



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Pengolahan Minyak dan Gas

Pedagogik : Komunikasi Efektif dalam Proses Pembelajaran
Profesional : Analisis Pengoperasian Heat Exchanger
dan Furnace

KELOMPOK
KOMPETENSI





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Pengolahan Minyak dan Gas

Penyusun :

**Akmaluddin, ST
SMKN 3 Mandau
smkn3mandau.com
085265402108**

Reviewer :

**Dewi Kusuma Andini, ST
SMKN 3 Mandau
dewikusuma_raharjo@yahoo.co.id
081365906623**

**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 Guru Pembelajar.

Jakarta, Februari 2016
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	vi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi.....	2
D. Ruang Lingkup.....	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul	3
BAB II	4
KOMPETENSI PEDAGOGIK.....	4
A. Tujuan	4
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	4
C. Uraian Materi.....	4
D. Aktivitas Pembelajaran	34
E. Latihan/Kasus/Tugas	34
F. Rangkuman	36
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	37
H. Kunci Jawaban	37
I. Evaluasi.....	41
BAB III.....	47
KOMPETENSI PROFESIONAL.....	47
A. Tujuan	47
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	47
C. Uraian Materi.....	47
D. Aktivitas Pembelajaran	113

E. Latihan/Kasus/Tugas	127
F. Rangkuman	128
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	131
H. Kunci Jawaban	132
I. Evaluasi.....	137
BAB IV	138
PENUTUP.....	138
DAFTAR PUSTAKA.....	141

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
3.1	<i>Once Through System</i>	48
3.2	<i>Closed Recirculating System</i>	49
3.3	<i>Open Recirculating System</i>	49
3.4	U-tube heat exchanger	51
3.5	<i>Straight tube heat exchanger</i>	53
3.6	straight-tube exchanger	54
3.7	proses hot and cold fluid	54
3.8	Plate dan frame heat exchanger	55
3.9	Shell And Tube Exchanger	63
3.10	Heat exchanger	64
3.11	Komponen heat exchanger	65
3.12	Tube	68
3.13	Cooler atau Condensor	71
3.14	cooler type box	72
3.15	forced dan induced draf	73
3.16	Furnace	78
3.17	Burner	84

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
3.1	Contoh Hasil Analisa kandungan air formasi	87
3.2	Hasil analisa kandungan air formasi dalam meq/ liter	89
3.3	sifat Bahan Bakar Padat	106
3.4	sifat Bahan Bakar Cair	107
3.5	sifat Bahan Bakar Gas	108
3.6	Proximate Analysis	110
3.7	Ultimate Analysis.	110
3.8	kalori bahan bakar Minyak	112
3.9	kalori bahan bakar rumah tangga	112

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

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

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

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

sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Oleh karena itu dibuatlah Modul diklat PKB guru Teknik Pengolahan Minyak, Gas Dan Petrokimia Grade 7 bagi guru dan tenaga kependidikan pasca UKG untuk Sekolah Menengah Kejuruan dalam bidang Keahlian Teknik Pengolahan Minyak, Gas dan Petrokimia. Modul ini dibuat untuk dijadikan bahan pelatihan yang diperlukan oleh guru Teknik Pengolahan Minyak, Gas dan Petrokimia pasca UKG dalam melaksanakan kegiatan PKB. Selain itu modul ini juga dijadikan sebagai bahan belajar oleh para guru maupun tenaga kependidikan Teknik Pengolahan Minyak, Gas dan Petrokimia untuk meningkatkan kompetensi dalam bidang Pengolahan Minyak, Gas dan Petrokimia.

B. Tujuan

Tujuan disusunnya Modul diklat PKB guru Teknik Pengolahan Minyak, Gas Dan Petrokimia Grade 7 adalah memberikan pemahaman bagi para guru maupun tenaga kependidikan sekolah kejuruan pasca UKG bidang keahlian Teknik Pengolahan Minyak, Gas Dan Petrokimia.

C. Peta Kompetensi

Manfaat disusunnya Modul diklat PKB guru Teknik Pengolahan Minyak, Gas Dan Petrokimia Grade 7 adalah untuk dijadikan acuan bagi instansi penyelenggara pelatihan dalam melaksanakan peningkatan dan pengembangan kemampuan Guru dan Tenaga Kependidikan pasca UKG.

1. Memastikan peran dan tanggung jawab Guru dan Tenaga Kependidikan atau penyedia layanan belajar maupun yang lainnya dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang Pengolahan Minyak, Gas Dan Petrokimia.
2. Menjadi acuan dalam menyusun dan mengembangkan tingkat kemampuan guru Teknik Pengolahan Minyak, Gas Dan Petrokimia untuk kegiatan UKG berikutnya.

3. Menghasilkan guru – guru yang memiliki keprofesionalan dalam bidang Teknik Pengolahan Minyak, Gas Dan Petrokimia yang mumpuni.

D. Ruang Lingkup

Ruang Lingkup penyusunan Modul diklat PKB guru Teknik Pengolahan Minyak, Gas Dan Petrokimia Grade 7 yang berisi pengertian dan manfaat modul, ruang lingkup, saran cara penggunaan modul, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/tugas/kasus, rangkuman umpan balik/ tindak lanjut dan kunci jawaban, yang semua itu nantinya bisa mempermudah para guru Teknik Pengolahan Minyak, Gas Dan Petrokimia pasca UKG untuk meningkatkan kemampuannya.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Saran Cara Penggunaan Modul Teknik Pengolahan Minyak, Gas Dan Petrokimia Grade 7 ini sebagai berikut:

1. Bacalah terlebih dahulu keseluruhan isi modul.
2. Pahami setiap materi yang terdapat pada uraian materi.
3. Pahami semua contoh – contoh soal yang terdapat pada uraian materi.
4. Kerjakanlah semua tugas/kasus maupun latihan – latihan yang terdapat dalam modul ini.
5. Kemudian diskusikanlah dengan teman maupun kelompok saudara tentang materi yang anda anggap susah maupun sulit dimengerti.
6. Buatlah kesimpulan tentang apa yang telah saudara pelajari, apakah saudara sudah lebih mengerti atau masih ada hal – hal yang belum anda ketahui.
7. Semoga dengan mempelajari modul ini ilmu saudara akan semakin bertambah dan ilmu saudara bermanfaat bagi orang lain.

BAB II

KOMPETENSI PEDAGOGIK

Kegiatan Pembelajaran 1 : Komunikasi yang Efektif dalam Pembelajaran

A. Tujuan :

Peserta Diklat dapat menerapkan komunikasi pembelajaran secara efektif, empatik, dan santun dengan bahasa yang khas dalam kegiatan pembelajaran.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Terciptanya komunikasi yang efektif, empatik, dan santun dilakukan untuk penyiapan kondisi psikologis dan meningkatkan peran aktif interaktif peserta didik melalui kegiatan pembelajaran

C. Uraian Materi

A. Hakikat Komunikasi Dan Pembelajaran

Hakikat komunikasi adalah penyampaian pesan dengan menggunakan lambang (symbol) tertentu, baik verbal maupun non verbal, dengan tujuan agar pesan tersebut dapat diterima oleh penerima (audience). Dengan demikian hakikat komunikasi adalah “sharing” yang artinya pesan yang disampaikan sumber dapat menjadi milik penerima, atau dalam dunia pendidikan dan pembelajaran dikatakan agar pesan pembelajaran yang disampaikan guru dapat diserap oleh siswanya.

Ditinjau dari etimologi, komunikasi berasal dari kata “Communicare” yang berarti “membuat sama”. Defenisi kontemporer menyatakan bahwa komunikasi berarti “mengirim pesan” Menurut (Effendy. 2003:9) istilah komunikasi (communication) berasal dari kata latin communication, dan

bersumber dari kata communis yang berarti sama. Sama di sini maksudnya adalah sama makna.

Jadi jika dua orang melakukan komunikasi misalnya dalam bentuk percakapan maka komunikasi akan berjalan atau berlangsung dengan baik selama ada kesamaan makna mengenai apa yang dipercakapkan

Lima (5) sasaran pokok dalam proses komunikasi, yaitu :

- 1) Membuat pendengar mendengarkan apa yang kita katakan (atau melihat apa yang kita tunjukkan kepada mereka)
- 2) Membuat pendengar memahami apa yang mereka dengar atau lihat
- 3) Membuat pendengar menyetujui apa yang telah mereka dengar (atau tidak menyetujui apa yang kita katakan, tetapi dengan pemahaman yang benar)
- 4) Membuat pendengar mengambil tindakan yang sesuai dengan maksud kita dan maksud kita bisa mereka terima
- 5) Memperoleh umpan balik dari pendengar

Dalam membangun kehidupan yang baik di masa sekarang dan yang akan datang, perlu dibangun dengan komunikasi yang baik tentunya akan mendukung segala aktivitas kerja yang kita lakukan. Apalagi ketika tugas atau pekerjaan melibatkan kita untuk terus melakukan komunikasi. Sepintar apapun,sebanyak apapun ilmu, namun apabila kita tidak dapat menyampaikan ilmu tersebut kepada khalayak umum dengan baik, maka semua kita akan menjadi sesuatu yang sia- sia karena tidak dapat bermanfaat untuk masyarakat banyak.

Sesungguhnya komunikasi itu pada dasarnya adalah upaya bagaimana kita meraih perhatian, cinta kasih, minat kepedulian, simpati, tanggapan, maupun respon positif dari orang lain. Semua upaya yang tersebut di atas dapat kita kembangkan dan rangkum dalam satu kata

yang mencerminkan esensi dari komunikasi itu sendiri yaitu REACH, yang berarti merengkuh atau meraih :

1. Respect

Hal pertama dalam mengembangkan komunikasi yang efektif adalah sikap menghargai sikap individu yang menjadi sasaran pesan yang kita sampaikan. Ingatlah pada prinsipnya manusia ingin dihargai dan dianggap penting.

2. Emphaty

Empati adalah kemampuan kita untuk menempatkan diri kita pada situasi atau kondisi yang dihadapi oleh orang lain. Salah satu prasyarat utama dalam memiliki empati adalah kemampuan kita untuk mendengarkan atau mengerti terlebih dahulu sebelum didengarkan atau dimengerti oleh orang lain.

3. Audible

Makna dari audible antara lain: dapat didengarkan atau dimengerti dengan baik. Audible berarti pesan yang kita sampaikan dapat diterima oleh penerima pesan.

4. Clarity

Makna dari clarity adalah kejelasan dari pesan itu sendiri sehingga tidak menimbulkan multi interpretasi atau berbagai penafsiran yang berlainan.

5. Humble

Adalah sikap rendah hati. Sikap ini merupakan unsur yang terkait dengan sikap menghargai orang lain, biasanya didasari oleh sikap rendah hati yang kita miliki.

Jika komunikasi yang kita bangun didasarkan pada lima esensi komunikasi yang tersebut, maka kita dapat menjadi seorang komunikator yang handal dan pada gilirannya dapat membangun jaringan hubungan dengan orang lain yang penuh dengan penghargaan (*respect*), karena inilah yang dapat membangun hubungan jangka panjang yang saling menguntungkan dan saling menguatkan.

B. Bentuk- Bentuk Komunikasi

Para pakar ilmu komunikasi mengelompokkan pembagian komunikasi dalam bentuk yang bermacam –macam. Dilihat dari peserta komunikasinya, komunikasi dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Komunikasi Intrapribadi

Komunikasi intrapribadi (*interpersonal communication*) adalah komunikasi dengan diri sendiri, baik kita sadari atau tidak. (Contohnya berfikir). Komunikasi ini merupakan landasan komunikasi antar pribadi dan komunikasi dalam konteks-konteks lainnya, meskipun dalam disiplin komunikasi tidak dibahas secara rinci dan tuntas. Dengan kata lain, komunikasi intrapribadi ini inheren dalam komunikasi dua orang, tiga orang, dan seterusnya, karena sebelum berkomunikasi dengan orang lain biasanya berkomunikasi dengan diri sendiri (memersepsi dan memastikan makna pesan orang lain bergantung pada keefektifan komunikasi kita dengan diri sendiri).

2. Komunikasi antar pribadi (*interpersonal communication*)

Komunikasi antar pribadi (*interpersonal communication*) adalah komunikasi antara orang – orang secara tatap muka, yang memungkinkan setiap pesertanya menangkap reaksi yang lain secara langsung, baik secara verbal maupun nonverbal. Bentuk khusus dari komunikasi antar pribadi ini adalah komunikasi diadik (*dyadic communication*) yang melibatkan hanya dua orang, seperti suami istri, dua sejawat, dua sahabat

dekat, guru murid, dan sebagainya. Ciri-ciri komunikasi diadik adalah pihak-pihak yang berkomunikasi berada dalam jarak yang dekat.

Pihak-pihak yang berkomunikasi mengirim dan menerima pesan secara simultan dan spontan, baik secara verbal ataupun nonverbal. Keberhasilan komunikasi menjaditanggungjawab para peserta komunikasi. Kedekatan hubungan pihak-pihak yang berkomunikasi akan tercermin pada jenis-jenis pesan atau respons mereka, seperti sentuhan, tatapan mata yang ekspresif, dan jarak fisik yang sangat dekat. Meskipun setiap orang dalam berkomunikasi antarpribadi bebas mengubah topik pembicaraan, kenyataannya komunikasi antarpribadi bisa saja didominasi oleh satu pihak. Misalnya komunikasi suami-istri didominasi oleh suami, komunikasi oleh dosen – mahasiswa didominasi oleh dosen, komunikasi atasan bawahan oleh bawahan oleh atasan. Kita biasanya menganggap pendengaran dan penglihatan sebagai indra primer, padahal sentuhan dan penciuman juga samapentingnya dalam menyampaikan pesan – pesan yang bersifat intim. Jelas sekali, bahwa komunikasi antarpribadi sangat potensial untuk mempengaruhi atau membujuk orang lain, karena kita dapat menggunakan kelima alat indra, tadi untuk mempertinggi daya bujuk pesan yang kita komunikasikan kepadanya. Sebagai komunikasi paling lengkap dan paling sempurna, komunikasi antarpribadi berperan penting hingga kapanpun, selama manusia masih mempunyai emosi. Kenyataannya komunikasi tatap muka ini membuat manusia merasa lebih akrab dengan sesamanya, berbeda dengan komunikasi lewat media massa seperti surat kabar dan televisi atau lewat teknologi komunikasi tercanggih sekalipun seperti telepon genggam, E-mail, atau telekonferensi, yang membuat manusia merasa terasing.

3. Komunikasi Kelompok

Kelompok adalah sekumpulan manusia yang mempunyai tujuan bersama, yang berinteraksi satu sama lain untuk mencapai tujuan bersama, mengenal satu sama lainnya, dan memandang mereka sebagai bagian dari kelompok tersebut. Kelompok ini misalnya adalah keluarga, tetangga, kawan-kawan terdekat, kelompok diskusi, kelompok pemecahan masalah, atau suatu komite yang tengah berapat untuk mengambil suatu keputusan. Dengan demikian, komunikasi yang dilakukan kelompok kecil tersebut (small group communication). Komunikasi kelompok dengan sendirinya melibatkan juga komunikasi antar pribadi berlaku juga bagi komunikasi kelompok.

4. Komunikasi Massa

Komunikasi massa (mass communication) adalah komunikasi yang menggunakan majalah media massa, baik cetak (surat ,majalah) atau elektronik (radio, televisi), yang dikelola oleh suatu lembaga atau orang yang dilembagakan, yang ditujukan kepada sejumlah besar orang yang tersebar di banyak tempat, anonym, heterogen. Pesan – pesannya bersifat umum, disampaikan secara cepat, serentak dan selintas (khususnya media elektronik). Komunikasi antar pribadi, komunikasi kelompok dan komunikasi organisasi berlangsung juga dalam proses untuk mempersiapkan pesan yang disampaikan media massa ini.

5. Komunikasi Organisasi

Komunikasi organisasi (organizational communication) terjadi dalam suatu organisasi, bersifat formal dan juga informal, dan berlangsung dalam suatu jaringan yang lebih besar daripada komunikasi kelompok. Komunikasi organisasi seringkali juga melibatkan komunikasi diadik, komunikasi antarpribadi. Komunikasi formal adalah komunikasi menurut struktur organisasi , yakni komunikasi kebawah, komunikasi keatas, dan komunikasi horizontal, sedangkan komunikasi informal tidak tergantung

pada struktur organisasi, seperti komunikasi antar sejawat, juga termasuk gossip.

C. Komunikasi Verbal Dan Non Verbal

Barangkali ada tiga macam kegiatan utama yang secara khas dilakukan manusia di sepanjang kehidupannya, yaitu bernafas, berkomunikasi dan berfikir. Dari ketiga aktivitas tersebut, hanya bernafaslah yang dikerjakan manusia secara nonstop 24 jam sehari semalam disepanjang hidupnya. Sedangkan kegiatan berkomunikasi dan berfikir dilakukan selagi manusia masih dalam keadaan jaga (tidak tidur), baik selagi sendiri maupun bersama orang lain, melalui berbagai kegiatan seperti membaca, menulis, menonton televisi, mendengar radio, berbicara dengan orang lain, mendengar orang lain, berbicara, bertanya, menjawab pertanyaan dan lain sebagainya.

Kegiatan komunikasi dilakukan di semua aspek (bidang) kehidupan manusia: bidang ekonomi, politik, social, kebudayaan, keagamaan, pendidikan, keamanan, hukum dan sebagainya. Kegiatan komunikasi yang dilakukan dengan bermacam-macam bentuk dan jenis kegiatan komunikasi serta sangat penting peranannya dalam kehidupan manusia sebagai makhluk sosial mengambil urutan kegiatan sebagai berikut : mendengar (*listening*), berbicara (*speaking*), membaca (*reading*) dan menulis (*writing*).

Kegiatan komunikasi tidak dapat dipisahkan dan bahkan sangat diperlukan dalam kehidupan manusia karena manusia adalah makhluk social dimana manusia tidak akan pernah dapat hidup sendiri sebagai "feral man". Setiap individu memerlukan kehadiran individu yang lain untuk memenuhi berbagai macam kebutuhan hidupnya, baik yang bersifat jasmaniah (biologis) maupun yang bersifat non – biologis seperti

kebutuhan rasa aman, penghargaan, kasih sayang dan perwujudan diri (self actualization need) sebagai yang dikemukakan oleh Maslov.

Selain itu, kegiatan komunikasi juga dilakukan atau diperlukan oleh manusia karena manusia tidak dapat selamanya memperoleh pengalaman langsung (firsthand experiences) didalam hidupnya karena adanya keterbatasan dalam waktu, biaya, sarana dan prasarana dan sebagainya.

Oleh sebab itu seringkali kita hanya dapat memperolehnya melalui pengalaman tidak langsung (secondhand atau vicarious experiences) yang kita dapatkan dengan jalan membaca, mendengar, melihat gambar dan sebagainya. Pengalaman tidak langsung seperti itu kita peroleh melalui kegiatan komunikasi. Masih ada kegunaan komunikasi yang lain bagi kehidupan manusia yaitu untuk mewariskan kebudayaan, ilmu pengetahuan, dan teknologi yang sudah dimiliki manusia dalam satu generasi ke generasi berikutnya dan dengan demikian sangat penting untuk mempertahankan kehidupan manusia itu sendiri.

Sebagai makhluk yang memerlukan bantuan dan kehadiran orang lain untuk memenuhi berbagai macam kebutuhan hidupnya (makhluk sosial), manusia juga mengembangkan lambang verbal (bahasa) yang digunakan sebagai sarana/alat utama dalam komunikasi. Bentuk komunikasi verbal (komunikasi dengan menggunakan kata-kata atau bahasa) adalah bentuk komunikasi yang paling dominan digunakan dalam kehidupan manusia. Sesuai dengan berbagai macam kebutuhan yang dimiliki atau perkembangan yang terdapat dalam kehidupan manusia, maka manusia secara terus menerus mengembangkan lambang-lambang verbal untuk menunjuk apa saja yang terdapat dalam kehidupan realita yang sebenarnya, seperti nama tumbuh-tumbuhan, hewan, benda-benda mati, cuaca, bunga, buah-buahan, penyakit, obat-obatan, kendaraan, makanan, sifat/keadaan (seperti besar, kecil,

ramah,kaya,pandai dan sebagainya) dan perkembangan peradaban dan kemajuan kehidupan manusia dan teknologi.

Sampai kapanpun, manusia tidak pernah berhenti mengembangkan atau menciptakan lambang-lambang verbal yang baru sesuai dengan kebutuhannya pada suatu saat tertentu. Misalnya kata AIDS adalah lambang verbal untuk menunjuk kepada suatu penyakit yang baru diketahui oleh manusia pada dekade 1970 – an dan belum pernah disebut – sebut pada tahun 1960 –an, untuk menunjuk kepada kondisi menurunnya daya kekebalan tubuh seseorang.

Makna (arti, meaning) yang terdapat dalam lambang verbal berasal dari persetujuan bersama antar individu yang menggunakan lambang tersebut.Bagi mereka yang belum atau tidak ikut menyetujui makna suatu lambang verbal yang digunakan, berarti mereka tidak akan mengerti makna lambang tersebut. Mempelajari bahasa asing (misalnya bahasa Inggris), sebenarnya dapat diartikan sebagai usaha untuk ikut mengerti atau ikut menyetujui arti lambang-lambang yang terdapat dalam bahasa Inggris tersebut. Karena itu sifat lambang verbal yang pokok adalah abstrak, bahkan dikatakan oleh Edgar Dale dalam krucut pengalamannya (1946), lambang verbal adalah bersifat paling abstrak di dalam memberikan pengalaman kepada penerima (siswa)

D.Strategi Komunikasi Dalam Pembelajaran

Dalam konteks berkomunikasi di kelas, guru diharapkan menggunakan komunikasi dalam membuka pelajaran, menerangkan materi, memberi pertanyaan, memberi perintah, memberi contoh, menutup pelajaran dan lain-lain. Pada waktu bersamaan, siswa juga diharapkan bertanya, menjawab, dan mengerjakan latihan-latihan. Dengan kata lain, guru dan murid akan berinteraksi dan berkomunikasi untuk mencapai tujuan belajar.

Dalam modul ini, akan dijelaskan bagaimana strategi komunikasi guru dalam mengajar di kelas. Strategi komunikasi dalam modul ini adalah strategi komunikasi guru dalam menyampaikan materi siswa, tujuan strategi berkomunikasi ini adalah agar siswa memahami apa yang disampaikan guru.

Sebelum melakukan strategi berkomunikasi dikelas, guru perlu memahami prinsip-prinsip berkomunikasi dalam proses belajar mengajar seperti yang diuraikan berikut ini.

Saat kita berkomunikasi, kiranya dapat berpegang pada prinsip 3S yakni sadar, senyum, dan sejuk. Prinsip-prinsip komunikasi tersebut memiliki peranan yang sangat signifikan dalam menciptakan situasi kondusif saat berkomunikasi. Prinsip 3S tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

a) Sadar

Dalam berkomunikasi harus sadar akan kekurangan diri sehingga menumbuhkan kepekaan/kepedulian sosial yang baik

b) Senyum

Senyum adalah senjata pergaulan. Ia mampu memberikan kekuatan yang dashyat dan pesona luar biasa. Senyum merupakan sebuah magic yang menjadi perekat hubungan antar manusia. Senyum juga menjadi kunci penyelesaian masalah.

c) Sejuk

Ucapan yang menyejukkan akan meninggalkan kesan yang positif bagi orang lain. Setidaknya, ucapan sejuk yang kita kemukakan akan menjadi modal untuk memperoleh respon yang positif, yang akan menguntungkan kita.

Strategi berkomunikasi dalam konteks proses belajar mengajar adalah bagaimana guru dapat berbagi pengalaman dengan para siswa. Begitu

pula sebaliknya, para siswa dapat berbicara secara terbuka kepada gurunya.

Pada saat guru menyajikan pengalaman dan pengetahuan kepada para siswa, konteks tersebut dapat dikatakan komunikasi. Dalam proses tersebut tercipta atau membentuk makna yang dapat dikonstruksi menjadi pengetahuan baru oleh para siswa.

Apabila seseorang ingin menjadi guru yang berkesan bagi para siswanya, salah satu kemahiran yang harus dikuasai adalah kemampuan berkomunikasi. Strategi berkomunikasi bukan hanya sekedar pandai berbicara atau seberapa banyak hal yang dibicarakan, melainkan pembicaraan tersebut harus menyejukkan dan mencerahkan. Isi pembicaraan harus bermanfaat dan terjalin dalam suasana menyenangkan.

Seorang guru harus cermat memperhatikan komunikasi nonverbal yang ditunjukkan oleh para siswanya. Biasanya para siswa akan menunjukkan bahasa nonverbal ketika pertama kali melihat guru masuk ke kelas, pada saat menerangkan, atau pada saat bertanya. Bahasa nonverbal mereka menunjukkan senang atau tidak senang, menarik atau tidak menarik dianggap penting atau tidak harus dipahami guru agar juga mampu menerapkan metode pembelajaran yang tepat.

Bentuk komunikasi nonverbal yang paling penting dalam proses belajar mengajar di kelas adalah kontak mata antara guru dan siswa. Kontak mata ini harus selalu dipertahankan karena mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a) **Mengawali hubungan komunikasi adalah kontak mata.** Guru pasti memandang para siswanya ketika memulai pembelajaran, Jika guru tidak menyangka pandangan kepada para siswanya, mereka akan merasa tidak menjadi bagian dari kegiatan komunikasi tersebut. Misalnya kita bertanya kepada siswa "Informasi baru apa

yang kamu peroleh pagi ini? "Saat kita menatap salah seorang siswa , sebetulnya disana terjadi komunikasi nonverbal yang bermakna bahwa kita sebagai guru siap mendengar jawaban yang akan diberikan. Kajian menunjukkan jika bercakap-cakap, pendengar lebih banyak memandang mata lawan berbicara dari pada sebaliknya.

b) Menjaga Minat dan Perhatian

Kontak mata dapat menjaga kontak mata dengan siswanya di ruang kelas secara bergiliran. Pandangan mata sebagai guru jangan hanya tertuju pada satu sisi saja atau asik sendiri menghadap papan tulis karena hal itu akan mengurangi minat dan perhatian siswa kepada kita.

c) Gambaran Hubungan

Kontak mata dapat juga menggambarkan tingkat hubungan. Kontak mata antara guru dan siswa mungkin tidak seintensif kontak mata jika menatap seseorang yang sukai. Menurut penelitian, kalau kita memandangseseorang lebih dari 60%, itu tandanya lebih berminat kepada orangnya dari pada apa yang dikatakannya.

Namun, ketika berada di dalam ruang kelas atau di depan public, sering kita merasa gugup atau canggung untuk menjadi pusat perhatian banyak orang. Berikut ini adalah beberapa tips yang biasa dijadikan strategi bagaimana mengungkapkan ide di depan kelas dan membuat komunikasi yang kita ciptakan menjadi efektif:

- 1. Berbicaralah dengan menggunakan kalimat efektif yang langsung tepat pada sasaran.** Hindari penggunaan idiom bahasa yang kurang/tidak dimengerti calon pendengar anda. Dengan kata lain, kenali latar belakang, baik pendidikan maupun kehidupan sosial calon pendengar anda.
- 2. Jangan membicarakan ide yang sudah dilontarkan orang lain**

Ketika ingin mengungkapkan ide, ketahui lebih dulu apakah ide tersebut sudah pernah diungkapkan oleh orang lain. Jika sudah, lebih baik anda tidak usah mengungkapkannya. Karena umumnya orang tidak akan tertarik mendengarkan pengulangan sebuah ide. Dalam memaparkan suatu analisa, usahakan tidak terjadi pengulangan kalimat – kalimat yang merupakan teori ataupun kesimpulan. Aturlah urutan penyampaian agar lebih fokus saat menyampaikannya.

3. Jangan berbicara terlalu pelan dan lambat

Tutur kata yang terlalu pelan dan lambat hanya akan membuat lawan bicara menjadi bosan dan tidak sabar. Lagi pula gaya bicara yang terlalu pelan akan mengesankan bahwa komunikator ragu-ragu dan tidak percaya diri. Namun yang patut kita ingat, bukan berarti harus berbicara secara cepat tanpa ritme, kita harus pandai menentukan ritme bicara, dimana harus berbicara dan dimana harus berhenti. Ritme yang tepat dalam berkomunikasi tentunya didapat setelah anda sering melakukan latihan/pengalaman orasi yang cukup.

4. Jangan sering menggumam

Gumaman yang terlalu sering hanya akan mengganggu sebuah materi pembicaraan. Lagi pula lawan bicara kita akan merasa lelah menunggu kapan pembicaraan anda selesai. Sebisa mungkin minimalkan atau hilangkan gumaman seperti “ehmmm....., eeee....., oooo....”dsb. Hal ini juga akan mengurangi respek calon pendengar, karena kita dinilai tidak menguasai materi pembicaraan.

5. Hindari melontarkan humor

Melontarkan humor memang sah-sah saja untuk menyegarkan suasana. Namun, harus tanggap membaca suasana setelah mengungkapkan humor. Apakah lawan bicara benar-benar terpancing tertawa atau tertawa dengan terpaksa. Atau bahkan menunjukkan wajah yang terganggu

dengan humor yang kita lontarkan. Jika lawan bicara tidak tertarik dengan humor yang kita berikan, teruskan pembicaraan kembali. Jangan memaksa lawan bicara untuk menertawakan humor kita yang telah gagal. bicara

Dengan mempelajari dan melakukan tips diatas, diharapkan kita dapat berkomunikasi secara lebih efektif sekaligus melatih kita menjadi pribadi yang efektif.

