



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Pengolahan Minyak dan Gas

Pedagogik : Penentuan Aspek-Aspek Hasil Belajar
Profesional : Produk Migas dan Spesifikasi Produk Migas

KELOMPOK
KOMPETENSI





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian
Teknik Pengolahan Minyak dan Gas

Penyusun :

Novia Rita, ST., MT
T. Minyak UIR Riau
nova_rita02@yahoo.com

No. HP

Reviewer :

Akmaluddin, ST
SMKN 3 Mandau
smkn3mandau.com
085265402108

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 GP.

Jakarta, Maret 2016
Direktur Jenderal Guru dan Tenaga
Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
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	4
BAB II.....	6
KOMPETENSI PEDAGOGIK	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : MENENTUKAN ASPEK-ASPEK PROSES DAN HASIL BELAJAR	6
A. Tujuan Pembelajaran	6
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	6
C. Uraian materi	6
D. Aktivitas Pembelajaran.....	55
E. Latihan/Kasus/Tugas	55
F. Rangkuman.....	56
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	56
H. Evaluasi	190
I. Kunci Jawaban.....	198
BAB III.....	56
KOMPETENSI PROFESIONAL	57
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: PRODUK MIGAS DAN SPESIFIKASI PRODUK MIGAS	57
A. Tujuan.....	57
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	57
C. Uraian Materi	57

D. Aktifitas Pembelajaran	78
E. Latihan/Kasus/Tugas	79
F. Rangkuman.....	79
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	80
H. Evaluasi	192
I. Kunci Jawaban.....	198
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: KARAKTERISTIK PRODUK DAN BAHAN BAKU YANG DISIMPAN	81
A. Tujuan.....	81
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	81
C. Uraian Materi	81
D. Aktifitas Pembelajaran	140
E. Latihan/Kasus/Tugas	142
F. Rangkuman.....	143
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	144
H. Evaluasi	193
I. Kunci Jawaban.....	198
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: MENGUKUR VOLUME ABSORPSI DAN VOLUME STANDAR	145
A. Tujuan.....	145
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	145
C. Uraian Materi	145
D. Aktifitas Pembelajaran	183
E. Latihan/ Kasus/ Tugas	187
F. Rangkuman.....	188
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	188
H. Evaluasi	194
I. Kunci Jawaban.....	198
BAB IV	189
PENUTUP	189
DAFTAR PUSTAKA PEDAGOGIK.....	196
DAFTAR PUSTAKA PROFESIONAL	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tiga Unsur Belajar Mengajar	7
Gambar 2. Proses Pengolahan Minyak Bumi (Kimia.upi.edu.com)	74
Gambar 3. Skema Pemisahan Minyak dari Air (Kemendikbud, 2013)	77
Gambar 4. Skema Desalter (Kemendikbud, 2013)	77
Gambar 5. Skema Proses Destilasi (http://persembahanku.wordpress.com)	83
Gambar 6. Pemisahan Fraksi-Fraksi Minyak Bumi (slideshare.net).....	101
Gambar 7. Proses Cracking	104
Gambar 8. Caustic Washing Untuk Gas (Kemendikbud, 2013)	108
Gambar 9. Caustic Washing Untuk Cairan (Kemendikbud, 2013)	108
Gambar 10. Acid Treating (Kemendikbud, 2013).....	110
Gambar 11. Mercox Treating (Kemendikbud, 2013).....	110
Gambar 12. Hydro Desulphurisasi (Kemendikbud, 2013).....	113
Gambar 13. Elpiji.....	115
Gambar 14. Oli.....	124
Gambar 15. Reid Vapor Pressure (RVP).....	132
Gambar 16. Diagram Alir Minyak Bumi di Onshore	146
Gambar 17. Diagram Alir Minyak Bumi di Offshore	147
Gambar 18. Cap Case Assembly Thermometer	151
Gambar 19. Sample Bottle (Quantity Accounting Sistem, 2011).....	155
Gambar 20. Sampling Thief (Quantity Accounting Sistem, 2011)	156
Gambar 21. Thermohydrometer (Quantity Accounting Sistem, 2011).....	162
Gambar 22. Skala Pengukuran Hydrometer (Quantity Accounting Sistem, 2011).....	163
Gambar 23. Koreksi Miniskus (Quantity Accounting Sistem, 2011)	163
Gambar 24. Posisi Hydrometer (Quantity Accounting Sistem, 2011).....	164
Gambar 25. Posisi Ujung Raksa.....	164
Gambar 26. Prinsip kerja Centrifuge (netsains.net)	169
Gambar 27. Titik Ketinggian	172
Gambar 28. Heel (Kemiringan Kapal).....	180
Gambar 29. Trim Kapal	181

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Peta Kompetensi	2
Tabel 2. Domain atau aspek-aspek hasil belajar	13
Tabel 3. Aspek Domain Kognitif	22
Tabel 4. Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Dimensi Pengetahuan.....	25
Tabel 5. Sasaran penilaian hasil belajar oleh pendidik pada ranah/aspek sikap pada kurikulum 2013.....	33
Tabel 6. Bagan Catatan Observasi.....	35
Tabel 7. Skala Sikap terhadap Kegiatan Ramadhan Di Sekolah	36
Tabel 8. Keterampilan Abstrak	45
Tabel 9. Keterampilan Konkrit	47
Tabel 10. Senyawa Non Hidrokarbon Minyak Bumi.....	61
Tabel 11. Kadar Sulfur Minyak Bumi	69
Tabel 12. Produk-produk dari Pengolahan Destilasi Atmospheric	90
Tabel 13. Komposisi Fluida Etil Bensin Penerbangan	120
Tabel 14. Waktu Pencelupan Thermometer	149
Tabel 15. Prosedur Pengukuran Suhu Minyak	150
Tabel 16. Jenis Produk dan Ukuran Mulut Botol.....	157
Tabel 17. Pengambilan Sampel.....	157
Tabel 18. Rekomendasi Hydrometer (Quantity Accounting Sistem, 2011)..	160
Tabel 19. Rekomendasi Thermometer (Quantity Accounting Sistem, 2011)	161
Tabel 20. Batasan kondisi dan suhu tes	161
Tabel 21. Presisi Pengukuran (Quantity Accounting Sistem, 2011)	165
Tabel 22. Presisi Hasil Analisa 2 Laboratorium	165
Tabel 23. Standart Satuan (Quantity Accounting Sistem, 2011)	170
Tabel 24. Perhitungn Volume Minyak Mentah Tangki Darat	173
Tabel 25. Kalibrasi dengan Tabel Standart.....	174
Tabel 26. Table Volume Reduction 60 F	175
Tabel 27. Long Ton Per 100 U.S Gallon Per Barrel.....	176
Tabel 28. U.S. Gallons And Barrels To Liters	177
Tabel 29. Metric Tons per 100 U.S. Gallons and per Barrels.....	178

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

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

Desain modul ini dirancang untuk memperkuat kompetensi guru dari sisi pengetahuan, ketrampilan serta sikap secara utuh. Dimana proses pencapaiannya melalui pembelajaran pada sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai satu kesatuan yang saling mendukung dalam mencapai kompetensi tersebut. Modul yang berjudul “ Modul Diklat Pasca UKG Paket Teknik Pengolahan Minyak, Gas dan Petrokimia Grade-8 ” merupakan sejumlah kompetensi yang diperlukan untuk guru SMK pada program keahlian Perminyakan yang diberikan pada Jenjang Dasar-1 dengan perolehan nilai 71-80 pasca Uji Kompetensi Guru (UKG). Modul ini merupakan usaha minimal yang harus dilakukan oleh guru untuk mencapai sejumlah kompetensi yang diharapkan dalam kompetensi inti dan kompetensi dasar sesuai dengan pendekatan ilmiah (*scientific approach*) yang dipergunakan dalam kurikulum 2013. Langkah-langkah pendekatan ilmiah dalam proses pembelajarannya dimulai dari menggali informasi melalui pengamatan, pertanyaan dan percobaan, kemudian mengolah data dan informasi, menyajikan data atau informasi dan dilanjutkan dengan menganalisis, menalar dan kemudian menyimpulkan serta terakhir

diharapkan dapat mencipta. Setiap guru diharapkan untuk memperkaya dan mengkreasi mata pelajaran dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan, serta bersumber dari alam sekitar kita.

Modul ini dilengkapi dengan materi yang tercakup dalam kompetensi Pedagogik dan kompetensi professional. Materi Kompetensi pedagogik pada modul ini membahas tentang Penentuan aspek-aspek proses dan hasil belajar, Sedangkan kompetensi professional membahas tentang Pengujian terhadap produk migas; Mengontrol karakteristik produk dan bahan baku yang mudah menguap : RVP, distilasi dan Menspesifikasi karakteristik produk dan bahan baku yang disimpan; Mengkombinasikan volume absorvasi dan volume standart dan Merumuskan volume yang didapat dari pengukuran langsung : data pengukuran, suhu minyak, density.

B. Tujuan

1. Peserta Diklat menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk di nilai dan dievaluasi pada teknik pengolahan minyak, gas dan petrokimia.
2. Peserta Diklat dapat melakukan pengujian terhadap produk migas
3. Peserta Diklat dapat mengontrol karakteristik produk dan bahan baku yang mudah menguap
4. Peserta Diklat dapat mengkombinasikan volume absorvasi dan volume standart .
5. Peserta Diklat dapat merumuskan volume yang didapat dari pengukuran langsung (data pengukuran, suhu minyak, dan density).

C. Peta Kompetensi

Tabel 1. Peta Kompetensi

Kompetensi Utama	Kompetensi Inti	Kompetensi Guru
Pedagogik	8. Menyelenggarakan penilaian dan evaluasi	8.2. Menentukan aspek-aspek proses

	proses dan hasil belajar.	dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu.
Profesional	20. Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.	20.34. Mengamati pengetahuan produk migas dan spesifikasi produk migas 20.35. Mendeteksi karakteristik produk dan bahan baku yang disimpan 20.36. Mengukur volume absorvasi dan volume standart

D. Ruang Lingkup

Ada pun ruang lingkup dari modul ini meliputi :

1. Penentuan aspek-aspek proses dan hasil belajar.
2. Melakukan pengujian terhadap produk migas
3. Mengontrol karakteristik produk dan bahan baku yang mudah menguap : RVP, distilasi dan Menspesifikasi karakteristik produk dan bahan baku yang disimpan.
4. Mengkombinasikan volume absorvasi dan volume standart dan Merumuskan volume yang didapat dari pengukuran langsung : data pengukuran, suhu minyak, density.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Langkah pembelajaran dalam modul ini dibagi dalam dua aktivitas, yakni aktivitas kelas dan individual. Aktivitas kelas dilaksanakan dalam bentuk kegiatan ceramah, diskusi dan curah pendapat dalam bentuk klasikal learning. Aktivitas individual meliputi, membaca modul, melakukan latihan dan membuat rangkuman dan melakukan evaluasi individual.

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

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

1. Pendahuluan

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

2. Uraian Materi

Pada bagian ini anda mempelajari materi pelajaran yang harus anda kuasai

3. Ativitas Pembelajaran

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

4. Latihan/Kasus/Tugas

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

5. Ringkasan

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

6. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Pada bagian ini anda akan menulis pernyataan deskriptif tentang hal-hal yang telah dipelajari/ditemukan selama pembelajaran, rencana

pengembangan dan implementasinya, input terhadap pembelajaran berikutnya.

7. Evaluasi

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

8. Kunci jawaban

Anda menemukan kunci jawaban dari evaluasi yang anda kerjakan.

BAB II

KOMPETENSI PEDAGOGIK

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : MENENTUKAN ASPEK-ASPEK PROSES DAN HASIL BELAJAR

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti sesi ini, peserta diklat dapat menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang perlu diukur sesuai dengan tuntutan paket keahlian teknik pengolahan minyak, gas, dan petrokimia melalui ceramah, diskusi kelompok, brainstorming, dan penugasan mandiri.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi (sikap, pengetahuan dan keterampilan) diidentifikasi sesuai dengan karakteristik kompetensi dasar pada setiap paket keahlian.
2. Aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi (sikap, pengetahuan dan keterampilan) ditentukan sesuai dengan karakteristik kompetensi dasar setiap paket keahlian.

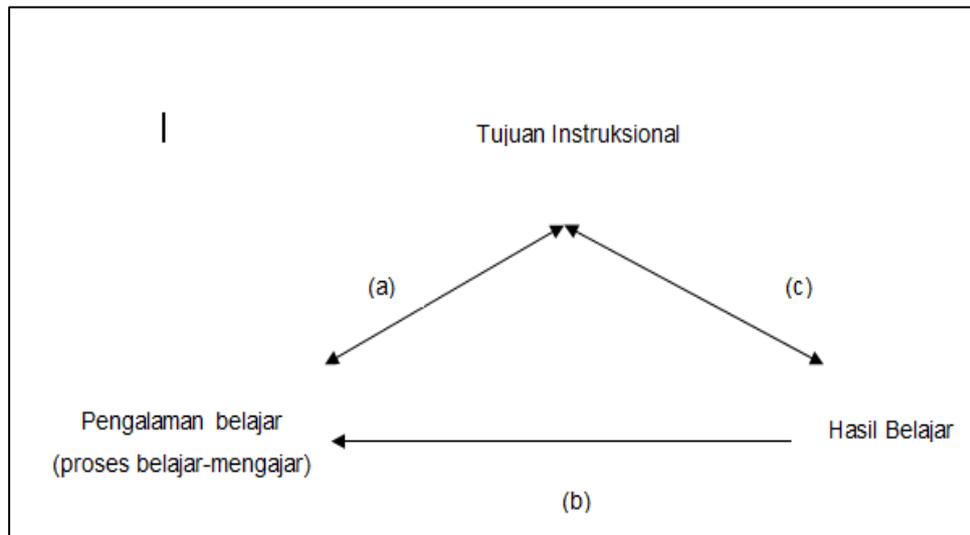
C. Uraian materi

1. Memaknai Penilaian Proses Belajar dan Penilaian Hasil Belajar

Penilaian proses belajar mengajar menyangkut penilaian terhadap kegiatan guru, kegiatan peserta didik, pola interaksi guru-peserta didik, dan keterlaksanaan program belajar-mengajar. Sedangkan penilaian hasil belajar menyangkut hasil belajar jangka pendek dan hasil belajar jangka panjang.

Belajar dan mengajar sebagai suatu proses mengandung tiga unsur yang dapat dibedakan, yakni tujuan pengajaran (instruksional), pengalaman

(proses) belajar-mengajar dan hasil belajar. Hubungan ketiga unsur tersebut digambarkan dalam diagram 1.



Gambar 1. Tiga Unsur Belajar Mengajar

Garis (a) menunjukkan hubungan antara tujuan instruksional dengan pengalaman belajar, garis (b) menunjukkan hubungan antara pengalaman belajar dengan hasil belajar, dan garis (c) menunjukkan hubungan tujuan instruksional dengan hasil belajar. Dari diagram diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa *kegiatan penilaian* dinyatakan oleh garis (c), yakni suatu tindakan atau kegiatan untuk melihat sejauh mana tujuan-tujuan instruksional telah dapat dicapai atau dikuasai oleh peserta didik dalam bentuk *hasil-hasil belajar* yang diperlihatkannya setelah mereka menempuh pengalamannya (proses belajar-mengajar). Sedangkan garis (b) merupakan kegiatan penilaian untuk mengetahui keefektifan pengalaman belajar dalam mencapai hasil belajar yang optimal.

Tujuan instruksional pada hakikatnya adalah perubahan tingkah laku yang diinginkan pada diri peserta didik. Oleh sebab itu, dalam penilaian hendaknya diperiksa sejauh mana perubahan tingkah laku peserta didik telah terjadi melalui proses belajarnya. Dengan mengetahui tercapai

tidaknya tujuan-tujuan instruksional, dapat diambil tindakan perbaikan pengajaran dan perbaikan peserta didik yang bersangkutan. Misalnya dengan melakukan perubahan dalam strategi mengajar, memberikan bimbingan dan bantuan belajar kepada peserta didik. Dengan perkataan lain, hasil penilaian tidak hanya bermanfaat untuk mengetahui tercapai tidaknya tujuan instruksional, dalam hal ini perubahan tingkah laku peserta didik, tetapi juga sebagai umpan balik bagi upaya memperbaiki proses belajar-mengajar.

Penilaian proses belajar adalah upaya memberi nilai terhadap kegiatan belajar-mengajar yang dilakukan peserta didik dan guru dalam mencapai tujuan-tujuan pengajaran. Dalam penilaian ini dilihat sejauh mana keefektifan dan efisiensinya dalam mencapai tujuan pengajaran atau perubahan tingkah laku peserta didik. Oleh sebab itu, penilaian hasil dan proses belajar saling berkaitan satu sama lain sebab hasil merupakan akibat dari proses.

2. Fungsi , Tujuan , dan Prinsip-Prinsip Penilaian

Sejalan dengan penjelasan diatas maka penilaian berfungsi sebagai:

- a. Alat untuk mengetahui tercapai-tidaknya tujuan instruksional. Dengan fungsi ini maka penilaian harus mengacu kepada rumusan-rumusan tujuan instruksional.
- b. Umpan balik bagi perbaikan proses belajar-mengajar. Perbaikan mungkin dilakukan dalam hal tujuan instruksional, kegiatan belajar peserta didik, strategi mengajar guru, dan lain-lain.
- c. Dasar dalam menyusun laporan kemajuan belajar peserta didik kepada para orang tuanya. Dalam laporan tersebut dikemukakan kemampuan dan kecakapan belajar peserta didik dalam berbagai bidang studi dalam bentuk nilai-nilai prestasi yang dicapainya.

Sedangkan tujuan penilaian adalah untuk:

- a. Mendeskripsikan kecakapan belajar para peserta didik sehingga dapat diketahui kelebihan dan kekurangannya dalam berbagai bidang studi atau mata pelajaran yang ditempuhnya. Dengan pendeskripsian kecakapan tersebut dapat diketahui pula posisi kemampuan peserta didik dibandingkan dengan peserta didik lainnya.
- b. Mengetahui keberhasilan proses pendidikan dan pengajaran di sekolah, yakni seberapa jauh keefektifannya dalam mengubah tingkah laku para peserta didik ke arah tujuan pendidikan yang diharapkan. Keberhasilan pendidikan dan pengajaran penting artinya mengingat peranannya sebagai upaya memanusiakan atau membudayakan manusia, dalam hal ini para peserta didik agar menjadi manusia yang berkualitas dalam aspek intelektual, social, emosional, moral, dan keterampilan.
- c. Menentukan tindak lanjut hasil penilaian, yakni melakukan perbaikan dan penyempurnaan dalam hal program pendidikan dan pengajaran serta strategi pelaksanaannya. Kegagalan para peserta didik dalam hasil belajar yang dicapainya hendaknya tidak dipandang sebagai kekurangan pada diri peserta didik semata-mata, tetapi juga bisa disebabkan oleh program pengajaran yang diberikan kepadanya atau oleh kesalahan strategi dalam melaksanakan program tersebut. Misalnya kekurangtepatan dalam memilih dan menggunakan metode mengajar dan alat bantu pengajaran.
- d. Memberikan pertanggungjawaban (*accountability*) dari pihak sekolah kepada pihak-pihak yang berkepentingan. Pihak yang dimaksud meliputi pemerintah, masyarakat, dan para orang tua peserta didik. Dalam mempertanggungjawabkan hasil-hasil yang telah dicapainya, sekolah memberikan laporan berbagai kekuatan dan kelemahan pelaksanaan sistem pendidikan dan pengajaran serta kendala yang dihadapinya. Laporan disampaikan kepada pihak yang berkepentingan, misalnya Kanwil Depdikbud, melalui petugas yang menanganinya. Sedangkan pertanggungjawaban kepada masyarakat

dan orang tua disampaikan melalui laporan kemajuan belajar peserta didik (raport) pada setiap akhir program, semester, dan caturwulan.

