula yang mengisap udara atau gas yang bertekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Dalam hal ini kompresor bekerja sebagai penguat (booster). Sebaliknya ada pula kompresor yang mengisap gas yang bertekanan lebih rendah dari pada tekanan atmosfer.

Jenis-Jenis Kompresor kompresor terdiri dari dua kelompok, yaitu:

Kelompok pertama, adalah yang bekerja dengan prinsip pemindahan dimana udara dikompresi (dimampatkan) dan diisikannya kedalam suatu ruangan. Kemudian mengurangi atau

memperkecil isi ruangan tersebut. Jenis ini disebut kompresor torak. (*reciprocating piston compressor, rotary piston compressor*)

Kelompok kedua, adalah bekerja dengan prinsip aliran udara yaitu dengan cara menyedot udara masuk kedalam bagian suatu sisi dan memampatkannya dengan cara percepatan massa seperti pada prinsip sebuah turbin.

Selain jenis kompresor yang telah disebutkan diatas, kompresor juga diklasifikasikan berdasarkan konstruksinya, yaitu:

- 1) Klasifikasi berdasarkan jumlah tingkat kompresi:
 - satu tingkat, dua tingkat dan banyak tingkat
- 2) Klasifikasi berdasarkan langkah kerja:
 - kerja tunggal (*single acting*), kerja ganda (*double acting*)
- 3) Klasifikasi berdasarkan susunan silinder:
 - mendatar, tegak, bentuk L, bentuk V, bentuk bintang
- 4) Klasifikasi berdasarkan cara pendinginan:
 - pendinginan air, pendinginan udara
- 5) Klasifikasi berdasarkan transmisi gerak
 - sabuk V, roda gigi
- 6) Klasifikasi berdasarkan penempatannya:
 - permanen (*stationary*), dapat dipindah (*portable*)
- 7) Klasifikasi berdasarkan pelumasannya:
 - pelumasan minyak, tanpa minyak

a. Penggerak Mula (Motor)

Yang dimaksud disini adalah tenaga penggerak utama (primer mover) dari kompresor. Hal ini terutama tergantung dari syarat-syarat cara kerja kompresor tersebut. Pada umumnya yang biasa dipakai sebagai penggerak kompreor untuk mendapatkan udara mampat adalah motor listrik atau motor bakar torak.

Jenis-jenis penggerak antara lain:

a. Motor listrik

Secara garis besar motor listrik diklasifikasikan menjadi dua, yaitu motor induksi dan motor sinkron, motor induksi mempunyai faktor daya dan efisiensi yang lebih rendah dari pada motor sinkron. Arus awal motor induksi juga sangat besar, namun motor induksi sampai 600 kW banyak dipakai karena harganya relative murah dan pemeliharaannya mudah.

Adapun motor sinkron mempunyai faktor daya dan efisiensi sangt tinggi, namun harganya mahal. Dengan demikian motor ini hanya dipakai bila diperlukan daya besar dimana pemakaian daya merupakan faktor yang sangat menentukan.

b. Motor bakar torak

Motor bakar torak digerakkan sebagai penggerak kompresor bila tidak tersedia sumber listrik di tempat pemasangan, atau bila kompresor tersebut merupakan kompresor portabel. Untuk daya kecil sampai 5,5 kW dapat dipakai motor bensin, dan untuk daya yang lebih besar dipakai motor diesel.

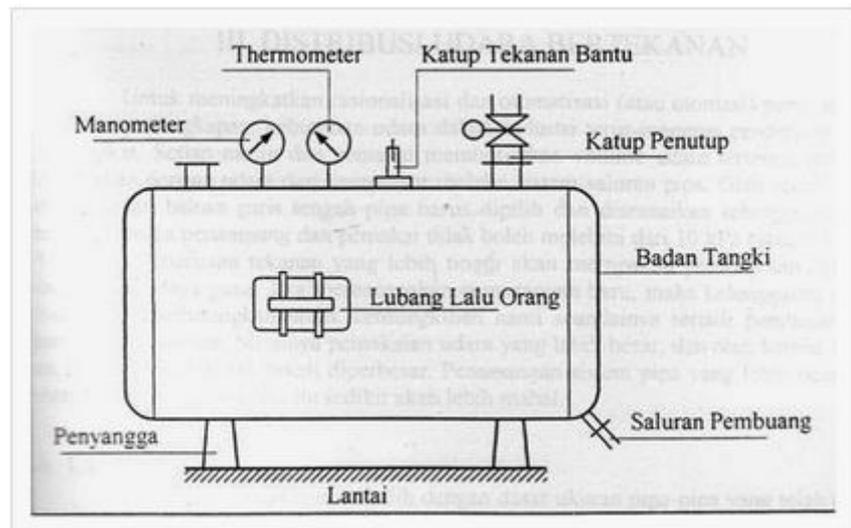
Bila dipakai motor listrik sebagai penggerak, maka transmisi yang dapat digunakan adalah sabuk-V, kopling tetap dan rotor terpadu. Bila dipakai motor torak dapat digunakan sabuk-V, kopling tetap atau kopling gesek

b. Penampung Udara Kempaan (*receiver*)

Udara yang diperoleh dari kompresor perlu adanya suatu pendinginan dan penyimpanan dalam keadaan bertekanan sebelum digunakan untuk sesuatu pekerjaan system. Sehingga fungsi dari penampung udara mampat tersebut adalah sebagai tempat pendinginan dan penyimpanan udara mampat yang naik suhunya setelah dikompresi oleh kompresor.

Penampung udara bertekanan ini juga berfungsi untuk menstabilkan pemakaian angin. Penampung udara bertekanan yang kebanyakan dipakai adalah tangki, karena tangki mempunyai sifat akan memperhalus fluktuasi tekanan dalam jaringan ketika udara dipakai oleh jaringan tersebut. Oleh karena itu, bagian dari uap lembab dalam udara dipisahkan, seperti air, akan secara langsung mengembun didasar tangki. Sedangkan ukuran dari penampung udara kempaan tergantung pada:

- a. Penghantar volume kompresor (debit kompresor)
- b. Pemakaian udara
- c. Jaringan
- d. Perbedaan tekanan yang diijinkan dalam system.



Gambar 56. Receiver (ondyx.blogspot.co.id)

c. Pressure gauge

Pressure gauge merupakan alat untuk memantau besarnya tekanan yang terjadi pada sistem pneumatik. Keberadaan pressure gauge dalam sistem pneumatik cukup vital karena dengan adanya pressure gauge seorang operator akan tahu berapa tekanan yang akan terjadi dalam sistem pneumatik ini.

4) Kualitas Standar Udara Instrumen (ISA-S7.3)

ISA – S7.3 mempunyai maksud menstandarkan untuk menetapkan nilai atau batasan kualitas udara yang dipergunakan untuk mengerjakan atau sebagai catu instrumen pneumatic.

Tujuan dari ISA–S7.3 adalah:

- a) Menetapkan kandungan air maksimum yang diijinkan agar instrumen berfungsi secara memuaskan.
- b) Menetapkan ukuran maksimum partikel yang terperangkap agar terhindar penyumbatan dan goresan/erosi pada jalur jalannya udara dan orifice.
- c) Menetapkan kandungan minyak maksimum yang diijinkan untuk menghindari malfungsi akibat penyumbatan dan goresan komponen-komponen tersebut.
- d) Menetapkan kemungkinan-kemungkinan sumber–sumber korosip atau zat-zat pengkotaminan yang beracun yang masuk kesistem udara melalui pengisapan yang dilakukan oleh kompresor, sistem plan udara melalui koneksi-koneksinya, ataukoneksi-koneksi udara instrumen langsung yang berhubungan dengan proses.

Untuk memahami tentang apa yang dimaksud dengan udara yang berkualitas sesuai yang dipersyaratkan ISA–S7.3, perlu adanya penekan dan pendefinisian.

1. Temperatur Titik Embun

Temperatur adalah dimana pada tekanan khusus uap air mulai mengembun atau mengkondensasi dari uap menjadi fluida cair. Titik Embun (pada tekanan saluran pipa) (untuk tujuan standar ini) Nilai titik embun udara pada tekanan saluran pipa sistem udara tekan (biasanya diukur pada outlet sistem sumber catu udara instrumen, terutama pada tekanan yang menurun). Jika referensinya titik embun pada tekanan saluran udara, harus mempunyai nilai contoh titik embun -40°C (-40°F) tekanan pada 100 psig.

2. Temperatur Ambien (Untuk tujuan Standar)

Temperatur atmosfir meliputi daerah seluruh instalasi sistem udara instrumen, termasuk kompresor, perpipaan, pengering, dan instrumen-instrumen.

3. Relative Humidity (Kelembaban)

Perbandingan antara banyaknya uap air yang terkandung dalam udara pada temperatur dan tekanan tertentu terhadap jumlah maksimumnya pada temperatur dan tekanan kondisi jenuh

5) Udara Instrument dan Kualitas Standar

1. Titik embun (pada tekanan saluran pipa)

Udara instrument akan terpengaruhi kualitasnya karena disebabkan oleh beberapa hal, semua ini terkait dengan model instalasi dan tempat. Instalasi yang berada diluar ruangan berbeda yang ada di dalam ruangan, berikut ini penjelasannya

Instalasi disebelah luar ruangan (dimana sebagian sistem udara instrumen diekspos terhadap kondisi atmosfir diluar

ruangan).Titik embun pada tekanan saluran pipa minimal pada $10^{\circ}\text{C}(18^{\circ}\text{C})$ dibawah temperatur ambien minimal rekaman setempat pada tempat plan. Instalasi didalam ruangan (dimana seluruh sistem udara instrumen diinstalasi).

Titik embun pada tekanan pipa saluran minimal 10°C (18°F) dibawah temperatur minimal dimana sebagian sistem udara instrumen diekspos disepanjang tahun. Titik embun tidak boleh melebihi tekanan saluran pipa sebesar 2°C (kira-kira 35°F).

2. Ukuran Partikel

Ukuran partikel maksimum pada aliran udara instrumen harus tiga (3) mikrometer.

3. Kandungan minyak

Total kandungan minyak atau hidrokarbon maksimum tanpa terkondensasi harus nol(0) dantidak boleh melebihi satu(1) ppmw/w atau pada kondisi operasi normal.

4. Zat zat Pengkontaminan

Udara instrumen harus bebas dari gas-gas yang berbahaya dan gas-gas kontaminan yang menyebabkan korosif, mudah terbakar atau beracun,yang mungkin terikut pada aliran udara instrumen. Jika ada zat pengkontaminan pada daerah intake kompresor,udara harus diambil pada daerah yang lebih tinggi atau pada lokasi yang jauh yang bebas dari zat-zat pengkontaminan atau zat-zat tersebut perlu diproses untuk dihilangkan.Koneksi proses kepipa udara instrumen harus diisolasi untuk menghindari zat-zat pengkontaminan masuk kesistem udara.

Pengecekan secara periodik dan teratur harus dilakukan untuk menjamin kualitas udara intrumen tetap bermutu tinggi

5. Pengembangan Kualitas Produk Berupa Mekanik dan listrik.

a. Pengembangan Produk Berupa Mekanik

Dalam pengembangan produk mekanik beberapa peralatan yang digunakan adalah pompa, kompresor, kondenser, turbin dan genset. Penggunaan beberapa peralatan tersebut sangat luas pemakaiannya dan penting dalam bidang pengolahan minyak dan gas bumi. Penggunaan pompa sebagai pemindah fluida cair sangat membantu dalam beberapa proses minyak bumi.

Penggunaan kompresor untuk memenuhi kebutuhan udara bertekanan juga sangat penting dalam pemanfaatan industri minyak dan gas bumi. Kondenser membantu dalam mengubah fasa dari gas menjadi cair. Turbin sebagai penggerak mula dari beberapa peralatan berputar.

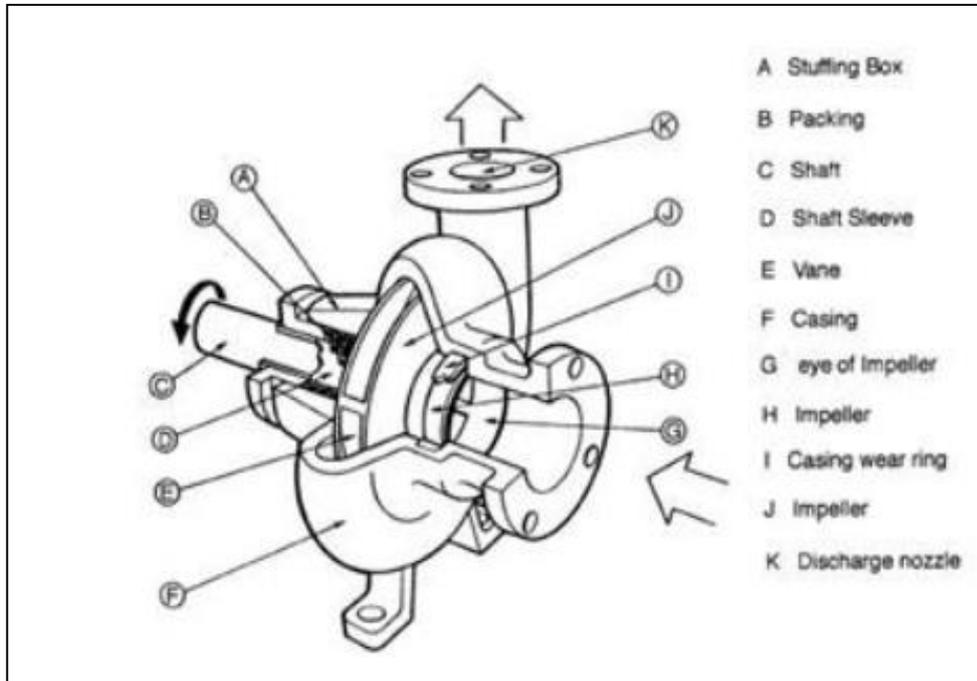
1. Pompa

Pompa adalah peralatan yang berfungsi untuk memindahkan fluida dari tekanan rendah atau lokasi rendah ke tekanan atau lokasi yang lebih tinggi. Gaya tekanyangdihasilkan untuk mengatasi friksi yang timbul karena mengalirnya cairan dalam pipa.