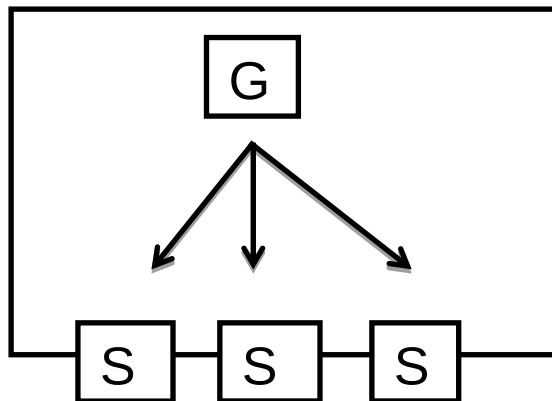
E. Pola Komunikasi Pembelajaran

Guru sebagai tenaga profesional di bidang pendidikan disamping memahami hal-hal yang bersifat filosofis dan konseptual juga harus mengetahui dan melaksanakan hal-hal yang bersifat teknis. Hal-hal yang bersifat teknis ini, terutama kegiatan mengelola dan melaksanakan interaksi belajar mengajar. Dalam proses pendidikan sering kita jumpai kegagalan-kegagalan hal ini biasanya dikarenakan lemahnya sistem komunikasi. Untuk itu pendidik perlu mengembangkan pola komunikasi efektif dalam proses belajar mengajar. Komunikasi pendidikan yang penulis maksudkan disini adalah hubungan atau interaksi antara pendidik dengan peserta didik saat proses belajar mengajar berlangsung atau dengan istilah lain yaitu hubungan aktif antara pendidik .

Ada tiga pola komunikasi yang dapat digunakan untuk mengembangkan interaksi dinamis antara guru dengan siswa yaitu:

1. Komunikasi sebagai aksi atau komunikasi satu arah

Dalam komunikasi ini guru berperan sebagai pemberi aksi dan siswa sebagai penerima aksi. Guru aktif dan siswa pasif. Ceramah pada dasarnya adalah komunikasi satu arah, atau komunikasi sebagai aksi. Komunikasi jenis ini kurang banyak menghidupkan kegiatan belajar.

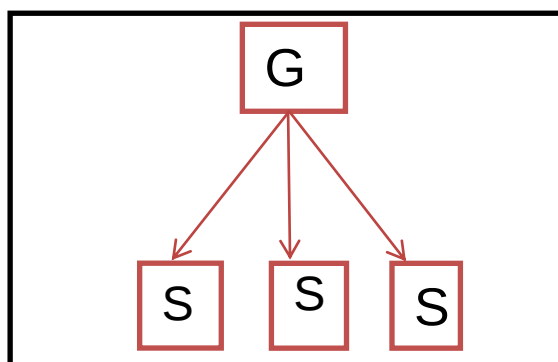


G : Guru

S : Siswa

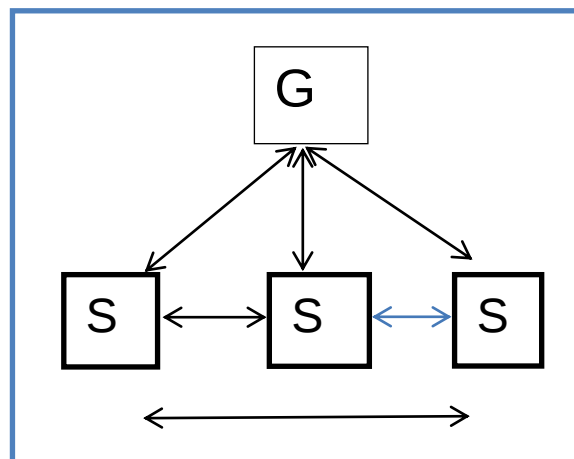
2. Komunikasi sebagai interaksi atau komunikasi dua arah.

Pada komunikasi ini guru dan siswa dapat berperan sama yaitu pemberi aksi dan penerima aksi. Disini sudah terlihat hubungan dua arah, tetapi terbatas antara guru dan pelajar secara individual. Antara pelajar dan pelajar tidak ada hubungan. Pelajar tidak dapat berdiskusi dengan teman atau bertanya sesama temannya. Keduanya dapat saling memberi dan menerima . Komunikasi ini lebih baik dari pada yang pertama, sebab kegiatan guru dan kegiatan siswa relatif sama.



3. Komunikasi banyak arah atau komunikasi sebagai transaksi

Komunikasi ini tidak hanya melibatkan interaksi yang dinamis antara siswa yang satu dengan yang lainnya. Proses belajar dengan pola komunikasi ini mengarah kepada proses pengajaran yang mengembangkan kegiatan siswa yang optimal, sehingga menumbuhkan siswa belajar aktif. Diskusi dan simulasi merupakan strategi yang dapat mengembangkan komunikasi ini. Dalam kegiatan mengajar, siswa memerlukan sesuatu yang memungkinkan dia berkomunikasi secara baik dengan guru, teman, maupun dengan lingkungannya, oleh karena itu dalam proses belajar mengajar terdapat dua hal yang ikut menentukan keberhasilannya yaitu pengaturan proses belajar mengajar dan pengajaran itu sendiri yang keduanya mempunyai ketergantungan untuk menciptakan situasi komunikasi yang baik yang memungkinkan siswa untuk belajar.



F. Proses Komunikasi Dalam Pembelajaran

Proses belajar pembelajaran dapat dipandang sebagai suatu proses komunikasi dan pengertian bahwa pesan pembelajaran yang disampaikan oleh guru dapat diterima (diserap) dengan baik atau dapat

dikatakan menjadi “milik” murid-murid. Schramm mengingatkan bahwa untuk dapat mencapai “sharing” antara sumber dan penerima atas pesan yang disampaikan, perlu adanya keserupaan atau kemiripan medan pengalaman sumber dan medan pengalaman sumber dan medan pengalaman penerima. Ini dimaksudkan agar lambang yang digunakan oleh sumber benar-benar dapat dimengerti oleh murid-murid (penerima), karena sumber dan penerima mempunyai medan pengalaman yang serupa atau hampir sama. Apabila lambang yang digunakan sumber terlalu sulit bagi daya tangkap penerima, maka sharing yang diinginkan jauh dari tercapai. Guru haruslah selalu menyadari akan hal ini, yaitu bahwa di dalam melaksanakan kegiatan belajar dan pembelajaran, sesungguhnya dia sedang melaksanakan kegiatan komunikasi. Oleh karenanya guru harus selalu memilih dan menggunakan kata-kata yang berada dalam jangkauan/medan pengalaman murid-muridnya, agar dapat dimengerti dengan baik oleh mereka, sehingga pesan pembelajaran yang disampaikan dapat (diterima, dimiliki) oleh murid-murid dengan baik. Hal ini lebih-lebih lagi sangat berlaku apabila guru atau instruktur menggunakan metode ceramah (lecture method) dalam melaksanakan pembelajaran .

Harus selalu disadari para guru bahwa kegiatan komunikasi atau pembelajaran yang dilakukan adalah kegiatan yang hanya memberikan pengalaman tidak langsung (*vicarious experiences*) kepada murid-murid, karena menggunakan lambang-lambang (terutama lambang verbal) untuk menyampaikan pesan pembelajaran. Sebab itu lambang verbal yang bersifat amat abstrak yang digunakan harus digunakan dengan ekstra hati-hati, diantaranya dengan memilih lambang verbal yang dapat dipastikan dapat dimengerti dengan baik oleh murid-murid, sehingga dapat diterima dan di shared antara guru dan murid dengan sebaik-baiknya.

1. Kegiatan “*encoding*” dan “*decoding*” dalam prose belajar pembelajaran

Dalam setiap kegiatan terdapat dua macam kegiatan yaitu “encoding” dan “decoding”. Encoding adalah kegiatan yang berkaitan dengan pemilihan lambang-lambang yang akan digunakan dalam kegiatan komunikasi oleh komunikator (oleh guru dalam kegiatan pembelajaran). Terdapat dua persyaratan yang harus diperhatikan untuk melakukan kegiatan “encoding” ini yaitu:

1. Dapat mengungkapkan pesan yang akan disampaikan
2. Sesuai dengan medan pengalaman audien atau penerima, sehingga memudahkan penerima didalam menerima isi pesan yang disampaikan.

Salah satu kemampuan profesional seorang guru adalah kemampuan melakukan kegiatan “encoding” dengan tepat, sehingga murid-murid memperoleh kemudahan di dalam menerima dan mengerti materi / bahan pelajaran yang merupakan pesan pembelajaran yang disampaikan guru kepada murid. Sedangkan kegiatan “*decoding*” adalah kegiatan dalam komunikasi dilaksanakan oleh penerima (*audience*, murid), dimana penerima berusaha menangkap makna pesan yang disampaikan melalui lambang-lambang oleh sumber kegiatan encoding diatas. Seperti telah dikemukakan di atas kegiatan “decoding” ini sangat ditentukan oleh keadaan medan pengalaman penerima sendiri. Keberhasilan penerima di dalam proses “decoding” ini sangat ditentukan oleh kepiawaian sumber di dalam proses “encoding” yang dilakukan, yaitu di dalam memahami latar belakang pengalaman, kemampuan, kecerdasan, minat dan lain-lain dari penerima. Adalah sama sekali keliru apabila di dalam proses komunikasi sumber melakukan proses “encoding” berdasarkan pada kemauan dan pertimbangan pribadi tanpa memperhatikan hal-hal yang terdapat pada diri penerima seperti yang sudah disebutkan di atas, yang dalam hal ini terutama adalah medan pengalaman mereka.

2. Peranan Alat Peraga dan Media Pembelajaran Dalam Proses Belajar Pembelajaran

Telah dikatakan di atas bahwa komunikasi (termasuk proses atau kegiatan pembelajaran) dilaksanakan dengan menggunakan lambang-lambang (symbols), terutama adalah lambang verbal (kata-kata, bahasa). Keuntungan terbesar lambang verbal dalam proses komunikasi (termasuk pembelajaran) adalah sumber dapat memilih lambang secara tidak terbatas untuk menyampaikan pesan kepada penerima, sehingga sumber dapat dengan mudah menyampaikan pesan yang tidak terbatas pula kepada penerima. Berbeda dengan lambang yang lain seperti gambar-gambar, tanda atau isyarat yang hanya mempunyai kemampuan yang terbatas untuk menyampaikan pesan-pesan tertentu kepada penerima. Misalnya untuk menyampaikan pesan yang berkaitan dengan pindah rumah, pindah pekerjaan, memberikan berbagai nasihat, apalagi menyampaikan pesan pembelajaran dalam berbagai bidang studi, tentu saja sangat sulit apabila digunakan lambang-lambang nonverbal.

Namun demikian penggunaan lambang verbal dalam kegiatan komunikasi mempunyai juga keterbatasan atau kekurangan yang harus selalu diperhatikan oleh sumber atau guru sebagai komunikator, yaitu bahwa lambang verbal bersifat abstrak, atau jika menurut kerucut pengalaman (*cone of experience*) Edgar Dale lambang verbal memberikan pengalaman yang paling abstrak, jika dibandingkan dengan penggunaan lambang visual, gambar diam (*still pictures*), film dan televisi, penggunaan metode pameran (*exhibit*), karya wisata), demonstrasi, dramatisasi, pengalaman tiruan (*contrived experiences*) dan pengalaman langsung.

Oleh karena itu dalam rangka mencapai “sharing” yang diinginkan dalam setiap kegiatan komunikasi (termasuk proses pembelajaran), guru harus selalu menyadari terhadap sifat dan karakteristik yang merupakan kekurangan utama penggunaan lambang verbal yaitu memberikan pengalaman yang paling abstrak, sehingga dapat memberikan hambatan (noise) bagi siswa untuk menerima pesan yang disampaikan.

Salah satu cara untuk mengatasi hambatan tersebut, yaitu agar penyampaian pesan pembelajaran dilakukan dengan lebih konkrit dan jelas, selain dengan memilih lambang verbal yang berbeda di medan pengalaman siswa, misalnya chart, diagram, grafik (*visual symbols*), gambar diam (*still pictures*), model dan “real objects”, film, pita/kaset video, VCD, DVD, dan sebagainya.

Media pembelajaran dapat digunakan dalam dua macam cara dalam proses belajar pembelajaran, yaitu :

- 1) Sebagai alat peraga atau alat bantu pembelajaran ; yang dimaksud disini adalah bahwa alat peraga digunakan oleh guru untuk menjelaskan materi pelajaran yang disampaikan kepada murid-murid. Materi yang disampaikan ke murid menjadi bertambah jelas dan konkrit, hingga membuat murid menjadibertambah mengerti apa yang disampaikan oleh guru. Dengan demikian”sharing” yang diinginkan dalam setiap kegiatan komunikasi (termasuk komunikasi dalam proses belajar – pembelajaran) dapat dicapai. Sebenarnya pentingnya penggunaan alat peraga dalam proses pembelajaran ini adalah merupakan akibat suatu gerakan pada tahun 1920 – an di Amerika Serikat yang diberinama “Visual Instruction” yang dilanjutkan dengan “ Audio Visual Instruction Movement” yang mengajak para pendidik untuk menggunakan gambar, chart, diagram dan semacamnya bahkan sampai benda-benda yang nyata dalam proses pembelajaran agar pembelajaran menjadi lebih konkrit untuk dimengerti oleh murid-murid.
- 2) Cara kedua, pemanfaatan media pembelajaran dalam proses belajar dan pembelajaran adalah sebagai sarana atau saluran komunikasi. Media atau alat peraga dapat berfungsi sebagai sarana untuk menyampaikan pesan pembelajaran, dalam hal ini terutama oleh media belajar mandiri (*self instructional materials*), seperti modul, *Computer Assisted Instruction* (CAI) dan sebagainya. Oleh adanya kemampuan

sebagai sarana atau saluran komunikasi ini, maka dapat dilaksanakan inovasi dalam jaringan belajar, yaitu apa yang disebut dengan sekolah terbuka, misalnya Universitas Terbuka (UT), SMP/SMA terbuka, BJJ (Belajar Jarak jauh) dan sebagainya. Pada hakikatnya sekolah terbuka ini memanfaatkan penggunaan media belajar mandiri (self Instructional materials) untuk melaksanakan kegiatan belajar siswa dengan bimbingan yang minimal dari guru pembimbing. Oleh karena penyelenggaraan kegiatan pembelajaran secara tatap muka masih cukup dominan dalam system pendidikan di manapun juga, termasuk di Indonesia, maka cara yang pertama penggunaan media pembelajaran, yaitu sebagai alat bantu belajar dan pembelajaran agar penyampaian pesan pembelajaran menjadi bertambah jelas dan konkrit, patut mendapatkan perhatian oleh semua guru disemua tingkatan pendidikan (TK, SD, SLTP, SMA, bahkan juga Perguruan Tinggi). Memang penggunaan alat peraga tersebut makin diperlukan bagi anak- anak usia muda, karena makin muda usia anak, makin bersifat konkrit, berhubungan dengan pengalamannya juga masih terbatas.

3. Gangguan (Noise) Dalam Proses Belajar dan Pembelajaran

Dalam komunikasi dapat dijumpai adanya gangguan (noise) yang dapat menghalangi tercapainya “sharing” yang dikehendaki. Begitu juga dalam proses pembelajaran terdapat “noise” yang dapat menghambat diserapnya pesan pembelajaran yang disampaikan oleh murid. Oleh karena itu, setiap guru harus waspada terhadap hal lain dan berusaha seoptimal mungkin menghilangkan “noise” tersebut. Salah satu gangguan (“noise”) yang dapat menghambat murid di dalam menerima pesan pembelajaran yang disampaikan adalah dari penggunaan lambang (kegiatan “encoding”) yang terlalu sulit dan tidak sesuai dengan medan pengalaman murid. Hal ini dapat dipersulit dan bertambah abstrak karena guru tidak menggunakan alat peraga seperti yang sudah dijelaskan diatas. Gangguan atau “noise” ini menjadi bertambah makin banyak, karena

beberapa hal seperti: guru berbicara terlalu cepat, volumenya terlalu lemah/kuat, murid dalam keadaan capai, mengantuk, kelas rebut dan sebagainya.

4. Umpan Balik (Feedback) Dalam Proses Belajar Pembelajaran

Dalam kegiatan komunikasi, termasuk kegiatan pembelajaran, terdapat satu unsur yang harus selalu diperhatikan oleh sumber atau komunikator, yaitu umpan balik (feedback). Umpan balik amat penting dalam kegiatan komunikasi karena yang menjadi tujuan utama kegiatan komunikasi adalah “sharing”, yaitu diterimanya oleh penerima (murid) pesan yang disampaikan sumber.

Untuk itu, sementara proses komunikasi berlangsung, sumber harus selalu berusaha untuk melihat sejauh mana audience telah mencapai pesan yang disampaikan. Upaya untuk melihat sejumlah mana audience telah mencapai tujuan yang diinginkan adalah dengan memperoleh feedback (umpan balik) dari murid sendiri. Apakah ungkapan balik (feedback) itu?

Umpan balik (feedback) adalah semua keterangan yang diperoleh untuk menunjukkan seberapa jauh murid telah mencapai “sharing” atas pesan yang telah disampaikan. Keterangan yang dimaksud dapat diperoleh melalui berbagai cara seperti misalnya pertanyaan murid materi pelajaran yang disampaikan, jawaban murid atas pertanyaan guru, suasana kelas (seperti gaduh, sunyi, rebut dan lain-lain). Oleh karena itu, guru tidak boleh secara satu arah saja terus menerus menyampaikan pesan pembelajaran kepada murid. Secara periodik guru harus memberikan pertanyaan kepada murid untuk memperoleh feedback tentang bagaimana atau sejauh mana mereka telah dapat menerima (sharing) tentang pesan pembelajaran yang disampaikan. Juga guru perlu melaksanakan pengamatan (observasi) secara berkelanjutan kepada bagaimana partisipasi murid dalam mengikuti kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru. Tentu saja guru harus mengambil langkah-

langkah perbaikan (remedial) yang bersumber dari hasil feedback yang telah diperoleh, sehingga dengan demikian selalu terjadi peningkatan dan perbaikan dalam penyelenggaraan proses dan kegiatan belajar dan pembelajaran berikutnya.

G.Komunikasi Yang Efektif Dalam Kelas

Dilihat dari peran guru di dalam kelas, mereka berperan sebagai seorang komunikator, mengkomunikasikan materi pelajaran dalam bentuk verbal dan nonverbal. Pesan yang akan disampaikan kepada komunikan berupa buku teks, catatan, lisan, cerita, dan lain sebagainya, pesan itu telah dikemas sedemikian rupa sehingga mudah dipahami, dimengerti, dipelajari, dicerna, dan diaplikasikan para siswa.

Pesan dalam bentuk verbal tersebut dirancang untuk disajikan dalam beberapa kali pertemuan dan diterapkan sesuai dengan standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator, media dan dalam alokasi waktu yang sesuai dengan beban dan muatan materi. Komunikasi materi pelajaran tidak terbatas dalam kelas semata tetapi dirancang untuk luar kelas, berupa tugas yang terkontrol dan terukur, baik materi teoritis dan praktis, sehingga materi pelajaran yang disajikan lebih komunikatif. Di dalam kelas guru menjelaskan, siswa bertanya, menyimak, sebaliknya guru mendapat informasi dari siswa-siswanya dan menjawab pertanyaan siswa serta mencari solusi bersama-sama, kedua belah pihak (komunikator, komunikan) aktif, dan peran yang lebih dominan terletak pada siswa atau siswa yang lebih aktif. Pada akhir dari penyajian materi, guru melakukan evaluasi untuk mengukur kemampuan siswa terhadap materi yang telah dikomunikasikan.

Berikut ini adalah teknik yang dapat dicoba oleh guru untuk melakukan komunikasi yang efektif di dalam kelas, semoga dengan teknik ini guru melakukan komunikasi yang efektif didalam kelas, dengan

teknik ini guru dapat berlatih untuk meningkatkan komunikasi yang efektif dibagi menjadi empat bagian, yaitu :

Pertama, menetapkan tujuan – Guru harus tahu apa yang diinginkan dan apa yang tidak diinginkan dilakukan di dalam kelas. Agar lebih jelas Guru lebih baik lagi jika menuliskan apa saja yang menjadi tujuan dari pembelajaran yang dilakukan.

Kedua, berbagi tujuan – Guru memberitahukan kepada siswa apa yang diharapkan dilakukan oleh siswa untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Diharapkan antara guru dan siswa saling memahami bahwa untuk mencapai tujuan yang diinginkan diperlukan suasana kelas yang efektif dan bermanfaat antara guru dan siswa.

Ketiga, berikan umpan balik – ketika Guru mendapatkan apa yang diinginkan dari siswanya, Guru sebaiknya mengukainya dengan cara memberikan pujian, tetapi tidak memuji secara berlebihan. Jika Guru terlalu memuji untuk sesuatu yang seharusnya menjadi standar kelas, siswa akan melakukan perilaku hanya bila dihargai.

Keempat, bereaksi terhadap tindakan tidak pantas – jika siswa mulai untuk melawan pedoman yang telah dibuat oleh Guru, pastikan bahwa Guru membuat tujuan, memberikan umpan balik jelas bahwa perilaku tersebut tidak dapat diterima.

Selain teknik diatas, masih ada beberapa teknik yang dapat dilakukan oleh Guru untuk mengimplementasikan komunikasi yang efektif didalam kelas, salah satunya adalah pengaturan ruang kelas. Pastikan Guru dapat mengamati semua siswa di semua waktu, terutama dari meja guru. Bahan – bahan kelas harus mudah diakses, dan Guru mungkin ingin mendekorasi ruangan sehingga lebih mengundang minat siswa untuk belajar. Cara lainnya adalah dengan bersikap tegas terhadap aturan yang sudah ditetapkan, berbicara dengan jelas dan tidak membingungkan

dalam memberikan umpan balik, termasuk umpan balik pada tugas pekerjaan rumah dan tes maupun penilaian lain.

Jika anda sebagai guru memulai dengan empat teknik yang disebutkan diatas (menetapkan tujuan, berbagai yang konstruktif, dan mengelola perilaku buruk), anda sebagai guru akan memiliki dasar yang baik untuk berlatih manajemen kelas yang efektif. Pastikanlah untuk menjelaskan segala sesuatunya dengan jelas sampai semua siswa mengerti berikan instruksi dengan cara yang tegas dan jelas. Cobalah untuk meminimalkan perilaku buruk sebanyak mungkin. Bila guru memang harus mendisiplinkan siswa, pastikan siswa mentaatinya.

Upaya peningkatan kualitas sumber daya manusia tidak dapat dipisahkan dari upaya peningkatan kualitas pendidikan yang sekarang ini sedang menjadi sorotan dan harapan banyak orang di Indonesia. Wujud dari proses pendidikan yang paling riil terjadi dilapangan dan bersentuhan langsung dengan sasaran adalah berupa kegiatan belajar mengajar pada tingkat satuan pendidikan. Kualitas kegiatan belajar mengajar atau sering disebut dengan proses pembelajaran tentu saja akan berpengaruh terhadap mutu pendidikan yang output-nya berupa SDM.

Kegiatan pembelajaran merupakan proses informasi pesan edukatif berupa materi belajar dari sumber belajar kepada pembelajar. Dalam pembelajaran terjadi proses komunikasi untuk menyampaikan pesan dari pendidik kepada peserta didik dengan tujuan agar pesan dapat diterima dengan baik dan berpengaruh terhadap pemahaman serta perubahan tingkah laku. Dengan demikian keberhasilan kegiatan pembelajaran sangat tergantung kepada efektifitas proses komunikasi yang terjadi dalam pembelajaran tersebut.

Banyak pendapat dari berbagai pakar mengenai definisi komunikasi, namun jika diperhatikan dengan seksama dari berbagai pendapat tersebut mempunyai maksud yang hamper sama menurut

Sutikno (2006) komunikasi adalah suatu proses penyampaian pesan informasi dari suatu pihak ke pihak lain agar terjadi saling mempengaruhi diantara keduanya. Menurut Lestari (2003) secara etimologis komunikasi berasal dari bahasa Latin yaitu *cum*, sebuah kata depan yang artinya dengan, atau bersama dengan kata *unus* sebuah kata bilangan yang berarti satu. Dua kata tersebut membentuk kata benda *communio*, yang dalam bahasa Inggris disebut *communion* yang mempunyai makna kebersamaan, persatuan, persekutuan, gabungan, pergaulan atau hubungan. Karena untuk *bercommunicare* yang berarti membagi sesuatu dengan seseorang, tukar menukar, membicarakan sesuatu dengan orang memberitahukan sesuatu kepada seseorang bercakap – cakap, bertukar pikiran, berhubungan atau berteman. Dengan demikian, komunikasi mempunyai makna pemberitahuan, pembicaraan, percakapan, pertukaran pikiran atau hubungan.

Komunikasi sebagai proses yang didalamnya terdapat gagasan yang dikirimkan dari sumber kepada penerima dengan tujuan untuk merubah perilakunya. Komunikasi merupakan proses yang didalamnya menunjukkan arti pengetahuan dipindahkan dari seseorang kepada orang lain, biasanya dengan maksud mencapai beberapa tujuan khusus. *Wilbur Schramm* memiliki pengertian yang sedikit lebih detil, menurutnya komunikasi merupakan tindakan melaksanakan kontak antara pengirim dan penerima, dengan bantuan pesan, pengirim dan penerima memiliki beberapa pengalaman bersama yang memberi arti pada pesan dan symbol yang dikirim oleh pengirim dan diterima serta ditafsirkan oleh penerima (Suranto : 2005). Tidak seluruh definisi dikemukakan disini, akan tetapi berdasarkan definisi yang ada diatas dapat diambil pemahaman bahwa:

- a. Komunikasi pada dasarnya merupakan suatu proses penyampaian informasi dilihat dari sudut pandang ini, kesuksesan komunikasi tergantung kepada desain pesan atau informasi dan cara

penyampaian. Menurut konsep ini pengirim dan penerima pesan tidak menjadi komponen yang menentukan.

- b. Komunikasi adalah proses penyampaian gagasan dari seseorang kepada orang lain. Pengirim pesan atau komunikator memiliki peran yang paling menentukan dalam keberhasilan komunikasi, sedangkan komunikasi atau penerima pesan hanya sebagai objek yang pasif.
- c. Komunikasi diartikan sebagai proses penciptaan arti terhadap gagasan atau ide yang disampaikan. pemahaman ini menempatkan tiga komponen yang pengirim pesan, dan penerima pesan pada posisi yang seimbang. Proses ini menentukan adanya proses encoding dan pengirim dan decoding oleh penerima, sehingga informasi dapat bermakna. Adapun istilah efektif ialah mencapai sasaran sesuai yang diinginkan. Dengan demikian komunikasi efektif dapat diartikan sebagai penerima pesan oleh komunikan sesuai dengan yang dikirim oleh komunikator, kemudian komunikan memberikan respons yang positif sesuai dengan yang diharapkan.

Sardiman AM (2005) dalam bukunya yang berjudul "Interaksi dan Motivasi dalam Belajar Mengajar" menyebut istilah pembelajaran dengan interaksi edukatif. Menurut beliau yang dianggap interaksi edukatif adalah interaksi yang dilakukan secara sadar dan mempunyai tujuan untuk mendidik dalam rangka mengantarkan peserta didik ke arah kedewasaannya. Pembelajaran merupakan proses yang berfungsi membimbing para peserta didik di dalam kehidupannya yakni membimbing mengembangkan diri sesuai dengan tugas perkembangan yang harus dijalani. Proses edukatif memiliki ciri-ciri yakni adanya :

- a. Tujuan yang ingin dicapai
- b. Pesan yang akan ditransfer
- c. Pelajar
- d. Guru
- e. Metode

f. Situasi Penilaian

Dengan demikian pembelajaran dapat dimaknai sebagai interaksi antara pendidik dengan peserta didik yang dilakukan secara sengaja dan terencana serta memiliki tujuan yang positif. Keberhasilan pembelajaran harus didukung oleh komponen-komponen intruksional yang terdiri dari pesan berupa materi belajar, penyampai pesan yaitu pengajar, bahan untuk menuangkan pesan, peralatan yang mendukung kegiatan belajar, teknik atau metode yang sesuai serta latar atau situasi yang kondusif bagi proses pembelajaran. Hal ini tidak terlepas dari komunikasi. Karena ada beberapa tujuan komunikasi yaitu sebagai berikut:

- a. Agar apa yang ingin kita sampaikan dapat dimengerti oleh orang lain
- b. Agar mengetahui dan paham terhadap keinginan orang lain
- c. Agar gagasan kita dapat diterima oleh orang lain
- d. Menggerakkan orang lain untuk menggerakkan sesuatu

Dalam komunikasi terdapat berbagai unsur termasuk komunikasi dalam proses pembelajaran yaitu:

- a. Adanya seorang komunikator (pembawa pesan)
- b. Komunikan (penerima pesan)
- c. Ada tujuan yang hendak dicapai
- d. Adanya suatu pesan atau gagasan yang hendak / perlu disampaikan
- e. Tersedia saluran yang dapat menghubungkan sumber informasi dengan penerima informasi sehingga terjadi hubungan timbal balik antara komunikator dengan komunikan
- f. Adanya umpan balik dari komunikan (respons)
- g. Adanya noise, gangguan yang tidak direncanakan dalam proses komunikasi

Komunikasi dalam proses pembelajaran adalah hubungan atau interaksi antara guru dengan siswa yang berlangsung pada saat proses pembelajaran atau dengan istilah lain yaitu hubungan antara guru dengan siswa dalam pelaksanaan proses pembelajaran. Ada tiga pola komunikasi

yang dapat digunakan untuk mengembangkan interaksi dinamis antara guru dengan siswa (Nana Sudjana 1989)

- a. Komunikasi sebagai aksi atau komunikasi satu arah. Dalam komunikasi ini guru-guru berperan sebagai pemberi aksi siswa sebagai penerima aksi. Guru aktif dan siswa pasif. Ceramah pada dasarnya adalah komunikasi satu arah atau komunikasi sebagai aksi . Komunikasi seperti ini kurang banyak menghidupkan kegiatan mahasiswa.
- b. Komunikasi sebagai interaksi atau komunikasi dua arah. Pada komunikasi ini guru dan siswa memiliki peran yang sama yaitu pemberi dan penerima aksi (informasi). Komunikasi ini lebih baik dari yang pertama, sebab kegiatan guru dan siswa relative sama.
- c. Komunikasi banyak arah atau komunikasi sebagai transaksi. Komunikasi yang tidak hanya melibatkan interaksi dinamis antara guru dengan siswa tetapi juga melibatkan interaksi yang dinamis antara siswa yang satu dengan siswa yang lain. Kegiatan semacam ini mengarah pada proses pembelajaran yang mengarahkan pada pembelajaran yang mengembangkan kegiatan siswa yang optimal sehingga menumbuhkan siswa belajar aktif. Diskusi, simulasi merupakan strategi yang dapat mengembangkan komunikasi ini.