Tujuan utama melakukan penilaian dalam proses pembelajaran adalah untuk mendapatkan informasi yang akurat mengenai tingkat pencapaian tujuan pembelajaran oleh peserta didik sehingga dapat diupayakan tindak lanjutnya. Tindak lanjut itu sendiri merupakan salah satu fungsi evaluasi, yang antara lain berupa: penempatan peserta didik pada tempat yang tepat, pemberian umpan balik, mendiagnosis kesulitan belajar peserta didik, dan menentukan kelulusan peserta didik.

Depdiknas (2003) merinci tujuan penilaian menjadi tujuh bagian, yaitu:

- a. Mengetahui tingkat pencapaian kompetensi.
- b. Mengukur pertumbuhan dan perkembangan peserta didik.
- c. Mendiagnosis kesulitan belajar peserta didik.
- d. Mengetahui hasil pembelajaran.
- e. Mengetahui pencapaian kurikulum.
- f. Mendorong peserta didik belajar.
- g. Mendorong guru untuk mengajar lebih baik.

Mengingat pentingnya penilaian dalam menentukan kualitas pendidikan, maka upaya merencanakan dan melaksanakan penilaian hendaknya memperhatikan beberapa prinsip dan prosedur penilaian. Prinsip penilaian menurut Sudjana (2013) antara lain adalah:

- a. Dalam menilai hasil belajar hendaknya dirancang sedemikian rupa sehingga jelas abilitas yang harus dinilai, materi penilaian, alat penilaian, dan interpretasi hasil penilaian. Sebagai patokan atau rambu-rambu dalam merancang penilaian hasil belajar adalah kurikulum yang berlaku dan buku pelajaran yang digunakannya. Dalam kurikulum hendaknya dipelajari tujuan-tujuan kurikuler dan

tujuan instruksionalnya, pokok bahasan yang diberikan, ruang lingkup dan urutan penyajian, serta pedoman bagaimana pelaksanaannya.

- b. Penilaian hasil belajar hendaknya menjadi bagian integral dari proses belajar-mengajar. Artinya, penilaian senantiasa dilaksanakan pada setiap saat proses belajar-mengajar sehingga pelaksanaannya berkesinambungan. “Tiada proses belajar-mengajar tanpa penilaian” hendaknya dijadikan semboyan bagi setiap guru. Prinsip ini mengisyaratkan pentingnya penilaian formatif sehingga dapat bermanfaat baik bagi peserta didik maupun bagi guru.
- c. Agar diperoleh hasil belajar yang objektif dalam pengertian menggambarkan prestasi dan kemampuan peserta didik sebagaimana adanya, penilaian harus menggunakan berbagai alat penilaian dan sifatnya komprehensif. Dengan sifat komprehensif dimaksudkan segi atau abilitas yang dinilainya tidak hanya aspek kognitif, tetapi juga aspek afektif dan psikomotoris. Demikian pula dalam menilai aspek kognitif sebaiknya dicakup semua aspek, yakni pengetahuan, pemahaman, aplikasi, analisis, sistesis, dan evaluasi secara seimbang.
- d. Penilaian hasil belajar hendaknya diikuti dengan tindak lanjutnya. Data hasil penilaian sangat bermanfaat bagi guru maupun bagi peserta didik. Oleh karena itu, perlu dicatat secara teratur dalam catatan khusus mengenai kemajuan peserta didik. Demikian juga data hasil penilaian harus dapat ditafsirkan sehingga guru dapat memahami para peserta didiknya terutama prestasi dan kemampuan yang dimilikinya. Bahkan jika mungkin, guru dapat meramalkan prestasi peserta didik pada masa mendatang. Hasil penilaian juga hendaknya dijadikan bahan untuk menyempurnakan program pengajaran, memperbaiki kelemahan-kelemahan pengajaran, dan memberikan bimbingan belajar kepada peserta didik yang memerlukannya. Lebih jauh lagi dapat dijadikan bahan untuk memperbaiki alat penilaian itu sendiri.

Pada Permendiknas No. 20 tahun 2007 juga disebutkan bahwa penilaian hasil belajar peserta didik pada jenjang pendidikan dasar dan menengah harus memperhatikan prinsip-prinsip sebagai berikut:

- a. **Sahih**, berarti penilaian didasarkan pada data yang mencerminkan kemampuan yang diukur.
- b. **Objektif**, berarti penilaian didasarkan pada prosedur dan kriteria yang jelas, tidak dipengaruhi subjektivitas penilai.
- c. **Adil**, berarti penilaian tidak menguntungkan atau merugikan peserta didik karena kebutuhan khusus serta perbedaan latar belakang agama, suku, budaya, adat istiadat, status sosial ekonomu, dan gender.
- d. **Terpadu**, berarti penilaian oleh pendidik merupakan salah satu komponen yang tak terpisahkan dari kegiatan pembelajaran.
- e. **Terbuka**, berarti prosedur penilaian, kriteria penilaian, dan dasar pengambilan keputusan dapat diketahui oleh pihak yang berkepentingan.
- f. **Menyeluruh dan berkesinambungan**, berarti penilaian oleh pendidik mencakup semua aspek kompetensi dengan menggunakan berbagai teknik penilaian yang sesuai, untuk memantau perkembangan kemampuan peserta didik.
- g. **Sistematis**, berarti penilaian dilakukan secara berencana dan bertahap dengan mengikuti langkah-langkah baku.
- h. **Beracuan kriteria**, berarti penilaian didasarkan pada ukuran pencapaian kompetensi yang ditetapkan.
- i. **Akuntabel**, berarti penilaian dapat dipertanggungjawabkan, baik dari segi teknik, prosedur, maupun hasilnya.

3. Aspek-aspek Proses dan Hasil Belajar yang perlu diukur/dinilai

Dalam usaha memudahkan memahami dan mengukur perubahan perilaku maka perilaku kejiwaan manusia yang dapat dijadikan sebagai hasil belajar. Menurut Benjamin S. Bloom dkk. (1956) perubahan perilaku tersebut merupakan aspek-aspek yang dapat dikelompokkan ke dalam tiga domain yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik. Setiap domain disusun menjadi beberapa jenjang kemampuan, mulai dari hal yang sederhana sampai dengan hal yang kompleks, mulai dari hal yang mudah sampai dengan hal yang sukar dan mulai dari hal yang konkrit sampai dengan hal yang abstrak.

Domain atau aspek-aspek hasil belajar adalah perilaku-perilaku kejiwaan yang akan diubah dalam proses pendidikan. Lihat table berikut:

Tabel 2. Domain atau aspek-aspek hasil belajar

INPUT	PROSES	HASIL
Siswa: 1. Kognitif 2. Afektif 3. Psikomotorik	Proses belajar mengajar	Siswa: 1. kognitif 2. afektif 3. psikomotorik
Potensi perilaku yang dapat diubah	Usaha mengubah perilaku	Perilaku yang telah berubah: 1. efek pengajaran 2. efek pengiring.

a. Domain/ Aspek Kognitif

Adalah ranah yang mencakup kegiatan mental (otak) secara hirarkhis tingkat hasil belajar kognitif mulai dari yang paling rendah dan sederhana sampai yang tinggi dan rumit.

Aspek kognitif dalam pendidikan merupakan aspek yang berkaitan dengan pengetahuan. Artinya kegiatan belajar mengajar bertujuan menambah tingkat pengetahuan dan wawasan siswa terhadap materi pelajaran yang disampaikan. Aspek kognitif dapat ditelusuri dari suatu keadaan dimana siswa mendapatkan penambahan pengetahuan dari yang semula tidak tahu menjadi tahu, dan dari tidak mengerti menjadi mengerti.

Pada dasarnya konsep pembelajaran kognitif disini menuntut adanya prinsip-prinsip utama sebagai berikut:

- 1) Pembelajaran yang aktif, maksudnya adalah siswa sebagai subyek belajar menjadi factor yang paling utama. Siswa dituntut untuk belajar dengan mandiri secara aktif.
- 2) Prinsip pembelajaran dengan interaksi social untuk menambah khasanah perkembangan kognitif siswa dan menghindari kognitif yang bersifat egosentris.
- 3) Belajar dengan menerapkan apa yang dipelajari agar siswa mempunyai pengalaman dalam mengeksplorasi kognitifnya lebih dalam. Tidak melulu menggunakan bahasa verbal dalam berkomunikasi.
- 4) Adanya guru yang memberikan arahan agar siswa tidak melakukan banyak kesalahan dalam menggunakan kesempatannya untuk memperoleh pengetahuan dan pengalaman yang positif.
- 5) Dalam memberikan materi kepada siswa diperlukan penstrukturan baik dalam materi yang disampaikan maupun metode yang digunakan. Karena pengaturan juga sangat berpengaruh pada tingkat kemampuan pemahaman pada siswa.
- 6) Pemberian reinforcement yang berupa hadiah dan hukuman pada siswa. Saat melakukan hal yang tepat harus diberikan hadiah untuk menguatkan dia untuk terus berbuat dengan tepat, hadiah tersebut bias berupa pujian, dan sebagainya. Dan sebaliknya memberikan hukuman atas kesalahan yang telah dilakukan agar dia menyadari dan tidak mengulangi lagi, hukuman tersebut bias

berupa: teguran, nasehat dan sebagainya tetapi bukan dalam hukuman yang berarti kekerasan.

- 7) Materi yang diberikan akan sangat bermakna jika saling berkaitan karena dengan begitu seseorang akan lebih terlatih untuk mengeksplorasi kemampuan kognitifnya.
- 8) Pembelajaran dilakukan dari pengenalan umum ke khusus (Ausable) dan sebaliknya dari khusus ke umum atau dari konkrit ke abstrak (Piaget).
- 9) Pembelajaran tidak akan berhenti sampai ditemukan unsure-unsur baru lagi untuk dipelajari, yang diartikan pembelajaran dengan orientasi ketuntasan.
- 10) Adanya kesamaan konsep atau istilah dalam suatu konsep bias sangat mengganggu dalam pembelajaran karena itulah penyesuaian integrative dibutuhkan. Penyesuaian ini diterapkan dengan menyusun materi sedemikian rupa, sehingga guru dapat menggunakan hierarki-hierarki konseptual ke atas dan ke bawah selama informasi disajikan.

Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Aspek Kognitif adalah :

1) Faktor Hereditas

Secara potensial anak telah membawa kemungkinan, apakah akan menjadi kemampuan berfikir setaraf normal, di atas normal, atau di bawah normal. Namun, potensi ini tidak akan berkembang atau terwujud secara optimal apabila lingkungan tidak memberi kesempatan untuk berkembang. Oleh karena itu, peranan lingkungan sangat menentukan perkembangan intelektual anak.

2) Faktor Lingkungan

Ada dua unsur lingkungan yang sangat penting peranannya dalam mempengaruhi perkembangan intelek anak, yaitu keluarga dan sekolah.

a) Keluarga

Intervensi yang paling penting dilakukan oleh keluarga atau orang tua adalah memberikan pengalaman kepada anak dalam berbagai bidang kehidupan sehingga anak memiliki informasi yang banyak yang merupakan alat bagi anak untuk berpikir. Cara – cara yang digunakan, misalnya memberikan kesempatan kepada anak untuk merealisasikan ide – idenya, menghargai ide – ide tersebut, memuaskan dorongan keingintahuan anak tersebut. Memberikan kesempatan atau pengalaman tersebut akan menuntut perhatian orang tua.

b) Sekolah

Sekolah adalah lembaga formal yang diberi tanggung jawab untuk meningkatkan perkembangan anak termasuk perkembangan berpikir anak. Dalam hal ini, guru hendaknya menyadari bahwa perkembangan kognitif anak terletak di tangannya.

Beberapa cara diantaranya adalah sebagai berikut.

- 1) Menciptakan interaksi atau hubungan yang akrab dengan peserta didik. Dengan hubungan yang akrab tersebut, secara psikologis peserta didik akan merasa aman sehingga segala masalah yang dialaminya secara bebas dapat dikonsumsi dengan guru mereka.
- 2) Memberikan kesempatan kepada para peserta didik untuk berdialog dengan orang – orang yang ahli dan berpengalaman dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan, sangat menunjang perkembangan intelektual anak. Membawa para peserta didik ke objek – objek tertentu seperti objek budaya dan ilmu pengetahuan, sangat menunjang perkembangan kognitif peserta didik.
- 3) Menjaga dan meningkatkan pertumbuhan fisik anak, baik melalui kegiatan olahraga maupun menyediakan gizi yang cukup, sangat penting bagi perkembangan berpikir peserta didik. Sebab jika peserta didik terganggu secara fisik, perkembangan kognitifnya juga akan terganggu.

- 4) Meningkatkan kemampuan berbahasa peserta didik, baik melalui media cetak maupun dengan menyediakan situasi yang memungkinkan para peserta didik berpendapat atau mengemukakan ide – idenya. Hal ini sangat besar pengaruhnya bagi perkembangan kognitif peserta didik.

Menurut Bloom, domain/ Ranah kognitif ini dibagi menjadi 6 diantaranya :

- 1) Pengetahuan (*Knowledge*)/C1, yaitu merupakan kemampuan yang menuntut peserta didik untuk dapat mengenali, mengingat, memanggil kembali tentang adanya konsep , prinsip, fakta, ide, rumus-rumus, istilah, nama. Pengetahuan atau ingatan ini adalah merupakan proses berpikir yang paling rendah. Contoh hasil belajar kognitif pada tahap pengetahuan misalnya adalah peserta didik menghafal surat al-'Ashar, menerjemahkan dan menuliskannya secara baik dan benar, sebagai salah satu materi pelajaran kedisiplinan yang diberikan oleh guru pendidikan agama islam di sekolah.
- 2) Pemahaman (*Comprehension*)/C2, yaitu kemampuan yang menuntut peserta didik untuk memahami atau mengerti tentang materi pelajaran yang disampaikan guru dan dapat memanfaatkannya tanpa harus menghubungkannya dengan hal-hal lain. Seorang peserta didik dikatakan memahami sesuatu apabila dia dapat memberikan penjelasan atau memberi uraian yang lebih rinci tentang hal dengan menggunakan kata-kata sendiri. Pemahaman ini dapat dibedakan menjadi tiga kategori diantaranya:
 - a) Tingkat terendah/ pertama adalah pemahaman terjemahan, mulai dari terjemahan dalam arti yang sebenarnya, misalnya: dari bahasa inggris ke dalam bahasa Indonesia, mengartikan Bhineka Tunggal Ika, mengartikan Merah Putih, menerapkan prinsip-prinsip listrik dalam memasang sakelar.
 - b) Tingkat kedua adalah pemahaman penafsiran, yakni yang menghubungkan bagian-bagian terdahulu dengan yang diketahui berikutnya. Menghubungkan pengetahuan tentang

konjungsi kata kerja, subjek, dan passive pronoun sehingga tahu menyusun kalimat yang benar, misalnya *My friends is studying bukan My friend studying*.

- c) Pemahaman tingkat ketiga atau tingkat tertinggi adalah pemahaman ekstrapolasi. Dengan ekstrapolasi diharapkan seseorang mampu melihat di balik yang tertulis, dapat membuat ramalan tentang konsekuensi atau dapat memperluas persepsi dalam arti waktu, dimensi, kasus, ataupun masalahnya.
- 3) Penerapan / aplikasi (*application*)/C3, yaitu kemampuan yang menuntut peserta didik untuk menggunakan ide-ide umum, tata cara ataupun metode, prinsip, dan teori-teori dalam situasi baru dan konkret. Aplikasi atau penerapan ini adalah merupakan proses berpikir setingkat lebih tinggi ketimbang pemahaman. Contoh hasil belajar penerapan atau aplikasi adalah: peserta didik mampu memikirkan keluarkan tentang penerapan konsep kedisiplinan yang diajarkan islam dalam kehidupan sehari-hari baik dilingkungan keluarga, sekolah, maupun masyarakat. Contoh yang lain: sebuah bak air dengan panjang 2 meter, lebar 1'5 meter dan tinggi 1 meter, berapa volume yang dapat dimuat?. Bloom membedakan delapan aplikasi diantaranya:
- a) Dapat menetapkan prinsip atau generalisasi mana yang sesuai untuk situasi baru yang dihadapi. Dalam hal ini yang bersangkutan belum diharapkan untuk dapat memecahkan seluruh problem, tetapi sekadar dapat menetapkan prinsip yang sesuai.
- b) Dapat menyusun kemabli problemnya sehingga dapat menetapkan prinsip atau generalisasi mana yang sesuai.
- c) Dapat memberikan spesifikasi batas relevansi suatu prinsip atau generalisasi mana yang sesuai.
- d) Dapat mengenali hal-hal khusus yang yang menyimpang prinsip atau generalisasi tetentu

- e) Dapat menjelaskan suatu fenomena baru berdasarkan prinsip atau generalisasi tertentu seperti melihat adanya hubungan sebab-akibat atau menjelaskan proses terjadinya sesuatu.
 - f) Dapat meramalkan sesuatu yang akan terjadi berdasarkan prinsip-prinsip atau generalisasi tertentu.
 - g) Dapat menentukan tindakan atau keputusan tertentu dalam menghadapi situasi baru dengan menggunakan prinsip atau generalisasi yang sesuai.
 - h) Dapat menjelaskan alasan penggunaan suatu prinsip atau generalisasi bagi situasi baru yang dihadapi.
- 4) Analisis (*analysis*)/C4, yaitu kemampuan yang menuntut peserta didik untuk menguraikan suatu situasi atau keadaan tertentu kedalam unsur-unsur atau komponen pembentuknya. Contoh: peserta didik dapat merenung dan memikirkan dengan baik tentang wujud nyata dari kedisiplinan seorang di rumah, di sekolah dan dalam kehidupan sehari-hari di tengah-tengah masyarakat, sebagai bagian dari ajaran islam. Penyusunan tes perlu mengenal berbagai kecakapan yang termasuk klasifikasi analisis sebagai berikut:
- a) Dapat mengklasifikasikan kata-kata, frase-frase, atau pernyataan-pernyataan, dengan menggunakan kriteria analitik tertentu.
 - b) Dapat meramalkan sifat-sifat khusus tertentu yang tidak disebutkan secara jelas.
 - c) Dapat meramalkan kualitas, asumsi, atau kondisi yang implisit atau yang perlu ada berdasarkan kriteria dan hubungan materinya.
 - d) Dapat mengetengahkan pola atau tata susunan materi dengan menggunakan kriteria seperti relevansi, sebab-akibat, keruntutan atau sekuensi.
 - e) Dapat mengenal organisasi prinsip-prinsip atau organisasi pola-pola dan materi yang dihadapi.