Pompa diklasifikasikan atas dasar prinsip operasi menjadi pompa kinetik dan pompa positif displacement. Pada pompa kinetik energi ditambahkan secara kontinyu untuk menaikkan kecepatan fluida sesuai dengan keluaran yang diinginkan. pompa kinetik menaikkan energi kinetik atau kecepatan kemudian diubah menjadi energi potential atau tekanan. Salah satu pompa kinetik adalah pompa sentrifugal.

Pompa *positif displacement* fluida ditekan secara mekanik, berakibat langsung terhadap naiknya energy potensial. Jenis pompa *positif displacement* adalah pompa torak dan pompa rotary.

1) Pompa Sentrifugal

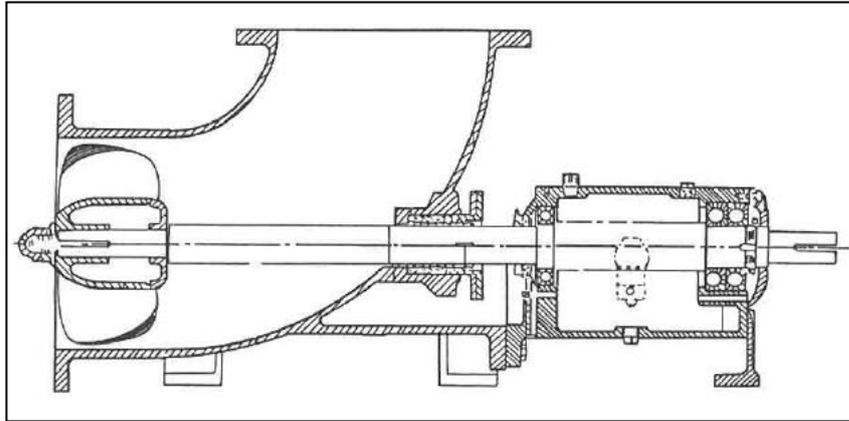


Gambar 57. Pompa Sentrifugal (Surface Production Operation vol 1)

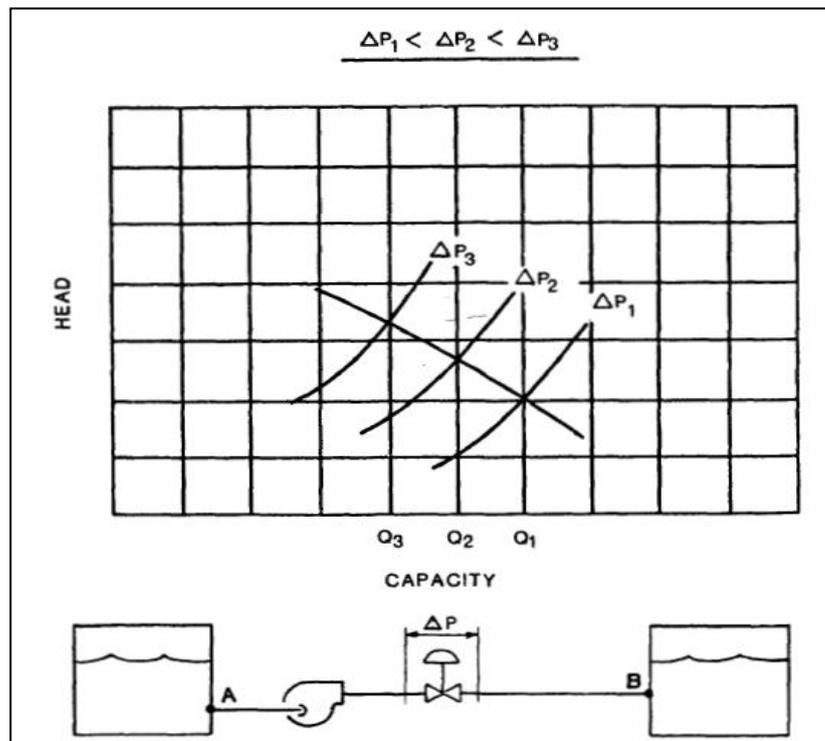
Pompa Sentrifugal adalah pompa dengan prinsip kerja merubah energi kinetik (kecepatan cairan) menjadi energi potensial melalui impeler yang dapat berputar dalam sebuah casing. Casing tersebut dihubungkan dengan saluran isap dan saluran tekan. Untuk menjaga agar didalam casing selalu terisi cairan, maka ada saluran isap yang harus dilengkapi dengan katup kaki (*foot valve*). Impeler yang berputar akan memberikan gaya sentrifugal sehingga cairan yang ada pada bagian pusat impeler yang kemudian ditahan casing sehingga menimbulkan tekanan alir. Pompa sentrifugal dibagi menjadi aliran radial dan aliran axial.

Pada pompa aliran axial aliran fluida sejajar dengan poros, ditunjukkan pada Gambar 49. Pompa dengan aliran radial memiliki *Head* yang lebih tinggi pada kecepatan yang lebih rendah dari pada pompa axial.

Penggunaan pomp axial cocok untuk aliran yang tinggi dengan *Head* yang rendah.



Gambar 58. Pompa Sentrifugal Aliran Axial.
(Surface Production Operation vol 1, 200)



Gambar 59. Sistem Pompa
(Surface Production Operation vol 1)

Kelebihan pompa sentrifugal adalah:

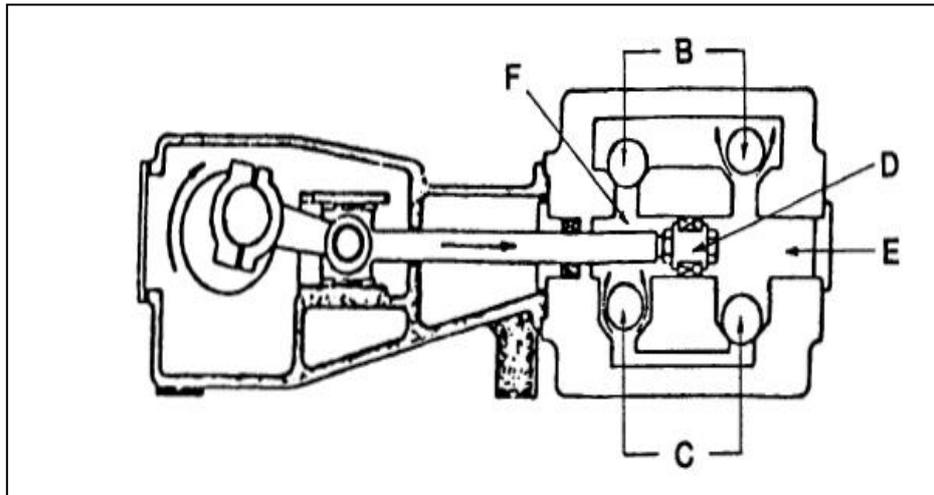
- a. Relative murah harganya.
- b. Biaya pemeliharaan yang lebih murah.
- c. Memiliki bentuk yang kompak, simple dan ringan.
- d. Dapat digunakan untuk cairan yang mengandung kotoran / padatan
- e. Karena memiliki pressure drop yang kecil dan jarak antara flang suction dan impeller tipis maka pompa ini dapat dioperasikan pada tekanan di suction yang rendah.
- f. Pada kurva head dan kapasitas pompa sentrifugal, head dapat diatur. Kapasitas pompa dapat diatur secara luas pada kecepatan konstan.

2) Pompa Desain Kusus

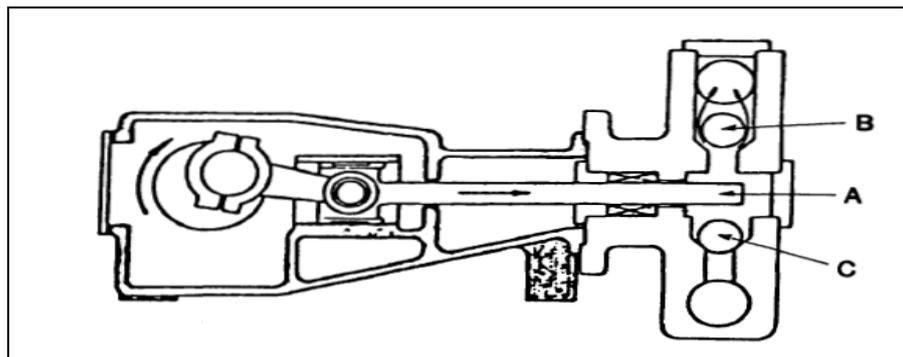
Pompa jenis ini dirancang untuk kondisi kusus didalam berbagai bidang sesuai dengan kebutuhannya. Seperti jet pump atau ejector pompa jenis ini adalah pompa yang terdiri dari tabung pancar, nozel konvergen dan ventury yang berbentuk diffuser.

Cara kerjanya ialah, pada bagian konvergen dihubungkan dengan pipa yang berfungsi sebagai pengisap cairan, fluida dapat terisap oleh pompa karena adanya daya penggerak dalam bentuk energi tekan fluida yang selanjutnya dialirkan melalui nozel. Dan masuk kedalam tabung dengan kecepatan tinggi sehingga menyebabkan kevakuman didalam tabung pompa. Fluida akan terisap dan bercampur dengan fluida penggerak. Pompa jenis ini dapat digunakan untuk mencampur dua jenis zat cair .

3) Pompa Reciprocating



Gambar 60. Pompa reciprocating double piston
(Surface Production Operation vol 1)



Gambar 61. Pompa reciprocating single plunger
(Surface Production Operation vol 1)

Energi mekanis dari penggerak pompa dikonversikan menjadi energi dinamis/potensial pada cairan yang dipindahkan dengan cara melalui elemen pemindah yang bergerak secara bolak-balik di dalam silinder. Elemen pemindah yang bergerak bolak-balik disebut pompa (piston) dan plunyer. Torak biasanya ukuran diameter relatif lebih besar dari panjangnya, sedangkan plunyer diameternya jauh lebih kecil dibanding panjangnya. Prinsip dari pompa Reciprocating yaitu, perpindahan dilakukan oleh maju mundurnya jarum poston.

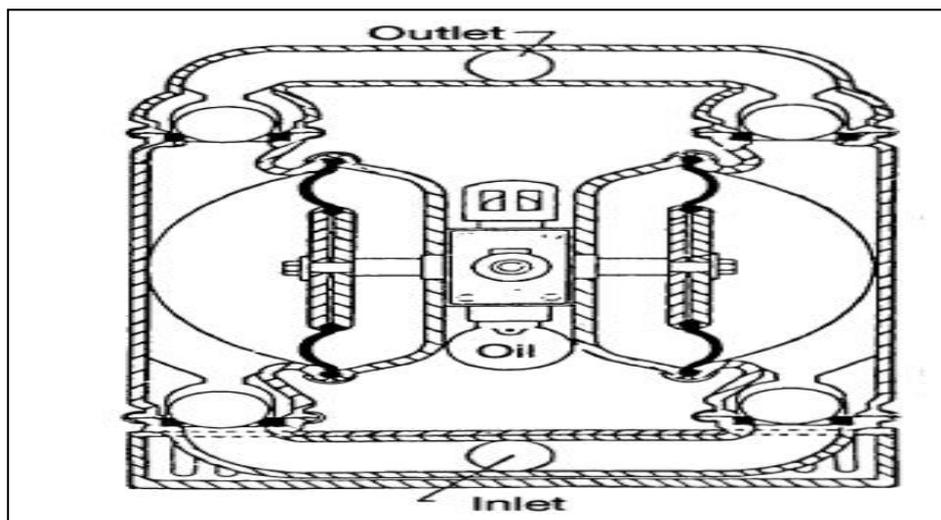
Kelebihan dari pompa *reciprocating* adalah:

- a. efisiensi yang tinggi terlepas dari adanya perubahan Head 85%-95%
- b. efisiensi tetap tinggi terlepas dari kecepatan pompa. Kecenderungan akan menurun dengan naiknya kecepatan.
- c. kecepatan rendah sehingga cocok untuk fluida kental.
- d. untuk kecepatan tertentu laju aliran konstan terlepas dari head. Pompa hanya dibatasi oleh kekuatan penggerak dan kekuatan bagian pompa.

Kekurangan pompa *reciprocating* adalah:

- a. biaya perawatan yang relative tinggi
- b. tidak sesuai untuk aliran yang mengandung padatan.
- c. memerlukan tekanan hisap yang lebih tinggi pada flens hisap, untuk menghindari kavitasi.
- d. lebih berat dan memerlukan lebih banyak ruang.
- e. perlu diperhatikan desain pipa section dan dischard dikarenakan getaran akustik dan mekanik

4) Pompa Diaphragma



Gambar 62. Pompa Diaphragma (Surface Production Operation vol 1)

Pompa ini menggunakan diafragma atau membran yang bekerja bolak-balik untuk menghisap masuk dan mendorong keluar air dalam ruang pompa (*chamber*) dan terdapat katup di saluran masuk dan keluarnya untuk menjaga arah aliran air agar masuk dan keluar sesuai dengan salurannya masing-masing.

Pergerakan diafragma akan menghasilkan daya hisap saat bergerak mundur untuk menghisap air masuk dan daya tekan saat bergerak maju untuk mendorong air keluar.

Keuntungan dari pompa ini adalah dapat menghandle fluida yang mengandung solid. biaya perawatan rendah, dapat beroperasi pada rate yang rendah, operasi dilakukan secara periodic dengan atau tanpa cairan.

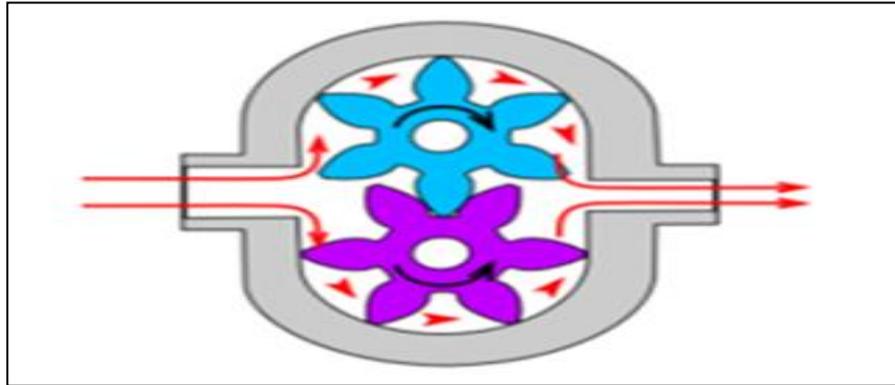
5) Pompa Rotary

Pompa rotary adalah pompa perpindahan positif dimana energi mekanis ditransmisikan dari mesin penggerak ke cairan dengan menggunakan elemen yang berputar (rotor) di dalam rumah pompa (casing). Pada waktu rotor berputar di dalam rumah pompa, akan terbentuk kantong-kantong yang mula-mula volumenya besar (pada sisi isap) kemudian volumenya berkurang (pada sisi tekan) sehingga fluida akan tertekan keluar.