Untuk lebih jelasnya berikut diagram ketiga pola komunikasi yang biasa dipakai dalam proses pengajaran:

Tex Box (a) G (b) G (c) G M1 M2 M1 M2

Keterangan :

a = Komunikasi sebagai aksi

b = Komunikasi sebagai interaksi

c = Komunikasi sebagai transaksi

G = Guru

M = Murid

Pembelajaran sebagai proses komunikasi dilakukan secara sengaja dan terencana, karena memiliki tujuan yang telah ditetapkan terlebih dahulu. Agar pesan pembelajaran yang ingin ditransformasikan dapat sampai dengan baik disarankan agar perlu mendesain pesan pembelajaran tersebut dengan memperhatikan prinsip – prinsip sebagai berikut:

a. Kesiapan dan Motivasi

Kesiapan disini mencakup kesiapan mental dan fisik. Untuk mengetahui kesiapan, mahasiswa dalam menerima belajar dapat dilakukan dengan tes diagnostik atau tes *prerequisite*. Motivasi terdiri dari motivasi internal dan eksternal, yang dapat ditumbuhkan dengan pemberian penghargaan, hukuman, serta deskripsi mengenai keuntungan dan kerugian dari pembelajaran yang akan dilakukan.

b. Alat Penarik Perhatian

Pada dasarnya perhatian / konsentrasi manusia adalah jalang, sering berubah – ubah berpindah – pindah (tidak fokus). Sehingga dalam mendesain pesan belajar, dosen harus pandai – pandai membuat daya tarik, untuk mengendalikan perhatian mahasiswa pada saat belajar. Pengendalian perhatian yang dimaksud dapat berupa : warna efek musik, penggerak/perubahan, humor, kejutan, ilustrasi verbal dan visual serta sesuatu yang aneh.

c. Partisipasi Aktif Siswa

Guru harus berusaha membuat peserta didik aktif dalam proses pembelajaran. Untuk menumbuhkan keaktifan mahasiswa harus dimunculkan rangsangan – rangsangan dapat berupa : tanya jawab, praktik dan latihan, drill adanya membuat ringkasan, kritik dan komentar, serta pemberian proyek (tugas).

d. Pengulangan

Agar peserta didik dapat menerima dan memahami materi dengan baik, maka penyampaian materi sebaiknya dilakukan berulang kali. Pengulangan dapat berupa pengulangan dengan metode dan media yang

sama, pengulangan dengan metode dan media yang berbeda, *preview*, *overview*, atau penggunaan isyarat.

e. Umpan Balik

Dalam proses pembelajaran, sebagaimana yang terjadi pada komunikasi feedback merupakan hal yang penting. Umpan balik yang tepat dari dosen dapat menjadi pemicu semangat bagi mahasiswa. Umpan balik yang diberikan dapat berupa : informasi kemajuan pula memberi umpan balik belajar siswa, penguatan terhadap jawaban benar, meluruskan jawaban yang keliru, memberi komentar terhadap pekerjaan siswa, dan dapat pula memberi umpan balik yang menyeluruh terhadap performansi mahasiswa

f. Menghindari Materi Yang Tidak Relevan

Agar materi pelajaran yang diterima peserta belajar tidak menimbulkan kebingungan atau bias dalam pemahaman, maka sedapat mungkin harus dihindari materi-materi yang tidak relevan dengan topik yang dibicarakan. Untuk itu dalam mendesain pesan perlu memperhatikan bahwa : yang disajikan hanyalah informasi yang penting memberikan outline materi, memberikan konsep – konsep kunci yang akan dipelajari, membuang informasi distraktor, dan memberikan topik diskusi.

Strategi pembelajaran merupakan tahapan yang penting untuk dilakukan oleh dosen, agar proses belajar mengajar dapat berlangsung secara efektif. Dengan mendesain materi terlebih dahulu akan memudahkan guru dalam melaksanakan proses pembelajaran dikelas. Selain strategi diatas, ada beberapa strategi yang dapat kita lakukan juga dalam kegiatan pembelajaran diantaranya ialah dengan cara sebagai berikut :

- a. Ketahui tujuan
- b. Ketahui mitra bicara
- c. Respek
- d. Empati
- e. Audible (dapat didengarkan / dapat mengerti dengan baik)
- f. Jelas maknanya

- g. Rendah hati

D.Aktivitas Pembelajaran

1. Membaca Modul
2. Melakukan diskusi
3. Mengerjakan latihan / tugas
4. Persentase

E.Latihan / Kasus / Tugas

1. Apakah yang dimaksud dengan hakikat komunikasi ?
2. Dilihat dari etimologinya berasal dari kata apakah komunikasi itu ?
3. Sebutkan 5 (lima) sasaran pokok dalam proses komunikasi
4. Sesungguhnya komunikasi itu pada dasarnya adalah upaya bagaimana kita meraih perhatian, cinta kasih, minat, kepedulian, simpati, tanggapan, maupun respon positif dari orang lain. Semua upaya yangtersebut diatas dapat kita kembangkan dalam rangkaian satu kata yang mencerminkan esensi dari komunikasi itu sendiri yaitu REACH yang berarti....?
5. Apakah yang dimaksud dengan prinsip 3 S didalam berkomunikasi ?
6. Apakah yang dimaksud dengan komunikasi organisasi?
7. Apakah yang dimaksud dengan komunikasi massa ?
8. Apakah yang dimaksud dengan komunikasi kelompok?
9. Bentuk komunikasi non verbal yang penting dalam proses belajar mengajar dikelas adalah kontak mata antara guru dan siswa. Kontak mata ini harus selalu dipertahankan karena mempunyai fungsi sebagai berikut :
 - a. Mengawali hubungan komunikasi adalah kontak mata
 - b. Menjaga minat dan perhatian
 - c. Gambaran hubungan
10. Namun ketika berada didalam ruang kelas atau didepan publik , sering kita merasa gugup atau canggung untuk menjadi pusat

perhatian banyak orang. Berikut ini adalah beberapa tips yang biasa dijadikan strategi bagaimana mengungkapkan ide didepan kelas dan membuat komunikasi yang kita ciptakan menjadi efektif.

F.Rangkuman

Peran guru didalam kelas sebagai seorang komunikator dalam mengkomunikasikan materi pelajaran dalam bentuk verbal dan non verbal, maupun memberi pesan yang komunikatif kepada komunikan dalam hal ini peserta didik.

Karena pesan yang disampaikan kepada komunikan dalam berbagai bentuk buku teks, berupa catatan, lisan, cerita dan sebagainya, pesan itu dikemas sedemikian rupa sehingga mudah dipahami, dimengerti, dipelajari, dicerna, dan diaplikasikan para siswa.

Untuk itu komunikasi materi pelajaran tidak terbatas dalam kelas semata tetapi dirancang untuk luar kelas berupa tugas yang terkontrol dan terukur, baik materi teoritis dan praktis sehingga materi pelajaran yang disajikan lebih komunikator. Pembelajaran sebagai subjek proses pendidikan harus mampu memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas pendidikan, yang pada ujungnya akan berpengaruh terhadap peningkatan kualitas sumber daya manusia . Agar pembelajaran dapat mendukung peningkatan , maka dalam proses pembelajaran harus terjadi komunikasi yang efektif, yang mampu memberikan kephahaman mendalam kepada peserta didik atas pesan atau materi belajar.

Komunikasi efektif dalam pembelajaran merupakan proses transformasi pesan berupa ilmu pengetahuan dan teknologi dan pendidik kepada peserta didik dimana peserta didik mampu memahami maksud pesan sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan, sehingga menambah wawasan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menimbulkan perubahan tingkah laku menjadi lebih baik. Pengajar adalah pihak yang paling bertanggungjawab terhadap berlangsungnya komunikasi yang efektif

dalam pembelajaran, sehingga sebagai pengajar dituntut memiliki kemampuan berkomunikasi yang baik agar menghasilkan proses pembelajaran yang efektif.

G.Umpa Balik dan Tindak Lanjut

1. Anda diharapkan membaca modul dengan baik
2. Anda diharapkan mengerjakan tugas, evaluasi, dan soal – soal
3. Ketika Anda mengalami kesulitan dalam menjawab soal – soal tersebut diharuskan Anda untuk membaca kembali dengan seksama materi modul tersebut.

H. Evaluasi Pilihan Berganda

1. Ditinjau dari etimologi, komunikasi berasal dari kata “Communicare” yang berarti :
 - a. Membuat beda
 - b. Membuat sama
 - c. Membuat terurai
 - d. Membuat sama untuk terurai
2. Sesungguhnya komunikasi itu pada dasarnya adalah upaya bagaimana kita meraih :
 - a. Perhatian, cinta kasih, minat, kepedulian, simpati, tanggapan, maupun respon positif dari orang lain
 - b. Dukungan dan perhatian
 - c. Rasa peduli dan peka
 - d. Perhatian dengan sepenuhnya
3. Urutan sistematika yang mencerminkan esensi dari komunikasi itu sendiri yaitu REACH...
 - a. Respect, Emphaty, Audible, Carity, Humble
 - b. Respon, Empati, Audiens, Classic, Humble

- c. Reaksi , Empati, Aksi, Clarity, Humble
 - d. Respect, Empati, Aksi, Classic, Humble
4. Respect artinya adalah
- a. Sikap menghargai sikap individu yang menjadi sasaran pesan yang akan disampaikan
 - b. Sikap menghargai dan menghormati yang menjadi fokus agar pesan yang disampaikan tepat sasaran
 - c. Sikap saling menghargai dan peduli agar pesan itu tidak salah sasaran
 - d. Saling menghargai dan peduli dan peka agar terjadi komunikasi yang tepat sasaran
5. Emphaty dimaksud disini adalah
- a. Kemampuan kita untuk menempatkan diri kita pada situasi atau kondisi yang dihadapi oleh orang lain
 - b. Kemampuan untuk merasakan
 - c. Kemampuan untuk berbuat
 - d. Kemampuan untuk berbuat yang terbaik
6. Audible dimaksud adalah
- a. Informasi dua arah
 - b. Pesan yang disampaikan dapat diterima oleh penerima pesan
 - c. Komunikasi yang komunikatif
 - d. Informasi dua arah yang komunkatif
7. Apakah makna dari Clarity.....
- a. Informasi dari kejelasan yang menimbulkan efek
 - b. Kejelasan dari pesan itu sehingga sehingga tidak menimbulkan multi interpretasi atau berbagai penafsiran yang berlainan
 - c. Kejelasan dari berita yang disampaikan sehingga menimbulkan reaksi yang membei efek komunikatif
 - d. Kejelasan dari berita yang memberi pengaruh besaran terhadap efek dan reaksi

8. Apa itu Humble....
 - a. Sikap yang peka
 - b. Sikap yang kurang peduli
 - c. Sikap yang peduli
 - d. Sikap rendah hati
9. Apakah itu komunikasi intra pribadi (inter personal communication)....
 - a. Komunikasi dengan diri sendiri, baik kita sadari atau tidak
 - b. Komunikasi dengan diri sendiri, tetapi dengan bantuan orang lain
 - c. Komunikasi dengan diri sendiri, tetapi dengan menggunakan media
 - d. Komunikasi dengan diri sendiri, mengandalkan alat teknologi.
10. Apakah yang dimaksud dengan komunikasi kelompok ?
 - a. Sekumpulan manusia yang mempunyai tujuan bersama yang berinteraksi satu sama lain untuk mencapai tujuan bersama, mengenal satu sama lain untuk mencapai tujuan bersama, mengenal satu sama lainnya, dan memandang mereka sebagai bagian dari kelompok tersebut
 - b. Sekumpulan manusia yang mempunyai tujuan berbeda dan tidak berinteraksi
 - c. Sekumpulan manusia yang mempunyai hubungan komunikasi yang berjalan dengan lancar
 - d. Sekumpulan manusia dimana komunikasi yang dibangun dengan hubungan yang lebih baik.
11. Dalam kegiatan komunikasi termasuk kegiatan pembelajaran terdapat satu unsur yang selalu harus diperhatikan oleh sumber atau komunikator yaitu :
 - a. Umpan balik (feed back)
 - b. Komunikan
 - c. Komunikator, komunikan
 - d. Komuniasi yang searah
12. Apakah ungkapan balik (*Feed back*)

- a. Semua keterangan yang diperoleh untuk menunjukkan seberapa jauh murid telah mencapai “*sharing*” atas pesan yang disampaikan
 - b. Informasi yang dikumpulkan untuk mencapai kesepakatan atas pesan
 - c. Kesepakatan yang dibangun atas informasi yang diterima dan dikumpulkan
 - d. Keberadaan komunikasi itu sendiri atas informasi yang diterima sebagai feed back
13. Teknik yang dapat dicoba oleh guru untuk melakukan komunikasi yang efektif di dalam kelas
- a. Menetapkan tujuan
 - b. Berbagi tujuan
 - c. Berikan umpan balik, bereaksi terhadap tindakan tidak pantas
 - d. A, B, C semua benar
14. Sardiman AM (2005) dalam bukunya yang berjudul “Interaksi dan Motivasi dalam belajar menyebut istilah pembelajaran dengan interaksi edukatif. Menurut beliau yang dianggap interaksi edukatif adalah...
- a. Interaksi yang dilakukan secara sadar dan mempunyai tujuan untuk mendidik dalam rangka mengantar peserta didik kearah kedewasaannya
 - b. Interaksi yang dilakukan setengah sadar dan tidak punya tujuan
 - c. Interaksi yang dilakukan dengan sadar untuk mandiri
 - d. Interaksi yang dilakukan dengan sadar dan bertanggungjawab
15. Pembelajaran merupakan proses yang berfungsi membimbing para peserta didik dalam kehidupannya yakni membimbing mengembangkan diri sesuai dengan tugas perkembangan yang harus dijalani proses edukatif memiliki ciri-ciri yakni adanya :
- a. Tujuan yang ingin dicapai , pesan yang akan ditransfer
 - b. Pelajar, guru
 - c. Metode, situasi penilaian

- d. A, B, C, semua benar

I. Kunci Jawaban Pilihan Berganda

1. B
2. A
3. A
4. A
5. A
6. B
7. B
8. D
9. A
10. A
11. A
12. A
13. D
14. A
15. D

Kunci Jawaban Latihan / Kasus / Tugas

1. Penyampaian pesan dengan menggunakan lambang (symbol) tertentu , baik maupun non verbal, dengan tujuan agar pesan tersebut dapat diterima oleh penerima (audience). Dengan demikian hakikat komunikasi adalah “sharing” yang artinya pesanyang disampaikan sumber dapat menjadi milik penerima atau dalam dunia pendidikan dan pembelajaran dikatakan agar pesan pembelajaran yang disampaikan guru dapat diserap oleh siswanya.
2. Berasal dari kata “communicare” yang berarti “membuat sama”
3. Lima (5) sasaran pokok dalam proses komunikasi yakni :
 1. Membuat pendengar mendengarkan apa yang kita katakan (atau melihat apa yang kita tunjukkan kepada mereka)
 2. Membuat pendengar memahami apa yang mereka dengar atau lihat
 3. Membuat pendengar menyetujui apa yang telah mereka dengar (atau tidak menyetujui apa yang kita katakan, tetapi dengan pemahaman yang benar
 4. Membuat pendengar mengambil tindakan yang sesuai dengan maksud kita dan maksud kita bisa mereka terima
 5. Memperoleh umpan balik dari pendengar

4. Respect

Hal pertama dalam mengembangkan komunikasi yang efektif adalah sikap menghargai sikap individu yang menjadi sasaran pesan yang kita sampaikan. Ingatlah pada prinsipnya manusia ingin dihargai dan dianggap penting.

Emphaty

Adalah kemampuan kita menempatkan diri kita pada situasi atau kondisi yang dihadapi oleh orang lain. Salah satu prasyarat utama dalam memiliki empati adalah kemampuan kita mendengarkan atau mengerti terlebih dahulu sebelum didengarkan atau dimengerti oleh orang lain.

Audible

Makna dari audible antara lain dapat didengarkan atau dimengerti dengan baik. Audible berarti pesan yang kita sampaikan dapat diterima oleh penerima pesan.

Humble

Adalah sikap rendah hati. Sikap ini merupakan unsur yang terkait dengan sikap menghargai orang lain, biasanya didasari oleh sikap rendah hati yang kita miliki. Jika komunikasi yang kita bangun didasarkan pada lima esensi komunikasi yang handal dan pada gilirannya dapat membangun jaringan hubungan dengan orang lain yang penuh dengan penghargaan (respect), karena inilah yang dapat membangun hubungan jangka panjang yang saling menguntungkan dan saling menguatkan.

5. Prinsip 3 S

1. Sadar

Dalam berkomunikasi harus sadar akan kekurangan diri sehingga menumbuhkan kepekaan sosial yang baik

2. Senyum

Senyum adalah senjata pergaulan. Ia mampu memberikan kekuatan yang dahsyat dan pesona luar biasa. Senyum merupakan sebuah magic yang menjadi perekat hubungan antara manusia. Senyum juga menjadi kunci penyelesaian masalah.

3. Sejuk

Ucapan yang menyejukkan akan meninggalkan kesan yang positif bagi orang lain. Setidaknya ucapan sejuk yang kita kemukakan akan menjadi modal untuk memperoleh respon yang positif, yang akan menguntungkan kita.

6. Komunikasi Organisasi

Adalah terjadi dalam suatu organisasi, bersifat formal dan juga informal dan berlangsung dalam suatu jaringan yang lebih besar dari pada komunikasi kelompok. Komunikasi organisasi seringkali juga melibatkan komunikasi diadik komunikasi antar pribadi. Komunikasi formal adalah komunikasi menurut organisasi, yakni komunikasi kebawah, komunikasi keatas dan komunikasi horizontal, sedangkan komunikasi informal tidak tergantung pada struktur organisasi, seperti komunikasi antar teman sejawat, juga termasuk gossip.

7. Apakah yang dimaksud dengan komunikasi massa (mass communication)

Komunikasi yang menggunakan majalah media massa, baik cetak (surat, majalah) atau elektronik (radio, televise), yang dikelola oleh suatu lembaga atau orang yang dilembagakan, yang ditujukan kepada sejumlah besar orang yang tersebar dibanyak tempat, anonym, heterogen. Pesan-pesannya bersifat umum disampaikan secara cepat, serentak dan selintas (khususnya media elektronik). Komunikasi kelompok dengan sendirinya melibatkan juga komunikasi antar pribadi berlaku juga bagi komunikasi kelompok

8. Apakah yang dimaksud dengan komunikasi kelompok...?

Adalah sekumpulan manusia yang mempunyai tujuan bersama yang berinteraksi satu sama lain untuk mencapai tujuan bersama, mengenal satu sama lainnya, dan memandang mereka sebagai bagian dari kelompok tersebut. Kelompok ini misalnya adalah keluarga, tetangga, kawan – kawan diskusi. Kelompok pemecahan masalah, atau satu komite yang tengah berapat untuk mengambal suatu keputusan. Dengan demikian komunikasi yang dilakukan kelompok kecil tersebut (small grup communication). Komunikasi kelompok yang dengan sendirinya melibatkan juga komunikasi antar pribadi berlaku juga bagi komunikasi kelompok.

9. Bentuk komunikasi non verbal yang penting dalam proses belajar mengajar dikelas adalah kontak mata antara guru dan siswa. Kontak mata ini harus selalu dipertahankan karena mempunyai fungsi sebagai berikut:

a. Mengawali hubungan komunikasi adalah kontak mata

Guru pasti memandang para siswanya jika memulai pembelajaran. Jika guru tidak menyangka pandangan kepada para siswanya, komunikasi tersebut misalnya tidak bertanya kepada siswa, informasi baru apa yang kamu peroleh pagi ini?

b. Menjaga minat dan perhatian

Kontak mata dapat menjaga kontak mata dengan siswanya diruang kelas secara bergiliran. Pandangan mata sebagai guru jangan hanya tertuju pada satu sisi saja atau asik sendiri menghadap papan tulis karena hal itu akan mengurangi minat dan perhatian siswa kepada kita

c. Gambaran hubungan

Kontak mata dapat juga menggambarkan tingkat hubungan kontak mata antara guru dan siswa mungkin tidak seintensif kontak mata jika menatap seseorang yang sukai. Menurut penelitian, kalau kita memandang seseorang lebih dari 60%, itu tandanya lebih berminat kepada orangnya dari pada apa yang dikatakannya.

10. Namun ketika berada di dalam ruang kelas atau didepan publik, sering kita merasa gugup atau canggung untuk menjadi pusat perhatian banyak orang . Berikut ini adalah beberapa tips yang biasa dijadikan strategi bagaimana ungkapan ide didepan kelas dan membuat komunikasi yang kita ciptakan menjadi efektif.

1. Berbicaralah dengan menggunakan kalimat efektif yang langsung tepat pada sasaran. Hindari penggunaan idiom bahasa yang

kurang/tidak dimengerti calon pendengar anda dengan. Dengan kata lain, kenali latar belakang baik pendidikan maupun kehidupan sosial calon pendengar anda.

2. Jangan membicarakan ide yang sudah dilontarkan orang lain, ketika ingin mengungkapkan ide, ketahui lebih dulu apakah ide tersebut sudah pernah diungkapkan oleh orang lain. Jika sudah lebih baik anda tidak usah mengungkapkannya. Karena umumnya orang tidak akan tertarik mendengarkan pengulangan sebuah ide. Dalam memaparkan suatu analisa, usahakan tidak terjadi pengulangan kalimat – kalimat yang merupakan teori ataupun kesimpulan. Aturlah urutan penyampaian agar lebih focus saat menyampaikannya.
3. Jangan berbicara terlalu pelan dan lambat
Tutur kata yang terlalu pelan dan lambat hanya akan membuat lawan bicara menjadi bosan dan tidak sabar. Lagi pula gaya bicara yang terlalu pelan akan mengesankan bahwa komunikator ragu-ragu dan tidak percaya diri.
4. Jangan sering menggumam
Gumaman yang terlalu sering hanya akan mengganggu sebuah materi pembicaraan. Lagi pula lawan bicara tidak akan merasa lebih menunggu kapan pembicaraan anda selesai. Sebaiknya mungkin minimalkan atau hilangkan gumaman seperti “ehm...eee...ooo dsb. Hal ini juga akan mengurangi respon calon pendengar, karena kita dinilai tidak menguasai materi pembicaraan.

BAB III

KOMPETENSI PROFESIONAL

A. TUJUAN

Setelah mengikuti Kegiatan Pembelajaran Modul PKB Grade 7 para peserta diklat diharapkan dapat menganalisa pengoperasian Heat Exchanger dan Furnace serta menganalisa spesifikasi bahan bakar migas..

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

1. Peserta diklat dapat mengetahui cara pembuangan udara yang terjebak dalam HE.
2. Peserta diklat dapat mengetahui cara pengisian dan pengaliran fluida dingin dan panas dalam HE.
3. Peserta diklat dapat Menguji tekanan terhadap peralatan dalam HE sampai diatas tekanan kerja
4. Peserta diklat dapatMerumuskan nilai Density dari bahan bakar migas.
5. Peserta diklat dapat Menentukan kadar belerang dalam bahan bakar migas.
6. Peserta diklat dapat Menentukan Kadar air dalam bahan bakar migas.
7. Peserta diklat dapatMenentukan nilai kalori dari bahan bakar migas.

C. URAIAN MATERI

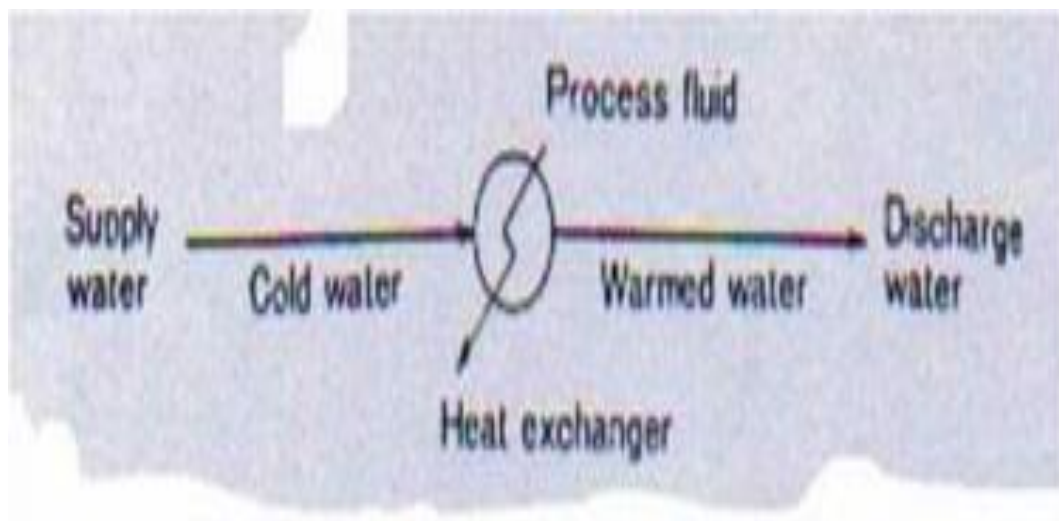
1. HEAT EXCHANGER

Alat penukar panas adalah suatu alat yang digunakan untuk penukaran panas antara panas hasil pembakaran dengan fluida yang dipanaskan, maupun penukaran panas dari fluida panas ke fluida dingin. Alat penukaran panas dari hasil pembakaran bahan bakar dengan fluida yang dipanaskan yang dilewatkan tube-tube dalam ruang bakar yang disebut dengan dapur (furnace) sedangkan penukaran panas antara fluida panas dengan umpan dimana fluida panas dari produk panas dari hasil pengolahan, alat penukaran panas tersebut disebut Heat Exchanger dan alat perpindahan panas antara produk dengan bahan pendingin lain disebut cooler dan condensor. Bahan ajar ini akan membahas alat penukar

panas yaitu Heat Exchanger, cooler dan condenser.

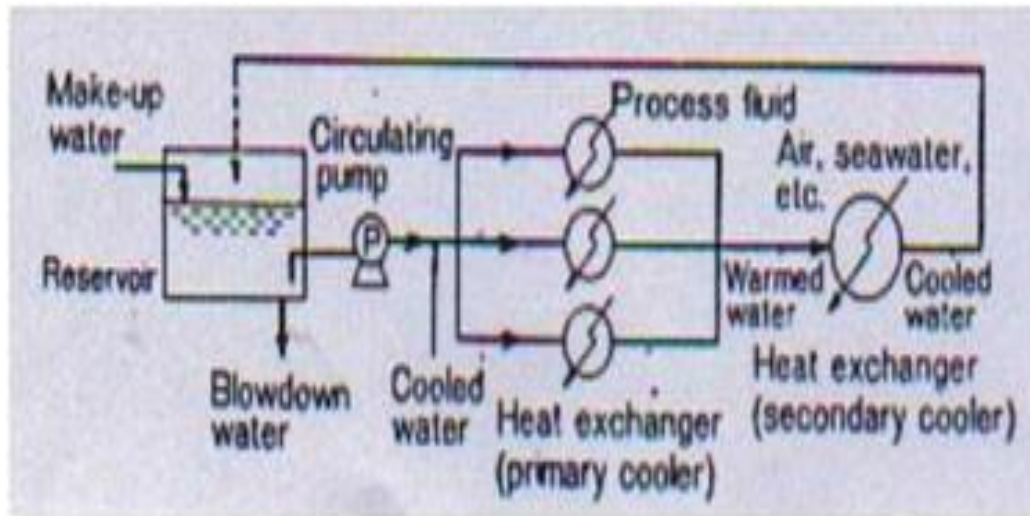
Alat penukar panas (heat exchanger) merupakan suatu alat yang sangat penting dalam proses pertukaran panas. Alat tersebut berfungsi untuk memindahkan panas antara dua fluida yang berbeda temperatur dan dipisahkan oleh suatu sekat pemisah.