- f) Dapat meramalkan dasar sudut pandangan, kerangka acuan, dan tujuan dari materi yang dihadapinya.
- 5) Sintesis (synthesis)/C5, yaitu kemampuan yang menuntut peserta didik untuk menghasilkan sesuatu yang baru dengan cara menggabungkan berbagai faktor. Hasil yang didapat berupa tulisan, rencana atau mekanisme. Contoh hasil belajar dalam sintesis: peserta didik dapat menulis karangan tentang pentingnya kedisiplinan sebagaimana telah diajarkan oleh islam. Dalam karangannya itu peserta didik juga dapat mengemukakan secara jelas, amanat bapak Presiden Soeharto dalam Upacara Peringatan Hari Kebangkitan Nasional tanggal 20 Mei 1995 yang telah mencanangkan kedisiplinan nasional, baik kedisiplinan kerja, dsb. Berpikir sintesis merupakan salah satu terminal untuk menjadikan orang lebih kreatif. Dan berpikir kreatif ini merupakan salah satu hasil yang dicapai dalam pendidikan. Kemampuan berpikir sintesis dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tipe, yaitu:
- a) Kemampuan menemukan hubungan yang unik. Dengan suatu pandangan yang unik, seseorang dapat menemukan hubungan unit-unit yang tak berarti menjadi suatu integrasi yang berarti dengan menambahkan suatu unsure tertentu. Termasuk dalam tipe ini ialah kemampuan mengomunikasikan gagasan, perasaan, atau pengalamannya dalam bentuk tulisan, gambar, simbol ilmiah.
 - b) Kemampuan menyusun rencana atau langkah-langkah operasional dari suatu tugas atau masalah yang diketengahkan. Sebagai contoh, misalkan dalam suatu rapat bermunculan berbagai usul tentang berbagai hal. Dengan kemampuan sintesisnya, seorang anggota rapat mengusulkan langkah-langkah urutan atau tahap-tahap untuk membahas dalam menyelesaikan berbagai usul tersebut.
 - c) Kemampuan mengabstraksi sejumlah fenomena, data atau hasil observasi, menjadi teori, proporsi, hipotesis, skema, model.

- 6) Evaluasi (*evaluation*)/C6, yaitu kemampuan yang menuntut peserta didik untuk dapat mengevaluasi suatu situasi, keadaan, pernyataan atau konsep berdasarkan kriteria tertentu. Hal penting dalam evaluasi ini adalah menciptakan kondisi sedemikian rupa sehingga peserta didik mampu mengembangkan kriteria atau patokan untuk mengevaluasi sesuatu. Contoh hasil belajar evaluasi: peserta didik mampu menimbang-nimbang tentang manfaat yang dapat dipetik oleh seseorang. Bentuk evaluasi berdasarkan kriteria internal dapat berupa mengukur probabilitas suatu kejadian, menerapkan kriteria tertentu pada hasil suatu karya, mengenal ketetapan, kesempurnaan dan relevansi data, membedakan valid- tidaknya generalisasi, argumentasi. Bentuk evaluasi yang memdasarkan kriteria eksternal, antara lain: mengembangkan standar sendiri tentang kualitas karya kontemporer, membandingkan berbagai teori, generalisasi, dan fakta suatu budaya. Kemampuan evaluasi dapat diklasifikasikan menjadi enam tipe diantaranya:
- a) Dapat memberikan evaluasi tentang ketepatan suatu karya atau dokumen.
 - b) Dapat memberikan evaluasi tentang keajegan dalam memberikan argumentasi, evidensi dan kesimpulannya, logika dan organisasinya.
 - c) Dapat memahami nilai serta sudut pandangan yang dipakai orang dalam mengambil suatu keputusan.
 - d) Dapat mengevaluasi suatu karya dengan membandingkannya dengan karya lain yang relevan.
 - e) Dapat mengevaluasi suatu karya dengan menggunakan kriteria yang telah ditetapkan.
 - f) Dapat memberikan evaluasi suatu karya dengan menggunakan sejumlah kriteria yang eksplisit.

Domain pengetahuan pada Kurikulum 2013 menggunakan taksonomi Bloom yang disempurnakan oleh Anderson. Perkembangan kemampuan mental (intelektual) peserta didik dimulai dari C1 yakni mengingat (*remember*) dimana peserta didik mengingat kembali

pengetahuan dari memorinya. Tahapan perkembangan selanjutnya C2 yakni memahami (*understand*) yang merupakan kemampuan mengkonstruksi makna dari pesan pembelajaran baik secara lisan, tulisan dan grafik. Lebih lanjut tahap C3 yakni menerapkan (*apply*) yang merupakan penggunaan prosedur dalam situasi yang diberikan atau situasi baru. Tahap lebih lanjut C4 yakni menganalisis (*analyse*) yang merupakan penguraian materi ke dalam bagian-bagian materi tersebut dan bagaimana bagian-bagian tadi saling berhubungan antara satu sama lainnya dalam keseluruhan struktur. Tingkatan taksonomi pengetahuan C5 yakni mengevaluasi (*evaluate*) merupakan kemampuan membuat keputusan yang di dasarkan kriteria dan standar. Adapun kemampuan C6 yakni mengkreasi (*create*) merupakan kemampuan menempatkan elemen-elemen secara bersamaan ke dalam bentuk modifikasi atau mengorganisasi elemen-elemen ke dalam pola baru (struktur baru). Untuk lebih memahami aspek domain kognitif , perhatikanlah tabel berikut .

Tabel 3. Aspek Domain Kognitif

Kemampuan Berpikir	Deskripsi
<p>Mengingat: mengemukakan kembali apa yang sudah dipelajari dari guru, buku, sumber lainnya sebagaimana aslinya, tanpa</p>	<p>Pengetahuan hafalan: ketepatan, kecepatan, kebenaran pengetahuan yang diingat dan digunakan ketika menjawab pertanyaan tentang fakta, definisi konsep, prosedur, hukum, teori dari apa yang sudah dipelajari di kelas tanpa diubah/berubah.</p>
<p>Memahami: Sudah ada proses pengolahan dari bentuk aslinya tetapi arti dari kata, istilah, tulisan, grafik, tabel, gambar, foto tidak berubah.</p>	<p>Kemampuan mengolah pengetahuan yang dipelajari menjadi sesuatu yang baru seperti <i>menggantikan</i> suatu kata/istilah dengan kata/istilah lain yang sama maknanya; <i>menulis kembali</i> suatu kalimat/paragraf/tulisan dengan kalimat/paragraf/tulisan sendiri dengan tanpa mengubah artinya informasi aslinya;</p>

	<p><i>mengubah bentuk komunikasi</i> dari bentuk kalimat ke bentuk grafik/tabel/visual atau sebaliknya; <i>memberi tafsir</i> suatu kalimat/paragraf/tulisan/data sesuai dengan kemampuan peserta didik; <i>memperkirakan</i> kemungkinan yang terjadi dari suatu informasi yang terkandung dalam suatu kalimat/paragraf/tulisan/data.</p>
<p>Menerapkan: Menggunakan informasi, konsep, prosedur, prinsip, hukum, teori yang sudah dipelajari untuk sesuatu yang baru/belum dipelajari</p>	<p>Kemampuan menggunakan pengetahuan seperti konsep massa, cahaya, suara, listrik, hukum penawaran dan permintaan, hukum Boyle, hukum Archimedes, membagi/mengali/menambah/mengurangi/menjumlah, menghitung modal dan harga, hukum persamaan kuadrat, menentukan arah kiblat, menggunakan jangka, menghitung jarak tempat di peta, menerapkan prinsip kronologi dalam menentukan waktu suatu benda/peristiwa, dan sebagainya dalam mempelajari sesuatu yang belum pernah dipelajari sebelumnya.</p>
<p>Menganalisis: Menggunakan keterampilan yang telah dipelajarinya terhadap suatu informasi yang belum diketahuinya dalam mengelompokkan informasi, menentukan keterhubungan antara satu kelompok/informasi dengan kelompok/informasi lainnya, antara fakta</p>	<p>Kemampuan mengelompokkan benda berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri-cirinya, memberi nama bagi kelompok tersebut, menentukan apakah satu kelompok sejajar/lebih tinggi/lebih luas dari yang lain, menentukan mana yang lebih dulu dan mana yang belakangan muncul, menentukan mana yang memberikan pengaruh dan mana yang menerima pengaruh, menemukan keterkaitan antara fakta dengan</p>

	kesimpulan, menentukan konsistensi antara apa yang dikemukakan di bagian awal dengan bagian berikutnya, menemukan pikiran pokok penulis/pembicara/nara sumber, menemukan kesamaan dalam Alir berpikir antara satu karya dengan karya lainnya, dan sebagainya
Mengevaluasi: Menentukan nilai suatu benda atau informasi berdasarkan suatu kriteria	Kemampuan menilai apakah informasi yang diberikan berguna, apakah suatu informasi/benda menarik/menyenangkan bagi dirinya, adakah penyimpangan dari kriteria suatu pekerjaan/keputusan/peraturan, memberikan pertimbangan alternatif mana yang harus dipilih berdasarkan kriteria, menilai benar/salah/bagus/jelek dan sebagainya suatu hasil kerja berdasarkan kriteria.
Mencipta: Membuat sesuatu yang baru dari apa yang sudah ada sehingga hasil tersebut merupakan satu kesatuan utuh dan berbeda dari komponen yang digunakan untuk membentuknya	Kemampuan membuat suatu cerita/tulisan dari berbagai sumber yang dibacanya, membuat suatu benda dari bahan yang tersedia, mengembangkan fungsi baru dari suatu benda, mengembangkan berbagai bentuk kreativitas lainnya.

(sumber: Olahan Anderson, dkk. 2001).

Sasaran penilaian hasil belajar oleh pendidik pada dimensi pengetahuan adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Dimensi Pengetahuan

Dimensi pengetahuan	Deskripsi
Faktual	Pengetahuan tentang istilah, nama orang, nama benda, angka, tahun, dan hal-hal yang terkait secara khusus dengan suatu mata pelajaran.
Konseptual	Pengetahuan tentang kategori, klasifikasi, keterkaitan antara satu kategori dengan lainnya, hukum kausalita, definisi, teori.
Prosedural	Pengetahuan tentang prosedur dan proses khusus dari suatu mata pelajaran seperti algoritma, teknik, metoda, dan kriteria untuk menentukan ketepatan penggunaan suatu prosedur.
Metakognitif	Pengetahuan tentang cara mempelajari pengetahuan, menentukan pengetahuan yang penting dan tidak penting (<i>strategic knowledge</i>), pengetahuan yang sesuai dengan konteks tertentu, dan pengetahuan diri (<i>self-knowledge</i>).

Pada tingkat pengetahuan, peserta didik menjawab pertanyaan berdasarkan hapalan saja. Pada tingkat pemahaman peserta didik dituntut untuk menyatakan masalah dengan kata-katanya sendiri, memberi contoh suatu konsep atau prinsip. Pada tingkat aplikasi, peserta didik dituntut untuk menerapkan prinsip dan konsep dalam situasi yang baru. Pada tingkat analisis, peserta didik diminta untuk menguraikan informasi ke dalam beberapa bagian, menemukan asumsi, membedakan fakta dan pendapat serta menemukan hubungan sebab akibat. Pada tingkat sintesis, peserta didik dituntut

untuk menghasilkan suatu cerita, komposisi, hipotesis atau teorinya sendiri dan mensintesis pengetahuan. Pada tingkat evaluasi, peserta didik mengevaluasi informasi seperti bukti, sejarah, editorial, teori yang termasuk di dalamnya judgement terhadap hasil analisis untuk membuat kebijakan.

Untuk mengukur keberhasilan aspek kognitif ini, maka guru harus membuat alat penilaian (soal) dengan formulasi perbandingan sebagai berikut: 40% untuk soal yang menguji tingkat pengetahuan peserta didik. 20% untuk soal yang menguji tingkat pemahaman peserta didik. 20% untuk soal yang menguji tingkat kemampuan dalam penerapan pengetahuan. 10% untuk soal yang menguji tingkat kemampuan dalam analisis peserta didik. 5% untuk soal yang menguji tingkat kemampuan sintesis peserta didik. 5% untuk soal yang menguji tingkat kemampuan petatar dalam mengevaluasi

Dengan menggunakan formulasi perbandingan soal di atas, mempermudah seorang guru untuk memperjelas cara berfikirnya dan untuk memilih soal-soal yang akan diujikan, selain itu juga dapat membantu seorang guru agar terhindar dari kekeliruan dalam membuat soal.

Pengembangan moral kognitif

Perkembangan moral manusia berlangsung melalui restrukturalisasi atau reorganisasi kognitif, yang berlangsung secara berangsur melalui tahap pra-konvensi, konvensi dan pasca konvensi. Model ini bertujuan membantu siswa mengembangkan kemampuan mempertimbangkan nilai moral secara kognitif. Langkah-langkah pembelajaran moral kognitif:

- 1) menghadapkan siswa pada suatu situasi yang mengandung dilema moral atau pertentangan nilai,
- 2) siswa diminta memilih salah satu tindakan yang mengandung nilai moral tertentu,

- 3) siswa diminta mendiskusikan/ menganalisis kebaikan dan kejelekannya,
- 4) siswa didorong untuk mencari tindakan-tindakan yang lebih baik,
- 5) siswa menerapkan tindakan dalam segi lain.

Adapun bentuk tes kognitif diantaranya; tes lisan di kelas, pilihan ganda, uraian obyektif, uraian non obyektif atau uraian bebas, jawaban atau isian singkat, menjodohkan, portopolio, dan performans.

b. Domain/Aspek afektif

Aspek afektif dalam pendidikan merupakan aspek yang berkaitan dengan perasaan, ini berarti terhadap materi pelajaran yang disampaikan siswa meresponnya dengan berbagai ekspresi yang mewakili perasaan mereka. Suatu pelajaran tertentu misalnya akan memancing terbentuknya rasa senang, sedih atau berbagai ekspresi perasaan yang lainnya.

Secara konseptual maupun empirik, diyakini bahwa aspek afektif memegang peranan yang sangat penting terhadap tingkat kesuksesan seseorang dalam bekerja maupun kehidupan secara keseluruhan. Keberhasilan pembelajaran pada ranah kognitif dan psikomotorik dipengaruhi oleh kondisi afektif siswa. Siswa yang memiliki minat belajar dan sikap positif terhadap pelajaran akan merasa senang mempelajari mata pelajaran tertentu sehingga dapat mencapai hasil pembelajaran yang optimal. Walaupun para guru sadar akan hal ini, namun belum banyak tindakan yang dilakukan guru secara sistematis untuk meningkatkan minat siswa.

Pembelajaran afektif berbeda dengan pembelajaran intelektual dan keterampilan, karena segi afektif sangat bersifat subjektif, lebih mudah berubah, dan tidak ada materi khusus yang harus dipelajari. Hal-hal di atas menuntut penggunaan metode mengajar dan evaluasi hasil belajar yang berbeda dari mengajar segi kognitif dan keterampilan.

Ada beberapa model pembelajaran afektif yang populer dan banyak digunakan.

1) Model Konsiderasi

Manusia seringkali bersifat egoistis, lebih memperhatikan, mementingkan, dan sibuk dan sibuk mengurus dirinya sendiri. Melalui penggunaan model konsiderasi (consideration model) siswa didorong untuk lebih peduli, lebih memperhatikan orang lain, sehingga mereka dapat bergaul, bekerja sama, dan hidup secara harmonis dengan orang lain. Langkah-langkah pembelajaran konsiderasi:

- a) menghadapkan siswa pada situasi yang mengandung konsiderasi,
- b) meminta siswa menganalisis situasi untuk menemukan isyarat-isyarat yang tersembunyi berkenaan dengan perasaan, kebutuhan dan kepentingan orang lain,
- c) siswa menuliskan responsnya masing-masing,
- d) siswa menganalisis respons siswa lain,
- e) mengajak siswa melihat konsekuensi dari tiap tindakannya,
- f) meminta siswa untuk menentukan pilihannya sendiri.

2) Model pembentukan rasional

Dalam kehidupannya, orang berpegang pada nilai-nilai sebagai standar bagi segala aktivitasnya. Nilai-nilai ini ada yang tersembunyi, dan ada pula yang dapat dinyatakan secara eksplisit. Nilai juga bersifat multidimensional, ada yang relatif dan ada yang absolut. Model pembentukan rasional (rational building model) bertujuan mengembangkan kematangan pemikiran tentang nilai-nilai.

Langkah-langkah pembelajaran rasional:

- a) mengidentifikasi situasi dimana ada ketidakserasian atau penyimpangan tindakan,

- b) menghimpun informasi tambahan,
- c) menganalisis situasi dengan berpegang pada norma, prinsip atau ketentuan-ketentuan yang berlaku dalam masyarakat,
- d) mencari alternatif tindakan dengan memikirkan akibat-akibatnya,
- e) mengambil keputusan dengan berpegang pada prinsip atau ketentuan-ketentuan legal dalam masyarakat.

3) Model nondirektif

Para siswa memiliki potensi dan kemampuan untuk berkembang sendiri. Perkembangan pribadi yang utuh berlangsung dalam suasana permisif dan kondusif. Guru hendaknya menghargai potensi dan kemampuan siswa dan berperan sebagai fasilitator/konselor dalam pengembangan kepribadian siswa. Penggunaan model ini bertujuan membantu siswa mengaktualisasikan dirinya. Langkah-langkah pembelajaran nondirektif:

- a) menciptakan sesuatu yang permisif melalui ekspresi bebas,
- b) pengungkapan siswa mengemukakan perasaan, pemikiran dan masalah-masalah yang dihadapinya, guru menerima dan memberikan klarifikasi,
- c) pengembangan pemahaman (insight), siswa mendiskusikan masalah, guru memberrikan dorongan,
- d) perencanaan dan penentuan keputusan, siswa merencanakan dan menentukan keputusan, guru memberikan klarifikasi,
- e) integrasi, siswa memperoleh pemahaman lebih luas dan mengembangkan kegiatan-kegiatan positif.

Ranah afektif adalah internalisasi sikap yang menunjukkan kearah pertumbuhan batiniyah dan terjadi bila peserta didik sadar tentang nilai yang diterima kemudian mengambil sikap sehingga menjadi bagian dari dirinya dalam membentuk nilai dan menentukan tingkah laku. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Aspek Afektif adalah:

1) Perubahan Jasmani

Perubahan jasmani yang ditunjukkan dengan adanya pertumbuhannya yang sangat cepat dari anggota tubuh. Pada taraf permulaan pertumbuhan ini hanya terbatas pada bagian – bagian tertentu saja yang mengakibatkan postur tubuh menjadi tidak seimbang.

2) Perubahan Pada Interaksi dengan Orang Tua

Pola asuh orang tua terhadap anak, termasuk remaja, sangat bervariasi. Ada yang pola asuhnya menurut apa yang dianggap terbaik oleh dirinya sendiri saja sehingga ada yang bersifat otoriter, memanjakan anak, acuh tak acuh, tetapi ada juga yang dengan cinta kasih.