Beberapa pompa rotari yang banyak ditemukan antara lain :

a. Pompa roda gigi luar

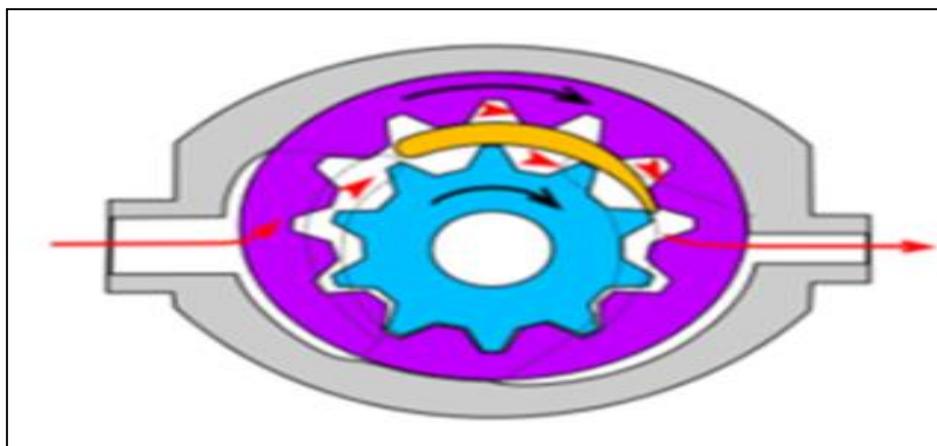
Rotornya berupa sepasang roda gigi yang berputar di dalam rumah pompa. Roda gigi itu dapat berupa gigi heliks-tunggal, heliks-ganda atau gigi lurus.



Gambar 63. Pompa roda gigi luar (macammakati.blogspot.co.id)

b. Pompa roda gigi dalam

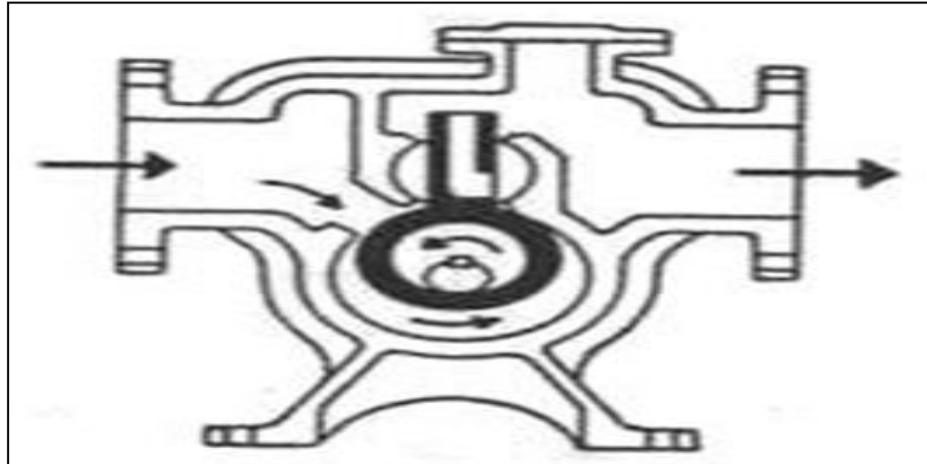
mempunyai rotor yang berupa roda gigi dalam yang berpasangan dengan roda gigi luar yang bebas (idler).



Gambar 64. Pompa roda gigi dalam (macammakati.blogspot.co.id)

c. Pompa kam dan piston

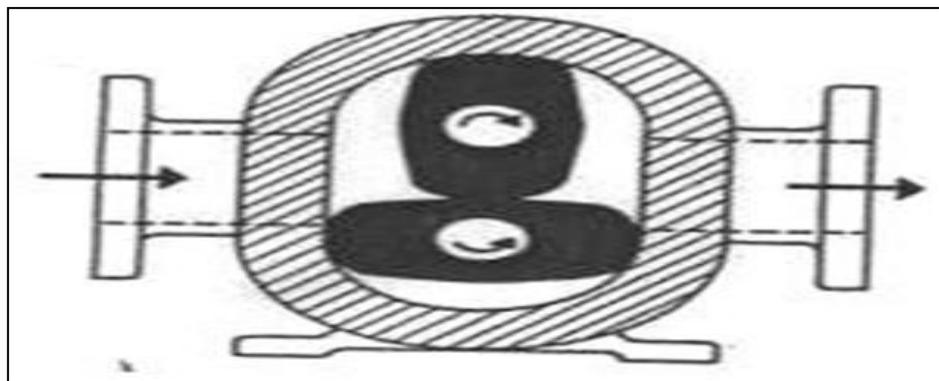
Disebut juga pompa plunyer rotari, terdiri dari lengan eksentrik dan lengan bercelah pada bagian atasnya.



Gambar 65 Pompa plunyer rotary (macammakati.blogspot.co.id)

d. Pompa cuping (pompa lobe)

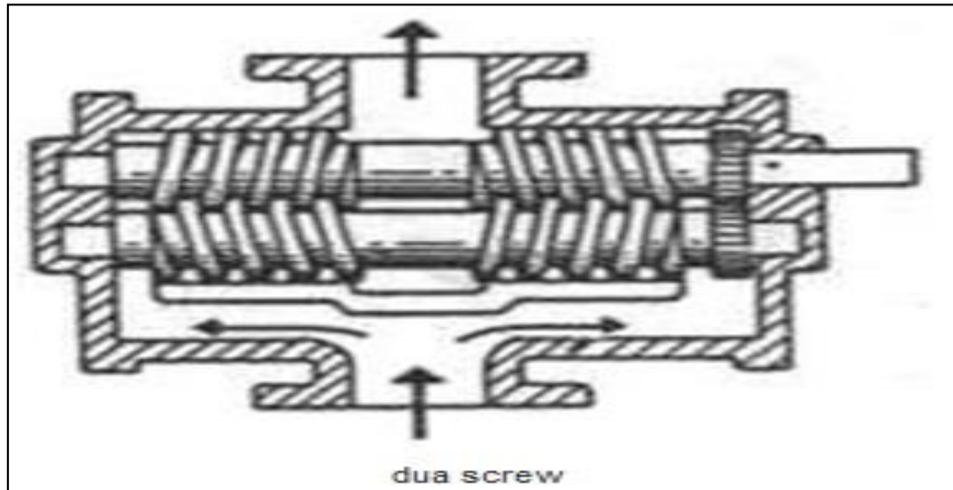
mempunyai dua rotor atau lebih dengan dua, tiga, empat cuping atau lebih pada masing-masing rotor.



Gambar 66. Pompa cuping (macammakati.blogspot.co.id)

e. Pompa sekrup

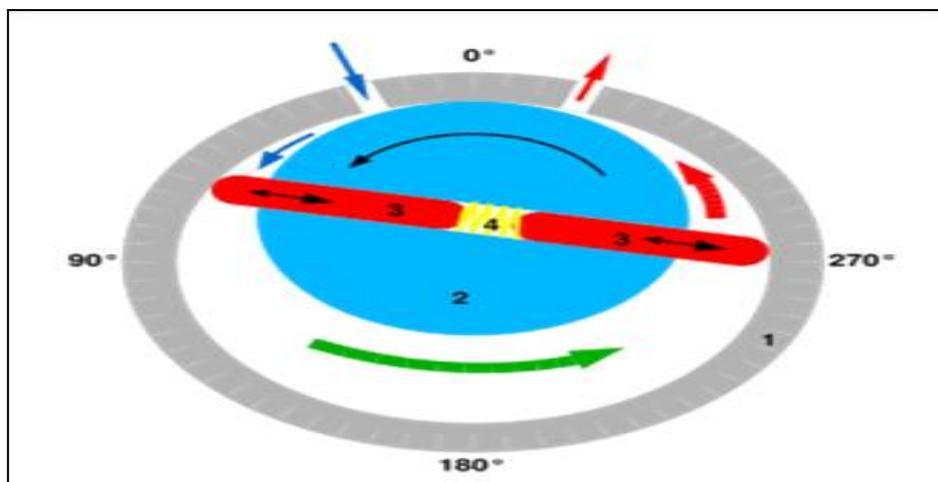
mempunyai satu, dua, tiga sekrup yang berputar dalam rumah pompa yang diam.



Gambar 67. Pompa Sekrup (macammakati.blogspot.co.id)

f. Pompa vane

rotornya berupa elemen berputar yang dipasang eksentrik dengan rumah pompa. Pada keliling rotor terdapat alur-alur yang diisi bilah-bilah sudu yang dapat bergerak bebas. Ketika rotor diputar sudu-sudu bergerak dalam arah radial akibat gaya sentrifugal, sehingga salah satu ujung sudu selalu kontak dengan permukaan dalam rumah pompa membentuk sekat-sekat ruangan di dalam pompa.



Gambar 68. Pompa vane (macammakati.blogspot.co.id)

a. **Prinsip Dasar**

Head adalah energy persatuan berat fluida. Head yang dapat dibangkitkan oleh suatu pompa dipengaruhi oleh jenis pompa, bentuk impeler, putaran, dan berat jenis fluida yang dipompakan, semakin besar berat jenisnya maka head yang dapat dibangkitkan akan semakin kecil. Perhitungan head dilakukan dengan menggunakan prinsip Hukum Bernaulli.

$$H = \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Dimana H = Head total pompa

$$\frac{P}{\gamma} = \text{Head Tekanan}$$

Z = Head statis

$$\frac{V^2}{2 \cdot g} = \text{Head Kinetik}$$

Daya adalah energy per satuan waktu biasa disebut sebagai house power. Hydraulic house power adalah daya yang dibutuhkan untuk mengalirkan zat cair.

$$HHP = \frac{Q \times \delta \times Q}{550}$$

HHP = Hidrolik house power ft-lb/sec

Q = Pump Head, ft

δ = Density, lb/ft³

Q = flow rate, ft³/ sec

Daya poros pompa atau Break Horse Power adalah daya untuk mengatasi kerugian daya yang dibutuhkan oleh poros yang sesungguhnya adalah lebih besardari pada daya hidrolik. Besarnya daya poros sesungguhnya adalah sama dengan efisiensi pompa atau dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BHP = \frac{HHP}{\pi_p}$$

BHP = Break House Power

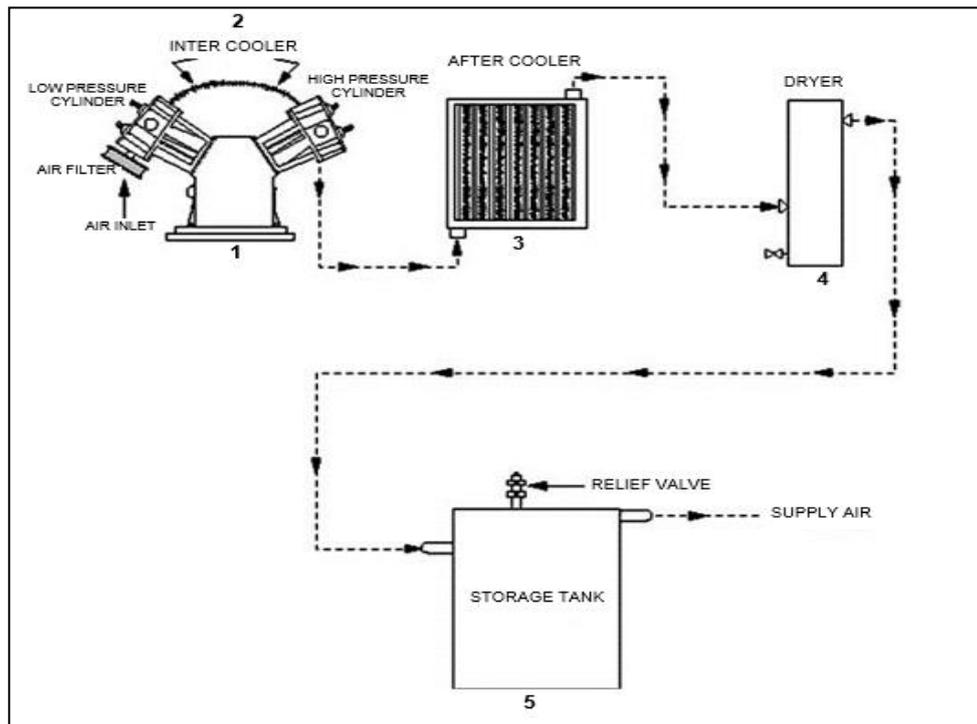
HHP = Hidraulik house power

π_p = efisiensi optimum pompa

2. Kompresor

Kompresor adalah mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. Kompresor biasanya menggunakan motor listrik, mesin diesel atau mesin bensin sebagai tenaga penggeraknya. Udara bertekanan hasil dari kompresor biasanya diaplikasikan atau digunakan pada pengecatan dengan teknik spray/ air brush, untuk mengisi angin ban, pembersihan, pneumatik, gerinda udara (air grinder) dan lain sebagainya.

Udara adalah zat yang bersifat dapat dimampatkan (*compressible*). Apabila udara ditekan (dinaikkan tekanannya) maka suhunya akan naik. Kenaikan suhu tersebut tergantung pada perbandingan/*ratio* dari tekanan akhir (sesudah dimampatkan) dan tekanan awal (sebelum dimampatkan) serta suhu awal udara tersebut. Makin besar perbandingan tekanan akhir dan awal maka makin besar pula kenaikan suhu udara tersebut, serta makin besar tenaga yang dibutuhkan untuk memampatkannya. Untuk mengantisipasi kenaikan suhu yang terlalu besar pada *compressor* (akibat kenaikan suhu udara yang dimampatkan) maka *compressor* dibuat bertingkat/*stage* (disebut *multi stage compressor*) dan dilengkapi dengan pendingin (*inter stage cooler*) diantara *stages*. Jadi, pada *compressor* yang bertingkat; dari *stage ke stage* berikutnya temperatur udara dijaga agar selalu stabil. Setelah proses dari *stage* terakhir udara melewati *aftercooler* kemudian dikeringkan dan disimpan dalam tabung penyimpanan.