Jenis Unit Heat Exchanger



Gambar 3.1 *Once Through System*

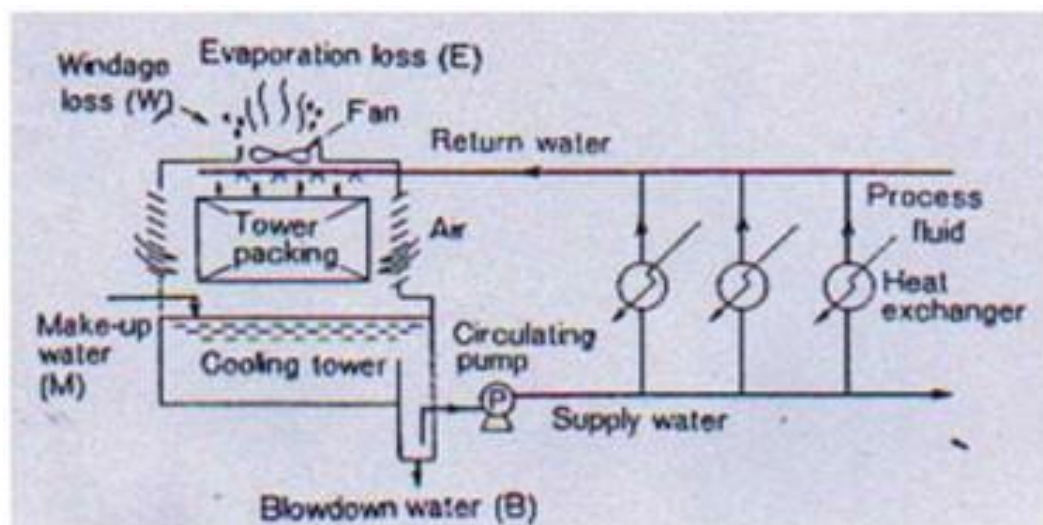
Once Through System, air pendingin mengalir melalui unit *heat exchanger* dan langsung dibuang. Jumlah volume air yang dibutuhkan sangat besar sehingga kenaikan temperatur relatif kecil sepanjang pipa unit *heat exchanger* dan kandungan mineral dalam air relatif sama. Pada umumnya air pendingin untuk unit *heat exchanger* diambil dari berbagai sumber seperti sungai, danau, laut dan sumur.



Gambar 3.2 Closed Recirculating System

Closed Recirculating System, air pendingin secara kontinyu disirkulasikan melalui unit *heat exchanger*. Panas yang diabsorpsi dari unit *heat exchanger* dimanfaatkan untuk proses pemanasan lainnya, yang kemudian didinginkan melalui pendingin sekunder *once through* atau *open recirculating system*. Volume *makeup water* yang ditambahkan relatif kecil, karena kehilangan air akibat evaporasi relatif sedikit.

Kandungan mineral dalam air pendingin relatif konstan, akan tetapi produk sampingan akibat korosi terakumulasi. Pada umumnya, *closed recirculating system* digunakan pada sistem pendinginan mesin pembakar.



Gambar 3.3. Open Recirculating System

Open Recirculating System, air pendingin secara kontinyu disirkulasikan melalui unit *heat exchanger* dari menara pendingin. Volume *makeup water* yang ditambahkan relatif banyak, untuk menggantikan air yang hilang akibat evaporasi atau dibuang melalui *blowdown* untuk menjaga level mineral dan padatan terlarut yang memenuhi persyaratan kualitas air pendingin. Konsentrasi ion agresif dan padatan terlarut dalam air pendingin meningkat diakibatkan penambahan *makeup water* secara kontinyu. Hal ini dapat mempercepat korosi dan pembentukan kerak pada pipa unit *heat exchanger*.

Prospek Ekonomi

Dengan pemilihan material logam, jenis dan dosis inhibitor korosi dan anti kerak yang memadai, maka masalah korosi dan kerak pada unit *heat exchanger* dapat diatasi, penghematan material logam, penurunan biaya pemeliharaan dan produktivitas berjalan dengan lancar.

Alat penukar panas

Alat penukar panas konvensional seperti penukar panas pipa rangkap (*double pipe heat exchanger*) dan penukar panas cangkang buluh (*shell and tube heat exchanger*) selama beberapa dekade mendominasi fungsi sebagai penukar panas di industri. Perkembangannya kemudian, karena tuntutan efisiensi energi, biaya, serta tuntutan terhadap beban perpindahan panas yang lebih tinggi dengan ukuran penukar panas yang kompak menjadi penting. Menanggapi hal itu, maka dibuat suatu penukar panas kompak. Salah satu jenis penukar panas kompak tersebut adalah penukar panas *Plate and frame Heat Exchanger*.

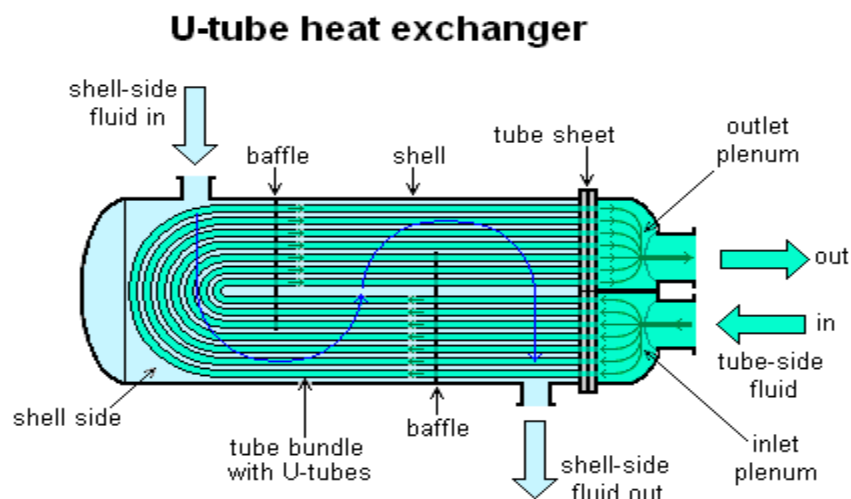
1. Penukar panas pipa rangkap (*double pipe heat exchanger*)

Satu jenis penukar kalor ialah susunan pipa ganda. Dalam penukar kalor jenis ini dapat digunakan aliran searah atau aliran lawan arah, baik dengan zat cair panas maupun zat cair dingin terdapat dalam ruang annulus dan zat cair yang lain di dalam pipa dalam. Alat penukar panas pipa rangkap terdiri dari dua pipa logam standar yang di kedua ujungnya dilas menjadi satu atau dihubungkan dengan kotak penyekat. Fluida yang satu mengalir di dalam pipa, sedangkan fluida kedua

mengalir di dalam ruang anulus antara pipa luar dengan pipa dalam. Alat penukar panas jenis ini dapat digunakan pada laju alir fluida yang kecil dan tekanan operasi yang tinggi. Sedangkan untuk kapasitas yang lebih besar digunakan penukar panas jenis selongsong dan buluh (shell and tube heat exchanger).

2. Penukar panas cangkang dan buluh (**shell and tube heat exchanger**)

Alat penukar panas cangkang dan buluh terdiri atas suatu bundel pipa yang dihubungkan secara parallel dan ditempatkan dalam sebuah pipa mantel (cangkang). Fluida yang satu mengalir di dalam bundel pipa, sedangkan fluida yang lain mengalir di luar pipa pada arah yang sama, berlawanan, atau bersilangan. Kedua ujung pipa tersebut dilas pada penunjang pipa yang menempel pada mantel. Untuk meningkatkan efisiensi pertukaran panas, biasanya pada alat penukar panas cangkang dan buluh dipasang sekat (*baffle*). Ini bertujuan untuk membuat turbulensi aliran fluida dan menambah waktu tinggal (*residence time*), namun pemasangan sekat akan memperbesar *pressure drop* operasi dan menambah beban kerja pompa, sehingga laju alir fluida yang dipertukarkan panasnya harus diatur.



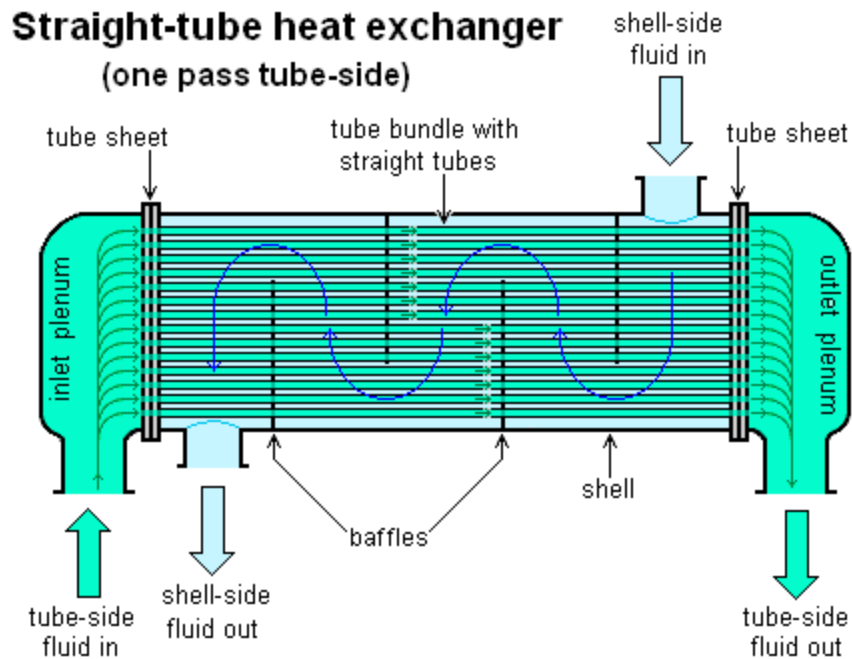
Gambar 3.4 U-tube heat exchanger

Aliran fluida simulasi untuk penukar gaya shell and tube; The inlet shell adalah di bagian belakang atas dan outlet di latar depan di bagian bawah. Sebuah penukar

panas shell and tube adalah kelas penukar panas desain. Ini adalah jenis yang paling umum dari penukar panas di kilang minyak dan lainnya proses kimia besar, dan cocok untuk tinggi-tekanan aplikasi. Seperti namanya, jenis penukar panas terdiri dari shell (besar bejana tekanan) dengan bundel tabung di dalamnya. Salah satu cairan mengalir melalui tabung, dan cairan lainnya mengalir di atas tabung (melalui shell) untuk mentransfer panas antara dua. Ini set tabung yang disebut bundel pipa, dan dapat terdiri oleh beberapa jenis tabung: polos, bersirip longitudinal, dan lain-lain

Teori dan Aplikasi

Dua cairan, suhu yang mulai berbeda, mengalir melalui penukar panas. Satu mengalir melalui tabung (sisi tabung) dan aliran lain di luar tabung tapi di dalam shell (sisi shell). Panas dipindahkan dari satu fluida ke lain melalui dinding tabung, baik dari sisi tabung ke sisi shell atau sebaliknya.. Cairan dapat berupa cairan atau gas di kedua shell atau sisi tabung. Dalam rangka untuk mentransfer panas secara efisien, besar perpindahan panas daerah harus digunakan, yang mengarah ke penggunaan tabung banyak. Dengan cara ini, limbah panas dapat dimanfaatkan. Ini merupakan cara yang efisien untuk menghemat energi. Penukar panas dengan hanya satu fase (cair atau gas) di setiap sisi bisa disebut satu-fase atau fase-tunggal penukar panas. Dua tahap penukar panas dapat digunakan untuk memanaskan cairan mendidih ke gas (uap), kadang-kadang disebut boiler, atau mendinginkan uap berkondensasi menjadi (disebut cairan kondensor), dengan perubahan fasa biasanya terjadi pada shell samping. Boiler dalam mesin uap lokomotif biasanya besar, biasanya berbentuk cylindrically-shell-dan-tabung penukar panas. Dalam besar pembangkit listrik dengan uap-driven turbin, shell-dan-tabung kondensor permukaan digunakan untuk memadatkan pembuangan uap keluar turbin menjadi kondensat air yang didaur ulang kembali untuk diubah menjadi uap dalam generator uap.

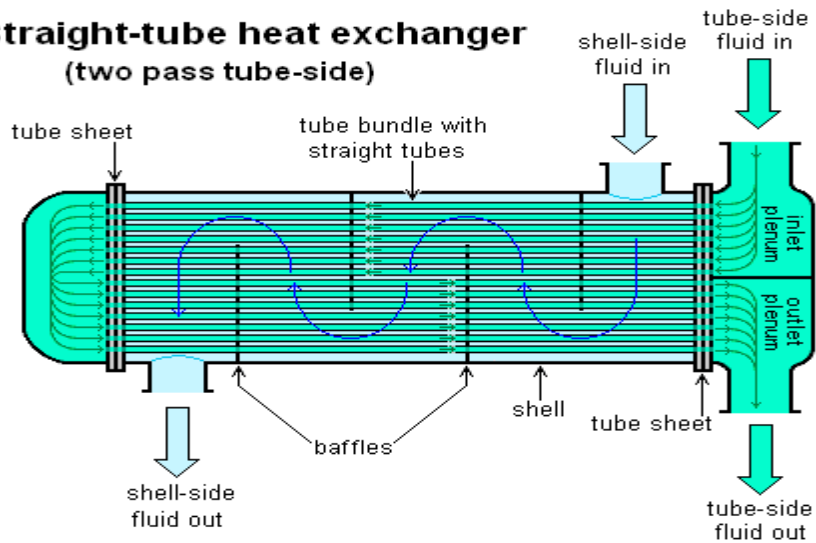


Gambar 3.5. Straight tube heat exchanger

Shell dan desain tabung penukar panas

Ada dapat banyak variasi pada desain shell dan tube. Biasanya, ujung tabung masing-masing terhubung ke ventilasi (kadang-kadang disebut kotak air) melalui lubang di tubesheets. The tubes may be straight or bent in the shape of a U, called U-tubes. Tabung mungkin lurus atau bengkok dalam bentuk U, disebut U-tabung. Dalam pembangkit listrik tenaga nuklir yang disebut reaktor air bertekanan, penukar panas besar yang disebut generator uap dua-tahap, penukar panas shell-dan-tabung yang biasanya memiliki U-tabung Mereka digunakan untuk mendidihkan air daur ulang dari kondensor permukaan menjadi uap untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik. Sebagian besar shell-dan-tabung penukar panas yang baik 1, 2, atau 4 desain lurus pada sisi tabung. Hal ini mengacu pada jumlah kali cairan dalam tabung melewati cairan di shell. Dalam sebuah penukar panas single pass, cairan berjalan di salah satu ujung tabung masing-masing dan keluar yang lain.

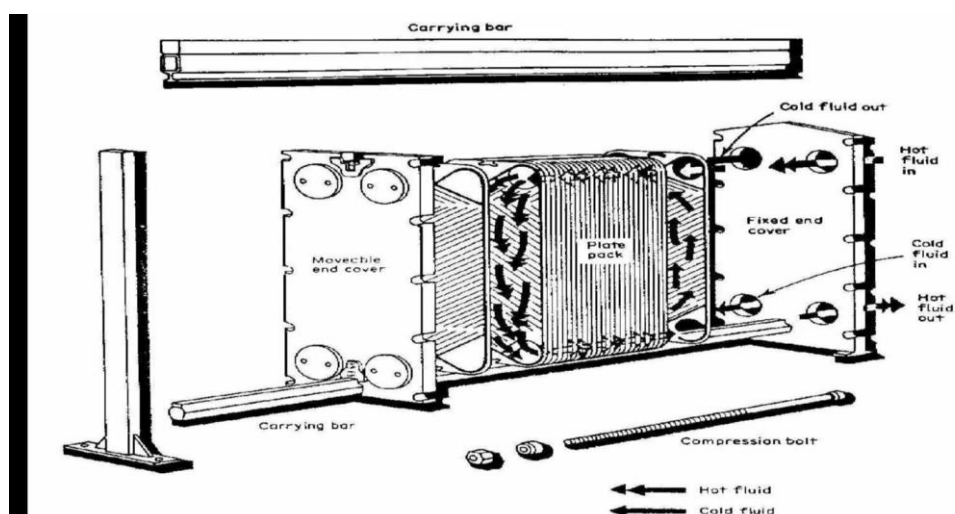
Straight-tube heat exchanger (two pass tube-side)



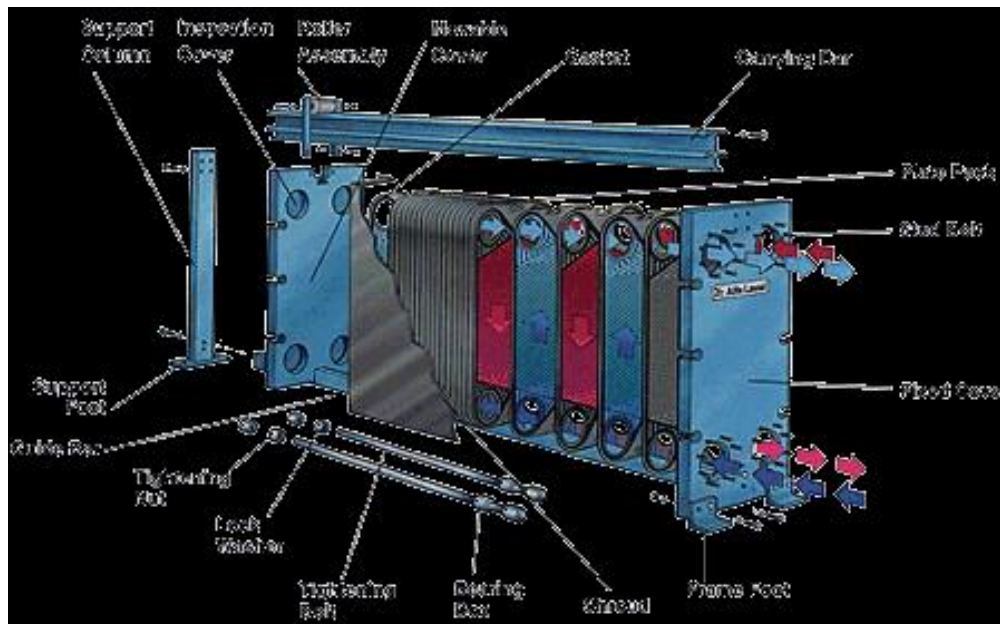
Gambar 3.6. straight-tube exchanger

3. Penukar Panas Plate and Frame (*plate and frame heat exchanger*)

Alat penukar panas pelat dan bingkai terdiri dari paket pelat – pelat tegak lurus, bergelombang, atau profil lain. Pemisah antara pelat tegak lurus dipasang penyekat lunak (biasanya terbuat dari karet). Pelat – pelat dan sekat disatukan oleh suatu perangkat penekan yang pada setiap sudut pelat (kebanyakan segi empat) terdapat lubang pengalir fluida. Melalui dua dari lubang ini, fluida dialirkan masuk dan keluar pada sisi yang lain, sedangkan fluida yang lain mengalir melalui lubang dan ruang pada sisi sebelahnya karena ada sekat.



Gambar 3.7. Proses hot and cold fluid



Gambar 3.8. Plate dan frame heat exchanger

HVAC udara gulungan

Salah satu kegunaan terluas penukar panas untuk pengkondisian udara bangunan dan kendaraan. Kelas ini penukar panas biasanya disebut kumparan udara, atau hanya kumparan karena sering serpentin tabung internal mereka. Cair-ke-udara, atau udara-ke-cair HVAC gulungan biasanya pengaturan crossflow dimodifikasi. Dalam kendaraan, kumparan panas sering disebut core pemanas.

Di sisi cair dari penukar panas, cairan umum adalah air, larutan air-glikol, uap, atau refrigeran. Untuk koil pemanas, air panas dan uap adalah yang paling umum, dan ini cairan dipanaskan disediakan oleh boiler, misalnya. Untuk kumparan pendingin, air dingin dan refrigeran yang paling umum. Air dingin dipasok dari chiller yang berpotensi terletak sangat jauh, tapi refrigeran harus datang dari unit kondensasi di dekatnya. Ketika refrigeran yang digunakan, kumparan pendingin evaporator dalam siklus refrigerasi kompresi uap. Kumparan HVAC yang menggunakan ekspansi ini langsung dari refrigeran yang biasa disebut gulungan DX.

Di sisi udara koil HVAC perbedaan yang signifikan antara yang digunakan untuk pemanasan, dan orang-orang untuk pendinginan. Karena psychometrics, udara yang didinginkan sering memiliki kelembaban kondensasi dari itu, kecuali dengan

aliran udara yang sangat kering. Pemanas udara beberapa peningkatan bahwa kapasitas aliran udara untuk menahan air. Jadi koil pemanasan tidak perlu mempertimbangkan kondensasi uap air di udara samping mereka, tetapi kumparan pendingin harus cukup dirancang dan dipilih untuk menangani laten khusus mereka (kelembaban) serta (pendingin) yang masuk akal beban. Air yang dihapus disebut kondensat.

Bagi banyak iklim, air atau uap HVAC gulungan dapat terkena kondisi beku. Karena air memperluas atas titik beku, ini agak mahal dan sulit untuk mengganti ber dinding tipis penukar panas dapat dengan mudah rusak atau hancur dengan hanya satu membeku. Dengan demikian, membekukan perlindungan kumparan adalah perhatian utama dari desainer HVAC, installer, dan operator.

Pengenalan lekukan ditempatkan dalam sirip pertukaran panas dikontrol kondensasi, yang memungkinkan molekul air untuk tetap di udara didinginkan. Penemuan ini memungkinkan untuk pendinginan tanpa icing mekanisme pendingin.

Penukar panas dalam tungku pembakaran langsung, yang khas pada rumah tinggal banyak, tidak “gulungan”. Mereka adalah, sebaliknya, penukar panas gas-ke-udara yang biasanya terbuat dari logam lembaran baja dicap. Produk pembakaran lulus pada salah satu sisi dari penukar panas, dan udara untuk AC di sisi lain. Sebuah penukar panas retak karena itu situasi berbahaya yang membutuhkan perhatian segera karena produk-produk pembakaran maka kemungkinan untuk memasuki gedung.

Sebuah penukar panas spiral (SHE), bisa merujuk ke konfigurasi (melingkar) tabung heliks, lebih umum, istilah merujuk kepada sepasang permukaan datar yang bergelung untuk membentuk dua saluran dalam pengaturan counter-flow. Masing-masing dari dua saluran memiliki satu jalur melengkung panjang. Sepasang port fluida yang terhubung tangensial pada lengan luar spiral, dan port aksial yang umum, tapi opsional.

Keuntungan utama dari DIA adalah penggunaan yang sangat efisien ruang. Atribut ini sering

dimanfaatkan dan sebagian dialokasikan untuk mendapatkan perbaikan lain dalam kinerja, menurut pengorbanan terkenal dalam desain penukar panas. (Sebuah tradeoff penting adalah biaya modal vs biaya operasi.) Sebuah kompak DIA dapat digunakan untuk memiliki footprint yang lebih kecil dan dengan

demikian menurunkan semua-sekitar biaya modal, atau lebih dari ukuran DIA dapat digunakan untuk memiliki penurunan tekanan kurang, kurang memompa energi, efisiensi termal lebih tinggi, dan biaya energi yang lebih rendah.

Konstruksi

Jarak antara lembaran dalam saluran spiral dipelihara dengan menggunakan spacer stud yang dilas sebelum bergulir. Setelah paket spiral utama telah digulung, atas alternatif dan tepi bawah dilas dan setiap akhir ditutup oleh penutup datar atau kerucut gasketed melesat ke tubuh. Hal ini memastikan tidak ada pencampuran dua cairan akan terjadi. Jika kebocoran terjadi, maka akan dari penutup pinggiran ke atmosfer, atau ke bagian yang berisi fluida yang sama.

Membersihkan Diri

Shes sering digunakan dalam pemanasan cairan yang mengandung padatan dan dengan demikian memiliki kecenderungan untuk mengotori bagian dalam penukar panas. Penurunan tekanan rendah memberikan DIA kemampuannya untuk menangani fouling lebih mudah. SHE menggunakan “membersihkan diri” mekanisme, dimana permukaan mengotori menyebabkan peningkatan lokal di kecepatan fluida, sehingga meningkatkan drag (atau gesekan cairan) pada permukaan mengotori, sehingga membantu untuk mengusir penyumbatan dan menjaga penukar panas bersih. “Dinding internal yang membentuk permukaan perpindahan panas sering agak tebal, yang membuat DIA sangat kuat, dan mampu bertahan lama di lingkungan menuntut.” Mereka juga mudah dibersihkan, membuka keluar seperti oven mana setiap membangun dari foulant dapat dihilangkan dengan mencuci tekanan.

Self-Pembersihan filter Air yang digunakan untuk menjaga sistem bersih dan berjalan tanpa perlu untuk mematikan atau mengganti kartrid dan tas.

Pengaturan Arus

Bersamaan dan lawan arus.

Ada tiga jenis utama mengalir dalam suatu penukar panas spiral:

1. Counter-arus Arus:
2. Cairan mengalir dalam arah berlawanan.

Ini digunakan untuk aplikasi pendingin cair-cair, kondensasi dan gas. Unit biasanya dipasang vertikal ketika kondensasi uap dan dipasang horizontal ketika menangani konsentrasi padatan tinggi.

3. Arus spiral / Cross Flow:

Satu fluida dalam aliran spiral dan yang lainnya di aliran silang. Spiral bagian aliran dilas pada setiap sisi untuk jenis penukar panas spiral. Jenis aliran cocok untuk menangani gas kepadatan rendah yang melewati aliran silang, menghindari kehilangan tekanan. Hal ini dapat digunakan untuk cair-cair aplikasi jika satu cair memiliki kecepatan aliran jauh lebih besar dari yang lain.

Uap didistribusikan aliran / Spiral: Desain ini adalah kondensor, dan biasanya dipasang secara vertikal. Hal ini dirancang untuk memenuhi sub-pendinginan dari kedua kondensat dan non-condensables. Pendingin bergerak dalam spiral dan daun melalui atas. Gas panas yang masuk meninggalkan sebagai kondensat melalui outlet bawah.

Aplikasi

SHE baik untuk aplikasi seperti pasteurisasi, pemanasan digester, pemulihan panas, pra-pemanasan, dan pendinginan efluen. Untuk pengobatan lumpur, shes umumnya lebih kecil daripada jenis lain penukar panas

Pemilihan

Karena banyak variabel yang terlibat, memilih penukar panas yang optimal adalah menantang. Perhitungan tangan yang mungkin, tetapi banyak iterasi yang biasanya diperlukan. Dengan demikian, penukar panas yang paling sering dipilih melalui program komputer, baik oleh desainer sistem, yang biasanya insinyur, atau oleh vendor peralatan.

Dalam rangka untuk memilih penukar panas yang tepat, perancang sistem (atau vendor peralatan) terlebih dahulu akan mempertimbangkan keterbatasan desain untuk setiap jenis penukar panas. Meskipun biaya sering kriteria pertama dievaluasi, ada beberapa kriteria seleksi penting lainnya yang meliputi:

3. Tinggi / Rendah Tekanan batas
4. Kinerja Termal
5. Suhu berkisar

6. Produk Campur (cair / cair, partikulat atau tinggi padat cair)
7. Tekanan Turun di exchanger
8. Kapasitas aliran fluida
9. Cleanability, pemeliharaan dan perbaikan

Bahan yang diperlukan untuk konstruksi Kemampuan dan kemudahan ekspansi masa depan Memilih penukar panas yang tepat (HX) membutuhkan beberapa pengetahuan tentang jenis penukar panas yang berbeda, serta lingkungan di mana unit harus beroperasi. Biasanya dalam industri manufaktur, jenis berbeda beberapa penukar panas yang digunakan untuk hanya proses satu atau sistem untuk mendapatkan produk akhir. Misalnya, HX ketel untuk pemanasan, pipa ganda HX untuk cairan 'pembawa' dan piring dan bingkai HX untuk pendinginan akhir. Dengan pengetahuan yang cukup jenis penukar panas dan persyaratan operasi, pilihan yang tepat dapat dibuat untuk mengoptimalkan proses.

Monitoring dan pemeliharaan

Pemantauan Online penukar panas komersial dilakukan dengan melacak koefisien perpindahan panas keseluruhan. Koefisien perpindahan panas keseluruhan cenderung menurun dari waktu ke waktu karena fouling.

$$U = Q / A\Delta T_{lm}$$

Secara berkala menghitung koefisien perpindahan panas keseluruhan dari tingkat aliran dan temperatur penukar, pemilik penukar panas dapat memperkirakan kapan membersihkan penukar panas akan menarik secara ekonomis.

Integritas pemeriksaan piring dan penukar panas tabung dapat diuji di situ oleh konduktivitas atau metode gas helium. Metode ini mengkonfirmasi integritas dari piring atau tabung untuk mencegah kontaminasi silang dan kondisi gasket.

Pemantauan integritas mekanik tabung penukar panas dapat dilakukan melalui metode tak rusak seperti pengujian arus eddy.

Fouling

Sebuah penukar panas dalam stasiun tenaga uap terkontaminasi dengan macrofouling.

Fouling terjadi ketika deposit kotoran pada permukaan pertukaran panas. Endapan kotoran ini dapat disebabkan oleh:

1. Rendah dinding geser stres
2. Rendah kecepatan fluida
3. Tinggi kecepatan fluida
4. Reaksi presipitasi yang solid produk
5. Pengendapan kotoran terlarut karena suhu dinding tinggi

Tingkat pengotoran panas penukar ditentukan oleh deposisi tingkat partikel lebih re-entrainment/suppression. Model ini awalnya diusulkan pada tahun 1959 oleh Kern dan Seaton. Minyak mentah Exchanger fouling. Dalam penyulingan minyak mentah komersial, minyak mentah dipanaskan dari 70F ke 650F sebelum memasuki kolom distilasi. Serangkaian penukar panas shell and tube biasanya digunakan untuk pertukaran panas antara minyak mentah dan aliran minyak lainnya, untuk mendapatkan minyak mentah ke 500F sebelum pemanasan dalam tungku. Fouling terjadi di sisi mentah ini exchanger karena asphaltene terpecahkannya. Sifat kelarutan asphaltene minyak mentah berhasil dimodelkan oleh Wiehe dan Kennedy. presipitasi asphaltenes larut dalam kereta api panaskan minyak mentah telah berhasil dimodelkan sebagai reaksi orde pertama dengan Ebert dan Panchal yang diperluas pada kerja Kern dan Seaton.