3) Perubahan Interaksi dengan Teman Sebaya

Remaja seringkali membangun interaksi sesama teman sebayanya secara khas dengan cara berkumpul untuk melakukan aktivitas bersama dengan membentuk semacam geng. Usahakan dapat menghindari pembentukan kelompok secara geng itu ketika sudah memasuki masa remaja tengah atau remaja akhir.

4) Perubahan Pandangan Luar

Faktor penting yang dapat mempengaruhi perkembangan emosi remaja selain perubahan – perubahan yang terjadi dalam diri remaja itu sendiri adalah pandangan dunia luar dirinya.

Ada sejumlah perubahan pandangan dunia luar yang dapat menyebabkan konflik – konflik afektif dalam diri remaja, yaitu sebagai berikut:

- 1) Sikap dunia terhadap remaja sering tidak konsisten.
- 2) Dunia luar atau masyarakat masih menerapkan nilai – nilai yang berbeda untuk remaja laki – laki atau perempuan.

Seringkali kekosongan remaja dimanfaatkan oleh pihak luar yang tidak bertanggung jawab, yaitu dengan cara melibatkan remaja tersebut ke dalam kegiatan – kegiatan yang merusak dirinya dan melanggar nilai – nilai moral.

Taksonomi hasil belajar afektif dikemukakan oleh Krathwohl, (Winkel, 1996: 247; sudjana, 1990:29-30:subino, 1987: 23-26; Gronlund dan linn, 1990: 508; suciati, 2001: 19). Krathwohl membagi hasil belajar afektif menjadi lima tingkat yaitu penerimaan, partisipasi, penilaian, organisasi dan internaslisasi. Hasil belajar disusun secara hirarkhis dari tingkat yang paling rendah dan sederhana hingga yang paling tinggi dan kompleks.

- 1) Penerimaan (*Receiving*) atau menaruh perhatian (*at-tending*)
Adalah kepekaan seseorang dalam menerima rangsangan (*stimulus*) dari luar yang datang kepada dirinya dalam bentuk masalah, situasi, gejala dan lain sebagainya. Termasuk dalam jenjang ini misalnya adalah kesadaran untk menerima stimulus, mengontrol dan menyeleksi gejala-gejala atau rangsangan yang datang dari luar. Penerimaan (*Receiving*) atau menaruh perhatian (*at-tending*) juga sering diberi pengertian sebagai kemauan untuk memperhatikan suatu kegiatan atau suatu objek. Ppada jenjang ini peserta didik dibina agar mereka bersedia menerima nilai-nilai yang diajarkan kepada mereka, dan mereka mau menggabungkan diri kedalam nilai itu atau mengidentikan diri dengan nilai itu. Contoh hasil belajar afektif jejang receiving misalnya: peserta didik menyadari bahwa disiplin wajib ditegakan, sifat malas dan tidka berdisiplin harus disingkirkan jauh-jauh.
- 2) Responding (menanggapi) mengandung arti adanya parstisipasi aktif. Jadi kemampuan menanggapi adalah kemampuan yang dimiliki oleh seseorang untuk mengikutsertakan dirinya secara aktif dalam fenomena tertentu dan membuat reaksi terhadapnya dengan salah satu cara. Jenjang ini setingkat lebih tinggi dari pada jenjang receiving. Contoh peseerta didik tumbuh hasratnya untuk

mempelajari lebih jauh menggali lebih dalam lagi, ajaran-ajaran islam tentang kedisiplinan.

- 3) *Valuing* (menilai = menghargai). Menilai atau menghargai artinya memberikan nilai atau memberikan penghargaan terhadap suatu kegiatan atau obyek, sehingga apabila apabila kegiatan itu tidak dikerjakan, dirasakan akan membawa kerugian atau penyesalan. *Valuing* merupakan tingkatan afektif yang lebih tinggi lagi dari *receiving* dan *responding*. Dalam kaitan dalam proses belajar mengajar, peerta didik disini tidak hanya mau menerima nilai yang diajarkan tetapi mereka telah berkemampuan untuk menilai konsep atau fenomena yaitu baik atau buruk. Bila sesuatu ajaran yang telah mampu mereka nilai dan telah mampu mereka untuk mengatakan “itu adalah baik”, maka ini berarti bahwa peserta didik telah menjalani proses penilaian. Nilai itu mulai dicamkan (*internalized*) dalam dirinya. Dengan demikian maka nilai tersebut telah stabil dalam peserta didik. Contoh tumbuhnya kemauan yang kuat pada diri peserta didik untuk berlaku disiplin, baik di sekolah, di rumah maupun di tengah-tengah kehidupan masyarakat.
- 4) *Organization* (mengatur atau mengorganisasikan) artinya mempertemukan perbedaan nilai-nilai baru yang lebih universal, yang membawa kepada perbaikan umum. Mengatur atau mengorganisasikan merupakan pengembangan dari nilai kedalam satu sistem organisasi, termasuk di dalamnya hubungan satu nilai dengan nilai lain, pemantapan dan prioritas nilai yang telah dimilikinya. Contoh peserta didik mendukung penegakan disiplin nasional yang telah dicanangkan oleh sekolah.
- 5) *Characterization by a Value or Value Complex* (karakteristisasi dengan suatu nilai), yakni keterpaduan semua sistem nilai yang telah dimiliki seseorang yang mempengaruhi pola kepribadian dan tingkah lakunya. contoh sisiwa telah memiliki kebulatan sikap, wujudnya peserta didik menjadikan pegangan hidupnya dalam hal yang menyangkut kedisiplinan, baik kedisiplinan di sekolah, di rumah maupun di tengah-tengah masyarakat.

Sasaran penilaian hasil belajar oleh pendidik pada ranah/aspek sikap pada kurikulum 2013 adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Sasaran penilaian hasil belajar oleh pendidik pada ranah/aspek sikap pada kurikulum 2013

Tingkatan Sikap	Deskripsi
Menerima nilai	Kesediaan menerima suatu nilai dan memberikan perhatian terhadap nilai tersebut
Menanggapi nilai	Kesediaan menjawab suatu nilai dan ada rasa puas dalam membicarakan nilai tersebut
Menghargai nilai	Menganggap nilai tersebut baik; menyukai nilai tersebut; dan komitmen terhadap nilai tersebut
Menghayati nilai	Memasukkan nilai tersebut sebagai bagian dari sistem nilai dirinya
Mengamalkan nilai	Mengembangkan nilai tersebut sebagai ciri dirinya dalam berpikir, berkata, berkomunikasi, dan bertindak (karakter)

Penilaian afektif (sikap) sangat menentukan keberhasilan peserta didik untuk mencapai ketuntasan dan keberhasilan dalam pembelajaran. Seorang peserta didik yang tidak memiliki minat terhadap mata pelajaran tertentu, maka akan kesulitan untuk mencapai ketuntasan belajar secara maksimal. Sedangkan peserta didik yang memiliki minat

terhadap mata pelajaran, maka akan sangat membantu untuk mencapai ketuntasan pembelajaran secara maksimal.

Secara umum aspek afektif yang perlu dinilai dalam proses pembelajaran terhadap berbagai mata pelajaran mencakup beberapa hal, sebagai berikut:

- 1) penilaian sikap terhadap materi pelajaran. Berawal dari sikap positif terhadap mata pelajaran akan melahirkan minat belajar, kemudian mudah diberi motivasi serta lebih mudah dalam menyerap materi pelajaran.
- 2) Penilaian sikap terhadap guru. Peserta didik perlu memiliki sikap positif terhadap guru, sehingga ia mudah menyerap materi yang diajarkan oleh guru.
- 3) Penilaian sikap terhadap proses pembelajaran. Peserta didik perlu memiliki sikap positif terhadap proses pembelajaran, sehingga pencapaian hasil belajar bisa maksimal. Hal ini kembali kepada guru untuk pandai-pandai mencari metode yang kira-kira dapat merangsang peserta didik untuk belajar serta tidak merasa jenuh.
- 4) Penilaian sikap yang berkaitan dengan nilai atau norma yang berhubungan dengan suatu materi pelajaran. Misalnya peserta didik mempunyai sikap positif terhadap upaya sekolah melestarikan lingkungan dengan mengadakan program penghijauan sekolah.
- 5) Penilaian sikap yang berkaitan dengan kompetensi afektif lintas kurikulum yang relevan dengan mata pelajaran. Peserta didik memiliki sikap positif terhadap berbagai kompetensi setiap kurikulum yang terus mengalami perkembangan sesuai dengan kebutuhan.

Sedangkan untuk mengukur sikap dari beberapa aspek yang perlu dinilai, dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain: observasi perilaku, pertanyaan langsung, laporan pribadi, dan penggunaan skala sikap. Observasi perilaku di sekolah dapat dilakukan dengan menggunakan buku catatan yang khusus tentang kejadian-kejadian

yang berkaitan dengan siswa selama di sekolah. Contoh guru membuat bagan catatan observasi.

Tabel 6. Bagan Catatan Observasi

Hari/tanggal	Nama siswa/i	Catatan	Tindak lanjut
Senin 12/10/15	Ahmad	Belajar bahasa inggris tidak bersemangat	Diberi penjelasan tentang manfaat belajar bahasa inggris

Kolom catatan diisi dengan berbagai kejadian yang berhubungan dengan peserta didik yang bersangkutan baik positif maupun negatif, sedangkan kolom tindak lanjut diisi dengan upaya-upaya yang ditempuh sebagai solusi dari setiap kejadian yang menimpa peserta didik.

Pertanyaan langsung dapat dilakukan dengan menanyakan secara langsung tentang sikap seseorang berkaitan dengan suatu hal, contoh guru mengajukan pertanyaan tentang bagaimana upaya memberantas tauran di lingkungan sekolah, kemudian dari jawaban peserta didik, guru dapat mengambil kesimpulan tentang sikap peserta didik tersebut terhadap suatu objek.

Sedangkan penggunaan skala sikap, baik menggunakan Skala Diferensiasi Semantik. Teknik ini dapat digunakan pada berbagai bidang, dan teknik ini sederhana dan mudah diimplementasikan dalam pengukuran dan skala sikap kelas. Contoh guru membuat skala sikap terhadap kegiatan Ramadhan di sekolah.

Tabel 7. Skala Sikap terhadap Kegiatan Ramadhan Di Sekolah

Pernyataan	Pilihan sikap				
	SS	S	N	TS	STS
Kegiatan di sekolah pada bulan Ramadhan perlu diadakan					
Pengaktifan kegiatan Ramadhan kurang menyenangkan					
Kegiatan Ramadhan perlu didukung oleh guru & wali murid					
Kegiatan Ramadhan untuk mengisi waktu luang					

Kemudian hasil penilain sikap dapat digunakan sebagai umpan balik untuk melakukan pembinaan terhadap peserta didik. Guru dapat memantau setiap perubahan perilaku yang dimunculkan peserta didik dengan melakukan pengamatan.

c. Domain/Aspek Psikomotor

Perkembangan psikomotorik adalah perkembangan kepribadian manusia yang berhubungan dengan gerakan jasmaniah dan fungsi otot akibat adanya dorongan dari pemikiran, perasaan dan kemauan dari dalam diri seseorang. Ciri khas dari keterampilan motorik adalah otomatisme, yaitu rangkaian gerak-gerak yang berlangsung secara teratur dan berjalan lancar tanpa dibutuhkan banyak refleksi atau berfikir terhadap apa yang harus dilakukan dan mengapa harus mengikuti suatu gerakan.

Pentingnya Perkembangan Psikomotorik dalam Pembelajaran Beberapa konstelasi perkembangan motorik individu dipaparkan oleh Hurlock (1996) sebagai berikut :

- 1) Melalui ketrampilan motorik, anak dapat menghibur dirinya dan memperoleh perasaan senang. Seperti anak merasa senang memiliki ketrampilan memainkan boneka, melempar bola dan memainkan alat-alat mainan.
- 2) Dengan keterampilan motorik anak dapat beranjak dari kondisi tidak berdaya pada bulan-bulan pertama dalam kehidupannya kepada kondisi yang independen. Anak dapat bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain, dan dapat berbuat sendiri untuk dirinya sendiri. Kondisi ini akan menunjang perkembangan rasa percaya diri.
- 3) Melalui peningkatan potensi perkembangan psikomotorik anak dapat menyesuaikan dengan lingkungan sekolah. Pada masa pra-sekolah atau pada masa awal sekolah dasar, anak sudah dapat dilatih menulis, menggambar, melukis, dan berbaris-berbaris. d). Melalui peningkatan potensi perkembangan psikomotorik yang normal memungkinkan anak dapat bermain dan bergaul dengan teman sebayanya, sedangkan yang tidak normal akan menghambat dalam bergaul dengan teman sebayanya, bahkan dia akan terkucilkan atau menjadi anak yang terpinggirkan e). Peningkatan potensi perkembangan psikomotorik sangat penting bagi perkembangan *self concept* (kepribadian anak) Faktor yang Mempengaruhi psikomotorik Anak adalah faktor pola asuh orang tua, gen dari orang tua, pengaruh lingkungan, interior ruang belajar, dan warna.

Tahapan-tahapan Perkembangan Psikomotorik terdiri dari :

- 1) Tahap Kognitif Tahap ini ditandai dengan adanya gerakan-gerakan yang kaku dan lambat. Hal tersebut terjadi karena anak ataupun siswa masih dalam taraf belajar untuk mengendalikan gerakannya.

- 2) Tahap Asosiatif Pada tahap ini seorang anak ataupun siswa membutuhkan waktu yang lebih pendek untuk memikirkan tentang gerakannya, dia mulai dapat mengasosiasikan gerakan yang sedang dipelajarinya dengan gerakan yang sudah dikenal.
- 3) Tahap otonomi Pada tahap ini seorang siswa telah mencapai tingkat otonomi yang tinggi, proses belajarnya sudah hampir lengkap meskipun dia masih dapat memperbaiki gerakan gerakan yang dipelajarinya. Tahap ini disebut tahap otonomi karena siswa sudah tidak memerlukan kehadiran instruktur untuk melakukan gerakan gerakan.

Tehnik yang bisa digunakan untuk mengembangkan potensi psikomotorik pada peserta didik diantaranya adalah model permainan atau out bond, model meniru, model kelompok belajar dan bermain Stimulasi untuk meningkatkan potensi psikomotorik dapat dilakukan diantaranya dengan cara : diberikan dasar dasar ketrampilan untuk menulis dan menggambar, ketrampilan berolah raga atau menggunakan alat olah raga, gerakan geraka permainan, seperti melompat memanjat dan berlari, dan baris berbaris secara sederhana.

Menurut Sudijono (2006), ranah psikomotor adalah ranah yang berkaitan dengan keterampilan (*skill*) atau kemampuan bertindak setelah seseorang menerima pengalaman belajar tertentu. Hasil belajar ranah psikomotor dikemukakan oleh Simpson (Sudijono, 2006) yang menyatakan bahwa hasil belajar psikomotor ini tampak dalam bentuk keterampilan (*skill*) dan kemampuan bertindak individu. Hasil belajar psikomotor ini sebenarnya merupakan kelanjutan dari hasil belajar kognitif (memahami sesuatu) dan hasil belajar afektif (yang baru tampak dalam kecenderungan-kecenderungan untuk berperilaku). Hasil belajar kognitif dan hasil belajar afektif akan menjadi hasil belajar psikomotor apabila peserta didik telah menunjukkan perilaku atau perbuatan tertentu sesuai dengan makna yang terkandung dalam ranah kognitif dan ranah afektifnya.

Menurut Singer (1972) sebagaimana dikutip oleh Mimin Haryati, bahwa mata ajar yang termasuk kelompok mata ajar psikomotor adalah mata ajar yang lebih berorientasi pada gerakan dan menekankan pada reaksi-reaksi fisik.

Buttler (1972) membagi hasil belajar psikomotor menjadi tiga, yaitu: *specific responding*, *motor chaining*, dan *rule using*. Pada tingkat *specific responding* peserta didik mampu merespons hal-hal yang sifatnya fisik, (yang dapat didengar, dilihat, atau diraba), atau melakukan keterampilan yang sifatnya tunggal, misalnya memegang raket, memegang bed untuk tenis meja. Pada *motor chaining* peserta didik sudah mampu menggabungkan lebih dari dua keterampilan dasar menjadi satu keterampilan gabungan, misalnya memukul bola, menggergaji, menggunakan jangka sorong, dll. Pada tingkat *rule using* peserta didik sudah dapat menggunakan pengalamannya untuk melakukan keterampilan yang kompleks, misalnya bagaimana memukul bola secara tepat agar dengan tenaga yang sama hasilnya lebih baik.

Menurut Mills (1977), pembelajaran keterampilan akan efektif bila dilakukan dengan menggunakan prinsip belajar sambil mengerjakan (*learning by doing*). Leighbody (1968) menjelaskan bahwa keterampilan yang dilatih melalui praktik secara berulang-ulang akan menjadi kebiasaan atau otomatis dilakukan. Sementara itu Goetz (1981) dalam penelitiannya melaporkan bahwa latihan yang dilakukan berulang-ulang akan memberikan pengaruh yang sangat besar pada pematangan keterampilan. Lebih lanjut dalam penelitian itu dilaporkan bahwa pengulangan saja tidak cukup menghasilkan prestasi belajar yang tinggi, namun diperlukan umpan balik yang relevan yang berfungsi untuk memantapkan kebiasaan. Sekali berkembang maka kebiasaan itu tidak pernah mati atau hilang.

Sementara itu, Gagne (1977) berpendapat bahwa kondisi yang dapat mengoptimalkan hasil belajar keterampilan ada dua macam, yaitu kondisi internal dan eksternal. Untuk kondisi internal dapat dilakukan

dengan cara: (a) mengingatkan kembali bagian dari keterampilan yang sudah dipelajari, dan (b) mengingatkan prosedur atau langkah-langkah gerakan yang telah dikuasai. Sementara itu untuk kondisi eksternal dapat dilakukan dengan: (a) instruksi verbal, (b) gambar, (c) demonstrasi, (d) praktik, dan (e) umpan balik.

Dalam melatih kemampuan psikomotor atau keterampilan gerak ada beberapa langkah yang harus dilakukan agar pembelajaran mampu membuahkan hasil yang optimal. Mills (1977) menjelaskan bahwa langkah-langkah dalam mengajar praktik adalah: (a) menentukan tujuan dalam bentuk perbuatan, (b) menganalisis keterampilan secara rinci dan berutan, (c) mendemonstrasikan keterampilan disertai dengan penjelasan singkat dengan memberikan perhatian pada butir-butir kunci termasuk kompetensi kunci yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dan bagian-bagian yang sukar, (d) memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mencoba melakukan praktik dengan pengawasan dan bimbingan, (e) memberikan penilaian terhadap usaha peserta didik.