Gambar 69. Aliran Udara pada Kompresor

Jenis-jenis kompresor

Secara umum kompresor dibedakan menjadi dua jenis yaitu kompresor kompresor perpindahan positif (*reciprocating*) dan dinamis.

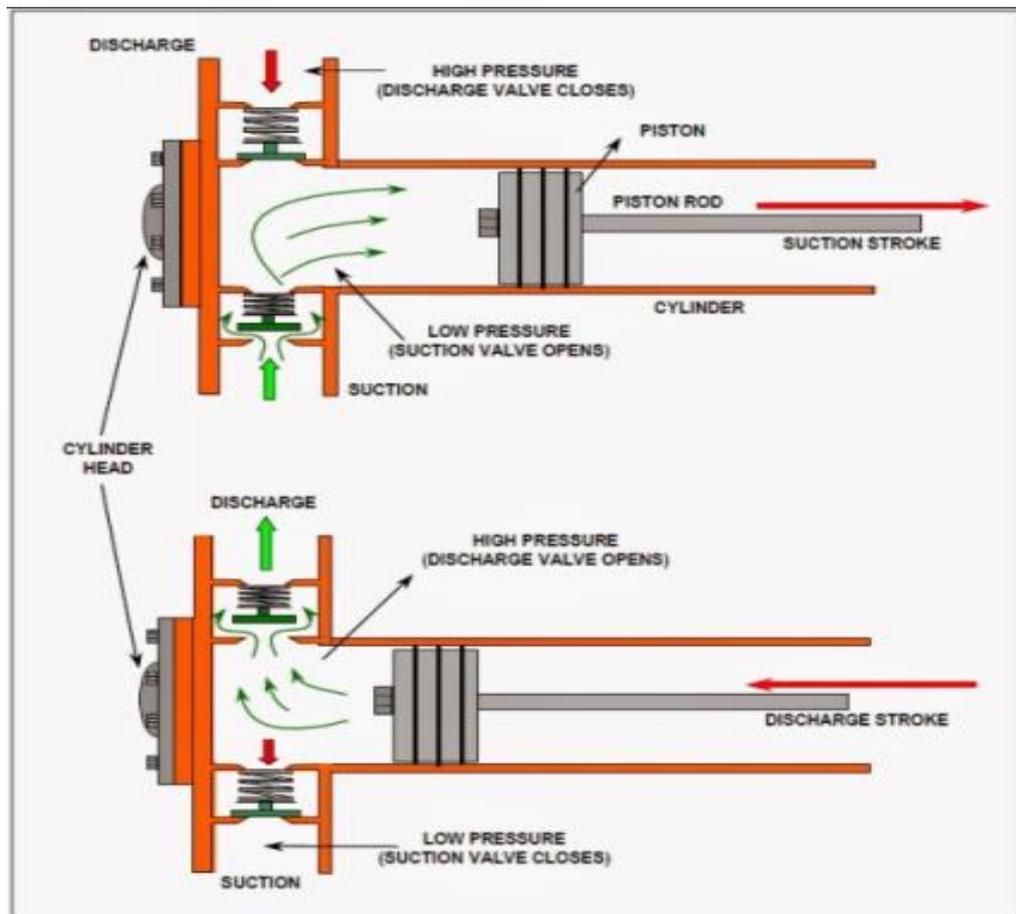
1. Kompresor perpindahan positif

Kompresor perpindahan positif dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu kompresor piston (*reciprocating compressor*) dan kompresor putar (*rotary*).

a. Kompresor piston kerja tunggal

Kompresor piston kerja tunggal adalah kompresor yang memanfaatkan perpindahan piston, kompresor jenis ini menggunakan piston yang didorong oleh poros engkol (*crankshaft*) untuk memampatkan udara/ gas. Udara akan masuk ke silinder

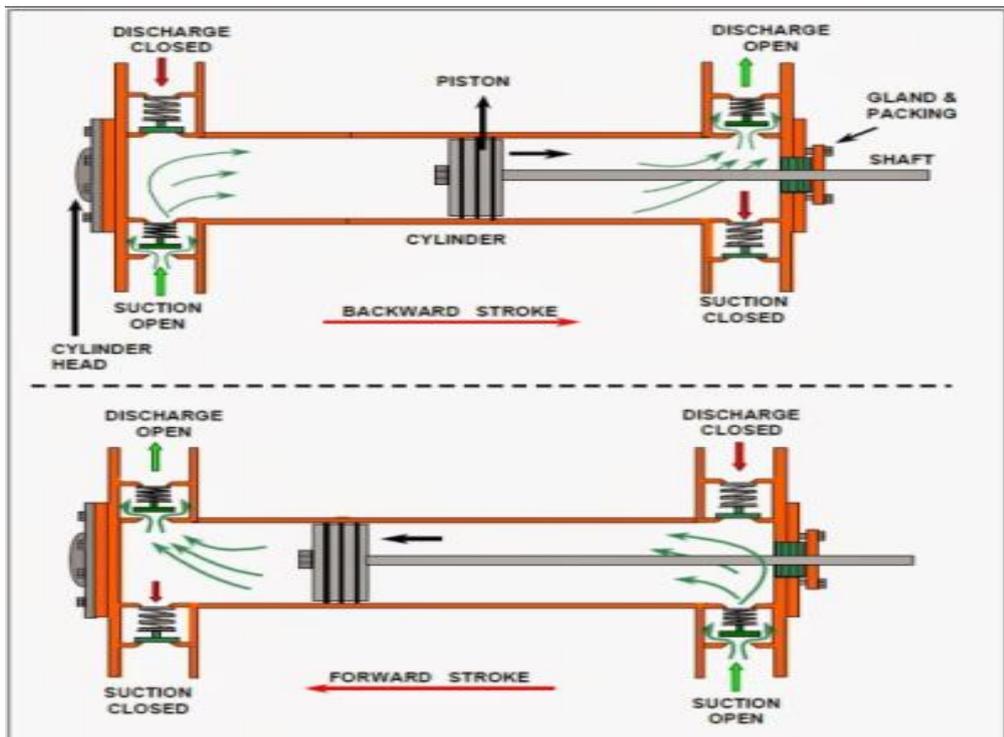
kompresi ketika piston bergerak pada posisi awal dan udara akan keluar saat piston/torak bergerak pada posisi akhir/depan.



Gambar 70. Kompresor piston tunggal (trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id)

b. Kompresor piston kerja ganda

Kompresor piston kerja ganda beroperasi sama persis dengan kerja tunggal, hanya saja yang menjadi perbedaan adalah pada kompresor kerja ganda, silinder kompresi memiliki port inlet dan outlet pada kedua sisinya. Sehingga meningkatkan kinerja kompresor dan menghasilkan udara bertekanan yang lebih tinggi dari pada kerja tunggal.



Gambar 71 Kompresor piston ganda (trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id)

c. Kompresor diafragma

Kompresor diafragma adalah jenis klasik dari kompresor piston, dan mempunyai kesamaan dengan kompresor piston, hanya yang membedakan adalah, jika pada kompresor piston menggunakan piston untuk memampatkan udara, pada kompresor diafragma menggunakan membran fleksible atau diafragma.

d. Kompresor screw (*Rotary screw compressor*)

Kompresor screw merupakan jenis kompresor dengan mekanisme putar perpindahan positif, yang umumnya digunakan untuk mengganti kompresor piston, bila diperlukan udara bertekanan tinggi dengan volume yang lebih besar.

e. Kompresor Dinamis

Kompresor sentrifugal merupakan kompresor yang memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller untuk mempercepat aliran fluida udara (gaya kinetik), yang kemudian diubah menjadi peningkatan potensi tekanan (menjadi gaya tekan) dengan memperlambat aliran melalui diffuser.

f. Kompresor aksial.

Kompresor aksial adalah kompresor yang berputar dinamis yang menggunakan serangkaian kipas airfoil untuk semakin menekan aliran fluida. Aliran udara yang masuk akan mengalir keluar dengan cepat tanpa perlu dilemparkan ke samping seperti yang dilakukan kompresor sentrifugal. Kompresor aksial secara luas digunakan dalam turbin gas/udara seperti mesin jet, mesin kapal kecepatan tinggi, dan pembangkit listrik skala kecil.

3. Turbin

Turbin adalah suatu alat atau mesin penggerak mula, di mana energi fluida kerja yang langsung dipergunakan untuk memutar roda turbin melalui nosel di teruskan ke sudu-sudunya. Jadi, berbeda dengan yang terjadi pada mesin torak, pada turbin tidak terdapat bagian mesin yang bergerak translasi. Bagian turbin yang berputar dinamai rotor atau roda turbin, sedangkan bagian yang tidak berputar dinamai stator atau rumah turbin. Roda turbin terletak di dalam rumah turbin dan roda turbin memutar poros daya yang menggerakkan atau memutar bebannya (generator listrik, pompa, kompresor, baling-baling atau mesin lainnya). Di dalam turbin fluida kerja mengalami proses ekspansi, yaitu proses penurunan tekanan, dan mengalir secara kontinu. Fluida kerjanya dapat berupa air, uap air atau gas.

1. Turbin air

Turbin air adalah turbin dengan fluida penggeraknya adalah air. Turbin air dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa cara,

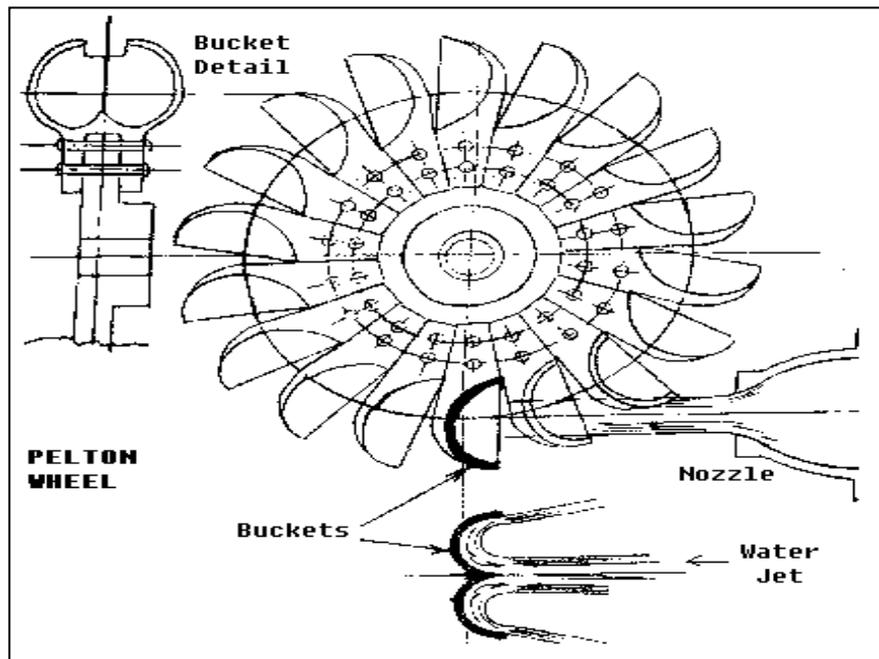
namun yang paling utama adalah klasifikasi turbin air berdasarkan cara turbin air tersebut merubah energi air menjadi energi puntir. Berdasarkan klasifikasi ini, maka turbin air dibagi menjadi dua yaitu turbin impulse dan turbin reaksi.

2. Turbin Impuls

Turbin impuls adalah turbin air yang cara kerjanya merubah seluruh energi air (yang terdiri dari energi potensial+tekanan+kecepatan) yang tersedia menjadi energi kinetik untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi kinetik. Energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada nozle. Air keluar nozle yang mempunyai kecepatan tinggi membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (impulse). Akibatnya roda turbin akan berputar. Turbin impuls adalah turbin tekanan sama karena aliran air yang keluar dari nozle tekanannya adalah sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Semua energi tinggi tempat dan tekanan ketika masuk ke sudu jalan turbin dirubah menjadi energi kecepatan

Turbin pelton digolongkan ke dalam jenis turbin impuls atau tekanan sama. Karena selama mengalir di sepanjang sudu-sudu turbin tidak terjadi penurunan tekanan, sedangkan perubahan seluruhnya terjadi pada bagian pengarah pancran atau nosel.

Energi yang masuk ke roda jalan dalam bentuk energi kinetik. Pada waktu melewati roda turbin, energi kinetik dikonversikan menjadi kerja poros dan sebagian kecil energi terlepas dan sebagian lagi digunakan untuk melawan gesekan dengan permukaan sudu turbin. Turbin pelton biasanya berukuran besar. Hal ini dapat dimaklumi karena dioperasikan pada tekanan yang tinggi dan perubahan momentum yang diterima sudu-sudu sangat besar, dengan sendiri struktur turbin harus kuat.



Gambar 72. Turbin Pelton (yefrichan.wordpress.com)

Turbin Pelton terdiri dari dua bagian utama yaitu:

- a. Nosel
- b. Roda jalan.

Nosel mempunyai beberapa fungsi yaitu:

- a. Mengarahkan pancaran air ke sudu turbin.
- b. Mengubah tekanan menjadi energi kinetik.
- c. Mengatur kapasitas air yang masuk turbin.

Jarum yang berada pada nosel bertujuan untuk mengatur kapasitas dan mengkonsentrasikan air yang terpancar di mulut nosel. Panjang jarum sangat menentukan tingkat konsentrasi air, makin panjang jarum air makin terkonsentrasi.

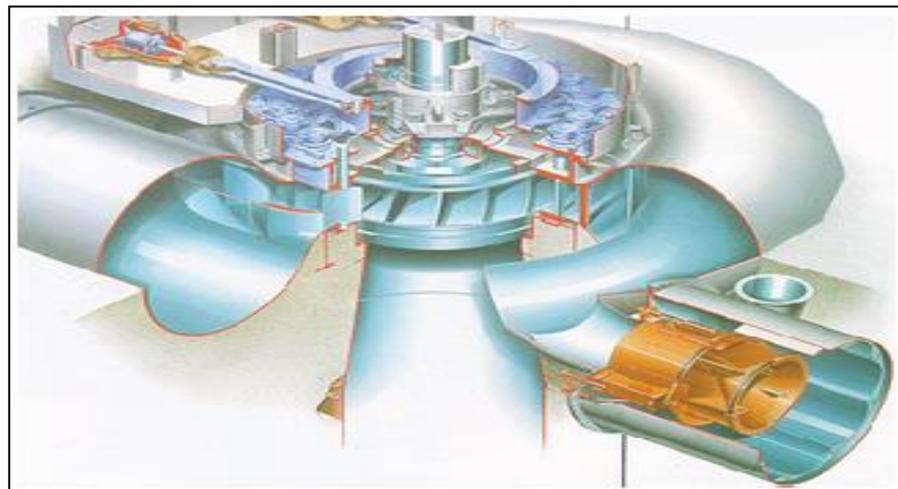
Untuk turbin pelton dengan daya kecil, debit bisa diatur dengan hanya menggeser kedudukan jarum sudu. Untuk instalasi yang lebih besar harus menggunakan dua buah sistem pengaturan atau lebih.