Pendingin Air fouling. Sistem air pendingin rentan terhadap pengotoran. Air pendingin biasanya memiliki kandungan padatan terlarut total yang tinggi dan padatan tersuspensi koloid. Curah hujan lokal terjadi padatan terlarut pada permukaan pertukaran panas karena suhu dinding lebih tinggi dari suhu cairan massal. Kecepatan fluida yang rendah memungkinkan padatan tersuspensi untuk menetap pada permukaan pertukaran panas. Air pendingin biasanya di sisi tabung penukar shell and tube karena mudah dibersihkan. Untuk mencegah pengotoran, desainer biasanya memastikan bahwa kecepatan air pendingin lebih besar dari 3 ft / s dan suhu cairan bulk dipertahankan kurang dari 140F. Pendekatan lain untuk mengontrol mengontrol pengotoran menggabungkan "buta" aplikasi biosida dan anti-bahan kimia dengan skala pengujian laboratorium periodik.

Pemeliharaan

Plate heat exchangers perlu dibongkar dan dibersihkan secara berkala. Tubular heat exchangers dapat dibersihkan dengan metode seperti membersihkan asam, sandblasting, tekanan tinggi air jet, membersihkan peluru, atau batang bor.

Dalam skala besar sistem pendingin air untuk penukar panas, pengolahan air seperti pemurnian, penambahan bahan kimia, dan pengujian, digunakan untuk meminimalkan fouling peralatan pertukaran panas. Pengolahan air lainnya juga digunakan dalam sistem uap untuk pembangkit listrik, dll untuk meminimalkan fouling dan korosi dari pertukaran panas dan peralatan lainnya.

Berbagai perusahaan telah mulai menggunakan teknologi air ditanggung osilasi untuk mencegah biofouling. Tanpa menggunakan bahan kimia, jenis teknologi telah membantu dalam memberikan penurunan tekanan rendah di penukar panas.

1.1. KLASIFIKASI HEAT EXCHANGER

Alat penukar panas diklasifikasikan sebagai berikut :

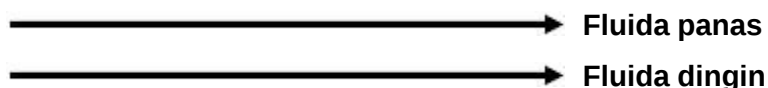
1. Menurut arah alirannya
2. Menurut Fungsinya.
3. Menurut Bentuknya
4. Menurut Konstruksi

1. Menurut Arah aliran.

a. Aliran Paralel atau searah (Co Current)

Fluida panas dalam tube mengalir searah dengan fluida yang dipanaskan diluar tube (shell). Perpindahan pada jenis ini relatif kecil karena fluida yang telah berubah suhunya akan mengalir pada posisi tempat dan arah yang sama.

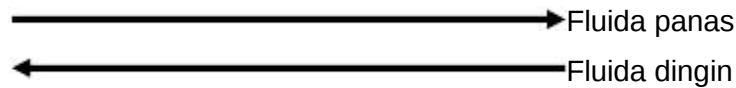
Aliran Searah (Parallel Flow)



b. Aliran Berlawanan Arah (Counter Current)

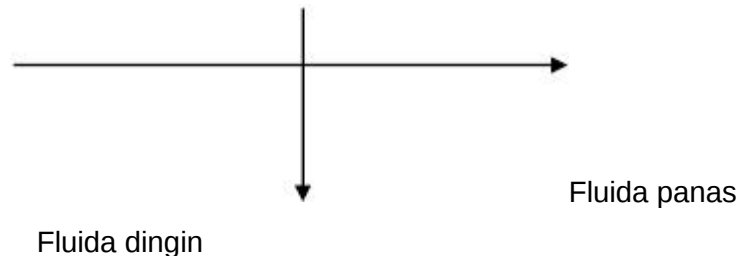
Arah aliran jenis ini, fluida panas dalam tube mengalir berlawanan arah dengan

fluida yang dipanaskan diluar tube. Perpindahan panas jenis ini sangat baik sebab kedua fluida saling menukar panas sepanjang aliran dalam peralatan tersebut. Jenis aliran ini banyak digunakan pada alat penukar panas.



c. Arah Aliran Melintang (Cross Flow)

Arah aliran ini, fluida dalam tube didinginkan dengan arah melintang oleh fluida yang didinginkan. Untuk jenis aliran ini biasanya menggunakan Finned Tube dan banyak dipakai fin fan dengan pendingin udara. Perpindahan panas yang terjadi lebih kecil bila dibandingkan dengan arah aliran berlawanan.



2. Menurut Fungsinya.

a. Cooler.

Mendinginkan liquid atau gas-gas dengan water, tetapi dapat pula dengan udara dalam air cooler (panas yang terjadi adalah panas sensible).

b. Condensor

Mengembunkan uap atau campuran uap, panas yang digunakan panas latent.

c. Partial Condensor.

Mengembunkan hanya sebagian dari total uap yang masuk, liquid hasil kondensasi dipakai sebagai reflux (pada puncak kolom).

d. Heater

Memanaskan fluida atau memberikan sensible heat pada liquid atau gas dengan condensing steam.

e. Heat Exchanger

Menjalankan dua fungsi :

1. Memanaskan fluida dingin dan
2. Menggunakan fluida panas yang didinginkan.

Hampir tidak ada losses dari panas yang ditransfer.

f. Chiller

Mendinginkan fluida pada suhu yang rendah (rendah sekali) dengan menggunakan: water, Refrigerant (propan, amoniak dan lain-lain).

g. Super Heater

Memanaskan uap diatas suhu saturation.

h. Reboiler

Dihubungkan didasar kolom fraksinasi untuk memperlengkapi pendidihan. Heating medium dapat steam atau hot process fluida.

1). Thermosiphon Reboiler atau Natural Circulation.

Sirkulasi alami dapat diperoleh dengan mempertahankan heat yang cukup dari liquid untuk memperlengkapi sirkulasi.

2). Forced Circulation Reboiler.

Digunakan pompa untuk memasukkan liquid kedalam Reboiler.

3. Menurut Bentuknya.

a. Shell and Tube Exchanger.

Suatu heat exchanger dengan pipa yang besar (shell) berisi beberapa tube yang kecil. Shell and tube exchanger lebih banyak digunakan karena perpindahan panasnya relatif cukup besar.



Gambar 3.9. Shell And Tube Exchanger

b. Double Pipe Heat Exchanger.

Suatu heat exchanger dengan suatu pipa berada dalam pipa lain yang lebih besar yang concentric atau beberapa pipa kecil dalam pipa besar. Untuk memperbesar permukaan perpindahan panas, biasanya bagian luar pipa kecil dipasang fin disekeliling bagian luar pipa (fins tube).

c. Box Cooler.

Suatu bentuk heat exchanger dengan suatu susunan pipa coil atau beberapa bundle pipa dimasukkan kedalam box yang berisi air.

d. Air Cooler Exchanger (Fin Fan)

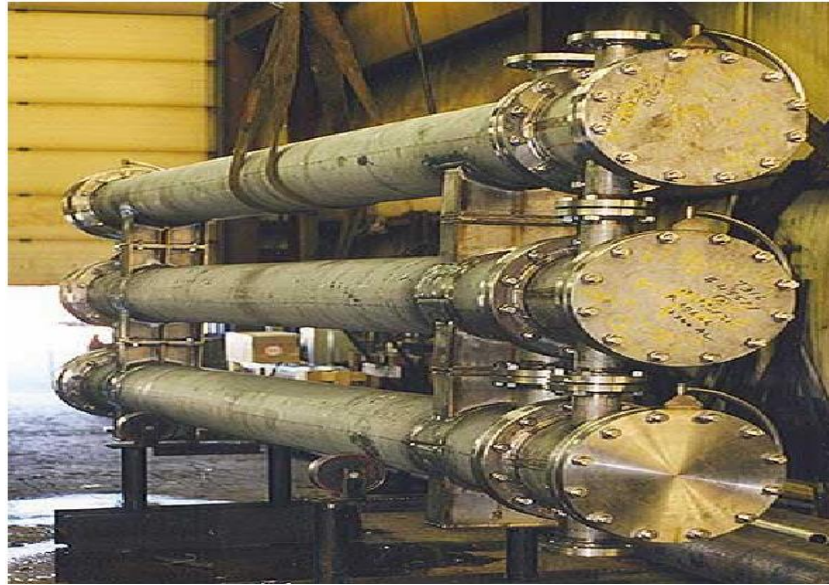
Fungsinya menurunkan temperatur tanpa perubahan fase dengan menggunakan udara sebagai media pendingin.

e. Tube Flow

Suatu alat heat exchanger terdiri dari pasangan tube yang bagian luarnya saling berhubungan dengan fin fluida yang satu mengalir pada tube yang lain, sedangkan fluida yang lain mengalir pada pasangan tube yang tadi secara berlawanan arah.



Gambar 3.10. heat exchanger



Gambar 3.11. Komponen heat exchanger

1.2. KOMPONEN UTAMA HEAT EXCHANGER

1. Stationary Head – Channel.

Berfungsi sebagai tempat masuk atau keluarnya zat alir pada bagian tube (tube side).

2. Channel Cover.

Berfungsi sebagai penutup channel yang dapat dibuka pada waktu dilakukan perbaikan atau pembersihan tube.

3. Stationary Head Nozzle

Lubang yang berfungsi sebagai jalan masuk atau keluarnya zat alir pada bagian tube.

4. Stationary Tube Sheet

Befungsi sebagai tempat/dudukan tube atau tube bundle pada shell.

5. Tube.

Merupakan media penghantar panas antara zat alir panas dengan zat alir dingin.

Ada 2 (dua) macam tipe tube yaitu :

- a. Tube polos (bare tube atau plain tube)
- b. Tube bersirip (finned tube)

Faktor-Faktor yang Perlu diperhatikan dalam Pemasangan Tube :

- a. Tahan terhadap korosi, erosi serta tekanan kerja.
- b. Tidak terpengaruh adanya perubahan suhu yang akan

menyebabkan perubahan pada tube.

c. Dapat dilepas dan dipasang sewaktu mengadakan perbaikan.

1.3. TIE RODS

Tie rods merupakan sebatang besi bulat yang mempunyai ulir pada kedua ujungnya dan ditempatkan pada Tube Sheet yang berguna untuk :

1. Mempertahankan panjang Tube selalu antara kedua tube sheet.
2. Mempertahankan jarak antara Baffle Plate.
3. Menjaga dan Mempertahankan sambungan Tube tidak mengalami perubahan bentuk sewaktu diadakan pengangkatan atau pengeluaran Tube Bundle pada waktu perbaikan.

1.4. FLUIDA YANG DILEWATKAN TUBE/SHELL (DALAM HE).

1. Fluida yang kotor dilewatkan pada :
 - a. Melalui tube karena dapat dengan mudah dibersihkan.
 - b. Melalui shell bila tube sukar dibersihkan atau adanya sejumlah besar dari coke atau peruntukan ada yang dapat terkumpul di shell dan dapat dikeluarkan melalui tempat pembuangan pada shell.
2. Fluida yang bertekanan tinggi, korosif dan water dilewatkan melalui tube karena corrosion Resistance tube relatif lebih murah juga kekuatan dari tube lebih besar dari pada shell.
3. Fluida yang mempunyai volume yang lebih besar (uap, gas) dilewatkan melalui shell karena cukup adanya ruangan.
4. Fluida yang mempunyai volume lebih kecil dapat dilewatkan melalui shell dengan memasang cross baffle yang dapat digunakan untuk menambah transfer tanpa menghasilkan kelebihan pressure drop.
5. Bila pressure drop yang rendah dapat dilewatkan shell.
6. Fluida yang viscos yang mempunyai low transfer dapat dilewatkan melalui shell karena dapat digunakan cross baffle.
7. Dalam fine tube Equipment, fluida bertekanan tinggi, kotor, korosif dapat dilewatkan pada tube karena lebih murah dan dapat dibersihkan dan mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dari pada bagian luar fin tube.

1.5. MACAM-MACAM ENDAPAN (KOTORAN) YANG DAPAT TERJADI DI HEAT EXCHANGER JENIS SHELL AND TUBE.

1. Hard Deposit.

Misal : water scale, corrosion scale, hard coke dan lain-lain. Tebal deposit ini akan bertambah dengan bertambahnya waktu, deposit type ini tidak dapat dihilangkan dengan blowing steam atau flashing dengan air panas. Untuk menghilangkan deposit ini dapat dengan beberapa cara antara lain :

- a. Dry sand blasting.
- b. Chemical methodes of cleaning
- c. Dengan brushes (sikat)
- d. Thermal shock Treatment (dibakar)

2. Porous Deposit (Berpori-Pori Endapannya)

Endapan ini sering terdiri dari material-material yang sama sering membentuk hard deposit sehingga kadang-kadang susah dihilangkan begitu saja dengan blowing steam.

Pembersihan dilakukan antara lain :

- a. Wet sand blasting.
- b. Chemical methodes of cleaning
- c. Thermal shock treatment

3. Louse Deposit.

Kotoran lumpur, daun-daun, vegetable, fiber plastik dll.

Pembersihannya dapat mudah dengan memakai steam.

Pembersihannya antara lain :

- a. Stripping dengan steam.
- b. Wet sand blasting
- c. Flushing dengan hot water.



Gambar 3.12. Tube

1.6. KERUSAKAN DARI HE & CARA MENGATASINYA.

1. Kerusakan dari Shell.

Kerusakan shell disebabkan korosi dan erosi oleh fluida yang melewati shell. Kerusakan sering terjadi disekitar baffle dan nozzle sehingga memungkinkan akan terbentuk lubang pada shell. Penyebabnya : korosi disebabkan oleh fluida dan terbentuknya scale.

Pencegahannya:

- a. Bila kerusakan hanya sebagian lakukan seal welding pada bagian-bagian yang rusak.
- b. Bila korosi terjadi pada daerah yang luas, repair dengan plastik lining atau metallizing.
- c. Bila terjadi lubang/korosi yang berat, lakukan patch welding (sumbat dengan las) pada bagian yang rusak atau potong bagian shell yang rusak.

2. Kerusakan dari cover, Chanel (dari Cooler, Condensor).

Oleh korosi dengan air laut. Misal : terbentuk pin holes (lubang jarum), disebabkan karena galvanis corrosion. Galvanis corrosion disebabkan karena ada logam berbeda potensialnya saling bersinggungan dalam cairan elektrolit

(pengkaratan karena singgungan).

Penyebab-penyebabnya :

Penyebab primer

- 1). Pemilihan material yang tidak sesuai.
- 2). Material yang tidak cukup mengalami surface treatment, yaitu tidak mengalami curing dan drying karena kondisi cuaca.

Penyebab sekunder

- 1). Steaming yang berlebihan pada waktu start atau pada waktu operasi.
- 2). Perubahan suhu yang dratis selama operasi.
- 3). Jumlah cooling water telah turun secara besar-besaran selama operasi.

Pencegahannya :

- a. Harus dipahami betul-betul tentang kekorosifannya, suhu, kecepatan aliran, tekanan dari fluida yang digunakan pada operasi HE.
- b. Harus dimengerti betul-betul sifat-sifat material yang tahan terhadap korosi.
- c. Pembuatan di pabrik seharusnya mudah sehingga repair mudah dilakukan ditempat tersebut.
 - a. Plastic lining.
 - b. Zine coating
 - c. Metallizing
 - d. Ceramic coating, glass lining.

3. Kerusakan pada tube sheet

Disebabkan terutama oleh korosi.

- a. Dengan terjadinya korosi akan mengakibatkan kebocoran dan akan terjadi kontaminasi.

- b. Suhu fluida tinggi dan aliran fluida pelan juga akan terjadi korosi.

Pencegahannya dilakukan dengan plastik lining atau metallizing.

4. Kerusakan Pada Tube.

- a. Kebocoran dikarenakan longgarnya tube sheet dan tube expansi.
- b. Karena terbentuknya tube deposit yang disebabkan karena korosi.
- c. Harga pH dari air laut yang tidak sesuai.
- d. Adanya zat-zat yang menyebabkan korosi misalnya HCl, H₂SO₄, desolved oksigen terkandung dalam air laut dalam jumlah besar.

Mengatasinya :

Bila tube dekat inlet atasi dengan menggunakan PVC (Poly Venyl Chlorida)

dimana digunakan kira-kira 10-20 cm dari inlet fluid pada tube.

5. Menghindari Pengkaratan Karena Singgungan.

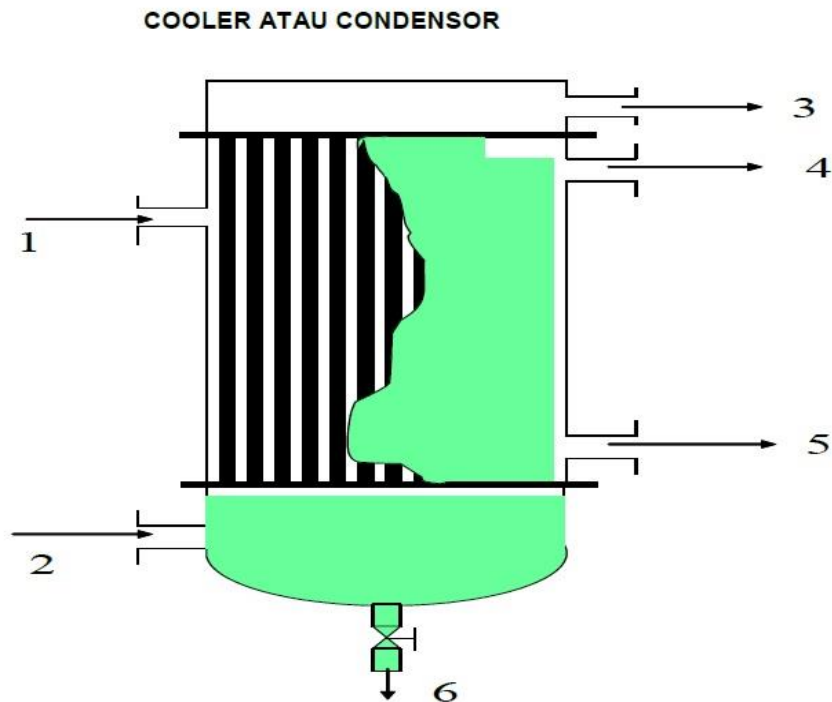
- a. Penggunaan isolasi pada kontak antara dua lubang isolasi tersebut dapat : plastik, karet, kulit.
- b. Dengan isolasi cat.
- c. Pembalutan dengan logam pada dua permukaan.

Cooler adalah suatu alat pendingin liquid maupun gas dari suhu tinggi ke suhu rendah tanpa adanya perubahan fase, sedangkan Condensor adalah suatu alat yang berfungsi sebagai perubah fase dari uap/gas menjadi liquid/cair.

Walaupun secara umum cooler dan condensor dari segi fisik sama tetapi dari tugasnya berbeda. Namun kenyataannya cooler dan condensor dapat berfungsi sama karena dalam industri migas zat-zat yang didinginkan dan diembunkan campuran yang sangat komplek dan mempunyai titikembun yang berbeda-beda sehingga didalam cooler dan condensorakan terjadi penurunan suhu maupun perubahan fase. Sebagai bahan pendingin daricooler maupun condensor biasanya menggunakan air permukaan (laut dan sungai) dan dapat pula menggunakan udara sekitar kita.

1.7. COOLER DAN CONDENSOR.

Cooler adalah suatu alat pendingin liquid maupun gas dari suhu tinggi ke suhu rendah tanpa adanya perubahan fase, sedangkan Condensor adalah suatu alat yang berfungsi sebagai perubah fase dari uap/gas menjadi liquid/cair. Walaupun secara umum cooler dan condensor dari segi fisik sama tetapi dari tugasnya berbeda. Namun kenyataannya cooler dan condensor dapat berfungsi sama karena dalam industri migas zat-zat yang didinginkan dan diembunkan campuran yang sangat komplek dan mempunyai titik embun yang berbeda-beda sehingga didalam cooler dan condensor akan terjadi penurunan suhu maupun perubahan fase. Sebagai bahan pendingin daricooler maupun condensor biasanya menggunakan air permukaan (laut dan sungai) dan dapat pula menggunakan udara sekitar kita.



Gambar 3.13. Cooler atau Condensor

Keterangan :

1. Saluran uap masuk.

Saluran uap masuk adalah saluran masuknya umpan (bahan) yang akan didinginkan yang dapat berupa uap atau cairan.

2. Saluran air pendingin masuk.

Saluran air pendingin masuk adalah saluran air akan digunakan sebagai media pendingin untuk cooler atau condenser.

3. Saluran air pendingin keluar.

Saluran air pendingin keluar adalah saluran air yang telah digunakan sebagai media pendingin untuk cooler atau condenser, air ini suhunya akan lebih tinggi dibandingkan suhu air masuk tetapi akan lebih rendah dibandingkan suhu minyak yang keluar dari cooler atau condensor.

4. Saluran uap tidak mengembun keluar.

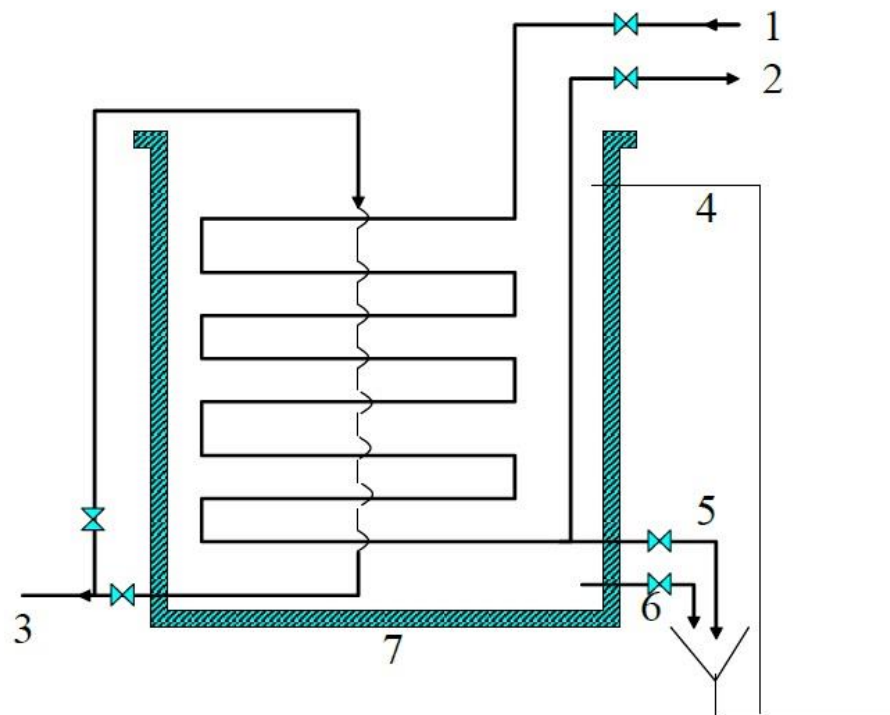
Saluran uap yang tidak mengembun keluar adalah saluran untuk memisahkan uap atau gas yang mampu diembunkan ini pasti akan terjadi karena komponen minyak yang sangat kompleks dan mempunyai titik embun yang beraneka ragam.

5. Saluran cairan keluar

Saluran cairan keluar adalah saluran keluarnya hasil pengembunan atau pendinginan (bahan) yang telah didinginkan suhunya akan lebih rendah suhu umpan (bahan) masuk ke cooler atau condenser.

6. Saluran buangan air.

Adalah saluran untuk membuang air pendingin dari cooler atau condenser atau disebut drain digunakan untuk membuang air pendingin yang ada dalam alat tersebut bila akan dilakukan cleaning (pembersihan) ataupun bila cooler dan condenser akan diperbaiki



Gambar 3.14. Cooler type box

Keterangan :

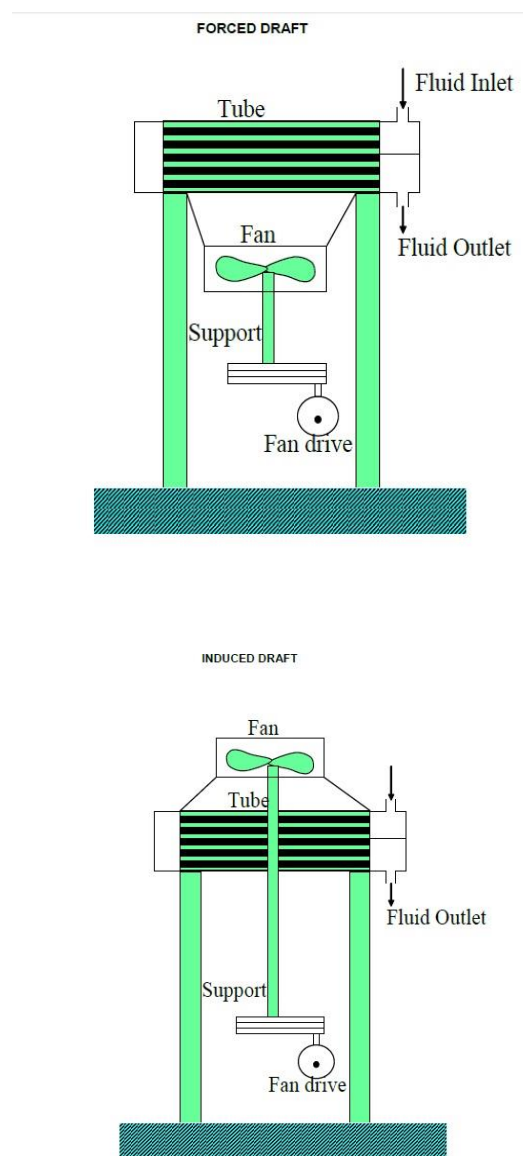
1. Minyak panas masuk
2. Minyak dingin keluar
3. Air pendingin masuk
4. Air pendingin keluar
5. Saluran buangan minyak
6. Saluran buangan air

7. Dinding box cooler

1.7.1. Cooler dan Condensor dengan pendingin udara

Cooler atau condensor dengan menggunakan pendingin udara ada 2 (dua) type yaitu :

- a. Forced Draft
- b. Induced Draft



Gambar 3.15. Forced dan Induced draf

Permukaan kondensor dalam pembangkit listrik sering 1-pass penukar panas tabung lurus (lihat kondensor Permukaan untuk diagram). . Dua dan empat desain lurus yang umum karena cairan tersebut dapat masuk dan keluar di sisi yang sama. Hal ini membuat konstruksi yang lebih sederhana.

Sering ada baffle mengarahkan aliran melalui sisi shell sehingga cairan tidak mengambil jalan pintas melalui sisi shell meninggalkan volume efektif aliran rendah.

Counter penukar panas saat ini yang paling efisien karena mereka mengijinkan tertinggi log berarti perbedaan suhu antara aliran panas dan dingin. Namun banyak perusahaan tidak menggunakan penukar panas lurus tunggal karena mereka dapat mudah pecah selain menjadi lebih mahal untuk membangun. Seringkali beberapa exchangers panas dapat digunakan untuk mensimulasikan arus counter penukar tunggal yang besar.

Pemilihan material tabung dapat mentransfer panas dengan baik, material tabung yang baik harus memiliki konduktivitas termal . Karena panas dipindahkan dari panas ke sisi dingin melalui tabung, ada suhu perbedaan melalui lebar tabung . Karena kecenderungan material tabung untuk memperluas termal berbeda pada berbagai suhu, tegangan termal terjadi selama operasi. Ini merupakan tambahan untuk setiap stres dari tinggi tekanan dari cairan sendiri. Bahan tabung juga harus kompatibel dengan kedua shell dan cairan tabung samping untuk jangka waktu yang lama di bawah kondisi operasi (suhu , tekanan, pH , dan lain-lain) untuk meminimalkan kerusakan seperti korosi . Semua persyaratan ini panggilan untuk pemilihan hati-hati yang kuat, termal-konduktif, tahan korosi, tabung bahan berkualitas tinggi, biasanya logam , termasuk paduan tembaga , stainless steel , baja karbon , non-ferrous paduan tembaga, Inconel , nikel , Pelindung dan titanium Pilihan yang buruk dari bahan tabung bisa mengakibatkan kebocoran melalui tabung antara sisi shell dan tube menyebabkan kontaminasi silang cairan dan kemungkinan hilangnya tekanan.

Penukar panas kontak langsung melibatkan perpindahan panas antara aliran panas dan dingin dari dua fase dalam tidak adanya tembok yang memisahkan.

Penukar panas tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- a. Gas – cair
- b. Bercampur cair – cair
- c. Padat-cair atau padat – gas

Penukar panas kontak yang paling langsung jatuh di bawah kategori Gas-Cair, dimana panas ditransfer antara gas dan cairan dalam bentuk tetes, film atau semprotan. Jenis seperti penukar panas yang digunakan terutama di AC, humidifikasi, pendinginan air dan tanaman kondensasi. Fase Mengemudi fase terus-menerus memaksa Perubahan fase contoh Gas – Gas Gravitasi Tidak Cair Semprot kolom, kolom dikemas ya menara pendingin, evaporator tetesan jatuh. Aliran cairan Ya Semprot kondensor / penguapan, kondensor jet. Cair Gravitasi Tidak kolom gelembung, kolom baki berlubang. Kolom Bubble kondensor Ya Paksa Tidak spargers Gas. Aliran gas evaporator kontak langsung Ya, pembakaran terendam

1.8. PERHITUNGAN PERPINDAHAN PANAS

Neraca enthalpy dalam penukar panas

Panas yang dipindahkan untuk salah satu arus fluida dalam penukar panas

$$q = m \cdot (H_b - H_a)$$

dimana

q = laju perpindahan kalor ke dalam arus fluida

m = Laju alir massa

H_a, H_b = Enthalpi persatuan massa arus fluida masuk dan keluar alat penukar panas.