Edwardes (1981) menjelaskan bahwa proses pembelajaran praktik mencakup tiga tahap, yaitu: (a) penyajian dari pendidik, (b) kegiatan praktik peserta didik, dan (c) penilaian hasil kerja peserta didik. Guru harus menjelaskan kepada peserta didik kompetensi kunci yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tertentu. Kompetensi kunci adalah kemampuan utama yang harus dimiliki seseorang agar tugas atau pekerjaan dapat diselesaikan dengan cara benar dan hasilnya optimal. Sebagai contoh, dalam memukul bola, kompetensi kuncinya adalah kemampuan peserta didik menempatkan bola pada titik ayun. Dengan cara ini, tenaga yang dikeluarkan hanya sedikit namun hasilnya optimal. Contoh lain, dalam mengendorkan mur dari bautnya, kompetensi kuncinya adalah kemampuan peserta didik memegang kunci pas secara tepat yakni di ujung kunci. Dengan cara ini tenaga yang dikeluarkan untuk mengendorkan mur jauh lebih sedikit dibandingkan dengan pengendorkan mur dengan cara memegang kunci pas yang tidak tepat.

Dalam proses pembelajaran keterampilan, keselamatan kerja tidak boleh dikesampingkan, baik bagi peserta didik, bahan, maupun alat. Leighbody (1968) menjelaskan bahwa keselamatan kerja tidak dapat dipisahkan dari proses pembelajaran psikomotor. Guru harus menjelaskan keselamatan kerja kepada peserta didik dengan se jelas-jelasnya. Oleh karena kompetensi kunci dan keselamatan kerja merupakan dua hal penting dalam pembelajaran keterampilan, maka dalam penilaian kedua hal itu harus mendapatkan porsi yang tinggi.

Perkembangan Psikomotorik Peserta Didik

Loree menyatakan bahwa ada dua macam perilaku psikomotorik utama yang bersifat universal yang harus dikuasai oleh setiap individu pada masa bayi atau awal masa kanak-kanaknya yaitu berjalan dan memegang benda. Kedua jenis keterampilan ini merupakan basis bagi perkembangan keterampilan yang lebih kompleks seperti yang kita kenal dengan sebutan bermain dan bekerja. Keterampilan ini berkembang dan diajarkan kepada anak oleh masing-masing keluarga mereka. Oleh karena itu orangtua dan keluarga merupakan media paling awal yang mempengaruhi pembentukan perkembangan psikomotorik anak. Kombinasi biologi, psikologi, kognitif, spiritual dan penerimaan sosial selama periode anak usia 3-5 tahun menyiapkan anak sebelum masuk sekolah. Anak bisa mengontrol sistem tubuh, kemampuan untuk berinteraksi dengan anak lain dan orang dewasa, menggunakan bahasa untuk menunjukkan kemampuan mental, serta bertambahnya perhatian terhadap waktu dan ingatan, sebagai persiapan mereka menuju periode yang besar selanjutnya yaitu masa sekolah. Keberhasilan penerimaan tahap tumbuh kembang selanjutnya adalah penting bagi anak usia 3-4 tahun, untuk memperbaiki tugas-tugas yang sudah dikuasai pada masa toddler. (Arif, 2009)

Menurut Satoto 1990 (dalam Nurwidodo 2010) perkembangan psikomotor mencakup banyak aspek perkembangan yang kompleks

antara lain perkembangan motorik, perkembangan bahasa, perkembangan sosial dan perilaku.

1) Perkembangan motorik kasar

Perkembangan motorik kasar adalah perkembangan dari unsur kematangan, pengendalian gerak tubuh serta perkembangan tersebut erat kaitannya dengan perkembangan pusat motorik di otak. Perkembangan motorik kasar bila gerakan yang dilakukan melibatkan sebagian besar bagian tubuh dan memerlukan tenaga karena dilakukan otot-otot yang besar. Perkembangan motorik kasar pada anak prasekolah diantaranya menendang bola jauh-jauh, melempar bola, menangkap bola yang memantul dengan tepat, bergerak ke depan dan ke belakang dengan mudah, berdiri pada satu kaki selama 10 detik atau lebih, meloncat/ jungkir balik, menganyun atau memanjat, anak dapat melompat, naik turun tangga dengan kaki bergantian, anak dapat mengendarai sepeda roda tiga.

2) Perkembangan motorik halus

Aspek yang berhubungan dengan kemampuan anak untuk mengamati sesuatu, melakukan gerakan yang melibatkan bagian-bagian tubuh tertentu saja dan dilakukan otot-otot kecil, tetapi memerlukan koordinasi yang cermat, misalnya kemampuan menggambar, memegang suatu benda. Hal ini tidak memerlukan tenaga serta koordinasi yang cermat. Perkembangan motorik halus pada anak usia prasekolah diantaranya anak dapat mencontoh gambar yang diberikan dengan baik seperti menggambar garis silang, mengenal dua atau tiga warna, dapat melaksanakan tugas-tugas sederhana, menempatkan mainan-mainannya dengan perhatian besar, menyusun balok-balok kecil, dapat menggambar segi-tiga dan segi-empat, dapat menghitung jari-jarinya sendiri, menggambar orang dari kepala, lengan dan badan, membedakan bentuk benda, serta membedakan besar dan kecil, dapat mencetak

beberapa abjad/angka, menggunakan gunting dan pensil dengan baik, dan anak dapat mengikat tali sepatunya sendiri.

3) Perkembangan bahasa dan bicara

Kemampuan untuk memberikan respon terhadap suara, mengikuti perintah dan berbicara spontan. Bahasa adalah bentuk aturan atau sistem lambang yang digunakan anak dalam berkomunikasi dan beradaptasi dengan lingkungannya yang dilakukan untuk bertukar gagasan, pikiran dan emosi.

Anak prasekolah sudah pandai bicara dalam kalimat yang terdiri dari 5-6 kata, menyebut namanya, jenis kelamin dan umurnya, banyak bertanya, mengenal sisi atas, bawah, depan dan belakang, senang mendengar cerita-cerita dan mengulang hal-hal penting dalam cerita. dapat berbicara dengan cukup jelas dan dapat dimengerti oleh orang lain, mengenal empat warna, dapat menyebut hari-hari dalam 1 minggu, minat pada kata-kata baru dan artinya, mengetahui beberapa lagu sederhana, dan protes bila di larang apa yang diinginkannya.

4) Perkembangan sosial

Perkembangan sosial adalah aspek yang berhubungan dengan kemampuan mandiri, bersosialisasi dan berinteraksi dengan lingkungan disekitarnya. Perkembangan personal sosial yang dapat dilihat pada anak prasekolah yakni bekerja sama dan bermain dengan anak-anak lain, berjalan-jalan sendiri mengunjungi tetangga, belajar berpakaian dan membuka pakaian sendiri, menunjukkan rasa sayang pada anda-andanya, anak dapat makan sendiri, anak senang menyanyi: menari, menaruh minat pada aktivitas orang dewasa, ingin seperti teman-temannya, ingin menyenangkan teman-temannya, lebih senang mengikuti aturan dan membutuhkan persetujuan saat ingin melakukan sesuatu. Untuk mengembangkan potensi kemampuan psikomotorik anak diperlukan kerjasama antara berbagai pihak, dan yang paling penting pada saat masa anak anak adalah orang tua, kemampuan psikomotorik hanya bisa dikembangkan dengan latihan latihan yang menuju kearah mengembangkan kemampuan anak. Hal ini

memerlukan rangsangan dari lingkungan sekitar anak agar perkembangan potensi kemampuan psikomotorik anak bisa optimal.

Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Aspek Psikomotor adalah:

1) Faktor Internal

Faktor Internal adalah faktor – faktor yang berasal dari dalam diri individu. Termasuk ke dalam faktor internal ini adalah sebagai berikut:

a) Sifat jasmaniah yang diwariskan dari orang tuanya

Anak yang ayahnya dan ibunya bertumbuh tinggi cenderung lebih lekas menjadi tinggi daripada anak yang berasal dari orang tua yang bertubuh pendek.

b) Kematangan

Secara sepintas, pertumbuhan fisik seolah – olah seperti sudah direncanakan oleh faktor kematangan. Meskipun anak itu diberi makanan yang bergizi tinggi, tetapi kalau saat kematangan belum sampai, pertumbuhan akan tertunda. Misalnya, anak berumur tiga bulan diberi makanan yang cukup bergizi supaya pertumbuhan otot kakinya berkembang sehingga mampu untuk berjalan. Ini tidak mungkin berhasil sebelum mencapai umur lebih dari sepuluh bulan.

2) Faktor Eksternal

Faktor eksternal ialah faktor yang berasal dari luar diri anak. Termasuk kedalam faktor eksternal adalah sebagai berikut:

a) Kesehatan

Anak yang sering sakit – sakitan pertumbuhan psikomotoriknya pasti akan terhambat.

b) Makanan

Anak yang kurang gizi pertumbuhannya akan terlambat, sebaliknya yang cukup gizi pertumbuhannya pesat.

c) Stimulasi lingkungan

Individu yang tubuhnya sering dilatih untuk meningkatkan percepatan pertumbuhannya akan berbeda dengan yang tidak pernah mendapat latihan sama sekali.

Menurut Ryan (1980) sebagaimana dikutip oleh Mimin Haryati, penilaian hasil belajar psikomotor dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu, pertama melalui pengamatan langsung serta penilaian tingkah laku siswa selama proses belajar mengajar. Kedua, setelah proses belajar yaitu dengan cara memberikan tes kepada siswa untuk mengukur pengetahuan, keterampilan dan sikap. Ketiga, beberapa waktu setelah proses belajar selesai dan kelak dalam lingkungan kerjanya.

Dengan demikian, penilaian hasil belajar psikomotor atau keterampilan harus mencakup persiapan, proses, dan produk

Sasaran penilaian hasil belajar oleh pendidik untuk aspek keterampilan pada kurikulum 2013 ada dua yaitu keterampilan abstrak dan keterampilan konkrit. Kedua jenis keterampilan tersebut dapat di lihat pada tabel berikut ini.

Tabel 8. Keterampilan Abstrak

Kemampuan Belajar	Deskripsi
Mengamati	Perhatian pada waktu mengamati suatu objek/membaca suatu tulisan/mendengar suatu penjelasan, catatan yang dibuat tentang yang diamati, kesabaran, waktu (<i>on task</i>) yang digunakan untuk mengamati
Menanya	Jenis, kualitas, dan jumlah pertanyaan yang diajukan peserta didik (pertanyaan faktual, konseptual, prosedural, dan

	hipotetik)
Mengumpulkan informasi/mencoba	Jumlah dan kualitas sumber yang dikaji/digunakan, kelengkapan informasi, validitas informasi yang dikumpulkan, dan instrumen/alat yang digunakan untuk mengumpulkan data.
Menalar/mengasosiasi	Mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep, interpretasi argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan lebih dari dua fakta/konsep/teori, mensintesis dan argumentasi serta kesimpulan keterkaitan antarberbagai jenis fakta/konsep/teori/ pendapat; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi, dan kesimpulan yang menunjukkan hubungan fakta/konsep/teori dari dua sumber atau lebih yang tidak bertentangan; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi dan kesimpulan dari konsep/teori/pendapat yang berbeda dari berbagai jenis sumber.
Mengomunikasikan	Menyajikan hasil kajian (dari mengamati sampai menalar) dalam bentuk tulisan, grafis, media elektronik, multi media dan lain-lain.

(Sumber: Olahan dari kategori Simpson)

Sasaran penilaian hasil belajar oleh pendidik pada keterampilan konkrit adalah sebagai berikut.

Tabel 9. Keterampilan Konkrit

Keterampilan Konkrit	Deskripsi
Persepsi (perception)	Menunjukkan perhatian untuk melakukan suatu gerakan
Kesiapan (set)	Menunjukkan kesiapan mental dan fisik untuk melakukan suatu gerakan
Meniru (guided response)	Meniru gerakan secara terbimbing
Membiasakan gerakan (mechanism)	Melakukan gerakan mekanistik
Mahir (<i>complex or overt response</i>)	Melakukan gerakan kompleks dan termodifikasi
Menjadi gerakan alami (<i>adaptation</i>)	Menjadi gerakan alami yang diciptakan sendiri atas dasar gerakan yang sudah dikuasai sebelumnya
Menjadi tindakan orisinal (<i>origination</i>)	Menjadi gerakan baru yang orisinal dan sukar ditiru oleh orang lain dan menjadi ciri khasnya

(Sumber: Olahan dari kategori Simpson)

Penilaian kompetensi keterampilan dapat dilakukan dengan menggunakan:

1) Unjuk kerja/kinerja/praktik

Penilaian unjuk kerja/kinerja/praktik dilakukan dengan cara mengamati kegiatan peserta didik dalam melakukan sesuatu. Penilaian ini cocok digunakan untuk menilai ketercapaian kompetensi yang menuntut peserta didik melakukan tugas tertentu seperti: praktikum di laboratorium, praktik ibadah, praktik olahraga, presentasi, bermain peran, memainkan alat musik, bernyanyi, dan membaca puisi/deklamasi.

Penilaian unjuk kerja/kinerja/praktik perlu mempertimbangkan hal-hal berikut.

- a) Langkah-langkah kinerja yang perlu dilakukan peserta didik untuk menunjukkan kinerja dari suatu kompetensi.
- b) Kelengkapan dan ketepatan aspek yang akan dinilai dalam kinerja tersebut.
- c) Kemampuan-kemampuan khusus yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas.
- d) Kemampuan yang akan dinilai tidak terlalu banyak, sehingga dapat diamati.
- e) Kemampuan yang akan dinilai selanjutnya diurutkan berdasarkan langkah-langkah pekerjaan yang akan diamati.

Pengamatan unjuk kerja/kinerja/praktik perlu dilakukan dalam berbagai konteks untuk menetapkan tingkat pencapaian kemampuan tertentu. Misalnya untuk menilai kemampuan berbicara yang beragam dilakukan pengamatan terhadap kegiatan-kegiatan seperti: diskusi dalam kelompok kecil, berpidato, bercerita, dan wawancara. Dengan demikian, gambaran kemampuan peserta didik akan lebih utuh. Contoh untuk menilai unjuk kerja/kinerja/praktik di laboratorium dilakukan pengamatan terhadap penggunaan alat dan bahan praktikum. Untuk menilai praktik olahraga, seni dan budaya dilakukan pengamatan gerak dan penggunaan alat olahraga, seni dan budaya.

2) Projek

Penilaian projek dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman, kemampuan mengaplikasi, kemampuan menyelidiki dan kemampuan menginformasikan suatu hal secara jelas.

Penilaian projek dilakukan mulai dari perencanaan, pelaksanaan, sampai pelaporan. Untuk itu, guru perlu menetapkan hal-hal atau tahapan yang perlu dinilai, seperti penyusunan desain, pengumpulan data, analisis data, dan penyiapan laporan

tertulis/lisan. Untuk menilai setiap tahap perlu disiapkan kriteria penilaian atau rubrik.

3) Produk

Penilaian produk meliputi penilaian kemampuan peserta didik membuat produk-produk, teknologi, dan seni, seperti: makanan (contoh: tempe, kue, asinan, baso, dan *nata de coco*), pakaian, sarana kebersihan (contoh: sabun, pasta gigi, cairan pembersih dan sapu), alat-alat teknologi (contoh: adaptor ac/dc dan bel listrik), hasil karya seni (contoh: patung, lukisan dan gambar), dan barang-barang terbuat dari kain, kayu, keramik, plastik, atau logam.

Pengembangan produk meliputi 3 (tiga) tahap dan setiap tahap perlu diadakan penilaian yaitu:

- a) Tahap persiapan, meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dan merencanakan, menggali, dan mengembangkan gagasan, dan mendesain produk.
- b) Tahap pembuatan produk (proses), meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dalam menyeleksi dan menggunakan bahan, alat, dan teknik.
- c) Tahap penilaian produk (*appraisal*), meliputi: penilaian produk yang dihasilkan peserta didik sesuai kriteria yang ditetapkan, misalnya berdasarkan, tampilan, fungsi dan estetika.

Penilaian produk biasanya menggunakan cara analitik atau holistik.

- a) Cara analitik, yaitu berdasarkan aspek-aspek produk, biasanya dilakukan terhadap semua kriteria yang terdapat pada semua tahap proses pengembangan (tahap: persiapan, pembuatan produk, penilaian produk).
- b) Cara holistik, yaitu berdasarkan kesan keseluruhan dari produk, biasanya dilakukan hanya pada tahap penilaian produk.

4) Portofolio

Penilaian portofolio pada dasarnya menilai karya-karya peserta didik secara individu pada satu periode untuk suatu mata pelajaran. Akhir suatu periode hasil karya tersebut dikumpulkan dan dinilai oleh guru dan peserta didik sendiri. Berdasarkan informasi perkembangan tersebut, guru dan peserta didik sendiri dapat menilai perkembangan kemampuan peserta didik dan terus menerus melakukan perbaikan. Dengan demikian, portofolio dapat memperlihatkan dinamika kemampuan belajar peserta didik melalui sekumpulan karyanya, antara lain: karangan, puisi, surat, komposisi musik, gambar, foto, lukisan, resensi buku/literatur, laporan penelitian, sinopsis dan karya nyata individu peserta didik yang diperoleh dari pengalaman.

Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan penilaian portofolio.

- a) Peserta didik merasa memiliki portofolio sendiri
 - b) Tentukan bersama hasil kerja apa yang akan dikumpulkan
 - c) Kumpulkan dan simpan hasil kerja peserta didik dalam 1 map atau folder
 - d) Beri tanggal pembuatan
 - e) Tentukan kriteria untuk menilai hasil kerja peserta didik
 - f) Minta peserta didik untuk menilai hasil kerja mereka secara berkesinambungan
 - g) Bagi yang kurang beri kesempatan perbaiki karyanya, tentukan jangka waktunya
 - h) Bila perlu, jadwalkan pertemuan dengan orang tua
- d. Implikasi Aspek Psikomotorik, Afektif , Dan Kognitif Bagi Pendidikan
- 1) Implikasi Aspek Kognitif Bagi Pendidikan.
Kondisi psikologis yang perlu diciptakan agar peserta didik merasa aman secara psikologis sehingga mampu mengembangkan kemampuan intelektualnya adalah sebagai berikut.

- a) Pendidik menerima peserta didik secara positif sebagaimana adanya tanpa syarat (*unconditional regard*). Artinya, apa pun keberadaan peserta didik dengan segala kekuatan dan kelemahannya harus diterima dengan baik, serta memberi kepercayaan padanya bahwa pada dasarnya setiap peserta didik memiliki kemampuan intelektual yang dikembangkan secara maksimal.
- b) Pendidik menciptakan suasana dimana peserta didik tidak merasa terlalu dinilai oleh orang lain. Memberi penilaian terhadap peserta didik dengan berlebihan dapat dirasakan sebagai ancaman sehingga menimbulkan kebutuhan akan pertahanan diri. Memang kenyataannya, pemberian penilaian tidak dapat dihindarkan dalam situasi sekolah, tetapi paling tidak harus diupayakan agar penilaian tidak mencemaskan peserta didik, melainkan menjadi sarana yang dapat mengembangkan sifat kompetitif secara sehat.
- c) Pendidik memberikan pengertian dalam arti dapat memahami pemikiran, perasaan dan perilaku peserta didik; dapat menempatkan diri dalam situasi peserta didik; serta melihat sesuatu dari sudut pandang mereka (*empathy*). Dalam suasana seperti ini, peserta didik akan merasa aman untuk mengembangkannya mengemukakan pemikiran atau ide – idenya.
- d) Menerima remaja secara positif sebagaimana adanya tanpa syarat (*unconditional regard*). Artinya, apa pun keberadaan peserta didik dengan segala kekuatan dan kelemahannya harus diterima dengan baik, serta memberi kepercayaan padanya bahwa pada dasarnya setiap peserta didik memiliki kemampuan intelektual yang dikembangkan secara maksimal.
- e) Memahami pemikiran, perasaan dan perilaku peserta didik; dapat menempatkan diri dalam situasi peserta didik; serta melihat sesuatu dari sudut pandang mereka (*empathy*). Dalam suasana seperti ini, peserta didik akan merasa aman untuk

mengembangkan mengemukakan pemikiran atau ide – idenya.