Tujuan pengaturan ini adalah untuk menghindari terjadinya tekanan tumbukan yang besar dalam pipa pesat yang timbul akibat penumpukkan nosel secara tiba-tiba ketika beban turbin berkurang dengan tiba-tiba.

Untuk mengurangi putaran turbin pada kondisi atas, pembelokkan pancaran akan berayun kedepan jarum nosel terlebihdahulu sehingga pancaran air dari nosel berbelok sebagian.

3. Turbin Reaksi

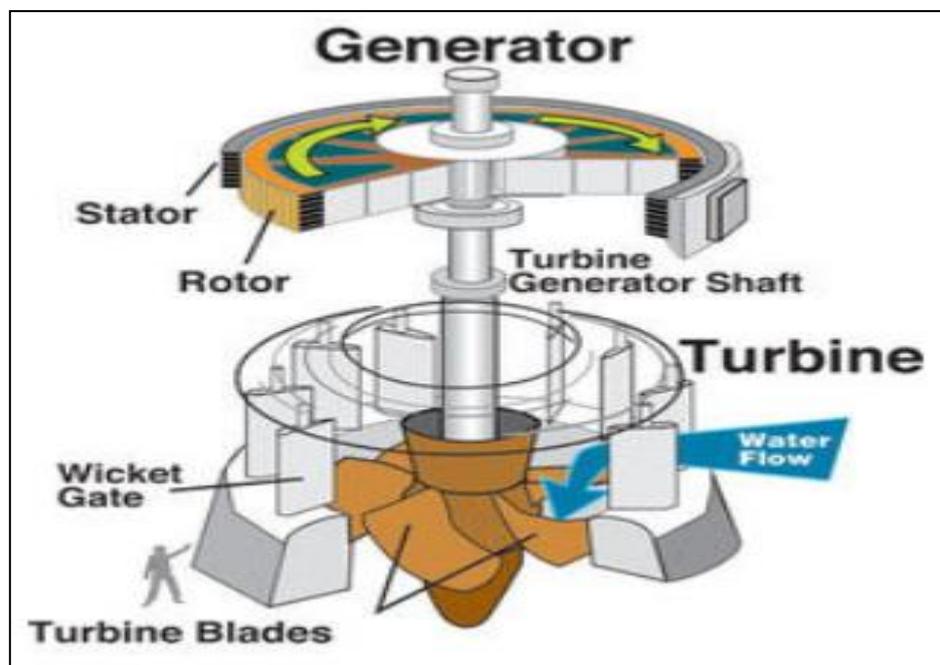
Turbin air yang cara bekerjanya dengan merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi puntir. Turbin air reaksi dibagi menjadi dua jenis yaitu Francis dan propeller / Kaplan.



Gambar 73. Turbin Francis (satuenergi.com)

Turbin Francis merupakan jenis turbin tekanan lebih. Sudunya terdiri atas sudu pengarah dan sudu jalan yang keduanya terendam dalam air. Perubahan energi terjadi seluruhnya dalam sudu pengarah dan sudu gerak, dengan mengalirkan air ke dalam sebuah terusan atau dilewatkan ke dalam sebuah cincin yang berbentuk spiral atau rumah kosong. Turbin Francis paling banyak digunakan di Indonesia. Turbin ini digunakan untuk tinggi terjun sedang, yaitu 20-440 meter..

Turbin Francis merupakan salah satu turbin reaksi. Turbin dipasang diantara sumber air tekanan tinggi di bagian masuk dan air bertekanan rendah di bagian keluar. Turbin Francis menggunakan sudut pengarah. Sudut pengarah mengarahkan air masuk secara tangensial. Sudut pengarah pada turbin Francis dapat merupakan suatu sudut pengarah yang tetap ataupun sudut pengarah yang dapat diatur sudutnya. Untuk penggunaan pada berbagai kondisi aliran air penggunaan sudut pengarah yang dapat diatur merupakan pilihan yang tepat



Gambar 74. Turbin Kaplan (satu energy.com)

Turbin Kaplan termasuk kelompok turbin air reaksi jenis baling-baling (propeller). Keistimewaannya adalah sudut sudu gerak (runner) bisa diatur (adjustable blade) untuk menyesuaikan dengan kondisi aliran saat itu yaitu perubahan debit air. Pada pemilihan turbin didasarkan pada kecepatan spesifiknya. Turbin Kaplan ini memiliki kecepatan spesifik tinggi (high specific speed). Turbin Kaplan bekerja pada kondisi head rendah dengan debit besar. Pada perancangan turbin Kaplan ini meliputi perancangan komponen utama turbin Kaplan yaitu sudu gerak (runner), sudu pengarah (guide vane), spiral casing, draft tube dan mekanisme pengaturan sudut bilah sudu gerak. Pemilihan profil sudu gerak dan sudu pengarah yang tepat untuk menghasilkan torsi yang besar. Perancangan spiral casing dan draft tube menggunakan persamaan empiris. Perancangan mekanisme pengatur sudut bilah (β) sudu gerak dengan memperkirakan besar sudut putar maksimum sudu gerak berdasarkan jumlah sudu, debit air maksimum dan minimum. Turbin Kaplan ini dirancang untuk kondisi head 4 m dan debit 5 m³/s. Akhirnya dari hasil perancangan turbin Kaplan ini didapatkan dimensi dari komponen utama turbin yang diwujudkan ke dalam bentuk gambar kerja dua dimensi. Turbin Kaplan digunakan untuk tinggi terjun yang rendah, yaitu di bawah 20 meter. Teknik mengkonversikan energi potensial air menjadi energi mekanik roda air turbin dilakukan melalui pemanfaatan kecepatan air. Roda air turbin Kaplan menyerupai baling-baling dari kipas angin. Sudu roda jalan turbin Kaplan mirip roda propeller yang letak sudunya terpisah jauh satu dengan yang lain. Memperlihatkan kaskade (cascade) sudu roda jalan turbin Kaplan beserta segitiga kecepatan pada bagian masuk dan keluar sudu.

4. Turbin Uap

Turbin yang menggunakan metode external combustion engine (mesin pembakaran luar). Pemanasan fluida kerja (uap) dilakukan di luar sistem. Prinsip kerja dari suatu instalasi turbin uap secara umum

adalah dimulai dari pemanasan air pada ketel uap. Uap air hasil pemanasan yang bertemperatur dan bertekanan tinggi selanjutnya digunakan untuk menggerakkan poros turbin. Uap yang keluar dari turbin selanjutnya dapat dipanaskan kembali atau langsung disalurkan ke kondensor untuk didinginkan. Pada kondensor uap berubah kembali menjadi air dengan tekanan dan temperatur yang telah menurun. Selanjutnya air tersebut dialirkan kembali ke ketel uap dengan bantuan pompa. Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa turbin uap adalah mesin pembangkit yang bekerja dengan sistem siklus tertutup.

Uap masuk kedalam turbin melalui nosel. Didalam nosel energi panas dari uap dirubah menjadi energi kinetis dan uap mengalami pengembangan. Tekanan uap pada saat keluar dari nosel lebih kecil dari pada saat masuk ke dalam nosel, akan tetapi sebaliknya kecepatan uap keluar nosel lebih besar dari pada saat masuk ke dalam nosel. Uap yang memancar keluar dari nosel diarahkan ke sudu-sudu turbin yang berbentuk lengkungan dan dipasang disekeliling roda turbin. Uap yang mengalir melalui celah-celah antara sudu turbin itu dibelokkan kearah mengikuti lengkungan dari sudu turbin. Perubahan kecepatan uap ini menimbulkan gaya yang mendorong dan kemudian memutar roda dan poros turbin.

Jika uap masih mempunyai kecepatan saat meninggalkan sudu turbin berarti hanya sebagian yang energi kinetis dari uap yang diambil oleh sudu-sudu turbin yang berjalan. Supaya energi kinetis yang tersisa saat meninggalkan sudu turbin dimanfaatkan maka pada turbin dipasang lebih dari satu baris sudu gerak. Sebelum memasuki baris kedua sudu gerak. Maka antara baris pertama dan baris kedua sudu gerak dipasang satu baris sudu tetap (*guide blade*) yang berguna untuk mengubah arah kecepatan uap, supaya uap dapat masuk ke baris kedua sudu gerak dengan arah yang tepat.

Kecepatan uap saat meninggalkan sudu gerak yang terakhir harus dapat dibuat sekecil mungkin, agar energi kinetis yang tersedia dapat

dimanfaatkan sebanyak mungkin. Dengan demikian efisiensi turbin menjadi lebih tinggi karena kehilangan energi relatif kecil.

Klasifikasi turbin uap berdasarkan pada tingkat penurunan Tekanan Dalam Turbin :

a. Turbin Tunggal (Single Stage)

Dengan kecepatan satu tingkat atau lebih turbin ini cocok untuk untuk daya kecil, misalnya penggerak kompresor, blower, dll.

b. Turbin Bertingkat (Aksi dan Reaksi).

Disini sudu-sudu turbin dibuat bertingkat, biasanya cocok untuk daya besar. Pada turbin bertingkat terdapat deretan sudu 2 atau lebih. Sehingga turbin tersebut terjadi distribusi kecepatan / tekanan.

Klasifikasi turbin berdasarkan Proses Penurunan Tekanan Uap

a. Turbin Kondensasi.

Tekanan keluar turbin kurang dari 1 atm dan dimasukkan kedalam kompresor.

b. Turbin Tekanan Lawan.

Apabila tekanan sisi keluar turbin masih besar dari 1 atm sehingga masih dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin lain.

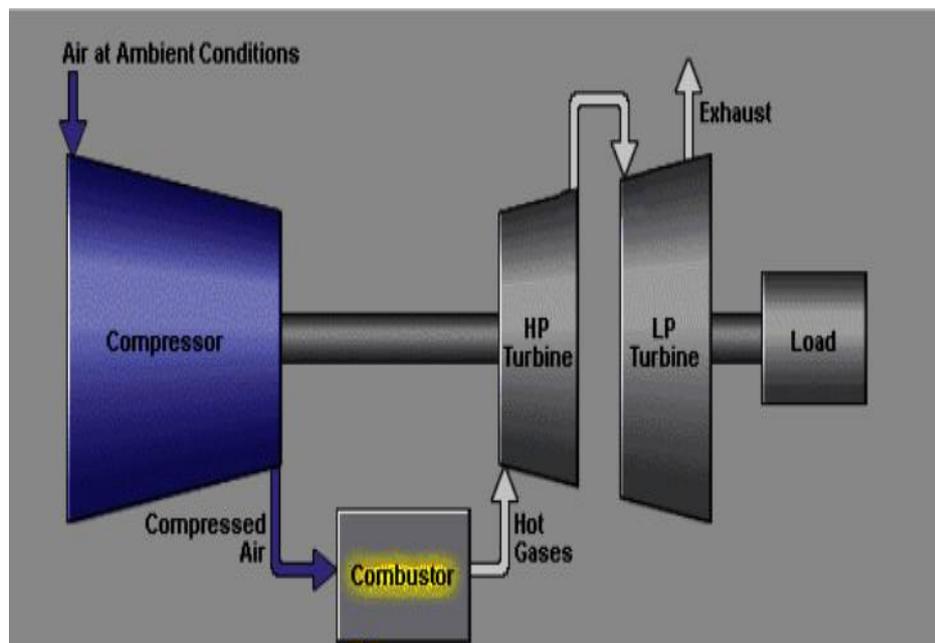
c. Turbin Ekstraksi.

Didalam turbin ini sebagian uap dalam turbin diekstraksi untuk roses pemanasan lain, misalnya proses industri.

5. Turbin Gas

Turbin gas adalah suatu penggerak mula yang memanfaatkan gas sebagai fluida kerja. Didalam turbin gas energi kinetik dikonversikan menjadi energi mekanik berupa putaran yang menggerakkan roda

turbin sehingga menghasilkan daya. Bagian turbin yang berputar disebut rotor atau roda turbin dan bagian turbin yang diam disebut stator atau rumah turbin. Rotor memutar poros daya yang menggerakkan beban (generator listrik, pompa, kompresor atau yang lainnya).



Gambar 75. Turbin Gas (rahmanta13.files.wordpress.com)

Udara masuk kedalam kompresor melalui saluran masuk udara (*inlet*). Kompresor ini berfungsi untuk menghisap dan menaikkan tekanan udara tersebut, akibatnya temperatur udara juga meningkat. Kemudian udara yang telah dikompresi ini masuk kedalam ruang bakar. Di dalam ruang bakar disemprotkan bahan bakar sehingga bercampur dengan udara tadi dan menyebabkan proses pembakaran. Proses pembakaran tersebut berlangsung dalam keadaan tekanan konstan sehingga dapat dikatakan ruang bakar hanya untuk menaikkan temperatur. Gas hasil pembakaran tersebut dialirkan ke turbin gas melalui suatu nozel yang

berfungsi untuk mengarahkan aliran tersebut ke sudu-sudu turbin. Daya yang dihasilkan oleh turbin gas tersebut digunakan untuk memutar kompresornya sendiri dan memutar beban lainnya seperti generator listrik, dll. Setelah melewati turbin ini gas tersebut akan dibuang keluar melalui saluran buang (*exhaust*).

Secara umum proses yang terjadi pada suatu sistem turbin gas adalah sebagai berikut:

1. Pemampatan (*compression*) udara di hisap dan dimampatkan
2. Pembakaran (*combustion*) bahan bakar dicampurkan ke dalam ruang bakar dengan udara kemudian di bakar.
3. Pemuai (*expansion*) gas hasil pembakaran memuai dan mengalir ke luar melalui nozel (*nozzle*)
4. Pembuangan gas (*exhaust*) gas hasil pembakaran dikeluarkan lewat saluran pembuangan.

Turbin gas dapat dibedakan berdasarkan siklusnya, konstruksi poros dan lainnya.