Perpindahan kalor dari atau ke udara sekitar tidak dikehendaki. Salah satu dari kedua arus fluida yang berada disebelah luar dapat mengambil kalor atau melepaskan kalor ke udara sekitar jika fluida itu lebih dingin atau lebih panas. Pencegahan hal itu dilakukan dengan mengisolasi penukar panas. Menghitung besarnya kalor yang dipindahkan masing - masing fluida :

$$\text{Fluida panas, } q = m_h \cdot (H_{hb} - H_{ha})$$

$$\text{Fluida dingin, } q = m_c \cdot (H_{cb} - H_{ca})$$

Dimana:

m_c, m_h = Laju alir massa fluida dingin, fluida panas

H_{ca}, H_{ha} = Enthalpi persatuan massa fluida dingin, fluida panas saat masuk penukar panas.

H_{cb}, H_{hb} = Enthalpi persatuan massa fluida dingin, fluida panas saat keluar penukar panas.

q_c, q_h = laju perpindahan panas fluida dingin, panas.

Tanda q_c adalah positif (+), tetapi tanda q_h negatif (-). Hal itu dibuat karena fluida panas

melepas kalor, dan panas yang dilepaskan diambil fluida dingin, sehingga persamaan menjadi :

$$q_c = - q_h$$

$$m_h . (H_{ha} - H_{hb}) = m_c . (H_{cb} - H_{ca})$$

dan jika kalor spesifik (c_p) dianggap konstan, neraca enthalpi dapat dituliskan :

$$m_h . c_{ph} . (T_{ha} - T_{hb}) = m_c . c_{pc} . (T_{cb} - T_{ca})$$

Koefisien perpindahan panas menyeluruh (U)

Panas yang dipindahkan dapat dibedakan, antara lain :

1. Konveksi pada fluida panas,

$$dq = -h A dT$$

$$dq = -h A (T_{wh} - T_h)$$

$$dq = h A (T_h - T_{wh})$$

$$dq = h_1 A_1 (T_h - T_{wh})$$

$$(T_h - T_{wh}) = dq . (1 / (h_1 dA_1))$$

2. Konduksi pada dinding logam,

$$dq = -k A L mtd dT / x$$

$$dq = -k A (T_{wc} - T_{wh}) / x$$

$$dq = k A L mtd (T_{wh} - T_{wc}) / x$$

$$(T_{wh} - T_{wc}) = dq (x / (k dA L mtd))$$

3. Konveksi pada fluida dingin,

$$dq = h_2 A_2 (T_{wc} - T_c)$$

$$(T_{wc} - T_c) = dq (1 / (h_2 dA_2))$$

Faktor yang mempengaruhi efektivitas alat penukar panas (Heat Exchanger) terutama Heat exchanger tipe shell & tube:

1. Melakukan penelitian penggunaan baffle dapat meningkatkan efektifitas alat penukar panas, hal ini sejalan dengan peningkatan koefisien perpindahan panas.

2. Melakukan penelitian pengaruh tebal isolasi pada bagian luar shell, efektifitas meningkat hingga suatu harga maksimum dan kemudian berkurang.
3. Menyimpulkannya dengan menggunakan alat penukar panas tabung konsentris, efektifitas berkurang, jika kecepatan udara masuk dingin meningkat dan efektifitas meningkat, jika laju alir massa udara meningkat.
4. Menentukan jarak antar baffle minimum 0,2 dari diameter shell sedangkan jarak maksimum ialah 1x diameter bagian dalam shell. Jarak baffle yang panjang akan membuat aliran membujur dan kurang menyimpang dari aliran melintang.

2. FURNACE

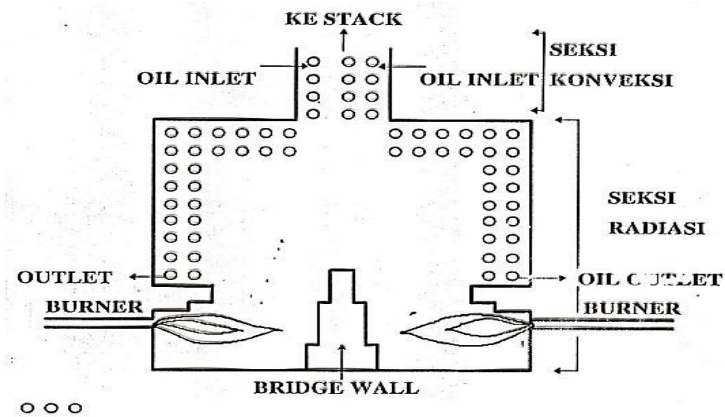
Furnace adalah alat yang berfungsi untuk memindahkan panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dalam suatu ruangan ke fluida yang dipanaskan melalui tube-tube pembuluh yang berada di sekitar ruang pembakaran furnace tersebut.

Furnace atau juga disebut dapur dalam proses pengolahan dapat berfungsi sebagai pemanas awal, sebagai reboiler dan juga sebagai pemanas umpan sampai suhu yang diharapkan. Bahan bakar dapur dapat berupa cair maupun gas dimana bahan bakar cair adalah fuel oil sedangkan bahan bakar gas disebut fuel gas. Untuk pembakaran bahan bakar digunakan burner dimana didalam furnace ini ada tiga macam burner yaitu burner untuk fuel oil, fuel gas dan burner kombinasi.

2.1. Macam-macam tipe furnace

Furnace macam-macamnya (tipe nya) antara lain sebagai berikut :

1. Large box type
2. Down Convection.
3. Straight Up
4. A Frame
5. Circular
6. Radiant Wall
7. Double Up Fired



Gambar 3.16 furnace

2.2. Struktur dari dapur.

Secara konstruksi dapur dalam proses plant terdiri dari 2 bagian :

1. Bagian konveksi.

Bagian konveksi yaitu suatu daerah yang menerima panas dari aliran flue gas yang akan mengalir ke stack. Bagian konveksi terletak langsung dibawah stack, letak tube dalam bagian konveksi selalu horizontal.

2. Bagian radiasi.

Bagian radiasi yaitu daerah yang menerima panas langsung dari api burner. Untuk dapur tipe horizontal, letak tube dalam bagian ini adalah horizontal, sedang untuk dapur tipe vertical letak tube adalah vertical.

2.3. Fungsi Furnace :

Secara umum fungsi furnace didalam proses adalah:

1. Untuk menaikkan suhu fluida/minyak sesuai dengan kebutuhan dalam mencapai titik penguapan, kemudian fluida/minyak dialirkan kedalam kolom fraksinasi untuk proses pemisahan.
2. Untuk menaikkan suhu fluida/minyak sesuai dengan kebutuhan dalam mencapai titik thermal reaksi.
3. Untuk menaikkan suhu fluida/minyak sesuai dengan kebutuhan dalam mencapai titik reaksi katalis.

Ditinjau dari fungsi furnace/pemanas yang dikaitkan dengan unit proses maka furnace dapat dibedakan dalam 5 (lima) kategori, yakni:

1. Furnace pemanas umpan kolom fraksinasi.

Jenis ini paling banyak digunakan didalam unit proses. umpan yang berupa cairan dialirkan ke furnace yang sebelumnya mendapat pemanasan Di heat exchanger umpan dipanaskan sampai suhu tertentu kemudian dialirkan kedalam kolom fraksinasi untuk dipisahkan fraksi-fraksinya.

2. Pemanas Reboiler.

Jenis ini biasanya di gunakan dengan pertimbangan untuk pemakaian beban yang rendah dan kondisi temperatur yang tidak terlalu kritis. minyak yang akan dipanaskan ditarik dari bottom kolom dan dipompakan ke furnace, sebagian minyak akan diuapkan di dalam furnace, campuran cairan minyak dan uap dikembalikan ke kolom fraksinasi , uap-uap kan terkondensasi didalam kolom, melepaskan panas pengembunan dan panas ini akan digunakan untuk menguapkan fraksi ringan .

3. Furnace pemanas umpan reaktor.

Furnace ini digunakan untuk menaikkan suhu minyak sampai temperatur reaksinya, dalam hal ini suhu dan tekanan operasi harus diatur sesuai dengan kebutuhan reaksi.

4. Furnace pemanas —Media PemanasII.

Beberapa unit proses memerlukan pemanasan melalui media pemanas, furnace ini bertujuan memanaskan Media Pemanas yang di sirkulasikan cairan dipanaskan di furnace ,kemudian dialirkan ke heat exchanger dan cairan ini suhunya akan turun/rendah dialirkan ke furnace lagi untuk dipanaskan kembali dan begitu seterusnya .dalam hal ini pemanas tidak mengalami perubahan fase.

5. Furnace Reaktor,

Furnace ini digunakan untuk pemanasan reaksi, dimana reaksi terjadi di dalam tube furnace itu sendiri.

BAGIAN-BAGIAN DAPUR

Bagian-bagian dapur antara lain :

1. Center wall (Bridge Wall).

Dibuat dari batu bata tahan api berfungsi untuk membuat arah nyala yang baik dan mengalirnya flue gas ke stack.

2. Stack.

Berfungsi untuk mengalirkan flue gas hasil dari pembakaran dalam dapur ke luar atmosphere

3. Stack Damper.

Befungsi untuk mengatur pembuangan flue gas yang akan melewati stack.

4. Jendela Pengamat.(Peep Hole).

Dipasang pada dinding dapur yang mana kondisi dapur dapat diamati.

5. Explosion Door.

Pintu yang dapat terbuka bila terjadi ledakan (tekanan dapur naik).

6. Pengatur Udara (Air Rgester).

Berfungsi untuk mengatur banyaknya udara yang masuk kedalam dapur (mengatur nyala).

7. Tube.

Berfungsi sebagai tempat aliran fluida yang dipanaskan terbuat dari low molybdenum steel atau low chrom molybdenum steel (tahan terhadap korosi dan mempunyai kekuatan yang cukup).

8. Tube Support.

Dipasang didinding dapur untuk mensupport tube.

2.4. Refractory.

Adalah suatu sistim konstruksi didalam dapur yang dibuat sedemikian rupa sehingga baja konstruksi dapur dapat kuat menahan panas atau terhadap api langsung Adapun bahan Refractory ini bila ditinjau dari segi tipe dan bentuknya bermacam-macam. Pada umumnya Refractory dibedakan atas :

1. Batu tahan api (Fire Brick).
2. Semen / semen Refractory.

Pada dasarnya Refractory terdiri atas bahan –bahan pokok yaitu :

1. Clay (tanah liat)
2. Kaolin
3. Bauxite
4. Silicon Carbide, Graphite
5. Alumina
6. Zircon

Namun komposisi dari bahan-bahan tersebut dalam suatu Refractory tergantung dari jenis dan fungsinya / pemakaian Refractory itu sendiri. Dalam pemakaian bahan Refractory ini, memerlukan ankur-ankur yang melekat pada dinding dapur, sebagai penahan Refractory, bukan saja dinding, tetapi juga pada atap dan lain bagian agar Refractory tak mudah jatuh. Angkur ini terbuat dari bahan besi cor, stainless steel atau bahan lain yang tahan terhadap suhu tinggi. Pada pemasangan angkur ini tak boleh memakai bahan dari besi biasa, karena tak akan tahan terhadap suhu tinggi, akibatnya akan melengkung, Refractory akan rusak. Beberapa jenis Refractory yang banyak dipakai dikilang antara lain :

1. Plicast Refractory.

Dipakai pada dinding dapur, atap, stack dan lain-lain. Refractory ini tahan pada suhu antara 1100oC sampai dengan 1350oC, sedang beratnya : 720 kg/m³ sampai dengan 1350 kg/cm³.

2. Plastic Refractory.

Dipakai untuk burner lips pada Boiler, karena sifatnya maka Refractory ini dapat dengan mudah dibentuk menurut model dari burner tersebut. Tahan terhadap suhu antara 1450oC sampai dengan 1700oC, beratnya antara 2200 kg/m³ sampai dengan 2700 kg/cm³.

3. Fire Brick.

Ada beberapa macam bentuk dan typenya, terutama dipakai pada :

- a. Burner Throat / Lips
- b. Lantai pada dapur / Boiler
- c. Dinding / sekat dalam dapur
- d. Manhole, explosion door dll

2.4. Macam-macam Burner.

Burner berfungsi sebagai alat pengabut dan pembakar bahan bakar minyak maupun gas yang akan dibakar kedalam ruang dapur. Adapun macam-macam burner adalah Pilot burner, Gas burner, Oil burner, Combination burner.

1. Pilot Burner.

Burner kecil yang digunakan untuk menyalakan burner yang lebih besar, dengan menggunakan gas sebagai bahan bakarnya.

atmosfir, akibatnya perbedaan tekanan ini maka udara dari luar untuk pembakaran dapat masuk kedalam dapur dan gas hasil pembakaran keluar dapur melalui stack secara tarikan alam.

2. Forced Draft.

Udara untuk pembakaran dalam dapur dimasukkan dengan tenaga mekanis yaitu dengan bantuan blower. Fungsi blower untuk mengisap udara luar kemudian di hembuskan kedalam dapur untuk pembakaran, sehingga tekanan udara luar dan tekanan udara yang dimasukkan lebih tinggi dari tekanan dalam dapur, maka gas hasil pembakaran akan keluar melalui stack.

3. Induced Draft

Gas hasil pembakaran keluar melalui stack dengan tarikan blower. Tarikan blower ini menyebabkan tekanan dalam dapur lebih rendah dari tekanan atmosfer.

Akibatnya udara luar untuk pembakaran dapat masuk kedalam dapur. Mula-mula Pilot burner dinyalakan kemudian burner besar dinyalakan.

2. Gas Burner.

Gas burner dapat dibedakan menjadi 2 type yaitu :

a. Burner yang mengadakan pencampuran pendahuluan udara, sebagian atau seluruhnya yang dibutuhkan untuk pembakaran dengan gas didalam dapur.

b. Burner mengadakan percampuran semua udara dan gas dalam dapur.

Didalam kebanyakan gas burner industri, udara dari atmosferik ditarik kedalam burner oleh suatu sistim gas jet didalam venturi tube. Udara yang dicampur mula-mula dalam burner disebut udara primer, sedang udara yang diperlukan untuk pembakaran selanjutnya yang masuk dibagian burner disebut udara sekunder, Primary air diatur dengan shutters. Bila tekanan gas rendah, harus hati-hati, sebab relative didalam gas hanya mengandung energy kecil yang masuk didalam primary air. Kecepatan dari campuran udara-gas harus lebih besar dengan kecepatan penyebaran nyala untuk mencegah fire flash back.

3. Oil Burner.

Yang perlu diperhatikan ada 3 hal yaitu :

a. Bahan bakar bila berupa zat cair harus harus dirubah menjadi partikel-partikel kecil (uap) dengan jalan :

1). Steam atomisasi dengan menggunakan steam tekanan tinggi.

2). Dengan tenaga mekanis yaitu menggunakan tenaga fuel oil itu sendiri.

b. Bahan bakar dan udara harus masuk bersama-sama dengan perbandingan tertentu dan pada waktu suhu penyalaan dan pembakaran. Langkah-langkah dari: mixing, igniting dan burning terjadi dalam waktu yang singkat.

Interval waktu tergantung dari jarak pergerakan, kecepatan dan tipe dari aliran-aliran turbulent yang lebih diinginkan. Sehingga pembakaran yang baik menggunakan 3 T : Time, Temperatur dan Turbulensi.

4. Combination Burner.

Combinaisi burner terdiri dari 2 burner yaitu gas burner dan oil burner. Dikombinasi menjadi 1 unit dimaksudkan agar lebih praktis karena dapat bekerja

hanya dengan gas atau oil atau dapat kedua-duanya. Terdapat muffle block yang fungsinya untuk melihat karakteristik dari nyala.



Gambar 3.17. Burner



Gambar 3.18. Bagian burner

2.5. Peralatan Tambahan.

Peralatan peralatan lainnya antara lain Snuffing Steam, Soot Blower, Air Preheater

1. Snuffing Steam.

Snuffing Steam ini adalah steam yang dapat dialirkan kedalam dapur yang dapat segera mematikan api, dapat pula digunakan untuk mengusir (purging) gas dalam ruangan pembakaran sebelum menyalakan dapur. Dengan adanya purging steam juga untuk menciptakan draft.

2. Soot Blower

Dalam operasi yang lama, soot (jelaga) dan persenyawaan-persenyawaan sulfur akan terbentuk (terutama untuk oil burning) yang menyebabkan perpindahan panas menjadi buruk dan akan menurunkan efisiensi dapur. Peralatan untuk blow off deposit dengan tekanan steam disebut ||Soot Blower||.

3. Air Preheater.

Air Preheater digunakan untuk memanaskan udara untuk pembakaran dengan sensible heat dari flue gas yang mengalir ke stack.

2.6. Draft.

Draft adalah beda tekanan antara tekanan atmosfer dengan tekanan didalam dapur. Draft ada 4 macam yaitu : Natural Draft, Forced Draft, Induced Draft, Balanced Draft.

1. Natural Draft.

Gas hasil pembakaran keluar dapur melalui stack dengan tarikan alam. Gas ini keluar melalui stack akibat adanya perbedaan tekanan dalam dapur dengan tekanan atmosfer. Tekanan dalam dapur lebih kecil dibandingkan dengan tekanan

2. Forced Draft.

Udara untuk pembakaran dalam dapur dimasukkan dengan tenaga mekanis yaitu dengan bantuan blower. Fungsi blower untuk mengisap udara luar kemudian di hembuskan kedalam dapur untuk pembakaran, sehingga tekanan udara luar dan tekanan udara yang dimasukkan lebih tinggi dari tekanan dalam dapur, maka gas hasil pembakaran akan keluar melalui stack.

3. Induced Draft

Gas hasil pembakaran keluar melalui stack dengan tarikan blower. Tarikan blower ini menyebabkan tekanan dalam dapur lebih rendah dari tekanan atmosfer.

Akibatnya udara luar untuk pembakaran dapat masuk kedalam dapur.

3. KOMPOSISI KIMIA MINYAK

Selain mengandung unsur hydrogen dan karbon, pada minyak bumi juga terdapat komposisi unsur belerang, nitrogen, oksigen serta unsur lain dengan persentase yang sedikit.

1. Senyawa belerang

Kadar belerang dalam minyak bumi bervariasi antara 4% sampai 6% beratnya. Kandungan minyak bumi yang terdapat di Indonesia merupakan minyak bumi yang mempunyai kadar belerang relatif rendah, yaitu rata-rata 1%. Distribusi belerang dalam fraksi-fraksi minyak bumi akan bertambah sesuai dengan bertambahnya berat fraksi. Kandungan senyawa belerangnya dalam minyak bumi dapat menyebabkan pencemaran udara dan korosi. Pencemaran udara tersebut disebabkan oleh bau yang tidak enak dari jenis-jenis belerang yang mempunyai titik didih yang rendah, seperti hydrogen sulfid, belerang dioksida dan merkaptan. Disamping menimbulkan bau, jenis belerang tersebut juga beracun. Sedangkan pembentukan korosi oleh belerang dapat terjadi pada temperatur diatas 300 °F. Jenis-jenis belerang dengan titik didih rendah, pada kondisi udara lembab akan merubah besi menjadi besi sulfid yang rapuh.

2. Air formasi

Air formasi atau disebut "*connate water*" mempunyai komposisi kimia yang berbeda-beda antara reservoir yang satu dengan yang lainnya. Oleh karena itu analisa kimia pada air formasi perlu sekali dilakukan untuk menentukan jenis dan sifat-sifatnya. Dibandingkan dengan air laut, maka air formasi ini rata-rata memiliki kadar garam yang lebih tinggi, sehingga studi mengenai ion-ion air formasi dan sifat-sifat fisiknya ini menjadi terpenting artinya karena kedua hal tersebut sangat berhubungan dengan terjadinya penyumbatan pada formasi dan korosi pada peralatan di bawah dan di atas permukaan.

Air formasi tersebut terdiri dari bahan-bahan mineral, misalnya kombinasi metal-metal alkali dan alkali tanah, belerang, oksida besi, dan aluminium serta bahan-bahan organik seperti asam nafta dan asam lemak. Komposisi ion-ion penyusun

air formasi terdiri dari kation-kation Ca, Mg, Ba, dan anion-anion chloride, CO_3 , HCO_3 , dan SO_4 . Tabel 3.1, memperlihatkan contoh hasil analisa air formasi suatu reservoir.

Tabel 3.1. Contoh Hasil Analisa kandungan air formasi

Konstituen	Hasil analisa (ppm)
Na	6.715
Ca	549
Mg	51
Fe	0
Cl	11.172
HCO_3	295
SO_4	181
CO_3	0
Total	18.813

Kation-kation yang terkandung dalam air formasi dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- Alkali : K^+ , Na^+ dan Li^+ yang membentuk basa kuat.
- Metal alkali tanah : Br^{++} , Mg^{++} , Ca^{++} , Sr^{++} , Ba^{++} , membentuk basa lemah
- Ion Hidrogen : OH^+
- Metal berat : Fe^{++} , Mn^{++}

Sedangkan anion-anion yang terkandung dalam air formasi adalah sebagai berikut:

- Asam kuat : Cl^- , SO_4^{4-} , NO_3^3

b. Asam lemah : $\text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3^-, \text{S}^{2-}$

Ion-ion tersebut diatas (kation dan anion) akan bergabung berdasarkan empat sifat, yaitu:

1. Salinitas primer, yaitu bila alkali bereaksi dengan asam kuat, misalnya NaCl dan Na_2SO_4 .
2. Salinitas sekunder, yaitu bila alkali tanah bereaksi dengan asam kuat, misalnya CaCl_2 , CaSO_4 , MgSO_4 .
3. Alkalinitas primer, yaitu apabila alkali bereaksi dengan asam lemah, seperti Na_2CO_3 , $\text{Na}(\text{HCO}_3)_2$.
4. Alkalinitas sekunder, yaitu bila alkali tanah bereaksi dengan asam lemah seperti CaCO_3 , MgCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Besarnya konsentrasi padatan yang terdapat dalam air formasi dinyatakan dalam satuan parts per million (ppm), milligram per liter, miliequivalent per liter dan fraksi padatan. Satuan ppm dan milligram per liter digunakan dengan asumsi densitas air formasinya sama dengan 1. Satuan fraksi padatan diperoleh dari pembagian ppm dengan 10.000. sedangkan satuan miliequivalent per liter didapatkan dari konversi ppm yaitu dengan dibagi berat ekuivalennya. Pada reaksi ionisasi, berat ekuivalent diperoleh dari pembagian berat atom ion dengan valensinya.

Tabel 3. 2. Hasil analisa kandungan air formasi dalam meq/ liter

Kontituen	Hasil analisa(ppm)

Na	292
Ca	27
Mg	4
Fe	0
Cl	315
Hco₃	5
So₄	4
Co₃	0
Total	647

3. Sifat fisik fluida reservoir

Fluida reservoir terdiri dari fluida hidrokarbon dan air formasi. Hidrokarbon sendiri terdiri dari fasa cair (minyak bumi) maupun fasa gas, yang tergantung pada kondisi (tekanan dan temperature) reservoir yang ditempati. Perubahan kondisi reservoir akan mengakibatkan perubahan fasa serta sifat fisik fluida reservoir.

4. Sifat fisik minyak

Fluida minyak bumi dijumpai dalam bentuk cair, sehingga sesuai dengan sifat cairan pada umumnya, pada fasa cair jarak antara molekul-molekulnya relatif lebih kecil dari pada gas. Sifat-sifat minyak bumi akan dibahas adalah densitas, viscositas, vactor volume formasi dan confersibilitas.

5. Densitas minyak

Densitas minyak(ρ_o) didefinisikan sebagai perbandingan berat minyak (lb) terhadap volume minyak. Metode dalam pengukuran densitas adalah didasarkan pada komposisi minyaknya. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\rho_{osc} = \frac{\sum X_i M_i}{\sum (X_i M_i / \rho_{osci})}$$

Keterangan:

ρ_{osc} = densitas minyak(14,7 psia; 60^of)

ρ_{osci} = densitas komponen minyak ke-i(14,7 psia; 60^of)

X_i = fraksi mol komponen minyak ke-i

M_i = berat mol komponen minyak ke-i

Specific gravity ($SG=\gamma_o$), dikaitkan dengan sebagai perbandingan densitas minyak terhadap densitas air, dengan persamaan:

$$SG=\gamma_o = \frac{\rho_o}{\rho_w}$$

Beberapa densitas lainnya dapat dihitung yaitu densitas air dapat dihitung dengan persamaan:

$$\rho_w = \frac{1}{0,01602 + 0,000023 \times G} \dots$$

Keterangan:

ρ_w = densitas air, lb/ft³

$G = -6.6 + 0.0325 \times T + 0.000657 \times T^2$

T = Temperatur, ^of

Peningkatan ^o API dari sebuah minyak mentah dengan meningkatnya temperatur. Sebelum specific gravity dapat diukur, minyak harus bebas dari air, gravity ^o API pada ruang temperature ditentukan dengan persamaan:

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141.5}{SG} 131.5$$

Jenis minyak mentah berdasarkan OAPI gravity adalah:

1. Tar atau bitumen: < 10 °API
2. Minyak berat : 10-20 °API
3. Minyak sedang : 20-30 °API
4. Minyak ringan : > 30 °API

6. Faktor volume formasi

Factor volume formasi minyak (B_o) didefinisikan sebagai volume minyak dalam barel pada kondisi standar yang ditempati oleh suatu stock tank barrel minyak termasuk gas yang terlarut, atau dengan kata lain sebagai perbandingan antara volume minyak termasuk gas yang terlarut pada kondisi reservoir dengan volume minyak pada kondisi standar (14.7 psi, 60°F). satuan yang digunakan adalah bbl/stb.

1. Jika kondisi tekanan reservoir berada diatas p_b , maka B_o akan naik dengan berkurangnya tekanan sampai mencapai p_b , sehingga volume system cairan bertambah sebagai akibat terjadinya pengembangan minyak
2. Kondisi p_b dicapai, maka harga B_o akan turun dengan berkurangnya tekanan yang disebabkan karena semakin banyak gas yang dibebaskan.

Proses pembebasan gas ada dua, yaitu:

- a. Differential liberation, merupakan proses pembebasan gas secara kontinyu. Dalam proses ini, penurunan tekanan disertai dengan mengalirnya sebagian fluida meninggalkan system. Minyak hanya berada dalam kesetimbangan dengan gas yang dibebaskan pada tekanan tertentu dan tidak dengan gas yang meninggalkan system. Jadi Selama proses ini berlangsung, maka komposisi total system berubah
- b. Flash liberation, merupakan proses pembebasan gas dimana tekanan dikurangi dalam jumlah tertentu dan setelah kesetimbangan dicapai gas baru di bebaskan.

Harga Bo dari kedua proses tersebut berbeda sesuai dengan keadaan reservoir selama proses produksi berlangsung.

1. Perinsip larutan ideal

$$Bo = \frac{p_{sto} + 0.0136 R_{syy}}{p_{or}}$$

Keterangan:

P_{sto} = densitas minyak pada kondisi stock-tank, lb/cuft

P_{or} = densitas minyak pada kondisi reservoir, lb/cuft

R_s = kelarutan gas dalam minyak, scf/STB

Y_g = specific gravity gas dipermukaan

Prinsip larutan ideal digunakan untuk harga Bo hanya pada kondisi tekanan sama atau lebih kecil dari tekanan bubble point ($< p_b$). cara korelasi ini dapat digunakan untuk memperkirakan haa Bo dengan tingkat kesalahan kurang lebih 5%

2. Korelasi standing

Standing telah membuaat suatu persamaan empiris untuk memperkirakan factor volume vormasi minyak pada kondisi tekanan gelembung(bubble point pressure), berdasarkan pada data:

1. GOR produksi
2. Specific grafity gas dipermukaan
3. Temperature titik gelembung
4. Specific minyak di stoc-tank

Persamaan korelasi standing adalah:

$$Bo = 0.972 + (0.000147 f_{1,175})$$

$$F = R_s \sum^{\infty} \left(\frac{y_g}{y_o} \right) + 1.25T$$

Keteranagn:

R_s = kelarutan gas dalam minyak, sct/stb

Y_o = specific gravity minyak, lb/cuft

Y_g = specific gravity gas, lb/cuft

T = temperature, °f

Apabila kondisi reservoir diatas P_b , maka B_o akan naik sampai dengan B_{op} sesuai dengan turunya tekanan sampai mencapai p_b , sehingga system cairan bertambah akibat pengembangan minyak. Setelah mencapai p_b , B_o akan turun dengan berkurangnya tekanan selama proses produksi berlangsung hal ini disebabkan mungkin banyaknya gas yang terbebaskan selama proses penurunan tekanan. Pada factor volume formasi minyak dikenal istilah factor penyusutan (shrinkage factor- B_o), yang didefinisikan kebalikan dari B_o :

$$B_o = \frac{1}{B_o}$$

Penyusutan volume minyak disebabkan oleh keluarnya gas dari larutan minyak. Factor penyusutan berbanding lurus dengan gaya larut gas (R_s), dimana semakin banyak gas yang terlarut maka akan semakin besar factor penyusutan.

7. Kelarutan gas dalam minyak

Kelarutan gas dalam minyak (R_s) didefinisikan sebagai banyaknya volume gas yang terlarut dari suatu minyak mentah pada kondisi suatu tekanan dan temperature reservoir yang dipermukaan volumenya sebesar 1 stock tank bareel, factor yang mempengaruhi kelarutan gas dalam reservoir minyak adalah :

- Tekanan, pada suhu tetap kelarutan gas dalam sejumlah zat cair tertentu berbanding lurus dengan tekanan
- Komposisi minyak dalam gas, kelarutan gas dalam minyak semakin besar dengan menurunnya specific gravity minyak.
- Temperature, R_s akan berkurang dengan naiknya temperature.