- f) Memberikan suasana psikologis yang aman bagi remaja untuk mengemukakan pikiran-pikirannya sehingga terbiasa berani mengembangkan pemikirannya sendiri. Disini berusaha menciptakan keterbukaan (*openess*), kehangatan (*warmness*), dan kekonkretan (*concreteness*).

2) Implikasi Aspek Afektif bagi Pendidikan.

a) Pengembangan Keterampilan Emosional

Cara yang dapat dilakukan untuk mengembangkan keterampilan emosional individu adalah:

- (1) Mengidentifikasi dan memberi nama atau label perasaan.
- (2) Mengungkapkan perasaan.
- (3) Menilai intensitas perasaan.
- (4) Menunda pemuasaan.
- (5) Mengendalikan dorongan hati.
- (6) Mengurangi stres.
- (7) Mengelola perasaan.
- (8) Memahami perbedaan antara perasaan dan tindakan.

b) Pengembangan Keterampilan Kognitif

Cara yang dapat dilakukan untuk mengembangkan keterampilan kognitif individu adalah sebagai berikut:

- (1) Belajar melakukan dialog batin sebagai cara untuk menghadapi dan mengatasi masalah atau memperkuat perilaku diri sendiri.
- (2) Belajar membaca dan menafsirkan isyarat-isyarat sosial, misalnya mengenali pengaruh sosial terhadap perilaku dan melihat diri sendiri dalam perspektif masyarakat yang lebih luas.

- (3) Belajar menggunakan langkah-langkah penyelesaian masalah dan pengambilan keputusan, misalnya mengendalikan dorongan hati, menentukan sasaran, mengidentifikasi tindakan-tindakan alternatif, dan memperhitungkan akibat-akibat yang mungkin timbul.
- (4) Belajar memahami sudut pandang orang lain (empati).
- (5) Belajar memahami sopan santun, yaitu perilaku mana yang dapat diterima dan mana yang tidak.
- (6) Belajar bersikap positif terhadap kehidupan.
- (7) Belajar mengembangkan kesadaran diri, misalnya mengembangkan harapan-harapan yang realistis tentang diri sendiri.

c) Implikasi Aspek Psikomotorik Bagi Pendidikan

(1) Menjaga Kesehatan Badan

Kebiasaan hidup sehat, bersih dan olahraga secara teratur akan dapat membantu menjaga kesehatan pertumbuhan tubuh. Namun, apabila ternyata masih terkena penyakit, haruslah segera diupayakan agar lekas sembuh. Sebab kesehatan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan fisik.

(2) Memberi Makanan Yang Baik

Makanan yang baik ialah makanan yang banyak mengandung gizi, segar dan sehat serta tidak tercemar oleh kotoran atau penyakit. Baik buruknya makanan yang dimakan oleh anak akan menentukan pula kecepatan pertumbuhan fisik. Para remaja mengalami pertumbuhan fisik yang cepat. Oleh karena itu, memerlukan zat-zat pembangun yang terdapat dalam makanan sehingga menyebabkan para remaja pada umumnya nafsu makan. Jika makanan yang dimakan cukup mengandung gizi, kebutuhan zat pembangun bisa terpenuhi sehingga pertumbuhan menjadi lancar. Sebaliknya, jika kebutuhan zat pembangun tidak terpenuhi, pertumbuhan fisik akan menjadi terhambat dan kurang lancar.

Implikasinya bagi pendidikan adalah perlunya memperhatikan faktor-faktor berikut ini.

a) Sarana dan prasarana

Faktor sarana dan prasarana ini jangan sampai menimbulkan gangguan kesehatan pada anak. Misalnya, tempat duduk yang kurang sesuai serta ruangan yang gelap dan terlalu sempit akan menimbulkan gangguan kesehatan. Penyelenggaraan pendidikan modern menghendaki agar tempat duduk anak dan meja dapat diatur sesuai dengan kebutuhan, ruangan kelas yang bersih, terang dan cukup luas, serta kedisiplinan yang tidak kaku.

b) Waktu istirahat

Untuk menghilangkan rasa lelah dan mengumpulkan tenaga baru, istirahat sangat diperlukan. Terus-menerus bekerja tanpa ada waktu istirahat dapat menimbulkan kelelahan yang mendatangkan kerugian bagi kesehatan. Oleh karena itu, dalam belajar pun sangat penting memperhatikan pengaturan waktu istirahat bagi anak-anak karena dalam belajar dikenal adanya istilah yang disebut biorama, yang berarti kemampuan anak berkonsentrasi akan sangat dipengaruhi oleh irama stamina biologis pada anak itu sendiri. Berkaitan dengan biorama ini, ada rumus pengaturan belajar yang dikenal dengan "lima kali dua lebih baik dari padadua kali lima". Artinya, belajar sebanyak lima kali yang masing-masing berlangsung selama dua jam, hasilnya akan lebih baik daripada belajar sebanyak dua kali yang masing-masing berlangsung selama lima jam. Ini berkaitan dengan kemampuan stamina tubuh untuk berkonsentrasi dalam belajar guna menyerap isi yang terkandung dalam materi pelajaran.

Aspek psikomotor terletak pada ketepatan gerakan yang dilakukan oleh peserta didik dilihat dari penampilan peserta didik dalam

melakukan praktek dengan fokus penilaian terletak pada gerakan, waktu, hasil yang dicapai dan keselamatan kerja.

Di dunia ini ada orang yang kemampuan berpikirnya tinggi, tetapi kemampuan psikomotornya rendah. Agar sukses, orang ini harus bekerja pada bidang pekerjaan yang membutuhkan kemampuan berpikir tinggi dan tidak dituntut harus melakukan kegiatan yang membutuhkan kemampuan psikomotor yang tinggi.

D. Aktivitas Pembelajaran

Bagilah kelas anda menjadi beberapa kelompok berdasarkan jenis mata pelajaran yang diampu. Silahkan berdiskusi dengan kelompok anda dengan instruksi sebagai berikut :

1. Tentukanlah aspek-aspek kognitif, afektif dan psikomotorik yang akan anda ukur sesuai dengan tuntutan indikator yang terdapat dalam silabus mata pelajaran yang anda ampu selama satu semester.
2. Presentasikanlah hasil diskusi anda selama 30 menit, mulai dari pemaparan hasil diskusi sampai tanya jawab.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Setelah Anda memahami materi di atas, jawablah pertanyaan berikut ini :
2. apa aspek-aspek hasil belajar yang perlu diukur dalam evaluasi pembelajaran?
3. Bagaimana penjelasan lebih dalam terkait ranah kognitif ?
4. Bagaimana penjelasan lebih dalam terkait ranah afektif ?
5. Bagaimana penjelasan lebih dalam terkait psikomotorik ?
6. Bagaimanakah pengukuran aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik, kaitannya dengan evaluasi pembelajaran?

F. Rangkuman

Dari uraian di atas dapat diambil pemahaman bahwa yang dimaksud dengan domain kognitif ialah bagian dari peserta didik yang terkait dengan pemikiran/pemahaman yang lebih dikenal dengan sebutan *head*. Afektif merupakan aspek perasaan/sikap peserta didik yang dikenal dengan *heart*. Dan psikomotorik merupakan aspek yang terkait dengan perilaku/keterampilan atau implementasi atas apa yang telah mereka (peserta didik) pahami, hal ini dikenal dengan istilah *hand*.

Pengukuran aspek kognitif meliputi pengetahuan, pemahaman, aplikasi, analisis, sintesis dan evaluasi. Dengan cara pengukuran tingkat keberhasilan melalui soal tanya jawab pilihan ganda, portofolio, uraian, soal lisan, dan sebagainya.

Pengukuran aspek afektif meliputi sikap terhadap materi pelajaran, sikap terhadap guru, terhadap proses pembelajaran, sikap yang berkaitan dengan nilai atau norma yang berhubungan dengan suatu materi pelajaran, dan sikap yang berkaitan dengan kompetensi afektif lintas kurikulum yang relevan dengan mata pelajaran. Cara penilaiannya bisa melalui catatan observasi yang dilakukan oleh pendidik atau melalui angket.

Sedangkan pengukuran aspek psikomotorik meliputi keterampilan yang ditunjukkan oleh peserta didik yang cara mengukurnya bisa melalui pengamatan langsung.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

1. Tulislah apa yang sudah Anda ketahui dari materi ini !
2. Apakah materi ini bermanfaat untuk membantu tugas Anda sebagai guru?
3. Materi apa yang masih diperlukan untuk membantu tugas Anda berkaitan dengan menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar ?
4. Adakah saran/komentar Anda berkaitan dengan penentuan aspek-aspek proses dan hasil belajar

BAB III

KOMPETENSI PROFESIONAL

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: PRODUK MIGAS DAN SPESIFIKASI PRODUK MIGAS

A. Tujuan

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Dengan membahas modul ini secara tuntas diharapkan para guru dan tenaga pendidik dapat menguasai cara mengamati pengetahuan produk migas dan spesifikasi produk migas

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Dalam mengamati pengetahuan tentang produk migas dan spesifikasi produk migas indikator pencapaian kompetensi adalah guru dan tenaga pendidik mampu untuk memahami hal-hal dalam melakukan pengujian terhadap produk migas

C. Uraian Materi

1. Komposisi Penyusun Minyak Bumi Dan Gas Alam

Minyak bumi dan gas alam berasal dari jasad renik lautan, tumbuhan dan hewan yang mati sekitar 150 juta tahun yang lalu. Sisa-sisa organisme tersebut mengendap di dasar lautan, kemudian ditutupi oleh lumpur. Lapisan lumpur tersebut lambat laun berubah menjadi batuan karena pengaruh tekanan lapisan di atasnya. Sementara itu, dengan meningkatnya tekanan dan suhu, bakteri anaerob menguraikan sisa-sisa jasad renik tersebut dan mengubahnya menjadi minyak dan gas. Minyak bumi dan gas alam adalah campuran kompleks hidrokarbon dan senyawa-senyawa organik lain. Komponen hidrokarbon adalah komponen yang paling banyak terkandung di dalam minyak bumi dan gas alam. Gas alam terdiri dari alkana suku rendah

yaitu metana, etana, propana dan butana. Selain alkana juga terdapat berbagai gas lain seperti karbondioksida (CO₂) dan hidrogen sulfida (H₂S), beberapa sumur gas juga mengandung helium.

a) Komposisi Hidrokarbon Pada Minyak Bumi

Minyak bumi tersusun dari senyawa hidrokarbon yang berbeda-beda. Perbedaan ini tergantung dari faktor umur, suhu pembentukan, dan cara pembentukan. Minyak dari Indonesia mengandung banyak senyawa aromatik seperti benzena, sedangkan minyak bumi dari Rusia mengandung banyak senyawa sikloalkana seperti sikloheksana. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa dalam minyak bumi terdiri atas bermacam-macam senyawa hidrokarbon. Senyawa-senyawa hidrokarbon tersebut sebagai berikut:

a. Hidrokarbon Jenuh (alkana)

- 1) Dikenal dengan alkana atau paraffin. Parafin adalah senyawa hidrokarbon tersaturasi yang mengandung rantai lurus atau bercabang yang molekulnya hanya terdiri atas atom karbon (C) dan hidrogen (H).
- 2) Keberadaan rantai lurus sebagai komponen utama (terbanyak), sedangkan rantai bercabang lebih sedikit
- 3) Senyawa penyusun diantaranya:
 - a) Metana CH₄
 - b) Etana CH₃ CH₃
 - c) Propana CH₃ CH₂ CH₃
 - d) Butana CH₃ (CH₂)₂ CH₃
 - e) n-heptana CH₃ (CH₂)₅ CH₃
 - f) Iso oktana CH₃ - C(CH₃)₂ CH₂ CH (CH₃)₂

b. Hidrokarbon Tak Jenuh (alkena)

- 1) Dikenal dengan alkana
- 2) Keberadaannya hanya sedikit
- 3) Senyawa penyusunnya:

- a) Etena, CH_2CH_2
- b) Propena, CH_2CHCH_3
- c) Butena, $\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$

c. Hidrokarbon Jenuh berantai siklik (sikloalkana)

- 1) Dikenal dengan sikloalkana atau naftena
- 2) Keberadaannya lebih sedikit dibanding alkana
- 3) Senyawa penyusunnya :
 - a) Siklopropana
 - b) Siklobutana
 - c) Siklopentana
 - d) Sikloheksana

d. Hidrokarbon aromatic

Dikenal sebagai seri aromatic, Keberadaannya sebagai komponen yang kecil/sedikit, Senyawa penyusunnya adalah:

- 1) Naftalena
- 2) Antrasena
- 3) Benzena
- 4) Toluena

Senyawa-senyawa hidrokarbon juga mengalami perubahan fasa sebagai respon terhadap perubahan kondisi temperatur dan tekanan yang dialaminya. Hal ini dalam dunia perminyakan sering disebut perilaku fasa (phase behavior) yang diwujudkan dalam bentuk diagram fasa.

Perilaku fasa hidrokarbon dapat dijelaskan berdasarkan perilaku molekul-molekul yang menyusun senyawanya. Ada empat faktor fisik penting yang berperan pada perilaku fasa. Empat faktor fisik tersebut adalah :

- a. Tekanan
- b. Gaya tarik antar molekul (*molecular attraction*)
- c. Energi kinetik
- d. Gaya tolak antar molekul (*molecular repulsion*)

Meningkatnya tekanan, akan cenderung memaksa atau mendorong molekul-molekul untuk saling mendekat sehingga gas akan terkompresi atau bahkan dapat berubah menjadi liquid. Jika tekanan menurun, gas mengembang dan liquid cenderung untuk menguap menjadi gas. Perubahan-perubahan fasa yang disebabkan oleh perubahan tekanan diistilahkan dengan perilaku fasa regular atau perilaku fasa normal.

a. Tekanan (Pressure)

Tekanan dan volume merupakan hal yang saling berkaitan dimana tekanan merupakan hasil dari tumbukan molekul-molekul terhadap dinding - kontainer (wadah) atau pada permukaan liquid. Meningkatnya volume cenderung mereduksi tekanan karena hal ini berarti memperlebar jarak antar molekul-molekul dan juga jarak molekul untuk dapat menumbuk dinding kontainer.

b. Gaya Tarik Antar Molekul (Molecular Attraction)

Gaya tarik antar molekul beraksi seperti halnya tekanan eksternal. Gaya tarik antara molekul-molekul akan meningkat jika jarak antar molekulnya menurun. Gaya tarik ini juga akan meningkat jika massa molekulnya meningkat.

Pada suatu materi dengan molekul-molekul yang berukuran lebih kecil, maka gaya tarik antar molekulnya relatif lemah sehingga memiliki kecenderungan yang besar untuk berubah menjadi gas. Hal ini karena gaya kinetik yang dimiliki oleh molekul-molekul tersebut akan membuat mereka saling terlempar menjauh karena lemahnya gaya tarik antar molekul akibat ukuran molekulnya yang relatif lebih kecil. Sebaliknya, semakin besar ukuran molekul-molekulnya, maka gaya tariknya relatif besar sehingga molekul-molekulnya cenderung untuk saling tertarik menjadi liquid.

Energi kinetik atau gerak molekular meningkat seiring dengan peningkatan temperatur. Semakin besar temperatur suatu material, maka semakin besar kecenderungan bagi molekul-molekul material tersebut untuk saling terlempar menjauh sehingga terjadi perubahan fasa (misal dari liquid menjadi gas) serta menurunkan densitasnya. Bila temperatur menurun, maka energi kinetik menurun dan semua

molekul pada material tersebut cenderung untuk saling tertarik mendekat menjadi fasa yang lebih berat (misal dari gas menjadi liquid dan dari liquid menjadi solid). Perilaku ini juga termasuk perilaku normal.

c. Gaya Tolak Antar Molekul (Molecular Repulsion)

Gaya tolak antar molekul bekerja saat molekul-molekul berada saling dekat dimana medan elektromagnetik mereka saling *overlap* dan adanya gaya tolak cenderung meningkatkan resistansi untuk kompresi lebih lanjut.

Saat materi hidrokarbon dalam kondisi 'tenang' (tidak mengembang, volumenya tidak berkontraksi atau mengalami perubahan fasa), gaya-gaya yang cenderung untuk menyatukan molekul-molekul seimbang dengan gaya-gaya yang cenderung untuk memisahkan atau menjauhkan mereka, dan kondisi ini disebut *equilibrium*.

Pada reservoir hidrokarbon, temperatur biasanya tetap konstan, hanya tekanan dan volume yang mengalami perubahan selama operasi produksi. Namun, pada sumur dan fasilitas permukaan, faktor temperatur, tekanan, dan volume adalah menjadi hal-hal yang penting untuk diperhatikan.

a) Komposisi Senyawa Non Hidrokarbon Pada Minyak Bumi

Perbandingan unsur-unsur yang terdapat dalam minyak bumi sangat bervariasi. Susunan kimia minyak bumi berdasarkan hasil analisa elementer pada umumnya sebagai berikut:

Tabel 10. Senyawa Non Hidrokarbon Minyak Bumi

Jenis Atom	% berat
Carbon	83.9 – 86.8
Hydrogen	11.4-14
Nitrogen	0.11-1.7
Oxigen	0.05
Sulfur	0.06-4

a. Sulfur (Belserang)

Minyak mentah mempunyai kandungan belserang yang lebih tinggi. Keberadaan belserang dalam minyak bumi sering banyak menimbulkan akibat, misalnya dalam gasoline dapat menyebabkan korosi (khususnya dalam keadaan dingin atau basah), karena terbentuknya asam yang dihasilkan dari oksida sulfur (sebagai hasil pembakaran gasoline) dan air.

Sulfida, Disulfida dan Thiophene menyebabkan penurunan angka oktan. Dalam Gasoline yang mengandung total Sulfur 0,2 – 0,5 % sangat banyak menimbulkan akibat. Dalam diesel fuel (bahan bakar diesel), adanya senyawa sulfur akan menaikkan sifat keausan logam dan dapat membentuk engine deposit. Dalam Pelumas yang mengandung sulfur tinggi akan menurunkan sifat oksidasinya dan menaikkan pembentukan kerak padatan.