Menurut siklusnya turbin gas terdiri dari:

- (1) Turbin gas siklus tertutup (*Close cycle*)
- (2) Turbin gas siklus terbuka (*Open cycle*)

Perbedaan dari kedua tipe ini adalah berdasarkan siklus fluida kerja. Pada turbin gas siklus terbuka, akhir ekspansi fluida kerjanya langsung dibuang ke udara atmosfer, sedangkan untuk siklus tertutup akhir ekspansi fluida kerjanya didinginkan untuk kembali ke dalam proses awal.

6. Pengembangan Produk Berupa Listrik.

Teknik Tenaga Listrik ialah ilmu yang mempelajari konsep dasar kelistrikan dan pemakaian alat yang asas kerjanya berdasarkan aliran elektron dalam konduktor (arus listrik). Dalam Teknik Tenaga Listrik dikenal dua macam arus :

1. Arus searah dikenal dengan istilah DC (*Direct Current*)
2. Arus bolak balik dikenal sebagai AC (*Alternating Current*)

Dalam menghasilkan arus searah atau arus bolak balik, dikenal sistem pengadaan energi listrik, Pembangkit: Sebagai sumber energi listrik yang antara lain berupa; PLTA, PLTU, PLTN, PLTG, PLTD, dan ENERGI DARI ANGIN, SURYA, GEOTHERMAL, OMBAK, CHEMICAL, dan sebagainya. Transmisi: Sebagai jaringan untuk menyalurkan energi listrik dari pembangkit ke beban atau ke jaringan distribusi (gardu-gardu listrik). Distribusi: Sebagai jaringan yang menyalurkan energi listrik ke konsumen pemakai.

Dalam sistem energi listrik dikenal peralatan yang mengubah energi listrik, baik dari energi listrik ke energi mekanis, maupun sebaliknya, serta mengubah energi listrik dari rangkaian atau jaringan yang satu menjadi energi listrik yang lain pada rangkaian atau jaringan berikutnya. Peralat tersebut adalah generator, Motor dan Transformator.

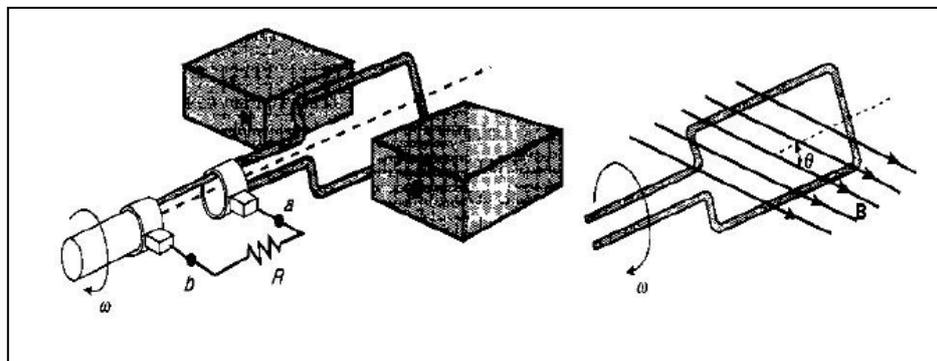
Generator merupakan piranti atau peralatan listrik yang dapat dipergunakan untuk mengubah energi mekanis menjadi energi listrik, dapat berupa generator arus searah (generator DC) maupun generator arus bolak-balik (Alternator). Motor merupakan piranti atau peralatan listrik yang dapat dipergunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanis, juga dapat berupa motor arus searah maupun motor arus bolak balik. Sedangkan Transformator biasa disebut juga Trafo, adalah piranti atau peralatan listrik yang dapat dipergunakan untuk mengubah energi listrik yang satu ke energi listrik yang lain dimana tegangan keluaran (*output*) dapat dinaikkan ataupun diturunkan oleh piranti ini sesuai dengan kebutuhan.

1. **Gene ator arus bolak-balik (*alternator*).**

Arus yang dihasilkan dari perkisaran lingkaran kawat, yang diujungnyadihubungkan dengan cincin tembaga yang satu dengan yang lainnya terhadapporos diseat pada cincin ini diletakkan dua buah sikat yang mengambil arus dari kawat lingkaran, kemudian diberikan pada aliran luar. Arus yang mengalir dalam rantai ini berubah-ubah besar serta arahnya, maka disebut arus bolak-balik.

Cara mendapatkan arus listrik dari perkisaran lingkaran kawat, keduaujung kawat itu dihubungkan pada dua buah cincin tembaga yang satusamainnya serta terhadap porosnya diseat. Pada cincin ini diletakkan dua buah sikat yang mengambil arus dari kawat lingkaran kemudian diberikan kepada rantai aliran luar. Arus yang mengalir dalam rantai ini berubah-ubah pula seperti tekanan yang diinduksikan.

Tahanan lingkaran kawat disebut tahanan dalam dan tahanan rantai aliran luar disebut tahanan luar. Jika perputarannya beraturan, tekanannya berlangsung seperti sinusoida.



Gambar 76. Prinsip kerja *alternator* (installist.files.wordpress.com)

Sebuah lingkaran kawat ABCD yang diputar keliling poros MN. Seandainya jumlah GGL yang dilingkar O, kuat arus maksimum. Bila kita perhatikan pulaselama separo putaran AB memotong garis gaya dari bawah ke atas dan setelah melalui garis netral garis gaya tersebut dipotong dari atas ke bawah, dengan kata lain, dalam arah yang

berlawanan. Dengan demikian gaya gerak listrik dan arus listrik, terjadi sewaktu melalui garis netral dan berbalik arahnya. Kejadian yang timbul selama lingkaran kawat diputar, merupakan suatu putaran sempurna.

Pada poros selinder ini terdapat beberapa jalur tembaga yang disebut lamel, yang disekat satu sama lain, dan seluruhnya merupakan sebuah kolektor. Karena kawat-kawat lingkaran dihubungkan pada tembereng kolektor ini, maka perubahan kutub berjalan otomatis.

Jangkar yang berbentuk selinder tadi disebut jangkar teromol. Kumputan kawat yang berputar harus diletakkan pada jangkar ini, demikian sehingga apabila sisi yang satu berada di muka kutub utara, yang lain berada di muka kutub selatan dan semuanya diatur demikian sehingga terjadi suatu rantai aliran tertutup.

Apabila jangkar berputar, terjadi suatu GGL dalam tiap lingkaran. Hasil pekerjaan bersama dari berbagai-bagai kumparan itu dapat diperoleh dengan menjumlahkan GGL dalam berbagai kumparan untuk tiap saat.

2. Generator arus searah

Bila kawat melingkar diletakkan di antara dua kutub utara dan selatan maka akan memotong garis-garis gaya sehingga dalam kawat terjadi arus induksi. Arus induksi yang dihasilkan berupa arus bolak-balik. Arus bolak-balik yang dihasilkan itu kemudian diubah menjadi arus searah dengan memakai dua sekat lempengan logam setengah lingkaran (cincin slip/komutator). Besar GGL induksi tergantung pada jumlah garis gaya yang dipotong tiap detik. Kumparan yang diinduksikan gaya gerak listrik disebut anker. Untuk mencapai tegangan yang tinggi, kawat kumparannya digulung pada sebuah inti besi dan menggunakan banyak lilitan. Ujung-ujung kumparan

dihubungkan pada komutator yang terdiri dari dua cincin slip yang disekatkan satu sama lain. Pada kedua belahan cincin tersebut disinggungkan sikat-sikat yang terbuat dari grafit yang dihubungkan ke kutub-kutub generator. Kedudukan sikat-sikat sedemikian hingga terselip dari segmen komutator yang satu ke segmen yang lain pada saat GGL berubah arah selama waktu kumparan berputar. Di dalam rantai aliran luar terdapat tegangan searah yang berubah-ubah.

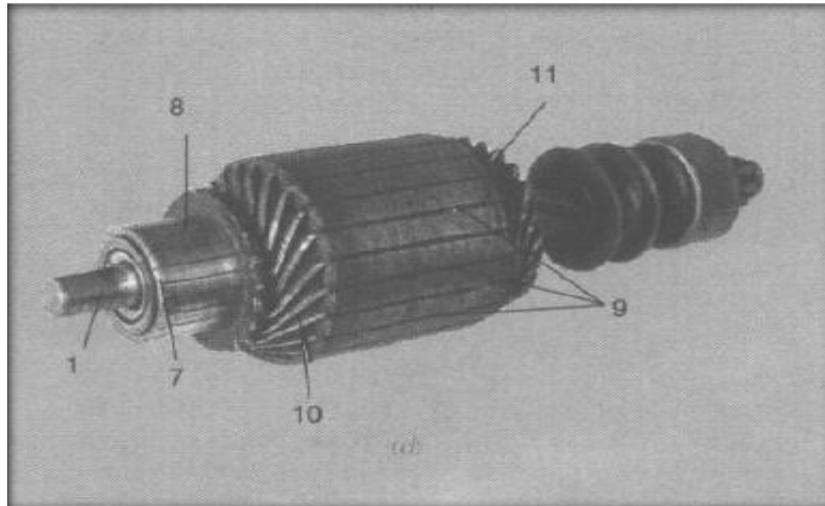
Jika kumparan berputar 180 derajat, maka selama putaran itu akan terjadi gaya gerak listrik induksi yang arahnya tetap. Setelah berputar 180 derajat sikat-sikat bersinggungan dengan isolator sehingga dalam aliran luar tidak ada arus. Pada perputaran berikutnya terjadi GGL induksi lagi, tetapi karena bentuk komutator demikian, maka pada aliran luar GGL itu tetap sama seperti semula.

3. Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi kinetik. Dasar kerja motor hampir sama dengan alat pengukur listrik, yaitu perputaran kumparan berarus listrik dalam suatu medan magnet. Alat yang dapat melakukan perubahan arah aliran dinamakan komutator yang terpasang pada poros motor.

Komponen utama dari motor listrik yaitu; sebuah magnet yang berbentuk U dengan ruang berbentuk silinder di antara kutub-kutubnya, sebuah kumparan

yang dapat berputar di antara kutub magnet, dua buah sikat, dua buah cincin belah.



Gambar 77. Motor Listrik (installist.files.wordpress.com)

Motor listrik mempunyai bagian utama yaitu ;

- a. Sebuah magnet tetap berbentuk U dengan ruang di antara kutub-kutubnya berbentuk selinder.
- b. Sebuah kumparan yang dapat berputar diantara kutub-kutub magnet tetap
- c. Dua buah sikat S1 dan S2
- d. Dua buah cincin belah B1 dan B2

Prinsip kerja motor listrik adalah :

1. Arus listrik masuk melalui sikat S2 ke belahan B2, dari B2 arus mengalir melalui kumparan ke belahan B1 ke sikat S1.
2. Arus listrik ini memutar kumparan sampai bidang kumparan menghadap magnet kutub-kutub magnet tetap. B1 dan B2 berputar.
3. Tepat pada saat itu B2 bersentuhan dengan S1 dan B1 bersentuhan dengan S2. Sekarang arus dalam kumparan menjadi

dari S2 ke belahan B1 melalui Kumparan lalu kebelahan B2 terus ke sikat S1. Jadi arus sekarang dalam kumparan berubah. Dengan demikian kumparan berputar setengah putaran lagi, demikian seterusnya tiap kali bidangkumparan berhadapan dengan kutub-kutub magnet tetap. Arah arus diubaholeh cincin belah itu yang terbuat dari penghantar dan disebut Komutator.

4. Pengaruh medan magnet terhadap kumparan itu paling besar ketika bidang kumparan tidak terletak sejajar dengan garis-garis gaya. Sedangkan pengaruh medan magnet terhadap putaran kumparan paling kecil ketika bidang kumparan itu tegak lurus garis-garis gaya. Maka dari itu kumparan motor itu menggunakan satu kumparan yang berjalan agak tersentak sentak. Untuk menghaluskan putaran maka digunakan dua buah kumparan, yang satu tegak lurus dengan yang lain, dengan dua pasang cincing belah. Dengan cara ini bila kumparan yang satu tegak lurus pada garis gaya maka kumparan yang lain sejajar dengan garis gaya. Untuk membuat motor listrik yang kuat maka kumparan yang digunakan lebih banyak lagi, begitu pula cincin belahnya. Kumparan-kumparan diletakkan pada alur-alur sebuah selinder besi disebut Anker atau Sauh. Ujung-ujung tiap kumparan berakhir pada komutator yang berupa plat-plat tembaga yang tersekat atau sama lain tersusun sekeliling anker sedangkan sikatnya terbuat dari karbon.

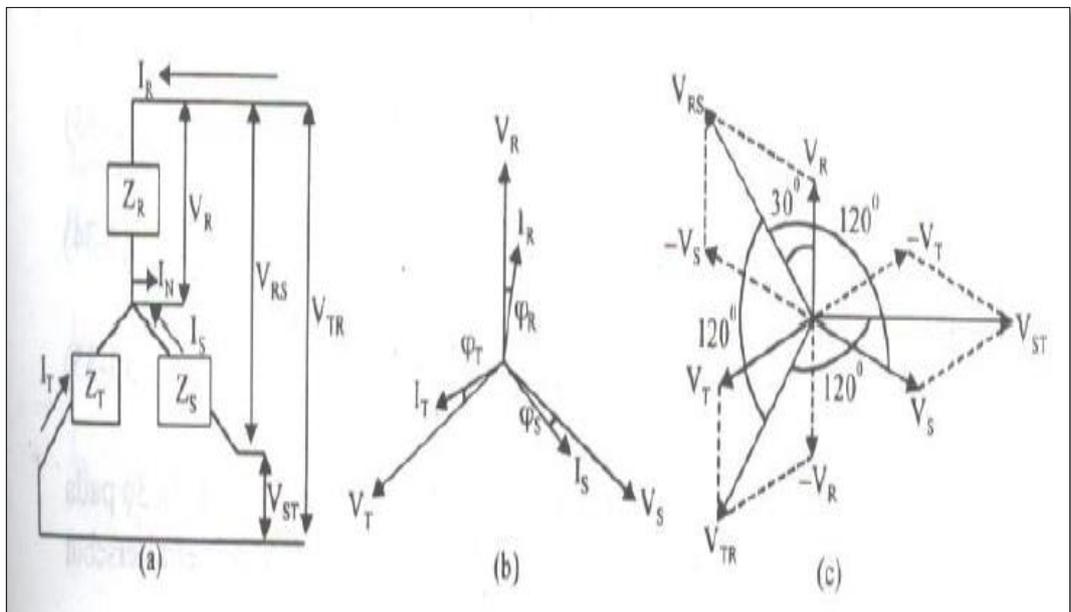
4. Alternator GGL tiga phase

Rangkaian listrik tiga fase diberi energi oleh tiga GGL bolak balik dengan frekuensi yang sama dan berbeda fase 120° listrik. Tiga GGL gelombang sinus yang demikian ditunjukkan dalam gambar di bawah ini. Ketiga GGL ini dibangkitkan dalam tiga pasangan jangkar yang terpisah dalam generator AC.