8. Kompersibilitas minyak

Komperbilas minyak didefinisikan sebagai volume minyak akibat adanya perubahan tekanan, secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$C_o = \frac{1}{V} \frac{C_{pr}}{oP}$$

Persamaan (5-15) dapat dinyatakan dalam bentuk yang lebih mudah dipahami, sesuai dengan aplikasi lapangan yaitu:

$$C_o = \frac{C_{pr}}{P_{pc}} \text{ dimana } p = P_{pr} - P_{pc}$$

Sehingga persamaan diatas dapat berubah menjadi:

$$C_{pr} \cdot P_{pr} = C_o \cdot p$$

$$C_o = \frac{C_{pr} \cdot P_{pr}}{P}$$

Keterangan:

C_{pr} = kompersebilas pseudoreduced, psia^{-1}

P_{pr} = tekanan pseudoreduced, psia

P = tekanan reservoir, psia

C_o = kompersebilas minyak, psi^{-1}

9. Viscositas minyak

Viscositas minyak (μ_o) didefinisikan sebagai ukuran ketahanan minyak terhadap aliran, atau dengan kata lain viscositas minyak adalah suatu ukuran tentang besarnya keengganan minyak untuk mengalir, dengan satuan centi poise (cp) atau $\text{gr}/100 \text{ dtk}/1 \text{ cm}$. viscositas sangat dipengaruhi oleh:

1. Temperature semakin tinggi temperature maka semakin kecil viscositas minyaknya karna minyak akan semakin encer
2. Tekanan semakin besar tekanan maka semakin pula besar viskositasnya sebab dengan tekanan yang besar minyak akan termampatkan

3. Komposisi bila komposisinya kompleks maka viscositas minyak akan semakin besar, karna minyak semakin berat.

Secara matematis ,besarnya viscositas dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$u = \frac{F}{A} \times \frac{\partial y}{\partial v}$$

Keterangan:

u = viscositas ,gr/(cm.sec)

F = shear stress

A = luas bidang parallel terhadap aliran, cm^2

αy = gradient kecepatan ,cm /(sec. cm)

4. KOMPOSISI GAS

1. Sifat fisik gas

Sifat-sifat fisik gas dalam pembahasan ini meliputi densitas gas, vactor volume formasi gas. Komperseibilitas gas , viscositas gas dan kelarutan gas.

2. densitas gas

Sebagai perbandingan antara rapatan gas tersebut dengan rapatan suatu gas standar. Kedua rapatan diukur pada tekanan dan temeratur yang sama. Biassanya yang digunakan ndar adalah udara kering. Secara matematis berat jenis gas dirumuskan sebagai berikut:

$$BJ_{\text{gas}} = \frac{p_o}{p_u}$$

Definisi matematis dari rapatan gas adalah MP/RT , dimana M adalah berat molekul gas, p adalah tekanan R adalah konstanta dan T adalah temperature, sehingga bila gas dan udara diangap sebagai gas ideal maka BJ gas dapat dituliskan dengan pwersamaan sebagai berikut:

$$BJ \text{ gas} = \frac{Mg \cdot \frac{P}{R} \cdot T}{Mu \cdot \frac{P}{R} \cdot T}$$

$$= \frac{Mg}{28,97}$$

Apabila gas merupakan gas campuran, maka berat jenis dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$BJ_{\text{gas}} = \frac{BM_{\text{tampak}}}{28,97} \text{ gas}$$

3. factor volume formasi

Factor volume formasi gas didefinisikan sebagai besarnya perbandingan volume gas pada kondisi tekanan dan temperature reservoir dengan volume gas pada kondisi standar.

Bila satu standar cubic feet ditempatkan dalam reservoir dengan tekanan P_r dan temperature T_r maka rumus-rumus gas yang digunakan untuk mendapatkan hubungan antara keadaan dari gas tersebut, yaitu:

$$\frac{P_1 V_1}{Z_r T_r} = \frac{P_r V_r}{Z_r T_r}$$

Untuk harga P_1 dan T_1 dalam keadaan standar maka diperoleh

$$V_r = 0.0283 \frac{Z_r V_r}{P_r} \text{ cuft}$$

Untuk keadaan standar maka V_r harus dibagi dengan 1 scf untuk mendapatkan volume standar, jadi volume gas adalah:

$$B_g = 0.0283 \frac{Z_r V_r}{P_r} \text{ cuft/scf}$$

Dalam satuan bbl/scf besarnya B_g adalah:

$$B_g = 0.00504 \frac{Z_r V_r}{P_r} \text{ bbl/scf}$$

4. Kompresibilitas gas

Sebagai perubahan volume gas yang disebabkan oleh adanya perubahan tekanan. Komperseibilitas didapat dari perhitungan atau korelasi mattar, brar dan azizz.

$$C_g = \frac{C_{pr}}{P_{pc}}$$

Keterangan:

C_g = kompersibilitas gas , psia⁻¹

C_{pr} = kompersibility pseudorreduced, psia⁻¹

p_{pc} = pseudocritical pressure, psia

T_r = pseudorreduced temperature, °R

p_r = pseudorreduced pressure, psia

5. Factor kompersibilitas gas

Merupakan perbandingan antara volume sebenarnya yang ditempati suatu massa gas pada tekanan temperature tertentu terhadap volume pada kondisi tekanan dan temperature yang sama sehingga

$$Z = (1 + x)^n = \frac{v_{actual}}{v_{ideal}}$$

Factor komperseibilitas tidak berguna namun bervariasi dengan perubahan komposisi gas, temperature, dan tekanan. Untuk gas ideal, factor komperseibilitasnya (z factor) berharga 1, sedangkan untuk gas nyata z dapat berharga lebih kecil atau lebih dari 1 namun dapat juga berharga 1 tergantung dari tekanan dan temperature yang mempengaruhinya.

6. Kelarutan gas

Kelarutan gas didefinisikan sebagai volume gas(SCF) yang larut dalam minyak (stb) pada tekanan dan temperature tertentu. Kelarutan gas alam di dalam minyak adalah fungsi dari tekanan , temperature, spsesific gravity minyak dan gas. Pada kondisi temperature konstan, kelarutan gas akan naik seiring naiknya tekanan, hingga tekanan mencapai tekanan

gelembung. Pada tekanan gelembung dan diatasnya perhitungan kelarutan gas dalam minyak, diantaranya adalah:

- a. Korelasi standing
- b. Korelasi vasquese-baggs
- c. Korelasi glaso
- d. Korelasi marhoun
- e. Korelasi petrosky-farshad

7. Densitas air formasi

Densitas air formasi dinyatakan dalam massa per volume, specific gravity, yaitu densitas air formasi pada suatu kondisi tertentu yaitu pada tekanan 14, 7 psi dan temperature 60^of.beberapa satuan yang umumnya digunakan untuk menyatakan sifat-sifat air murni pada kondisi standar adalah sebagai berikut: 0.99010 gr/cc; 8.334 lb/gal; 62.34 lb/cuft;350 lb/bbl (US); 0.01604 CUFT/LB. dari besaran-besaran satuan dibuat suatu hubungan sebagai berikut:

$$\rho_w = \frac{P_w}{62,34} = \frac{1}{62,34 V_w} = 0.01604 P_w = \frac{0.01604}{V_w}$$

Keterangan:

ρ_w = specific gravity air formasi

P_w = density, lb/cuft

v_w = specific volume, cuft/lb

untuk melakukan pengamatan terhadap densitas air formasi dapat dihubungkan dengan densitas air murni pada kondisi sebagai berikut:

$$\frac{V_w}{V_{wb}} = \frac{P_{wb}}{p_w} B_w$$

Keterangan:

V_{wb} = specific volume air pada kondisi dasar, lb/cuft

p_{wb} = density dari air kondisi dasar, lb/cuft

B_w = factor volume formasi air

Dengan demikian jika densitas air formasi pada kondisi dasar (standar) dan factor volume formasi ada harganya (dari pengukuran langsung), maka densitas air formasi dapat ditentukan. Factor yang sangat mempengaruhi densitas air formasi adalah kadar garam dan temperature reservoir.

Densitas air formasi pada kondisi standar yang merupakan fungsi total padatan. Densitas air formasi(p_w) pada reservoir dapat ditentukan dengan membagi p_w pada kondisi standar dengan factor volume formasi(B_w). Jika adanya air formasi yang dijenuhi dengan gas di dalam reservoir. Beberapa satuan yang umum digunakan untuk menyatakan sifat-sifat air murni pada kondisi standar adalah cuft/lb, dari besaran-besaran satuan tsb dapat dibuat suatu hubungan sebagai berikut:

$$SG = \gamma \frac{P_w}{62.34} = \frac{1}{62.34} 0.01604 P_w = \frac{0.01604}{V_w}$$

Keterangan:

γ = specific gravity

p_w = densitas lb/cuft

V_w = specific volume, cuft/lb

Untuk melakukan pengamatan terhadap air formasi dapat dihubungkan dengan densitas air murni pada kondisi berikut:

$$\frac{v_w}{v_{wb}} = \frac{p_{wb}}{p_w} = B_w$$

Keterangan:

V_{wb} = sepesific volume air pada kondisi dasar, lb/cuft

P_{wb} = densitas dari air kondisi 14,7 psia dan 60⁰f, lb/cuft

B_w = factor volume formasi air, res cuft/stb cuft

Dengan demikian jika densitas air formasi pada kondisi standard an factor volume formasi dari air ada harganya(dari pengukuran langsung), maka densitas dari air formasi dapat ditentukan. Factor yang sangat mempengaruhi terhadap densitas air formasi adalah kadar dan temperature reservoir.

8. Factor volume formasi air formasi

Factor volume formasi(B_w) menunjukkan perubahan volume air formasi dari kondisi reservoir ke kondisi permukaan. Factor volume formasi air formasi ini dipengaruhi oleh tekanan dan temperature, yang berkaitan dengan pembebasan gas dan air dengan turunya tekanan , pengembangan air dengan turunya tekanan dan penyudutan air dengan turunya temperature.

Harga factor volume formasi air- formasi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$B_w = (1 + \Delta V_{wp})(1 + \Delta V_{wt})$$

Keterangan:

B_w = factor volume air formasi bbl/bbl

ΔV_{wt} = penurunan volume sebagai akibat penurunan suhu, °f

ΔV_{wp} = penurunan volume selama penurunan tekanan, psi

9. Kelarutan gas dalam air formasi

Standing dan Dodson telah menentukan larutan gas dalam air formasi sebagai fungsi dari tekanan dan temperature. Mereka menggunakan gas dengan berat jenis 0.655 dan mengukur kelarutan gas ini dalam air murni serta dua contoh air asin. Disimpulkan beberapa pernyataan yang bersifat umum tentang kelarutan gas didalam air dan air asi adalah sebagai berikut:

1. Kelarutan gas dalam air formasi lebih kecil jika dibandingkan dengan kelarutan gas dalam minyak pada kondisi tekanan dan temperature yang sama.

2. Pada temperature yang tetap kelarutan gas dalam air formasi akan naik dengan naiknya tekanan.
3. Kelarutan gas alam dalam air asin akan berkurang dengan bertambahnya kadar garam.
4. Kelarutan gas alam dalam air formasi akan berkurang dengan naiknya berat jenis gas.

10. Kompresibilitas air formasi

Kompresibilitas air formasi didefinisikan sebagai perubahan volume yang disebabkan oleh adanya perubahan tekanan yang mempengaruhinya. Besarnya kompresibilitas air murni (C_{pw}) tergantung pada tekanan, temperature dan kadar gas terlarut dalam air murni. Secara matematis besarnya kompresibilitas air murni dapat di tulis sebagai berikut:

$$C_{wp} = -\frac{1}{V} \left(\frac{\Delta V}{\Delta p} \right) t$$

Keterangan:

C_{wp} = kompresibilitas air murni, psi^{-1}

V = volume air murni, bbl

$\Delta V, \Delta p$ = perubahan volume (bbl) dan tekanan (psi) air murni.

11. Viskositas air formasi

Besarnya viskositas air formasi (μ_w) tergantung pada tekanan, temperature dan salinitas dan kandungan air tersebut. Viskositas air murni pada tekanan atmosfer dan pada tekanan 7100 psi serta viskositas air pada kadar garam 6% pada tekanan atmosfer.

5. SPESIFIKASI BAHAN BAKAR

1. Bahan Bakar Padat

Salah satu bahan bakar padat batu bara. Makin muda umur batubara, makin besar kandungan unsur hidrogennya pada batubara, makin rendah nisbah K

terhadap BTG. Karena berasal dari tumbuh-tumbuhan maka batubara tersusun terutama oleh bahan organik.

Untuk menyatakan komposisi batubara, digunakan analisis pendekatan dan analisis tuntas. Nilai kalor berkisar antara 9 000 -10000 kkal/kg, yang dipengaruhi oleh kadar C, H dan S.

Beberapa rumus pendekatan yang diperoleh secara empiris, menyatakan hubungan antara nilai kalor, kadar C, kadar H dan kadar S, ataupun kadar KT dan BTG.

Rumus Dulong:

Nilai kalor atas, $NKA = 14490 C + 61000 H_a + 5550 S$, di mana C, S, H_a = fraksi berat karbon, belerang dan hidrogen bebas; dan NKA dalam Btu/lb.

Catatan:

1 Btu = 252 kalori

1 lb = 453.6 gram.

Rumus Calderwood:

$C = 5.88 \times 0.00512 \times NKA \times 40.5S \times 0.0053 \times 80 \times 100(BTG : KT)^{1.55}$

C, S, BTG, KT = % berat C, S, BTG, KT dalam batubara

Kalau $100 BTG/KT > 80$, tanda pada suku terakhir negatif.

2. Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair yang biasa dipakai dalam industri, transportasi maupun rumah tangga adalah fraksi minyak bumi.

Minyak bumi adalah campuran berbagai hidrokarbon yang termasuk dalam kelompok senyawa: parafin, naphtena, olefin, dan aromatik.

Kelompok senyawa ini berbeda dari yang lain dalam kandungan hidrogennya. Minyak mentah, jika disuling akan menghasilkan beberapa macam fraksi, seperti: bensin atau premium, kerosen atau minyak tanah, minyak solar, minyak bakar. Setiap minyak petroleum mentah mengandung keempat kelompok senyawa tetapi perbandingannya berbeda. Perbedaan minyak mentah yang utama ialah:

1. Minyak asphaltik, yang terdiri sebagian besar naphtena dan aromatik
2. Minyak prafin, sebagian besar berupa parafin (lilin)
 - a. Bensin atau Gasolin atau Premium

Gasolin dibuat menurut kebutuhan mesin, seperti avgas (*aviation gasoline*), premium dan gasolin biasa, terdiri dari C4 sampai C12. Sifat yang terpenting pada gasolin adalah “angka oktana”.

Angka oktana adalah angka yang menyatakan besarnya kadar isooktana dalam campurannya dengan normal heptana.

b. Kerosen

Termasuk kerosen adalah:

1. Bahan bakar turbin gas pada pesawat terbang.
2. Minyak bakar, biasa dipakai untuk dapur rumah tangga, bahan bakar kapal laut, dan penerangan lampu kereta api di masa lalu.

Mutu kerosen tergantung pada sifatnya dalam uji lampu (lamp test) dan uji bakar, seperti timbulnya asap dan kabut putih. Asap disebabkan oleh hidrokarbon aromatik sedang kabut putih oleh disulfida.

c. Bahan Bakar Diesel

Bahan bakar diesel atau minyak diesel dipakai untuk mengoperasikan mesin diesel atau “compression ignition engine”. Mutunya ditentukan oleh angka cetana. Makin tinggi angka cetana, makin tinggi unjuk kerja yang diberikan oleh bahan bakar diesel.

Angka cetana adalah besarnya kadar volume cetana dalam campurannya dengan metilnaptalen.

Cetan murni mempunyai angka cetana = 100, sedang aromatik mempunyai angka cetana 0.

Unjuk kerja adalah persentase rata-rata daya yang dapat diperoleh dari mesin dengan bahan bakar tertentu dibandingkan dengan daya yang diperoleh dari bahan bakar yang mempunyai angka cetana 100.

3. **Bahan Bakar Gas**

Termasuk dalam bahan bakar gas antara lain:

a. Asetilena

Gas asetilena digunakan dalam pengelasan dan pemotongan logam, yang memerlukan suhu nyala yang tinggi, dapat juga dipakai untuk lampu karbida. Gas asetilena dapat membentuk asetilida yang eksplosif jika dicampur dengan tembaga (Cu), terlebih-lebih dengan udara.

b. Blast Furnace Gas

Gas ini merupakan hasil samping peleburan bijih besi dengan kokas dan udara panas di dalam “blast furnace”.

c. Gas Air Biru (*Blue Water Gas*)

Dibuat dari reaksi antara kukus (*steam*) dengan karbon padat yang dipanasi pada suhu tinggi, merupakan campuran antara gas H₂ dan gas CO.

d. Gas Batubara

Gas batubara disebut juga gas kota, dibuat dari disosiasi destruktif batubara dalam retort tertutup dengan pemanasan tinggi.

e. Gas Alam

Gas alam tersusun dari parafin hidrokarbon, khususnya gas metana bercampur dengan nitrogen, N₂, dan karbon dioksida, CO₂, diperoleh dari tambang dengan pengeboran tanah melalui batuan kapur atau batuan pasir. Kandungan metananya di atas 90%.

f. Gas Petroleum

Gas petroleum diperoleh dari fraksionasi minyak bumi mentah, dan dapat juga dari gas alam, mengandung propana dan butana sebagai komponen terbesar.

Spesifikasi bahan bakar yang terpenting adalah:

a. Nilai Kalor atau “Heating Value” atau “Calorific Value” atau Kalor Pembakaran.

Nilai kalor adalah kalor yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna 1 kilogram atau satu satuan berat bahan bakar padat atau cair atau 1 meter kubik atau 1 satuan volume bahan bakar gas, pada keadaan baku.

Nilai kalor atas atau “gross heating value” atau “higher heating value” adalah kalor yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna satu satuan berat bahan bakar padat atau cair, atau satu satuan volume bahan bakar gas, pada tekanan tetap, suhu 25°C, apabila semua air yang mula-mula berwujud cair setelah pembakaran mengembun menjadi cair kembali.

b. Kandungan Air di dalam Bahan Bakar

Air yang terkandung dalam bahan bakar padat terdiri dari:

1. Kandungan air internal atau air kristal, yaitu air yang terikat secara kimiawi.
2. Kandungan air eksternal atau air mekanikal, yaitu air yang menempel pada permukaan bahan dan terikat secara fisis atau mekanis.

Air terkandung dalam bahan bakar menyebabkan penurunan mutu bahan bakar karena

1. Menurunkan nilai kalor dan memerlukan sejumlah kalor untuk penguapan
2. Menurunkan titik nyala
3. Memperlambat proses pembakaran, dan menambah volume gas buang.

Keadaan tersebut mengakibatkan:

1. Pengurangan efisiensi ketel uap ataupun efisiensi motor bakar.
2. Penambahan biaya perawatan ketel.
3. Menambah biaya transportasi, merusak saluran bahan bakar cair ("fuel line") dan ruang bakar.

c. Kandungan Belerang

Apabila bahan bakar yang mengandung belerang dibakar, belerang akan terbakar membentuk gas belerang dioksida (SO_2) dan belerang trioksida (SO_3). Gas-gas ini bersifat sangat korosif terhadap logam dan meracuni udara sekeliling.

d. Kandungan BTG dan Daya Pembentukan Kokas

Jika bahan bakar padat dibakar tanpa udara berlebihan, pertama-tama yang menguap adalah air, baru kemudian gas-gas yang terbentuk dari terbakarnya BTG. Sisa akhir pembakaran adalah KT atau kokas serta abu. Makin tua umur geologis bahan bakar padat, makin rendah kandungan BTG-nya.

Nilai kalor bawah atau "net heating value" atau "lower heating value" adalah kalor yang besarnya sama dengan nilai kalor atas dikurangi kalor yang diperlukan oleh air yang terkandung dalam bahan bakar dan air yang terbentuk dari pembakaran bahan bakar untuk menguap pada 25 derajat Celcius dan tekanan tetap.

Air dalam sistem, setelah pembakaran berwujud uap air pada 25 derajat Celcius.

e. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat jenis (*Specific Gravity*) dinyatakan dalam gram per ml, dalam derajat API, dalam lb (baca: "pound") per gallon, atau lb per cuft, dan derajat Baume. Berat jenis disingkat sp. gr. atau sg.

Definisi: perbandingan berat bahan bakar terhadap berat air, diukur pada 600F, yang pada suhu tersebut berat air = 62.4 lb/cuft. Sg bahan bakar cair berubah oleh suhu, karena adanya ekspansi, terlebih-lebih sg bahan bakar gas.

Ada beberapa satuan sg seperti antara lain:

1. $Sg_{60/60^{\circ}F} = 141.5 / {}^{\circ}API_{131.5}$, dimana ${}^{\circ}API$ diukur pada $60^{\circ}F$
2. $Sg_{60/60^{\circ}F} = 140 / {}^{\circ}Be_{130}$, dimana ${}^{\circ}Be$ diukur pada $60^{\circ}F$
3. $Sg_{60/60^{\circ}F} = (lb/cu\ ft) / 62.4$, dimana lb/cu ft diukur pada $60^{\circ}F$
4. $Sg_{60/60^{\circ}F} = (lb/gal) / 8.34$, dimana lb/gal diukur pada $60^{\circ}F$

Banyak hubungan antara Sg dengan sifat-sifat penting bahan bakar minyak, yaitu:

1. Untuk pembakaran pada volume tetap: Nilai Kalor Atas, Btu/lb = $22\ 320 - [3\ 780 \times (Sg)^2]$
2. Untuk pembakaran pada tekanan tetap: Nilai Kalor Bawah, Btu/lb = $19\ 960 - [3\ 780 \times (Sg)^2] + (1\ 362 \times Sg)$
3. Persen hidrogen, % = $26 - (15 \times Sg)$
4. Kalor spesifik, Btu/lb ${}^{\circ}F = kal/gr\ {}^{\circ}F = [0.388 \times 0.00045 \times t\ ({}^{\circ}F)] : (Sg)^{1/2}$
5. Kalor laten penguapan, Btu/lb = $[110.9 \times 0.09 \times t\ ({}^{\circ}F)] : Sg$

Tabel 3.3. sifat Bahan Bakar Padat

JENIS	C	H	O %	MOISTURE	KJ / KG
Anthracite	94	3	2	1	32 . 900
Carbonaceous	91 – 93	4	4	1	33 . 500
Bitumious	82 – 90	6-4,5	1,2-3	2	32 . 400
Lignite	70	8	22	15	20 . 900

Tabel 3.4. sifat Bahan Bakar Cair

NO	Sifat	Satuan	Batasan		
			HSD	IDO	MFO

01	Specific Gravity at 60 /	-	0,82-	0,84-	0,99
02	60 °F	-	0,87	0,92	-
03	Colour ASTM	Cs	3,0	-	-
	Viscosity Kinematic at	Secs	1,6-5,8	-	-
04	100 °F	Btu / lb	35-45	-	18000
05	Or Viscosity SSU at	oF	18000	18000	80
06	100 °F	% wt	65	65	3,5
07	Calorific Value Gross	oF	0,5	1,5	150
08	Pourpoint	% wt	150	150	10
	Sulphur Content		0,1	1,0	
09	Flaspoint P.M.c.c.	% vol			0,75
10	Conradson Carbon	% wt	0.05	0,25	0,15
11	Residue	% wt	0,01	0,02	-
12	(no 10% vol.bottom)		0,01	0,02	
	Water Content	mg			Nil
	Sediment	KOH/gr	Nil	Nil	-
13	Ash Content	mg	0,06	-	
	Nourtralization Value:	KOH/gr			-
14	- Strong Acid Number		45	-	
	- Total Acid Number	% vol			-
	Distillation :		0,8	-	-
	Recovery at 300 °C	ppm wt	0,2	-	-
	Metal Content :	ppm wt	0,3	-	-
	- Sodium (Na)	ppm wt	1,0	-	-
	- Potasium (K)	ppm wt	0,2	-	-
15	- Magnesium (Mg)	ppm wt	0,2	-	400-
	- Calsium (Ca)	ppm wt	-	35-45	1250
	- Lead (Pb)	Secs			
	- Vanadium (V)				
	Viscosity 1/ 100 °F				

Tabel 3.5. sifat Bahan Bakar Gas

Compound	Comp . Mole Fraction	Ideal gross Heating value	Idealrel density fract	Metode
----------	----------------------	---------------------------	------------------------	--------

Methane	83,52	843,5520	0,4626	G . C
Ethane	4,43	78,3977	0,0459	G . C
Propane	4,11	103,4117	0,0626	G . C
i-Butane	0,76	24,7144	0,0153	G . C
n-Butane	0,66	21,5312	0,0132	G . C
i-Pentane	0,18	7,2016	0,0045	G . C
n-Pentane	0,07	2,8048	0,0017	G . C
Nitrogen	5,50	0,0000	0,0532	G . C
	0,76	0,0000	0,0084	G . C
Oxygen	0,01	0,0000	0,0002	G . C
Carbon				
Dioxide				

5. Menentukan Nilai Kalor Bahan Bakar Migas

Nilai kalor merupakan dasar dan standard bagi penilaian bahan bakar. Nilai kalor adalah ukuran dari energi panas dalam bahan bakar dan merupakan faktor utama dalam penentuan harga batubara. Nilai kalor adalah banyaknya panas yang dapat dilepaskan oleh setiap Kg bahan bakar jika dibakar sempurna. Dalam sistem S.I, nilai kalor dinyatakan dalam satuan KJ/Kg. Ada 4 macam nilai kalor yang berbeda yaitu:

1. Nilai kalor kotor pada volume konstan ($G_{cv} \ V$).
2. Nilai kalor bersih pada volume konstan ($N_{cv} \ V$).
3. Nilai kalor kotor pada tekanan konstan ($G_{cv} \ P$)
4. Nilai kalor bersih pada tekanan konstan ($N_{cv} \ P$)

Bomb calorimeter adalah salah satu alat yang dipakai untuk mengukur nilai kalor kotor pada volume konstan. Nilai kalor yang lain selanjutnya dapat dihitung jika komposisi bahan bakar diketahui. Kata "Gross (kotor)" menandakan bahwa panas laten penguapan dari air yang terdapat dalam bahan bakar ditambah panas laten dari air yang terbentuk selama pembakaran dimasukkan dalam Harga Nilai kalor yaitu dengan cara mengembunkannya. Kata "Net (bersih)" menandakan bahwa panas laten untuk membentuk uap air tidak diperhitungkan dalam harga nilai kalor karena panas uap tidak diperhitungkan dalam harga nilai kalor dan karena panas laten ini terbuang dalam bentuk uap air.

Pada prakteknya, panas laten dari uap air ini tidak bisa diperoleh kembali dalam kondisi operasi ketel, sehingga pabrik-pabrik pembuat ketel harus menyatakan harga efisiensi ketel berdasarkan nilai kalor bersih (Ncv). Harga efisiensi ini sekitar 4% lebih tinggi harga efisiensi yang dihitung berdasarkan nilai kalor kotor (Gcv). Hal ini harus diperhitungkan bila akan membandingkan harga efisiensi ketel yang satu dengan ketel yang lain. Proses pembakaran bahan bakar dalam sebuah bomb calorimeter berbeda dengan proses pembakaran bahan bakar dalam ketel. Proses pembakaran dalam bomb calorimeter berlangsung pada volume konstan sedang proses pembakaran pada ketel berlangsung pada tekanan konstan.

Bila proses pembakaran berlangsung pada tekanan konstan, maka gas hasil pembakaran harus bebas manual sehingga melakukan kerja (work). Dengan demikian, nilai kalor kotor pada tekanan konstan akan lebih tinggi daripada nilai kalor yang diperoleh dari Bomb calorimeter bila panas ekivalen dengan kerja (work) yang dilakukan diperhitungkan. Selain itu ada beberapa rumus yang dipakai untuk menghitung nilai kalor bahan bakar. Tetapi untuk ini perlu dilakukan analisa ultimate.

Menentukan Nilai Kalor dengan Menggunakan Bomb Kalori Mater.

Metode penentuan nilai kalor batubara adalah sebagai berikut :

Sejumlah kecil sampel dibakar dalam Oksigen yang ditempatkan didalam cawan yang ditempatkan dalam bejana kalorimeter. Selanjutnya bejana beserta isinya ditempatkan didalam bejana berongga yang lebih besar dimana didalam rongga dinding bejana diisi dengan air untuk membentuk "Jacket". Ini berfungsi memperkecil transfer panas antara bejana kalorimeter dengan lingkungan. Selanjutnya sampel dibakar dengan bantuan penyala listrik. Panas yang dilepaskan dari proses pembakaran sampel tersebut kemudian diukur dengan cara mengukur temperatur air dalam kalorimeter sebelum dan naiknya suhu dikalikan dengan panas jenis air.

Dibawah ini diberikan contoh Analisa Proximate dan Ultimate batubara dari West Virginia Bituminous Coal - Kanguka Counting USA :

Tabel 3.6. Proximate Analysis.

	As received	Kering
Moisture	2,82	-
Volatile Matter	32,20	32,12
Fixed Carbon	56,95	58,61
Abu	8,03	8,26
	100,00	100,00

Tabel 3.7. Ultimate Analysis.

	As received	Kering
Carbon	76,24	78,97
Hydrogen	4,85	4,99
Sulfur	1,38	1,44
Oksigen	4,84	4,98
Nitrogen	1,34	1,38
Abu	8,03	8,26
Moisture	2,82	-
	100,00	100,00

Nilai Kalor : 8604 Kcal/Kg - 8854 Kcal/Kg

Nilai kalori adalah suatu angka yg menyatakan jumlah panas/kalori yg dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen.