Senyawa Sulfur yang terdapat dalam minyak bumi dan produk-produknya menimbulkan beberapa kerugian lain, yaitu :

1) Pencemaran Udara

Pencemaran udara disebabkan oleh beberapa senyawa belserang yang berbau tidak enak. Senyawa tersebut mempunyai titik didih rendah yaitu H_2S , SO_2 dalam gas hasil pembakaran, RSH sampaidengan 6 atom karbon (C) dalam metal disulfide.

Pencemaran udara juga terjadi karena gas SO_2 yang terlarut dalam kabut yang dikenal dengan nama smoke dan terdapat dikota-kota industri berkabut. Gas hidrogen sulfida disamping mempunyai bau tidak enak juga beracun.

2) Korosi

Korosi yang disebabkan oleh senyawa-senyawa belserang terjadi pada suhu diatas $300\text{ }^\circ F$. Korosi ini akan merusak alat-alat pengolahan, khususnya alat-alat yang bekerja pada suhu tinggi.

Senyawa belserang yang bersifat korosi pada suhu rendah adalah Hidrogen Sulfida, beberapa senyawa Alkil Sulfida dan Dialkil Sulfida serta Merkaptan yang mempunyai titik didih rendah.

Beberapa contoh peristiwa-peristiwa korosi yang disebabkan oleh senyawa belerang diantaranya:

- a) Hidrogen Sulfida dalam udara lembab akan mengubah besi menjadi besi sulfida yang rapuh.
- b) Dalam udara lembab gas belerang oksida dalam gas hasil pembakaran akan merusak cerobong baja dan saluran pembuangan gas hasil pembakaran.

3) Menurunkan *Susceptibility* Bensin

Susceptibility bensin terhadap TEL (Tetra Ethyl Lead) yaitu pengaruh terhadap kemampuan TEL dalam menaikkan angka oktan yang diukur dalam milimeter TEL untuk setiap US Gallon bensin. Jika bensin mempunyai kandungan belerang yang cukup tinggi maka akan memerlukan lebih banyak TEL untuk menaikkan angka oktannya, berarti memerlukan biaya yang lebih tinggi daripada bensin yang kandungan belerangnya rendah.

b. Oksigen

Oksigen dapat terbentuk karena kontak yang cukup lama antara minyak bumi dengan atmosfer di udara. Kandungan total oksigen dalam minyak bumi adalah antara 0,05 sampai 1,5 persen dan menaik dengan naiknya titik didih fraksi.

Kandungan oksigen bisa menaik apabila produk itu terlalu lama berhubungan dengan udara. Senyawa yang terbentuk dapat berupa: alkohol, keton, eter, dll, sehingga dapat menimbulkan sifat asam pada minyak bumi. Oksigen dapat meningkatkan titik didih bahan bakar.

c. Nitrogen

Umumnya kandungan nitrogen dalam minyak bumi sangat rendah, yaitu 0,1-2%. Kandungan tertinggi terdapat pada tipe asphaltik. Nitrogen mempunyai sifat racun terhadap katalis dan dapat

membentuk *gum* (getah) pada *fuel oil*. Kandungan nitrogen terbanyak terdapat pada fraksi titik didih tinggi.

Kerugian lain diakibatkan oleh adanya senyawa nitrogen dalam minyak bumi, yaitu :

- 1) Menurunkan aktifitas katalis yang digunakan dalam proses perengkahan, reforming, oligomerisasi dan isomerisasi.
- 2) Jika dalam kerosine terdapat senyawa nitrogen maka warnanya yang jernih akan berubah Kemerahan dengan bantuan sinar matahari.
- 3) Senyawa nitrogen dalam bensin akan mempercepat pembentukan damar dalam karburator.
- 4) Menyebabkan terjadinya endapan dalam minyak bakar selama penyimpanannya.

d. Unsur-unsur Logam

Logam-logam seperti besi, tembaga, terutama nikel dan vanadium pada proses catalytic cracking mempengaruhi aktifitas katalis, sebab dapat menurunkan produk gasoline, menghasilkan banyak gas, dan pembentukan coke. Pada power generator temperatur tinggi, misalnya oil-fired gas turbine, adanya konstituen logam terutama vanadium dapat membentuk kerak pada rotor turbine. Abu yang dihasilkan dari pembakaran fuel yang mengandung natrium dan terutama vanadium dapat bereaksi dengan refractory furnace (bata tahan api), menyebabkan turunnya titik lebur campuran sehingga merusakkan refractory tersebut.

2. Sifat Fisik Minyak Bumi

Sifat fisik minyak bumi merupakan hal yang perlu diperhatikan sebelum proses pengilangan minyak bumi dilakukan, dimana dengan mengetahui sifat fisik minyak bumi maka proses pengilangan dan kualitas produk minyak juga dapat ditentukan. berikut ini merupakan sifat fisik minyak bumi yaitu:

1. Berat Jenis

Berat jenis atau Specific Gravity (SG) atau °API Gravity sering menunjukkan secara kasar kualitas minyak bumi tersebut. Makin kecil SG minyak bumi tersebut, makin besar °API nya, makin bagus kualitasnya, makin tinggi harganya atau makin ringan minyak tersebut. Minyak bumi yang mengandung fraksi ringan harganya makin mahal karena semakin mudah mengolahnya menghasilkan fraksi gasoline yang mahal harganya. Sebaliknya makin tinggi SG minyak tersebut akan makin rendah °API nya makin berat minyak tersebut, makin rendah kualitasnya, karena makin banyak mengandung fraksi wax atau aspal yang murah harganya atau perlu biaya ekstra lagi untuk diolah menjadi gasoline dengan proses dan teknologi tinggi yang mahal seperti proses perengkahan (cracking).

Berat jenis SG atau °API Gravity minyak, harganya dipengaruhi oleh besarnya suhu, lebih tinggi suhu akan makin lebih rendah Specific Gravitynya dan sebaliknya akan makin tinggi °API Gravitynya.

Rumus SG :

$$SG = \frac{141,5}{131,5 + API} \dots\dots\dots 1$$

Rumus °API :

$$°API = \frac{141,5}{°SG_{60}^{60}F} - 131,5 \dots\dots\dots 2$$

2. Titik Tuang

Titik Tuang (Pour Point) adalah suhu terendah dimana minyak masih bisa dituangkan atau suhu terendah dimana minyak bumi masih bisa mengalir oleh beratnya sendiri. Sifat ini penting untuk transportasi minyak bumi karena berkaitan dengan sifat bisa tidaknya untuk dipompa/dialirkan (pumpability).

Dengan mengetahui titik tuang dapat diketahui pada suhu berapa minyak bumi tersebut masih dapat dipompa, kalau tidak, bisa dihitung berapa jumlah uap air (steam) yang dibutuhkan sebagai pemanas untuk menjaga agar minyak tersebut dapat dipompa.

3. **Viskositas**

Viskositas adalah daya hambatan yang dilakukan oleh cairan untuk mengalir pada suhu tertentu. Yaitu berupa bilangan yang menunjukkan mudah tidaknya suatu fluida mengalir pada suhu tertentu.

Viskositas merupakan sifat yang penting sekali dalam perhitungan aliran untuk transportasi minyak, karena viskositas merupakan ukuran sifat kemudahan atau kecepatan mengalirnya suatu bahan pada suhu tertentu. Minyak encer (non viscous oil) mempunyai viskositas rendah adalah minyak yang mudah mengalir, begitu pula sebaliknya untuk minyak yang pekat (viscous oil) yang viskositasnya tinggi akan lebih sukar mengalir atau daya hambatan mengalirnya tinggi.

Besar kecilnya harga viskositas suatu minyak dipengaruhi oleh besarnya suhu, makin tinggi suhu biasanya minyak akan semakin encer, begitu pula sebaliknya.

Cara menentukan viskositas suatu zat menggunakan alat yang dinamakan viskometer. Ada beberapa viskometer yang sering digunakan untuk menentukan viskositas suatu larutan, yaitu :

a. Viskometer ostwald

- 1) Viskometer ostwald yaitu dengan cara mengukur waktu yang dibutuhkan bagi cairan dalam melewati 2 tanda ketika mengalir karena gravitasi melalui viskometer ostwald.
- 2) Untuk mengkalibrasi viskometer ostwald adalah dengan air yang sudah diketahui tingkat viskositasnya.

b. Viskometer Hoppler

Berdasarkan hukum Stokes pada kecepatan bola maksimum, terjadi keseimbangan sehingga gaya gesek=gaya berat – gaya archimides. Prinsip kerjanya adalah menggelindingkan bola (yang terbuat dari kaca) melalui tabung gelas yang berisi zat cair yang diselidiki. Kecepatan jatuhnya bola merupakan fungsi dari harga resiprok sampel.

c. Viskometer Cup dan Bob

Dalam viskometer ini sampel dimasukkan dalam ruang antara dinding luar bob/rotor dan dinding dalam mangkuk (cup) yang pas dengan rotor tersebut. Berbagai alat yang tersedia berbeda dalam hal bagian yang berputar, ada alat dimana yang berputar adalah rotornya, ada juga bagian mangkuknya yang berputar.

d. Viskometer Cone and Plate (Brookefield)

Viskometer Cone/Plate adalah alat ukur kekentalan yang memberikan peneliti suatu instrumen yang canggih untuk menentukan secara rutin viskositas absolut cairan dalam volume sampel kecil.

4. Titik Nyala (Flash Point)

Titik nyala adalah suatu titik dimana pada temperatur terendah minyak bumi cukup uap untuk menyambar suatu percikan api sehingga terjadi pembakaran sesaat. Makin tinggi gravity API nya titik didihnya makin rendah, maka jelaslah flash point juga makin rendah dan mudah dapat terbakar karena percikan api. Flash point mempunyai arti sangat penting, makin rendah tentu makin mudah terbakar, sebaliknya makin tinggi flash point mengurangi kemungkinan terbakarnya minyak bumi.

5. Warna

Minyak bumi juga memperlihatkan berbagai macam warna yang sangat berbeda. Minyak bumi tidak selalu berwarna hitam, adakalanya malah tidak berwarna sama sekali. Pada umumnya warna itu berhubungan

dengan berat jenisnya. Kalau berat jenisnya tinggi, warna jadi hijau kehitam-hitaman, sedangkan kalau berat jenis rendah warna coklat kehitam-hitaman. Warna ini disebabkan karena berbagai pengotoran, misalnya oksidasi senyawa hidrokarbon, karena senyawa hidrokarbon sendiri tidak memperlihatkan warna tertentu.

6. Fluoresensi

Minyak bumi mempunyai suatu sifat Fluoresensi, yaitu jika terkena sinar ultra violet akan memperlihatkan warna yang lain dari warna biasa. Warna fluoresensi minyak bumi ialah kuning sampai kuning keemas-emasan dan kelihatan sangat hidup. Sifat fluoresensi minyak bumi ini sangat penting karena sedikit saja minyak bumi terdapat pada kepingan batuan atau lumpur pemboran memperlihatkan fluoresensi secara kuat, sehingga mudah dideteksi dengan mempergunakan lampu ultra violet.

Pada waktu pemboran seringkali lapisan minyak dibor kemudian tertutup lumpur, sehingga minyak yang terdapat dalam lapisan tersebut tidak dapat menyembur keluar dengan sendirinya. Minyaknya sendiri karena berwarna hitam dan juga bercampur dengan minyak pelumas pemboran, sering kali sukar dibedakan dalam lumpur pemboran. Minyak pelumas lumpur pemboran biasanya tidak menunjukkan fluoresensi sedangkan minyak mentah menunjukkan fluoresensi, maka dalam meneliti serbuk pemboran dipergunakan sinar ultra violet. Jika suatu lapisan minyak ditembus, warna fluoresensi pada lumpur akan kelihatan sebagai tanda-tanda adanya minyak

7. Indeks Refraksi

Minyak bumi memperlihatkan berbagai macam indeks refraksi dari 1,3 sampai 1,4. Perbedaan indeks refraksi tergantung dari derajat API nya atau berat jenisnya. Makin tinggi berat jenisnya atau makin rendah derajat API nya akan tinggi pula indeks refraksinya, sedangkan makin ringan makin rendah indeks refraksinya. Hal ini terutama diperlihatkan oleh parafin, misalnya dekan mempunyai indeks refraksi 1,41 sedangkan pentan 1,35 jadi makin kecil atau makin sedikit jumlah atomnya makin

rendah indeks refraksinya, makin tinggi nomor atomnya, makin kompleks susunan kimianya makin tinggi indeks refraksinya.

8. Bau

Minyak bumi ada yang berbau sedap dan ada pula yang tidak, yang biasanya disebabkan karena pengaruh molekul aromatik. Minyak bumi biasanya berbau sedap, yang terutama disebabkan karena mengandung senyawa nitrogen ataupun belerang. Adanya H₂S juga memberikan bau yang tidak sedap, golongan parafin dan naphthen biasanya memberikan bau yang sedap.

9. Nilai Kalori

Nilai kalori minyak bumi adalah jumlah panas yang ditimbulkan oleh satu gram minyak bumi, yaitu dengan meningkatkan temperatur satu gram air dari 3,5 derajat Celcius sampai 4,5 derajat Celcius. Satuan nilai kalori adalah kalori. Hubungan antara berat jenis dengan nilai kalori yaitu: berat jenis minyak bumi antara 0,75 atau gravity API 70,6 sampai 57,2 memberikan nilai kalori antara 11.700 sampai 11.750 kalori per gram dan berat jenis antara 0,9 sampai 0,95 memberikan nilai kalori 10.000 sampai 10.500 kalori per gram. Pada umumnya minyak bumi mempunyai nilai kalori 10.000 sampai 10.800 dan hal ini boleh kita bandingkan dengan kalori batubara yang berada diantara 5.650 sampai 8.200 kalori per gram.

10. Kadar Sulfur

Kadar sulfur minyak bumi biasanya dinyatakan dengan % berat. Berdasarkan kadar sulfur, minyak bumi dibagi 3 macam, yaitu:

Tabel 11. Kadar Sulfur Minyak Bumi

No	Minyak Bumi	Kadar Sulfur
1	Kadar Sulfur Tinggi	> 2,0
2	Kadar Sulfur Sedang	0,1 – 2,0
3	Kadar Sulfur Rendah	< 0,1

Minyak bumi dengan kadar sulfur tinggi disebut Sour Crude, sedangkan minyak bumi dengan kadar sulfur rendah disebut Sweet Crude.

11. Kadar Garam

Kadar garam minyak mentah dinyatakan dengan banyaknya kadar garam NaCl yang terkandung didalam minyak bumi. Garam ini bisa menimbulkan persoalan korosi berat pada proses dikilang. Bila kandungan garam suatu minyak melebihi dari 10 lb NaCl/1000 bbl maka diperlukan proses penghilangan garam (Desalting Process) sebelum minyak tersebut diproses lebih lanjut dikilang. Proses penghilangan garam biasanya dilaksanakan pada peralatan Desalter yang prinsip kerjanya berdasarkan atas Elektrolisis dengan memanfaatkan tenaga listrik.

3. Klasifikasi Minyak Bumi

Sekitar 85% dari semua minyak mentah (crude oil) didunia diklasifikasikan menjadi tiga golongan:

1) Asphaltic

Mengandung sedikit lilin paraffin dengan aspal sebagai residu utama, minyak yang banyak mengandung bahan dasar aspal ini sangat dominan mengandung unsur *aromatic*. Kandungan sulfur, oksigen, dan nitrogen relatif lebih tinggi dibanding dengan minyak jenis lainnya. Minyak mentah dengan dasar aspal sangat cocok untuk memproduksi gasoline yang berkualitas tinggi, minyak pelumas mesin dan aspal.

2) Paraffinic

Sangat sedikit mengandung aspal, sehingga sangat baik untuk memproduksi lilin paraffin, minyak pelumas motor, dan kerosin yang berkualitas tinggi.

3) Minyak bahan dasar campuran

Mengandung sejumlah lilin dan aspal secara bersamaan, dapat dibagi sebagai berikut:

Berdasarkan sifat penguapannya dibagi atas:

- a. Minyak ringan (*light oil*), Mengandung komponen ringan > 50 % berat.
- b. Minyak sedang (*medium oil*), Mengandung komponen ringan 20 - 50 % berat.
- c. Minyak berat (*heavy oil*), Mengandung komponen ringan < 20 % berat.

Berdasarkan kadar sulfur dibagi atas:

- a. Minyak bumi kadar sulfur tinggi (*high sulfur oil*), mengandung sulfur > 2 % berat.
- b. Minyak bumi kadar sulfur sedang (*medium sulfur oil*), mengandung sulfur 0,1 – 2 % berat.
- c. Minyak bumi kadar sulfur rendah (*low sulfur oil*), mengandung kadar sulfur < 0,1 % berat

Berdasarkan berat jenis dibagi atas:

- a. Minyak ringan : berat jenis < 0,835
- b. Minyak sedang : berat jenis 0,835 s/d 0,865
- c. Minyak berat : berat jenis > 0,865

4. Sifat Fisik Gas bumi

Gas bumi atau gas alam atau “natural gas” merupakan senyawa hidrokarbon, karena senyawa ini sebagian besar disusun oleh unsur carbon (C) dan hidrogen (H) dan sebagian kecil lain berupa senyawa non hidrokarbon sebagai impurities seperti sulfur (S), oksigen (O), nitrogen (N) dan beberapa logam.

Gas dapat dimanfaatkan dalam tempat tertutup, tetapi jika dimasukkan kedalam tempat yang lebih besar dari volume semula, gas dapat mengisi tempat itu secara merata.

Gas Bumi mempunyai sifat-sifat khusus antara lain :

- a. Peka terhadap perubahan temperatur
- b. Peka terhadap perubahan tekanan

Gas mempunyai sifat-sifat fisis yang khas yaitu :

- a. Gas mempunyai volume dan bentuk menyerupai wadahnya
- b. Gas merupakan wujud materi yang paling mudah dimampatkan
- c. Gas-gas akan segera bercampur secara merata dan sempurna jika ditempatkan dalam wadah yang sama.
- d. Gas memiliki kerapatan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan cairan dan padatan.

Volume molar gas menyatakan volume 1 mol gas pada suhu dan tekanan tertentu. Jika pengukuran dilakukan pada suhu 0°C dan tekanan 1 atm, volume molar gas disebut sebagai volume molar standar. Hal itu disebabkan keadaan suhu 0°C dan tekanan 1 atm merupakan keadaan standar gas dan disingkat stp (standard temperature and pressure). Nilai tekanan atmosfer sesungguhnya tergantung pada letak, suhu, dan kondisi cuaca. Tekanan atmosfer diukur menggunakan Barometer.

Barometer sederhana terdiri dari tabung kaca panjang, yang salah satu ujungnya tertutup dan pipa diisi dengan merkuri, sehingga tidak ada udara yang memasuki tabung, maka sebagian merkuri dari tabung akan mengalir keluar memasuki cawan, menimbulkan ruang hampa di bagian atas tabung yang tertutup. Sekitar 85% dari semua minyak mentah (crude oil) di dunia diklasifikasikan menjadi tiga golongan: minyak dasar aspal (asphaltic base), minyak dasar paraffin (paraffinic base) dan minyak dasar campuran.