Tiga pasang kumparan ini dipasang terpisah 120 derajat listrik pada jangkar generator. Ujung kumparan semuanya dikeluarkan dari

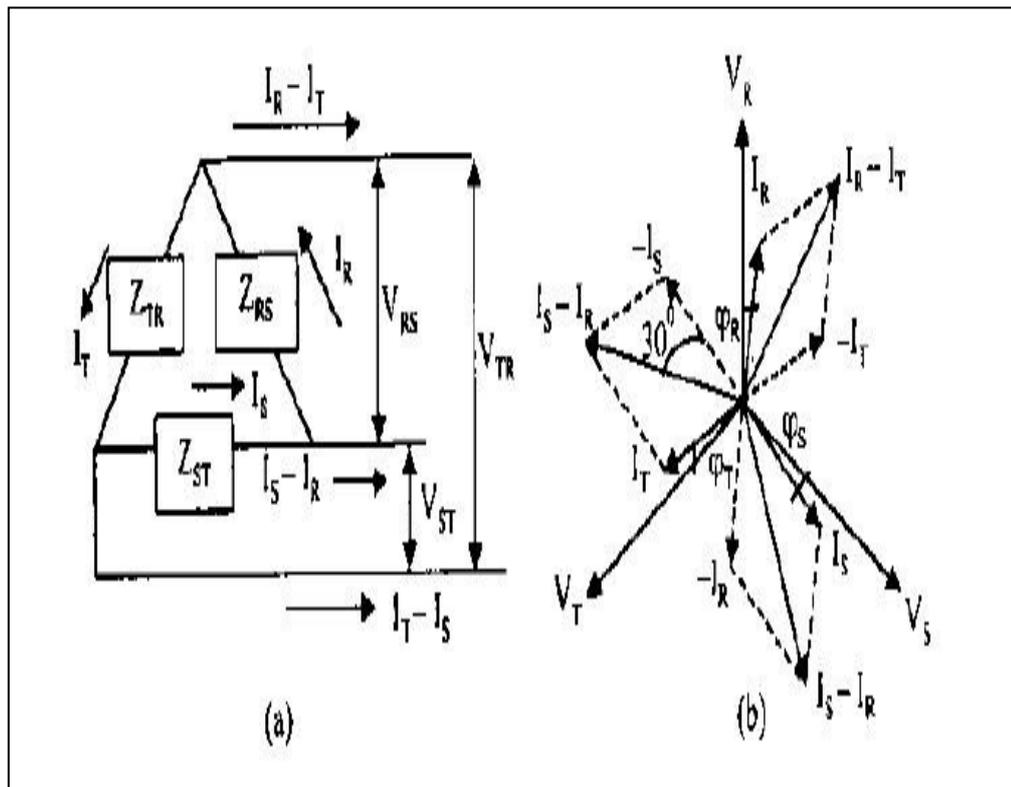
generator untuk membentuk tiga rangkaian fase-tunggal yang terpisah. Tetapi kumparan-kumparan biasanya dihubungkan baik di dalam maupun di luar guna membentuk sistem tiga fase kawat tiga atau kawat empat.

Ada dua cara hubungan kumparan tiga fase, dan secara umum ada dua cara menghubungkan alat ke rangkaian tiga fase yaitu hubungan Y dan hubungan delta. Kebanyakan generator dihubungkan secara Y, tetapi beban dapat dihubungkan baik secara Y maupun delta.



Gambar 78. Alternator hubungan Y (installist.files.wordpress.com)

Sangatlah membantu jika kita menggambar diagram rangkaian hubungan Y seperti dalam diagram 2.b. perhatikan bahwa rangkaian Gambar b. benar-benar sama dengan Gambar a, dengan ujung setiap kumparannya dihubungkan ke titik netral, dan ujung F dikeluarkan ke terminal. Setelah diagram rangkaian digambar dan semua bagiannya diberi huruf, maka diagram fasor dapat digambar seperti pada gambar 2c. Diagram fasor menunjukkan ketiga tegangan fase V_{an} , V_{bn} , V_{cn} berbeda 120° .



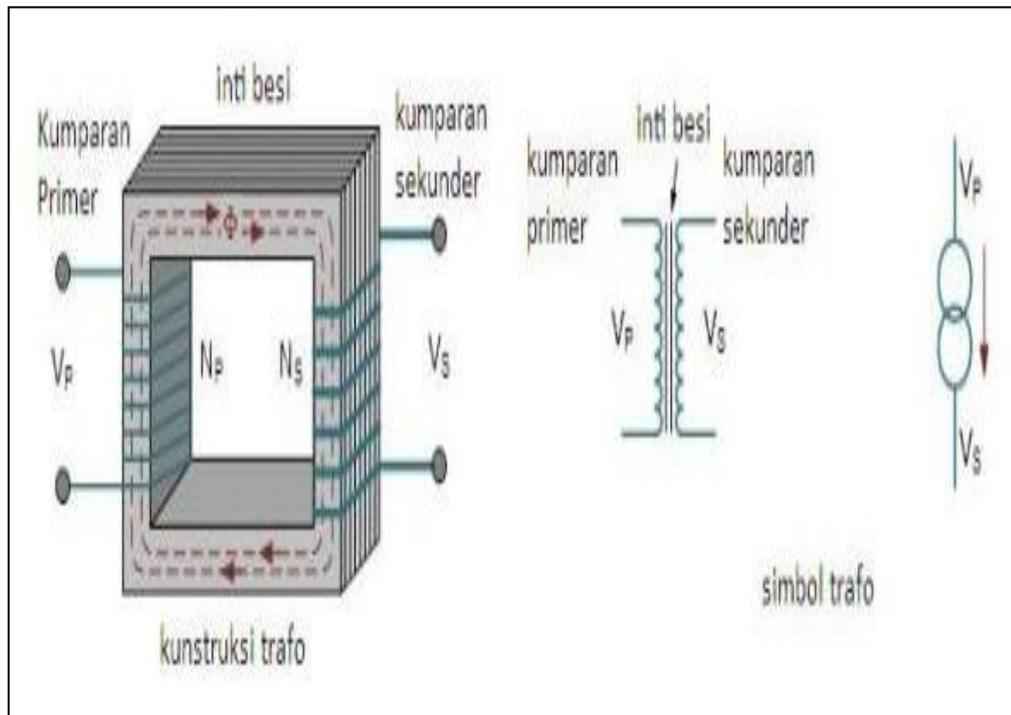
Gambar 79. Alternator hubungan delta (installist.files.wordpress.com)

Hubungan ini dibentuk dengan menghubungkan terminal S dari satu fase ke terminal F dari fase tangganya. hubungan saluran dibuat pada titik bersama antar fase seperti yang ditunjukkan. Diagram konvensional yang mana ketiga kumparan dihubungkan seperti huruf Yunani ditunjukkan dalam gambar 3b. Pengamatan dari diagram menunjukkan bahwa tegangan yang dibangkitkan dalam fase 1 juga merupakan tegangan antara saluran A dan B.

5. Transformator

Transformator terdiri dari dua buah kumparan, lilitan, induktor, atau gulungan kawat (primer dan sekunder) yang bersifat induktif, yang terpisah secara elektrik namun terhubung secara magnetis melalui jalur

yang melaluireluktansi (*reluctance*) rendah. Di antara kumparan terdapat inti (*core*) yang dilaminasi, berfungsi mengurangi reluktansi.



Gambar 80. Transformator (djukarna.wordpress.com)

Transformator daya merupakan suatu peralatan listrik elektro magnetic statis yang berfungsi untuk memindahkan dan mengubah daya listrik arus bolak balik (AC) dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya, dengan frekuensi yang sama dan perbandingan transformasi tertentu melalui suatu gandingan (dampungan) magnet dan bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetis, dimana perbandingan tegangan antara sisi primer dan sisi

sekunder berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan kuat arusnya.

Transformator terbagi atas ;

a. Trafo penaik tegangan (*step-up*) atau disebut trafo daya.

- b. Trafo penurun tegangan (*step-down*) disebut juga trafo distribusi.
- c. Trafo yang dipergunakan pada peralatan atau rangkaian elektronik, yakni untuk memblokir rangkaian yang satu dengan yang lain.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pengantar

Lakukan diskusi dengan sesama Guru rekan diklat untuk mengidentifikasi hal-hal sebagai berikut :

LK1

1. Pengantar bahan pengajaran dengan
 - a. Apa saja yang harus dipersiapkan dalam pembelajaran modul utilitas, Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
 - b. Literatur apa saja yang saudara baca untuk mendukung memahami materi modul utilitas, sebutkan dan jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

c. Bagaimana saudara melakukan pengajaran terhadap modul utilitas. Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Target apa yang ingin dicapai setelah saudara melakukan pengajaran modul utilitas, Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Aktivitas ke-1

Lakukan pemahaman dan pengamatan terhadap sistem utilitas nitrogen plant, kemudian jawab pertanyaan berikut :

LK2

1. Sebutkan sifat fisik dan termodinamik gas nitrogen?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Jelaskan dan gambar utilitas nitrogen plant proses cryogenic, adsorbent dan membran!

.....
.....

.....
.....
.....
.....

Aktivitas Ke-2

Lakukan pemahaman dan pengamatan terhadap sistem utilitas Water Treatment, kemudian jawab pertanyaan berikut :

LK3

1. Jelaskan dan sebutkan komposisi air yang mempengaruhi kualitasnya!
.....
.....
.....
.....
.....
.....
2. Jelaskan proses dan peralatan yang digunakan dalam water treatment!
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Aktivitas Ke-3

Lakukan pemahaman dan pengamatan terhadap sistem Boiler, kemudian jawab pertanyaan berikut :

LK4

1. Jelaskan dan sebutkan macam-macam Boiler!
.....
.....
.....
.....
.....

2. Jelaskan apa yang mempengaruhi efficiency Boiler!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Aktivitas Ke-4

Lakukan pemahaman dan pengamatan terhadap sistem utilitas udara bertekanan, kemudian jawab pertanyaan berikut :

LK5

1. Jelaskan dan sebutkan utilitas udara bertekanan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Sebutkan standar udara sistemudara bertekanan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Aktivitas Ke-5

Lakukan pemahaman dan pengamatan terhadap sistem utilitas Pengembangan kualitas produk berupa mekanik dan listrik, kemudian jawab pertanyaan berikut :

LK6

1. Jelaskan dan sebutkan utilitas pompa!

.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....

2. Jelaskan dan sebutkan utilitas turbin!

.....
.....
.....
.....
.....

3. Jelaskan dan sebutkan tentang utilitas transformer!

.....
.....
.....
.....
.....

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sebutkan macam-macam proses pemurnian gas nitrogen?
2. Jelaskan tentang pemurnian gas nitrogen dengan metode *cyrogenic* ?
3. Apa yang dimaksud dengan *water treatment* ?
4. Sebutkan peralatan dalam proses water treatment ?
5. Jelaskan prinsip kerja dari Boiler?
6. Apa yang dimaksud dengan *blowdown* ?
7. Sebutkan komponen dari pneumatik ?
8. Apa yang dimaksud dengan turbin impuls ?
9. Sebutkan jenis-jenis turbin?
10. Apa fungsi dari transformator?

F. Rangkuman

1. Pemanfaatan gas nitrogen dalam industri sangat luas dikarenakan karena sifatnya inert, maka digunakan sebagai pelindung dari kontaminasi atmosferik. Nitrogen sedikit larut dengan air dan fluida dan bukan penghantar panas dan listrik yang baik.
2. Sifat fisik, sifat termodinamik dan sifat kompresibilitas nitrogen berpengaruh terhadap pemanfaatan gas nitrogen.
3. Pemurnian gas nitrogen dengan menggunakan NitrogenPlant bekerja dengan prinsip *Cyrogenic dan Non Cyrogenic* (Adsorbent dan Membran).
4. *Water Treatment Plant* adalah sebuah system yang difungsikan untuk mengolah air dari kualitas air baku (influent) yang kurang bagus agar mendapatkan kualitas air pengolahan (effluent) standart yang di inginkan / ditentukan.
5. Kualitas air dipengaruhi oleh beberapa partikel yang terkandung diantaranya kelarutan padatan, kelarutan gas, emulsi minyak, *toxican* Radio aktif alam dan bakteri.
6. Peralatan yang digunakan dalam *water treatment* adalah *skim tank, skim vesel, CPI, cross flow separator, atau gas flotation unit*.
7. Boiler adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Air panas atau steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas kesuatu proses.
8. Komponen dari boier adalah *furnance, steam drum, superheater, air heater, economizer, sefty valve, blow down valve*.
9. Pengelompokan boiler berdasarkan tipe tube, jenis bahan bakar dan *stoker* pengumpanan bahan bakar.
10. Pneumatik adalah ilmu/hal-hal yang berhubungan dengan udara bertekanan. sistem pneumatik banyak digunakan dalam dunia industri. Sistem pneumatik biasanya digunakan pada suatu alat atau mesin dalam industri.

11. ISA – S7.3 mempunyai maksud menstandarkan untuk menetapkan nilai atau batasan kualitas udara yang dipergunakan untuk mengerjakan atau sebagai catu instrumen pneumatik
12. Peningkatan kualitas produk mekanik berupa utilitas pompa, kompresor dan turbin. peningkatan kualitas produk listrik berupa generator, motor listrik dan transformator.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Mohon untuk mengisi pertanyaan dibawah ini berdasarkan materi yang sudah Anda pelajari:

1. Apa saja yang telah Anda lakukan berkaitan dengan materi kegiatan belajar ini?
2. Bagaimana kelebihan dan kekurangan materi-materi kegiatan ini?
3. Manfaat apa saja yang Anda dapatkan dari materi kegiatan ini?