Nilai Kalori bahan bakar minyak, umumnya antara 18.300 ~ 19.800 BTU/lb.

Kandungan kalori pada Solar, sebagai berikut :

Awalnya ditetapkan nilai energi solar 18.700 BTU/US gallon. Kalau dikonversikan ke kalori, 1 liter = 0,2642 US Gallon

1 BTU = 1.055,056 joule

1 joule = 4,184 kalori

1 US gallon = 3,7854 ltr

maka 1 liter solar = 9.240 kkal.

Berikut beberapa nilai kalori untuk bahan bakar :

1. Solar = 9.240 kkal/liter.
2. RCO = 10.400 kkal
3. LPG = 11.220 kkal/kg
4. Natural gas = 9.424 kkal/m³.
5. Fuel oil = 9.766 kkal/m³.
6. Batu bara = 4.800 kkal/kg.

Nilai kalori adalah suatu angka yg menyatakan jumlah panas / kalori yg dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen. Bahan bakar dapat diartikan sebagai bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran dengan sendirinya, disertai dengan pengeluaran kalor. Bahan bakar yang digunakan pada umumnya adalah Bahan Bakar Minyak (BBM). Akan tetapi seiring kelangkaan BBM yang berdampak pada kenaikan harganya, masyarakat mulai mencari alternatif energi pengganti BBM yang lebih murah dan mudah didapat. Salah satu alternatif energi tersebut adalah biomassa. Energi biomassa dapat diperoleh secara langsung dan tak langsung dari sumber-sumber hayati seperti jenis dedaunan, rerumputan, limbah pertanian, limbah perkebunan dan juga limbah rumah tangga.

Kalor merupakan energi yang ditransfer dari satu benda ke benda yang lain karena perbedaan suhu. Dengan menentukan nilai perubahan suhu (T) pada air maka akan dapat ditentukan besarnya kalor yang dibutuhkan, yaitu dengan menggunakan perumusan $Q = m.c.DT$. Dengan diketahuinya nilai kalor yang dibutuhkan maka dapat ditentukan pula besarnya kadar kalor yang ada pada masing-masing bahan biomassa, yang dapat dihitung dengan perumusan bahan bakar biomassa.

Nilai kalor bahan bakar biomassa yang dapat dimanfaatkan paling tinggi adalah pada bahan bakar sabut kelapa dengan nilai kalor 328,5 kal/gram. Sedangkan bahan bakar biomassa yang nilai kalornya paling rendah adalah sekam padi dengan nilai kalor 78 kal/gram.

Tabel 3.8. kalori bahan bakar Minyak

Bahan Bakar	Nilai Kalori (BTU/lb)	Berat Jenis (kg/l)
Avigas	20.500	0,72
Avtur	18.400	0,80
Super 98 / Pertamina	20.500	0,72
Premium	19.800	0,81
Minyak Tanah	19.200	0,84
Solar	18.600	0,86
Minyak Bakar	18.300	0,95

Tabel 3.9. kalori bahan bakar rumah tangga

Bahan Bakar	Daya Pemanasan	Tingkat Efisiensi
Kayu Bakar	4.000 k.cal/kg	15%
Arang	8.000 k.cal/kg	15%
Minyak tanah	11.000 k.cal/kg	40%
Gas Kota	8.000 k.cal/kg	55%
Listrik	860 k.cal/kwh	60%
Elpiji	11.900 k.cal/kg	70%

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

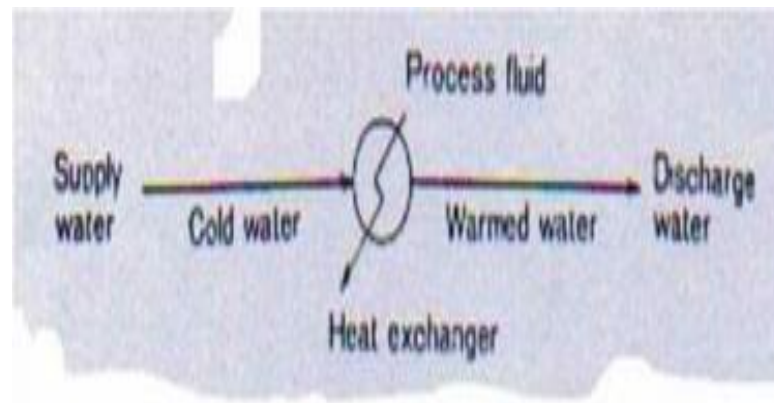
Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!
2. Bagaimana Saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus dikerjakan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

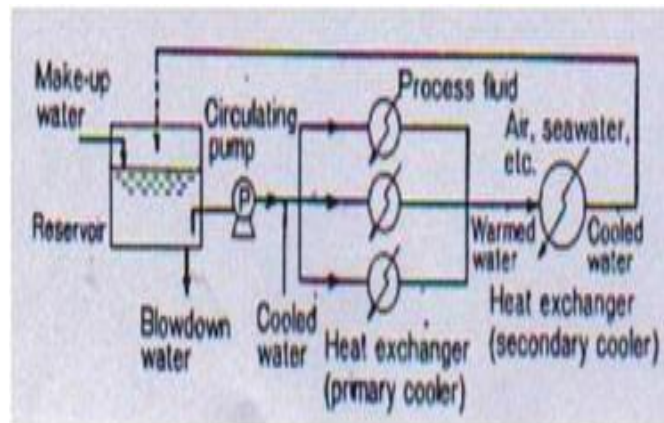
Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.

Aktivitas 1. Mengamati jenis unit heat exchanger (2 JP)

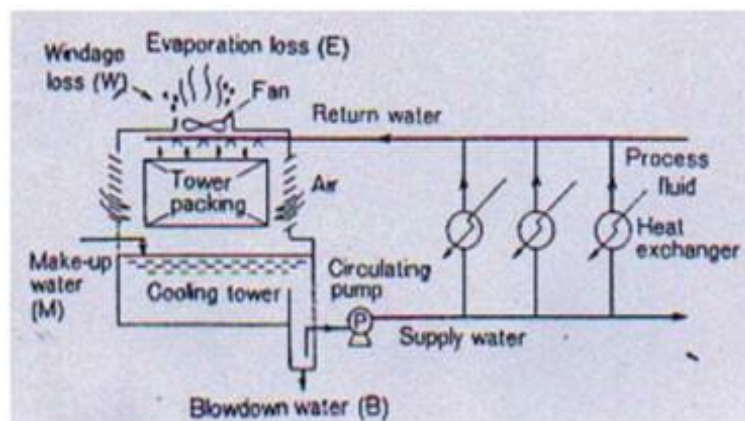
Saudara diminta untuk mengamati unit heat exchanger



Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3

Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang jenis unit heat exchanger. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati jenis unit heat exchanger pada gambar tersebut? Apakah ada hal-

hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara.

Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Mengapa diperlukan proses jenis heat unit exchanger pada pengolahan minyak gas dan petrokimia? Tuliskan!, kegiatan apa saja yang perlu dilakukan untuk pemilihan proses unit heat exchanger tersebut?
2. Menurut Saudara mengapa dilakukan heat exchanger?
3. Apa yang harus Saudara lakukan selaku guru kejuruan apabila melihat salah dalam proses heat exchanger?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

Aktivitas 2: Mengamati proses Heat Exchanger (2 JP)



Gambar 1

Setelah Saudara mencermati gambar di atas pada aktivitas 2, maka Saudara akan mendiskusikan bagaimana proses Alat gambar di atas. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang heat exchanger?
2. Mengapa Saudara diperlukan alat heat exchanger?
3. Menurut pendapat Saudara apa yang terjadi dalam pengolahan minyak gas tanpa heat exchanger?
4. Menurut Saudara Apa yang dipersiapkan sebelum mengoperasikan heat exchanger? jelaskan?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-02**.

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang heat exchanger, Bacalah Bahan Bacaan 1 tentang Heat Exchanger

Aktivitas 3: Klasifikasi Heat Exchanger (2 JP)

Setelah Saudara mencermati gambar pada aktivitas 2, maka Saudara akan mendiskusikan klasifikasi heat exchanger. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang klasifikasi heat exchanger?
2. Mengapa Saudara mengklasifikasikan heat exchanger?
3. Menurut pendapat Saudara jenis heat exchanger mana yang lebih baik?
4. Menurut Saudara bagaimana mekanisme kerja heat exchanger? jelaskan?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-03**. Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang Klasifikasi Heat Exchanger, Bacalah Bahan Bacaan 1 tentang klasifikasi Heat exchanger.

Aktivitas 4: (3 JP)

Setelah Saudara mencermati gambar pada aktivitas 2, maka pada aktivitas 4 ini Saudara akan mendiskusikan pemeliharaan Heat Exchanger. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang kerusakan Heat exchanger?
2. Apa penyebab kerusakan heat exchanger yang Saudara ketahui?
3. Menurut pendapat Saudara heat exchanger agar tidak terjadi kerusakan bagaimana cara pemeliharaannya?
4. Bagaimana pengaturan arus pada Heat exchanger?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-04**.

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang Heat exchanger, Bacalah Bahan Bacaan 1 tentang pemeliharaan Heat exchanger.



gambar 1

Aktivitas 5: Furnace (2 JP)

Setelah Saudara mencermati gambar diatas, maka pada aktivitas 5 ini Saudara akan mendiskusikan tentang furnace. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang furnace?
 2. Menurut Saudara apa hubungan antara heat exchanger dengan Furnace?
 3. Menurut pendapat Saudara apa fungsi furnace?
 4. Menurut saudara apa yang terjadi heat exchanger tanpa furnace? jelaskan!
- Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-05**.

Aktivitas 6: Spesifikasi Migas(2 JP)

Saudara selalu mencermati dan melihat migas dalam kehidupan sehari-hari, maka pada aktivitas 5 ini Saudara akan mendiskusikan tentang spesifikasi Migas. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Minyak dan Gas?
 2. Menurut Saudara apa bedanya antara minyak tanah, premium, solar, dan pertamax dari segi nilai oktan?
 3. Menurut pendapat Saudara apakah density antara minyak dan gas sama? jelaskan
 4. Menurut saudara bagaimana perbedaan kalori minyak dan gas? jelaskan!
- Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-06**.

Isilah tabel dibawah ini:

NO	Minyak/Gas	Density (kg/l)	Belerang(%)	AIR(%)
1	Minyak tanah			
2	Premium			
3	Solar			
4	LPG			
5	Pertamax			
6	Avtur			

LEMBAR KERJA

LK – 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran kompetensi profesional ini ? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK – 01

1. Mengapa Mengapa diperlukan proses jenis unit heat exchanger pada pengolahan minyak gas dan petrokimia? Tuliskan!, kegiatan apa saja yang perlu dilakukan untuk proses unit heat exchanger tersebut?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Menurut Saudara mengapa dilakukan heat exchanger?

.....

.....

.....

.....

.....

3. Apa yang harus Saudara lakukan selaku guru kejuruan apabila melihat salah dalam proses heat exchanger?

.....

.....

.....

.....

.....

LK – 02

1. Apa yang Saudara ketahui tentang heat exchanger?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa menurut Saudara diperlukan heat exchanger dalam pengolahan minyak gas dan petrokimia?Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara apa yang terjadi dalam pengolahan minyak gas tanpa exchanger ?

.....

.....

.....

.....

.....

4. Menurut Saudaraapa yang dipersiapkan sebelum mengoperasikan heat exchangert? jelaskan?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK – 03

4. Menurut Saudara bagaimana mekanisme kerja heat exchanger? jelaskan?

1. Apa yang Saudara ketahui tentang klasifikasi heat exchanger? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa menurut saudara dikalsifikasikan heat exchanger?

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara jenis heat exchanger mana yang lebih baik?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Menurut Saudara bagaimana mekanisme kerja heat exchanger?

.....

.....

.....

.....

.....

LK –04

1. Apa yang Saudara ketahui tentang kerusakan heat exchanger?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Apa penyebab kerusakan heat exchanger yang Saudara ketahui?

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara heat exchanger agar tidak terjadi kerusakan bagaimana cara pemeliharaannya?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Bagaimana pengaturan arus pada Heat exchanger?

.....

.....

.....

.....

.....

LK – 05

1. Apa yang Saudara ketahui tentang furnace?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Menurut Saudara apa hubungan antara heat exchanger dengan Furnace?

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pendapat Saudara apa fungsi furnace?

.....

.....

.....

.....

.....

4. Menurut saudara apa yang terjadi heat exchanger tanpa furnace? jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK-06

1. Apa yang Saudara ketahui tentang Minyak dan Gas?

.....

.....

.....

2. Menurut Saudara apa bedanya antara minyak tanah, premium, solar, dan pertamax dari segi nilai oktan?

.....

.....

.....

2. Menurut pendapat Saudara apakah density antara minyak dan gas sama? jelaskan

.....

.....

.....

4. Menurut saudara bagaimana perbedaan kalori minyak dan gas? jelaskan!

.....

.....

.....

Isilah tabel dibawah ini:

NO	Minyak/Gas	Density (kg/l)	Belarang(%)	AIR(%)
1	Minyak tanah			
2	Premium			
3	Solar			
4	LPG			
5	Pertamax			
6	Avtur			

E. LATIHAN/KASUS/TUGAS

1. Apakah yang dimaksud dengan alat penukar panas. ?
2. Sebutkan klasifikasi alat penukar panas?
3. Sebutkan macam-macam alat penukar panas menurut konstruksinya ?
4. Sebutkan alat penukar panas berdasarkan bentuknya?
5. Sebutkan alat penukar panas berdasarkan fungsinya?
6. Apa yang dimaksud dengan nilai kalori?
7. Jelaskan fungsi furnace?
8. Tuliskan nilai kalori solar,LPG (/liter)?
9. Apa yang saudara lakukan untuk pencegahan kerusakan heat exchanger dalam shell ?
10. Tuliskan macam-macam furnace?

F. RANGKUMAN

Alat penukar panas adalah Peralatan dimana didalamnya terjadi proses perpindahan panas, alat ini banyak di gunakan di industri migas yang berfungsi untuk mengubah suhu (menaikkan/menurunkan suhu) atau mengubah fase.

Alat penukar panas menurut fungsinya :

1. Heat exchanger,
2. cooler,
3. condensor,
4. chiller,
5. heater dan
6. reboiler.

Alat penukar panas menurut bentuknya:

Shell and Tube ,double pipe, fin fan dan box.

Alat penukar panas menurut konstruksinya:

Fixed tube sheet, floating head, U-tube U bundle dan pipe coil.

Alat penukar panas diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Menurut arah alirannya
2. Menurut Fungsinya.
3. Menurut Bentuknya
4. Menurut Konstruksi

Furnace adalah alat yang berfungsi untuk memindahkan panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dalam suatu ruangan ke fluida yang dipanaskan melalui tube-tube pembuluh yang berada di sekitar ruang pembakaran furnace tersebut.

Furnace atau juga disebut dapur dalam proses pengolahan dapat berfungsi sebagai pemanas awal, sebagai reboiler dan juga sebagai pemanas umpan sampai suhu yang diharapkan.

Furnace macam-macamnya (tipe) antara lain sebagai berikut :

1. Large box type
2. Down Convection.
3. Straight Up
4. A Frame
5. Circular
6. Radiant Wall.
7. Double Up Fired

Nilai kalori adalah suatu angka yg menyatakan jumlah panas / kalori yg dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen.

Berikut beberapa nilai kalori untuk bahan bakar :

1. Solar = 9.240 kkal/liter.
2. RCO = 10.400 kkal
3. LPG = 11.220 kkal/kg
4. Natural gas = 9.424 kkal/m³.
5. Fuel oil = 9.766 kkal/m³.
6. Batu bara = 4.800 kkal/kg.

G. KUNCI JAWABAN

1. Alat penukar panas adalah Peralatan dimana di dalamnya terjadi proses perpindahan panas, alat ini banyak di gunakan di industri migas yang berfungsi untuk mengubah suhu (menaikkan/menurunkan suhu) atau mengubah fase.
2. Alat penukar panas menurut alirannya, fungsinya, bentuknya, konstruksinya
3. Alat penukar panas menurut konstruksinya:
Fixed tube sheet, floating head, U-tube U bundle dan pipe coil.
4. Alat penukar panas menurut bentuknya:
Shell and Tube, double pipe, fin fan dan box.
5. Alat penukar panas menurut fungsinya :
Heat exchanger, cooler, condensor, chiller, heater dan reboiler.
6. Nilai kalori adalah suatu angka yg menyatakan jumlah panas / kalori yg dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen.
7. Furnace berfungsi untuk memindahkan panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dalam suatu ruangan ke fluida yang dipanaskan melalui tube-tube pembuluh yang berada di sekitar ruang pembakaran furnace tersebut.
8. nilai kalori untuk bahan bakar :
 1. Solar = 9.240 kkal/liter.
 2. LPG = 11.220 kkal/kg
9. Pencegahannya:
 - a. Bila kerusakan hanya sebagian lakukan seal welding pada bagian-bagian yang rusak.
 - b. Bila korosi terjadi pada daerah yang luas, repair dengan plastik lining atau metallizing.
 - c. Bila terjadi lubang/korosi yang berat, lakukan patch welding (sumbat dengan las) pada bagian yang rusak atau potong bagian shell yang rusak.
10. Furnace macam-macamnya (tipe) antara lain sebagai berikut :
Large box type, Down Convection, Straight Up, A Frame, Circular, Radiant Wall, Double Up Fired.

H. EVALUASI

1. Dibawah ini jenis unit exchanger adalah.....
 - a. *Once Through System*
 - b. *One tough system*
 - c. *One system thought*
 - d. *System one thought*
 - e. *Once system tough*
2. Dibawah ini jenis unit exchanger adalah kecuali.....
 - a. *Once Through System*
 - b. *Closed Recirculating System*
 - c. *Open Recirculating System*
 - d. *Closed and Open Recirculating System*
 - e. Open system recirculating
3. Peralatan dimana di dalamnya terjadi proses perpindahan panas, alat ini banyak di gunakan di industri migas yang berfungsi untuk mengubah suhu (menaikan/menurunkan suhu) atau mengubah fase adalah....
 - a. Alat penukar panas
 - b. Alat penukar dingin
 - c. Alat penukar suhu
 - d. Alat penukar gas
 - e. Alat penukar zat
4. Alat penukar panas menurut fungsinya kecuali.....
 - a. Heat exchanger,
 - b. cooler,
 - c. condensor,
 - d. chiller,
 - e. konduktor
5. Alat penukar panas menurut bentuknya adalah....
 - a. Heat exchanger,
 - b. cooler,
 - c. condensor,
 - d. chiller,

- e. Shell and Tube
- 6. Alat penukar panas menurut konstruksinya:
 - a. Heat exchanger,
 - b. cooler,
 - c. condensor,
 - d. chiller,
 - e. Fixed tube sheet.
- 7. Alat penukar panas diklasifikasikan sebagai berikut kecuali.....
 - a. Menurut arah alirannya
 - b. Menurut Fungsinya.
 - c. Menurut Bentuknya
 - d. Menurut Konstruksi
 - e. Menurut zatnya
- 8. Alat yang berfungsi untuk memindahkan panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dalam suatu ruangan ke fluida yang dipanaskan adalah.....
 - a. Furnace
 - b. Furniture
 - c. Furnaste
 - d. Furnarir
 - e. Furnater
- 9. Perhatikan gambar dibawah ini!



Gambar diatas adalah sebuah alat.....

- a. Heat cooler
- b. Heat condensor
- c. Hot cooler

- d. Hot exchanger
 - e. Heat exchanger
10. Furnace macam-macamnya (typenya) antara lain sebagai berikut kecuali:
- a. Large box type
 - b. Down Convection.
 - c. Straight Up
 - d. A Frame
 - e. A fromed
11. suatu angka yg menyatakan jumlah panas / kalori yg dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen adalah....
- a. nilai kalori
 - b. nilai oktan
 - c. nilai cold
 - d. nilai step
 - e. nilai tekanan
12. Nilai kalori dari solar adalah
- a. 9.240kkal/liter.
 - b. 9.420 kkal/liter.
 - c. 9.245 kkal/liter.
 - d. 9.255 kkal/liter.
 - e. 9.235 kkal/liter.
13. Nilai kalori dari LPG =kkal/kg
- a. 11.220
 - b. 11.240
 - c. 11.250
 - d. 11.260
 - e. 11.270
14. Kadar belerang dalam minyak bumi berkisar antara...
- a. 4%-6%
 - b. 10%-11%
 - c. 10%-14%
 - d. 10%-15%
 - e. 15%-16%

15. suatu alat pendingin liquid maupun gas dari suhu tinggi ke suhu rendah tanpa adanya perubahan fase disebut....

- a. cooler
- b. condensor
- c. heat exchanger
- d. furnace
- e. furniture

16. suatu alat yang berfungsi sebagai perubah fase dari uap/gas menjadi liquid/cair...

- a. cooler
- b. condensor
- c. heat exchanger
- d. furnace
- e. furniture

17.
$$\rho_{osc} = \frac{\sum X_i M_i}{\sum (X_i M_i / \rho_{osci})}$$

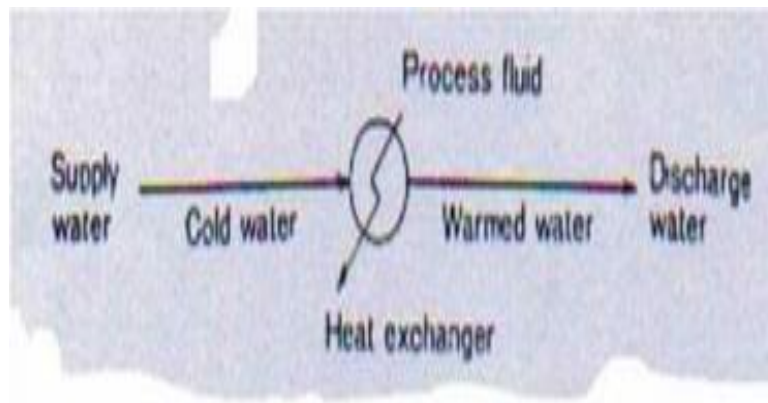
rumus diatas adalah untuk mencari.....

- a. density
- b. kalori
- c. kalor
- d. fluida
- e. resorvoir

18. Premium memiliki berat jenis.....kg/liter

- a. 0,81 b. 0,99 c. 1,2 d. 1,5 e. 2,3

19. Perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar diatas suatu proses jenis unit heat exchanger....

- a. *Once Through System*
- b. *One tough system*
- c. *One system throught*
- d. *System one throught*
- e. *Once system tough*

20. Perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar diatas adalah.....

- | | | |
|--------------|------------|----------|
| a. Furniture | b. boiler | c. Broke |
| d. Burner | e. furnace | |

I. KUNCI JAWABAN

1. A
2. E
3. A
4. E
5. E
6. E
7. E
8. A
9. E
10. E
11. A
12. A
13. A
14. A
15. A
16. B
17. A
18. A
19. A
20. D

BAB IV

PENUTUP

Demikian Modul Diklat pengolahan minyak, gas dan petrokimia grade 10 PKB 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 pengolahan minyak, gas dan petrokimia grade 7 ini selanjutnya semua pihak terkait dapat menemukan kemudahan dalam melaksanakan UKG kelanjutan dan menambah pengetahuan dan wawasan pada bidang dan tugas masing-masing.

Modul Diklat pengolahan minyak, gas dan petrokimia grade 7 PKB bagi Guru pasca UKG ini disusun ini merupakan bahan pelajaran atau materi yang harus dipelajari oleh guru pasca UKG. Semoga modul diklat pengolahan minyak, gas dan petrokimia grade 7 bagi Guru pasca UKG ini dapat bermanfaat dan bias mengarahkan dan membimbing peserta diklat terutama para guru dan widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat pengembangan keprofesian berkelanjutan.

GLOSARIUM

Heat exchanger. Alat penukar panas

Furnace. Alat pemindahan panas

Cooler. Suatu alat pendingin liquid maupun gas dari suhu tinggi ke suhu rendah tanpa adanya perubahan fase

Condensor. Suatu alat yang berfungsi sebagai perubah fase dari uap/gas menjadi liquid/cair

Associated gas. Gas alam yang diperoleh dari wells dimana terdapat kandungan crude oil pada sumur tersebut.

Non-Associated gas. Gas alam yang diperoleh dari sumur dimana tidak terdapat kandungan crude oil pada sumur tambang tersebut

Liquified Petroleum Gas (LPG). Produk pengolahan gas alam dengan kandungan utama berupa propana (C3) dan butana (C4) serta sejumlah kecil etana (C2).

Liquified Natural Gas (LNG). Komponen hidrokarbon ringan dari gas alam, dengan kandungan terbanyak berupa metana yang telah dicairkan.

Compressed Natural Gas (CNG). Pengganti untuk bensin, bahan bakar diesel dan bahan bakar propana. CNG ini dipertimbangkan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar diatas. Lebih ringan dari udara sehingga mudah menyebar dengan cepat ketika bocor ataupun tumpah. Dibuat dengan memberi tekanan pada LNG, di distribusikan menggunakan kontainer (cylindrical atau spherical) dengan tekanan normal 200–220 bar.

Dry Gas. Gas yang mengandung kurang dari 0,1 galon kondensat per 1000 CF gas.

Distilasi, yaitu proses penyulingan berdasarkan perbedaan titik didih; Proses ini berlangsung di kolom distilasi atmosferik dan Kolom Destilasi Vakum.

konversi, yaitu proses untuk mengubah ukuran dan struktur senyawa hidrokarbon.

Lean Gas. Gas yang sangat sedikit mengandung senyawa propana (C3) dan yang lebih berat dari itu, atau juga termasuk aliran gas yang keluar dari unit absorpsi.

Sales Gas. Gas yang memiliki kualitas yang dapat digunakan untuk konsumsi perumahan atau industri. Memenuhi spesifikasi perusahaan transmisi perpipaan atau perusahaan penyaluran.

Condensate. Fraksi Hidrokarbon cair yang diperoleh dari aliran gas yang memiliki kandungan penting berupa pentane (C5).

oil refinery adalah pabrik/fasilitas industri yang mengolah minyak mentah menjadi produk petroleum yang bisa langsung digunakan maupun produk-produk lain yang menjadi bahan baku bagi industri petrokimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Tarek H, "Equations of State and PVT Analysis :Application for Improved Reservoir Modeling", 2007, Gulf Publishing Company, USA, hal : 181 - 237, 495 – 502.
- Althouse, Andrew D., 2003, Modern Refrigeration & Air Conditioning, The Goodhard-Willcox Company, USA
- A.R. Solaimany Nazar, B. Dabir dan kawan - kawan, "Measurement and Modeling of Wax Deposition in Crude Oil Pipelines", SPE 69425 copyright 2001.
- Basha, H. A., Kassab, B. G.. 1996. "Analysis of Water Distribution Systems Using a Perturbation Method". Applied Mathematical Modelling. Volume 20. April 1 1996. Pages 290-297
- Bassett, M.D., Pearson, R. J., and Winterbone, D. E, 1998, "Visualisation of wave propagation in a three-pipe junction", Institute International Conference on Optical Method.
- Bejan, Adrian and Kraus, Allan D., "Heat Transfer Handbook", 2003, John Wiley and Son, Inc., USA, hal : 180 – 183, 190 –191, 422
- Broadkey, Robert S and Hershey, Harry C, "Transport Phenomena : A Unified Approach", 1988, McGraw - Hill Book Company, USA, hal : 112 – 117, 143, 146, 148 – 153.
- Budiningsih, Asri, (2005). Belajar dan Pembelajaran, Jakarta. Rineka Cipta.
- Castka, Joseph F.; Metcalfe, H. Clark; Davis, Raymond E.; Williams, John E. (2002). *Modern Chemistry*. Holt, Rinehart and Winston
- Chaudhuri, Uttam Ray. (2011). "Fundamentals of Petroleum and Petrochemical Engineering". CRC Press.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Pendidikan
- Dossat, Roy J., 1980, Principles of Refrigeration, Second Edition, SI Version, John Wiley & Son Inc., New York, USA

- Goliber, Paul F., 1986, Refrigeration Servicing, Bombay, D.B. Taraporevala Son & Co Private L.td
- Gary, J.H. and Handwerk, G.E. (1984). *Petroleum Refining Technology and Economics* (2nd ed.). Marcel Dekker, Inc. [ISBN 0-8247-7150-8](#).
- Harris, 1983, Modern Air Conditioning Practice, Third Edition, Mc.Graw - Hill International Book Company
- Incropera P, Frank and DeWitt P, David, "Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 4th edition, John Wiley and Sons, USA.
- John Tomczyk, Troubelshooting & Servicing Modern Refrigeration & Air Conditioning System,
- Maron, Samuel H, and Lando, J.B. Fundamentals oh Physical Chemistry. New York : Macmillan publishing co.inc.
- Mascetta, Joseph A. (1998). *How to Prepare for the SAT II Chemistry*. Barron's.
- Menengah, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). Pedoman
- Peraturan Menteri Perindustrian. (2010). "Peraturan Menteri Perindustrian 14/MIND/PER/1/2010 Tentang Roadmap Pengembangan Klaster Industri Petrokimia". Jakarta.
- Pengembangan Modul Pembelajaran Diklat Peserta diklat SMK. Jakarta.
- Slavin, Robert, E. (1994). Educational psychology, theories and practice. Fourth Edition. Masschusetts: Allyn and Bacon Publishers.
- William h. Severns & howard e. Dogler 7 john c. Miles, "Steam, Air and Gas Power", John Wiley & Sons, New York, 1954.