BAB IV

PENUTUP

Demikian Modul Diklat PKB Teknik Pengolahan Minyak Gas dan Petrokimia Kompetensi E bagi Guru Pasca UKG ini disusun. Modul ini disusun sebagai acuan bagi semua pihak yang terkait dalam pelaksanaan kegiatan pelatihan dan PKB bagi Guru dan Tenaga Kependidikan (GTK). Melalui Modul Diklat PKB Teknik Pengolahan Minyak Gas dan Petrokimia Kompetensi E ini Penulis Berharap semoga para Guru SMK Kejuruan Migas dan semua pihak terkait dapat menemukan kemudahan dalam melaksanakan UKG kelanjutan, serta dapat menambah pengetahuan dan wawasan pada bidang dan tugas masing-masing.

Modul Diklat PKB Pengolahan Minyak Gas Dan Petrokimia Kompetensi E bagi Guru pasca UKG ini merupakan bahan pelajaran atau materi yang harus dipelajari oleh Guru pasca UKG. Semoga bermanfaat dan dapat menjadi acuan bagi peserta diklat terutama untuk para Guru dan Widyaiswara/Fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat pengembangan keprofesian berkelanjutan ini.

Evaluasi

Evaluasi Pedagogik Kompetensi E: Pembelajaran Berbasis TIK

1. Pemanfaatan dan integrasi TIK dalam pembelajaran dapat memungkinkan peserta didik mengembangkan pengalaman belajarnya. Salah satunya secara audio, visual dan kinestetik dapat mengakomodasi learning style yang dinamakan:
 - A. Communicative
 - B. Reflective
 - C. Contextual
 - D. Multisensory

2. Media yang menggabungkan semua unsur media seperti teks, video, animasi, image, grafik, dan sound menjadi satu kesatuan penyajian, sehingga mengakomodasi sesuai dengan modalitas belajar peserta didik digunakan dengan media:
 - A. Internet
 - B. CD Multimedia Interaktif
 - C. Video Pembelajaran
 - D. Multimedia Presentasi

3. Model pembelajaran internet yang menekankan penggunaan seluruh kegiatan pembelajaran sepenuhnya disampaikan melalui internet:
 - A. web course
 - B. web centric course
 - C. web enhanced course
 - D. world wide web

4. Alasan internet sebagai saran paling efektif dalam pembelajaran:
 - A. Biaya murah dan terjangkau semua lapisan masyarakat
 - B. Mudah didapatkan dimana saja
 - C. Digunakan komunikasi one to one to many communication
 - D. Digunakan one to one communication

5. Teknologi Informasi lebih menitik beratkan pada komponen:
 - A. Data diproses dengan komputer
 - B. Pemrosesan, pengolahan dan penyebaran komunikasi
 - C. Penyimpanan dan penerapan informasi
 - D. Data diproses komputer dan disebarluaskan

6. Hal yang paling mendasar dalam implementasi internet di sekolah adalah faktor:
 - A. kebijakan lembaga dan komitmen.
 - B. motivasi, kesiapan dan kesungguhan institusi
 - C. kesadaran guru dan siswa tentang teknologi informasi
 - D. dukungan keluarga siswa

7. Pada prinsipnya perencanaan pembelajaran melalui e-learning mempertimbangkan aspek-aspek, kecuali:
 - A. tujuan pembelajaran
 - B. kegiatan belajar-mengajar
 - C. siswa
 - D. evaluasi

8. Konsep kemasa dalam pembelajaran lebih dititikberatkan pada:
 - A. produk yang dihasilkan dari proses pengemasan
 - B. produk yang berkaitan dari konsumsi dan industri
 - C. bagian dari proses perancangan yang berkaitan dengan penampilan produk
 - D. bagian dari proses perancangan yang berkaitan dengan bahan belajar.

9. Guru yang memposting informasi berupa jurnal yang tersedia di web seperti daftar bacaan yang harus dibaca oleh peserta didik dan tugas-tugas yang harus mereka kerjakan dinamakan:
 - A. Blog
 - B. E-mai
 - C. Internet
 - D. Facebook

10. Media berupa interaktif-tutorial yang membimbing peserta didik untuk memahami sebuah materi melalui visualisasi digunakan:
- A. Multimedia Presentasi
 - B. CD Multimedia Interaktif
 - C. Internet
 - D. Video Pembelajaran

Evaluasi Profesional Kompetensi E: Peralatan Utilitas Pengolahan Migas

1. Berikut ini adalah manfaat gas nitrogen dalam industri,kecuali?
- a. Sebagai refrigerant di industri makanan.
 - b. Gas yang digunakan dalam poses sparging pipa minyak.
 - c. Sebagai gas pembatu dalam mengubah fasa gas alam menjadi metana cair.
 - d. Sebagai pengisi dari tabung pemadam kebakaran.
 - e. Sebaga pelindung dari kontaminasi atmosfer.
2. Berikut ini proses pemurnian nitrogen?
- a. Evaporasi
 - b. Kompresi
 - c. Ekspansi
 - d. Cyrogenic
 - e. Filtering
3. sebutkan komponen yang tidak mempengaruhi kualitas air

- a. Kandungan padatan
 - b. Kandungan gas
 - c. Kandungan racun / toxican
 - d. Kandungan bakteri
 - e. Warna
4. Sebutkan peralatan yang digunakan dalam proses water treatment
- a. Skim tank
 - b. Plat coalecer
 - c. Separator
 - d. Peralatan flotation
 - e. Hydroclone
5. Berikut ini termasuk dalam jenis-jenis boiler berdasarkan tube adalah
- a. Firetube boiler
 - b. Coal fire boiler
 - c. Gas fire boiler
 - d. Oil fire boiler
 - e. Stoker boiler
6. Proses yang digunakan dalam mengatur jumlah TDS dalam boiler disebut?
- a. Filtering
 - b. Blowdown
 - c. Floating

d. Gravity

e. Skimming

7. Berikut ini peralatan dalam udara bertekanan, kecuali

a. Kompresor

b. Pompa

c. Reciver

d. Actuator

e. Valve

8. berikut ini yang perlu diperhatikan dalam kualitas udara bertekanan,kecuali

a. Titik embun

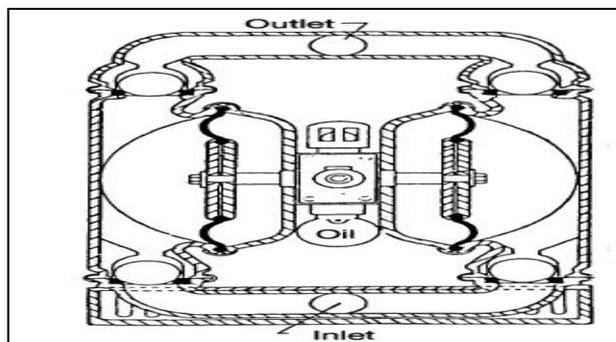
b. Ukuran partikel

c. Kontaminasi minyak

d. Kompresibilitas gas

e. Kontaminasi zat ikutan.

9. Gambar berikut ini yang termasuk dalam jenis pompa :



a. Pompa sentrifugal

b. Pompa reciprocating

c. Pompa desain khusus

d. Pompa rotary

e. Pompa diafragma

10. berikut ini adalah bagian dari peralatan listrik, Kecuali

a. Transformer

b. Motor listrik

c. Alternator

d. Generator

e. Actuator

DAFTAR PUSTAKA

Ade Kusnandar, 2008. *Pemanfaatan TIK untuk Pembelajaran*. Modul-1, disajikan pada Pelatihan Pemanfaatan TIK untuk Pembelajaran Tingkat Nasional Tahun 2008, Jakarta: Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan. Departemen Pendidikan Nasional.

Andrew Parr., "*Hydraulics and Pneumatics a Technician's Ang Engineer's Guide*"., ELSEVIER Book Company, 2006

Anderson, S.E. 1997. *Understanding teacher change: revisiting the concerns based adoption model Curriculum Inquiry*, 27, 3, 331-367. doi: 10.1111/0362-6784.0057.

Christina Ismaniati, *Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Peningkatan Kualitas Pembelajaran*. FIP-Universitas Negeri Yogyakarta.

Ertner, P. A, 2005. *Teacher Pedagogical beliefs: the final frontier in our quest for technology integration. Educational Technology Research and Development*. 53, 4, 25-39 doi: 10: 1007/BF02504683.

Everett b. Wooruf, Herbert B., Lammers dan Thomas F. Lammers "*Steam Pant Operation Eight Edition*"., McGraw-Hill Professional, 2004

Gagne, Robert M, 1997. *The condition of learning*, New York: Holt, Rinehart and Winston.

Herman Dwi Surjono, *Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Peningkatan Kualitas Pembelajaran*, Makalah, disajikan dalam seminar MGMP Terpadu SMP/MTs Kota Magelang.

<https://zurrich.wordpress.com/2010/07/28/makalah-pemanfaatan-tik-dalam-pembelajaran/>

<http://tutorialmicrosoftexcel.net/langkah-langkah-memulai-microsoft-excel/>

<http://narthyit.blogspot.co.id/2014/05/langkah-langkah-dalam-mengoperasikan.html>

https://en.wikipedia.org/wiki/Cryogenic_oxygen_plant

ISAS7.3 - *Quality Standard for Instrument Air*

ISAS7.4 - Pressures for Pneumatic Controllers, Transmitters and Transmission

Journal of Educational Technology. Vol 43 No (1) 2012, Halaman 97–108.
doi:10.1111/j.1467-8535.2010.01159.x.

Ken Arnold Dan Maurice Stewart. Surface Production operation. Design Of Oil Handling System And Facility. Volume one, Secound edition. Gulf Publisiing Company,Huston, 1999

Ken Arnold Dan Maurice Stewart. Surface Production operation design of oil handling system and Facility. Volume one, thirt edition. ELSEVIER Book Company,UK, 2008

Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan."Peralatan Proses dan Utilitas", Indonesia, 2013.

Linde nitrogen generation by pressure swing adsorbtion.

Linde history and technological progress.cryogenic air separation.

Lapp, J. R. Squire & J. M. Jensen (Eds), Handbook of research on teaching the English language arts (2nd ed., pp. 31–45). New York: Macmillan.

M.a. Fahim. T.A., Al-sahhaf dan As. Alkilani, "*Fundamentals Oil Refinery*". ELSEVIER Book Company, UK ,2010

Mei-Chuen Lin, Janet, Pei-Yu Wang dan I-Chun Lin. 2012. *Pedagogy*
Newhouse, P.C, Trinidad, S & Clarkson, B. 2002. *Quality Pedagogy and effective learning with information and communications technology (ICT): a review of the literature*. Diakses dari <http://www.eddept.wa.edu.au/cmisis/eval/downloads/pd/litreview.pdf>, tanggal 24

September 2015 *technology: A two-dimensional model for teachers ICT integration*. British.

Rogers, E.M, 1983. *Difussion of Innovations (2nd Ed)*. New York: The Free Press.

Seals, Barbara B, dan Richey, (1994), *Instructional Technology: the Defenitions and Domains of the Field*, Washington DC: AECT.

Schallert, D. L. & Martin, D. B. 2003. *A psychological analysis of what teachers and students do in the language arts classroom*. In J. Flood, D.

Sibley, P. H. R. & Kimball, C. 1998. Technology maturity model. Diakses dari <http://www.uni.edu/zeitz/tc/assignments/edmin/TechMaturityModelSite.pdf>, tanggal 24 September 2015.

Sutherland, R., V. Arm strong, S. Bar nes, R. Br awn, N. Breeze, M. Gall, S. Matthew man, F. Olivero , A. Taylor, P. Triggs, J. Wishart & P. Johnw. 2004. Transforming teaching and learning: embedding ICT into everyday classroom practices. *Journal of Computer Assisted Learning* 20, 413-425

UNESCO. 2002. UNESCO Report: Information and Communication Technology in Teacher Education, A Curriculum for Schools and Programme of Teacher Development. Division of Higher Education, UNESCO.

Yusuf Cengel Dan Michael Boles. Fifth edition *Thermodynamic an engineering approach*. McGraw-Hill College. Boston 2006.

LAMPIRAN

Kunci Jawaban Latihan Soal Kompetensi E Profesional: Peralatan Utilitas Pengolahan Migas

1. Metode *Cyrogenic*, metode *non cyrogenic* (*adsorbent* dan membran).
2. Metode *Cyrogenic* adalah udara dialirkan pada suhu rendah mendekati suhu *cyrogenic*, yang menyebabkan kondensasi cairan nitrogen yang akan terpisah dari gas ikutan yang tidak diinginkan. Pemisahan udara terjadi ketika udara dalam bentuk cairan.
3. *Water treatment* adalah sebuah system yang difungsikan untuk mengolah air dari kualitas air baku (*influent*) yang kurang bagus agar mendapatkan kualitas air pengolahan (*effluent*) standart yang di inginkan / ditentukan.
4. Peralatan yang digunakan dalam *water treatment* adalah *skim tank*, *skim vesel*, *CPI*, *cross flow separator*, atau *gas flotation unit*.
5. Boiler adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Air panas atau steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas kesuatu proses.
6. *Blowdown* adalah proses sejumlah tertentu volume air dikeluarkan dan secara otomatis diganti dengan air umpan dengan demikian akan tercapai tingkat optimumtotal padatan terlarut (TDS) dalam air boiler dan membuang padatan yang sudah rata keluar dari larutan dan yang cenderung tinggal pada permukaan boiler.
7. Komponen pneumatic adalah silinder peneumatik, katup pengarah, kompresor, penggerak mula (motor), penampung udara bertekanan (*reciver*), *pressure gauge*.
8. Turbin Impuls adalah turbin yang cara kerjanya merubah seluruh energi air (yang terdiri dari energi potensial+tekanan+kecepatan) yang tersedia menjadi energi kinetik untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi kinetik. Energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada nozle. Air keluar nozle yang mempunyai kecepatan tinggi membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah

sehingga terjadi perubahan momentum (impulse). Akibatnya roda turbin akan berputar.

9. Turbin air (turbin Pelton, turbin francis, turbin Kaplan), turbin uap, turbin gas.
10. Transformator daya merupakan suatu peralatan listrik elektro magnetic statis yang berfungsi untuk memindahkan dan mengubah daya listrik arus bolak balik (AC) dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya

Kunci Jawaban Evaluasi Pedagogik Kompetensi E: Pembelajaran Berbasis TIK

1. D
2. D
3. A
4. A
5. B
6. B
7. C
8. C
9. A
10. D

Kunci Jawaban Evaluasi Pedagogik Kompetensi E: Pembelajaran Berbasis TIK

1. D
2. D
3. E
4. C
5. A
6. B
7. B
8. D
9. E
10. E