Gas bumi atau gas alam atau "natural gas" merupakan senyawa hidrokarbon, karena senyawa ini sebagian besar disusun oleh unsur carbon (C) dan hidrogen (H) dan sebagian kecil lain berupa senyawa non hidrokarbon sebagai impurities seperti sulfur (S), oksigen (O), nitrogen (N) dan beberapa logam.

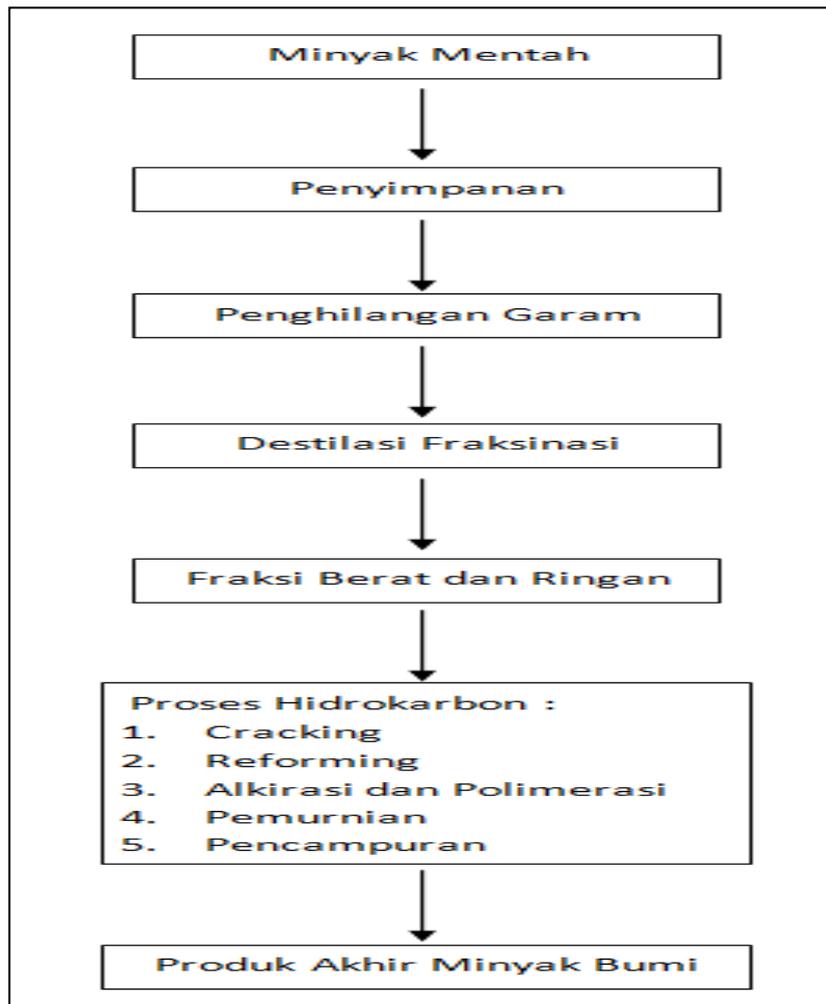
Gas dapat dimanfaatkan dalam tempat tertutup, tetapi jika dimasukkan kedalam tempat yang lebih besar dari volume semula, gas dapat mengisi tempat itu secara merata. Dimana gas mempunyai sifat-sifat khusus antara lain; peka terhadap perubahan temperatur dan peka terhadap perubahan tekanan.

5. Pengenalan Proses Pengolahan Minyak Bumi

Minyak mentah (*cude oil*) berbentuk cairan kental hitam dan berbau kurang sedap. Minyak mentah yang baru dipompakan ke luar dari tanah dan belum diproses umumnya tidak begitu bermanfaat. Agar dapat dimanfaatkan secara optimal, minyak mentah tersebut harus diproses terlebih dahulu di dalam kilang minyak.

Kilang minyak (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. Di dalam kilang minyak tersebut, minyak mentah akan mengalami sejumlah proses yang akan memurnikan dan mengubah struktur dan komposisinya sehingga diperoleh produk yang bermanfaat.

Minyak mentah mengandung sekitar 500 jenis hidrokarbon dengan jumlah atom C-1 sampai 50. Titik didih hidrokarbon meningkat seiring bertambahnya jumlah atom C yang berada di dalam molekulnya. Oleh karena itu, pengolahan minyak bumi dilakukan melalui destilasi bertingkat, dimana minyak mentah dipisahkan ke dalam kelompok-kelompok (fraksi) dengan titik didih yang mirip. Secara umum proses pengolahan minyak bumi digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Proses Pengolahan Minyak Bumi (Kimia.upi.edu.com)

6. Proses Penyiapan Crude Oil

Proses penyiapan crude oil adalah proses pemisahan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan (Impurities) dan senyawa-senyawa yang lainnya. Crude Oil (minyak mentah) sebelum diolah terlebih dahulu disiapkan agar tidak terjadi permasalahan didalam proses pengolahannya. Didalam penyiapan umpun tersebut, minyak mentah (CO) dipisahkan dari senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki yang mana senyawa-senyawa tersebut akan mengganggu jalannya operasi pengolahan.

1. Pemisahan Air

Air didalam minyak bumi harus dikurangi serendah mungkin karena bila kena suhu tinggi pada waktu minyak dipanaskan air akan menguap sehingga akan menimbulkan tekanan yang tinggi pada peralatan di unit proses. Selain itu air dapat membentuk emulsi (campuran minyak dan air) yang sulit untuk dipisahkan.

Adapun pengambilan air dari minyak bumi dapat dilakukan dengan cara setling (didiamkan), tapi ini jarang dilakukan karena memakan waktu yang cukup lama untuk memisahkan, pemisahan cara ini berdasarkan perbedaan SG antara air dan minyak, bila perbedaan SG nya sangat kecil maka pemisahannya memerlukan waktu makin lama. Cara lain untuk pemisahan air dari minyak dapat dilakukan dengan cara memberikan bahan kimia atau deimigator.

Deimigator ini berfungsi mengikat emulsi air yang ada dalam minyak supaya partikel-partikel air yang kecil menjadi partikel besar yang sehingga air dapat segera turun kebawah/dibawah minyak karena beda SG (SG air lebih besar dari minyak mentah) sehingga air akan mudah dipisahkan.

2. Pemisahan Gas

Gas C1 dan C2 selalu terikut di minyak bumi dari sumur perlu dipisahkan dari minyak mentah, karena gas-gas ini akan memberikan tekanan yang cukup tinggi di proses pengolahan, selain itu gas ini juga sangat sulit untuk dikendalikan karena perlu penampung (tangki) yang harus benar-benar rapat, bila dibiarkan terlarut dalam crude oil nantinya akan mudah lepas dalam penyimpanannya sehingga banyak terjadi loses, maka gas ini harus dipisahkan dari crude oil dan dioleh tersendiri. Untuk memisahkan gas dari minyak mentah dapat dilakukan dengan menggunakan separator atau dengan kolom stabilizer.

3. Pemisahan Garam (Desalter)

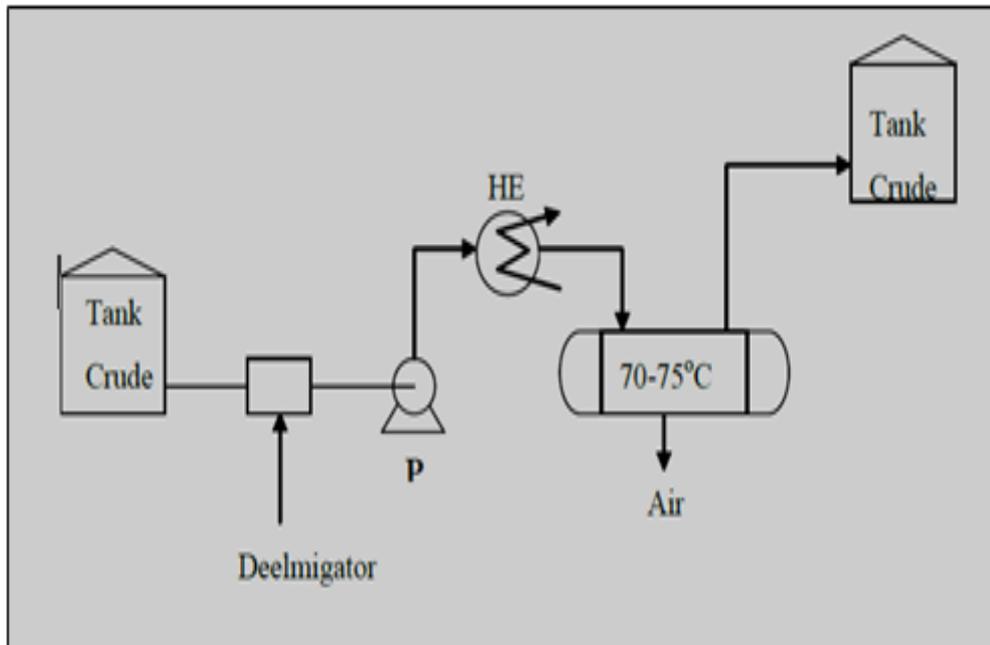
Desalter adalah suatu proses pemisahan garam NaCl yang terikut dalam minyak mentah atau crude oil. Crude oil biasanya mengandung garam antara 0 sampai dengan 1000 PTB (pound per thousand barel / lb/1000 barel). Garam NaCl bila dibiarkan dalam crude oil nantinya akan merusak peralatan proses pengolahan karena garam-garam ini bila kena panas akan membentuk asam kuat yang akan membuat peralatan logam menjadi korosif. Keadaan normal operasi antara 10 sampai dengan 200 PTB, apabila kandungan garamnya melebihi batas tersebut perlu dikurangi dengan dilakukan proses di desalter. Garam-garam ini bisa dari crude oil sendiri ataupun berasal dari luar yakni dari air ballast (air pencuci/bekas).

Proses penghilangan garam ini menggunakan listrik dengan tegangan tinggi 15 sampai dengan 25 Kv. Adanya medan listrik ini timbullah kutub-kutub yang akan mengakibatkan gerakan partikel-partikel air dan minyak berhamburan sehingga saling terjadi tabrakan dimana air yang bermuatan positif akan tarik menarik dengan air yang bermuatan negatif sehingga menjadi molekul air yang besar dan akibatnya air yang mempunyai berat jenis yang lebih besar akan jatuh/turun kebawah.

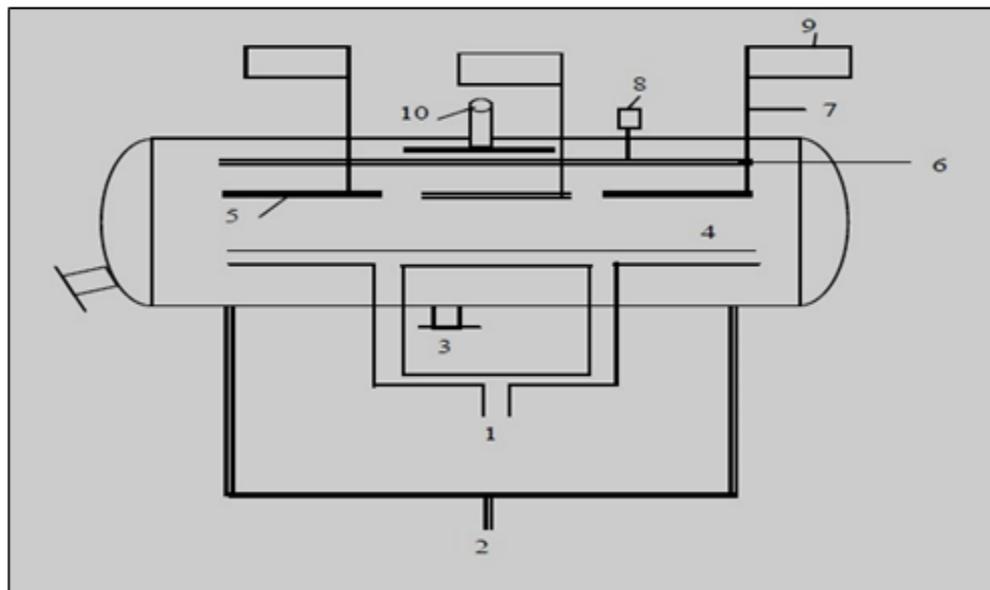
Crude oil masuk kedalam desalter diinjeksi dengan air tawar kemudian diaduk, ini dimaksudkan untuk melarutkan garam-garam yang terdapat didalam minyak. Garam-garam yang telah larut didalam air kemudian akan mengendap/ turun kebawah bersama air kemudian air dikeluarkan dari desalter untuk dibuang sebagai air garam. Karena adanya pengadukan ini akan mengakibatkan timbulnya percampuran air dan minyak (emulsi) sehingga air sulit untuk mengendap.

Dengan adanya pencampuran minyak dan air yang disebut emulsi ini sulit untuk dipisahkan sehingga perlu diproses dengan De Emulsifier yaitu suatu proses untuk menghilangkan emulsi-emulsi yang timbul. Proses deemulsifier ini bisa dilakukan juga dengan medan listrik bertegangan tinggi. Adanya medan listrik tegangan tinggi maka akan menimbulkan gerakan-gerakan hamburan dari partikel-partikel air dan ini akan saling

bertumbukkan sehingga air dapat menggumpal menjadi lebih besar kemudian akan turun kebawah.



Gambar 3. Skema Pemisahan Minyak dari Air (Kemendikbud, 2013)



Gambar 4. Skema Desalter (Kemendikbud, 2013)

D. Aktifitas Pembelajaran

Dalam mencapai tujuan kompetensi guru, untuk kompetensi profesional kegiatan pembelajaran 1 ini proses pembelajaran dilakukan dengan:

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran 1, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Anda untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja yang harus dipersiapkan oleh Anda sebelum mempelajari materi pembelajaran Komposisi Minyak Bumi dan Gas Bumi? Sebutkan dan jelaskan!

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

2. Bagaimana Anda Mengelompokkan Senyawa karbon dan non karbon untuk Minyak dan Gas Bumi?Jelaskan!

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

3. Sebutkan topik apa saja yang akan Anda pelajari dalam kegiatan pembelajaran 1 bidang profesional grade 5 ini? Jelaskan!

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

4. Jelaskan perbedaan komposisi minyak dan gas bumi, serta sifat-sifat dari minyak dan gas bumi tersebut!

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

5. Apa kompetensi yang akan dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi kegiatan pembelajaran 1 ini? Jelaskan!

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

E. Latihan/Kasus/Tugas

Setelah Anda memahami materi di atas, jawablah pertanyaan berikut ini :

1. Sebutkan komposisi senyawa hidrokarbon dan non hidrokarbon dari minyak dan gas bumi?
2. Apakah yang dimaksud dengan sifat Fluoresensi pada minyak bumi?
3. Sebutkan empat faktor penting yang berperan pada perilaku fasa hidrokarbon !
4. Jelaskan secara singkat cara kerja Viskometer ostwald !
5. Jelaskan proses pemisahan minyak bumi dengan air dan gas !

F. Rangkuman

Dari uraian materi di atas dapat diambil pemahaman bahwa minyak bumi dan gas alam adalah campuran senyawa kompleks hidrokarbon dan senyawa organik lain. Komponen hidrokarbon adalah komponen yang paling banyak terkandung di dalam minyak bumi dan gas alam misalnya; Parafin, Alkena,

Naftena dan Aromatic. Sedangkan senyawa lainnya yang terdapat pada minyak bumi yaitu Carbon, Hydrogen, Nitrogen, Oksigen dan sulfur.

Senyawa-senyawa hidrokarbon juga mengalami perubahan fasa sebagai respon terhadap perubahan kondisi temperatur dan tekanan yang dialaminya. Empat faktor fisik penting yang berperan pada perilaku fasa yaitu tekanan, Gaya tarik antar molekul (*molecular attraction*), Energi Kinetik, Gaya tolak antar molekul (*molecular repulsion*).

Sekitar 85% dari minyak mentah (*crude oil*) didunia diklasifikasikan menjadi tiga golongan: minyak dasar aspal (*asphaltic base*), minyak dasar paraffin (*paraffinic base*) dan minyak dasar campuran.

Gas bumi atau gas alam atau "natural gas" merupakan senyawa hidrokarbon yang disusun oleh unsur carbon (C) dan hidrogen (H) dan sebagian kecil lainnya berupa senyawa non hidrokarbon sebagai impurities seperti sulfur (S), oksigen (O), nitrogen (N) dan beberapa logam. Gas dapat dimanfaatkan dalam tempat tertutup, tetapi jika dimasukkan kedalam tempat yang lebih besar dari volume semula, gas dapat mengisi tempat itu secara merata. Dimana gas mempunyai sifat-sifat khusus antara lain; peka terhadap perubahan temperatur dan peka terhadap perubahan tekanan.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

1. Sebutkan materi apa saja yang telah Anda peroleh pada materi kegiatan pembelajaran 1 ini?
2. Apa saja yang telah Anda lakukan yang ada hubungannya dengan materi kegiatan ini tetapi belum ditulis pada materi kegiatan ini?
3. Apa kelebihan dan kekurangan dari materi kompetensi profesional kegiatan pembelajaran 1 ini?
4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi kegiatan 1 ini?Jelaskan!
5. Berapa persen kira-kira materi kegiatan ini dapat Anda kuasai?

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: KARAKTERISTIK PRODUK DAN BAHAN BAKU YANG DISIMPAN

A. Tujuan

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Dengan membahas modul ini secara tuntas diharapkan para guru dan tenaga pendidik dapat menguasai cara mendeteksi karakteristik produk dan bahan baku yang disimpan

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Dalam mendeteksi karakteristik produk dan bahan baku yang disimpan indikator pencapaian kompetensi adalah guru dan tenaga pendidik mampu untuk memahami hal-hal sebagai berikut :

1. Mengontrol karakteristik produk dan bahan baku yang mudah menguap, RVP, dan destilasi.
2. Menspesifikasikan karakteristik produk dan bahan baku yang disimpan.

C. Uraian Materi

Proses Destilasi Minyak Bumi

Proses Destilasi atau fraksinasi adalah proses pemisahan fraksi-fraksi dalam minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didih. Proses destilasi biasanya dilakukan pada sebuah tanur tinggi yang kedap udara. Minyak bumi mentah dialirkan ke dalamnya untuk dipanaskan dalam tekanan 1 atmosfer pada suhu 370° C.

Minyak mentah yang menguap pada proses destilasi ini naik ke bagian atas kolom dan selanjutnya terkondensasi pada suhu yang berbeda-beda. Komponen yang titik didihnya lebih tinggi akan tetap berupa cairan dan turun ke bawah, sedangkan yang titik didihnya lebih rendah akan menguap dan naik ke bagian atas melalui sungkup-sungkup yang disebut sungkup gelembung. Makin ke atas, suhu yang terdapat dalam kolom fraksinasi tersebut makin rendah, sehingga setiap kali komponen dengan titik didih lebih

tinggi akan terpisah, sedangkan komponen yang titik didihnya lebih rendah naik ke bagian yang lebih atas lagi. Demikian selanjutnya sehingga komponen yang mencapai puncak adalah komponen yang pada suhu kamar berupa gas. Komponen yang berupa gas ini disebut gas petroleum, kemudian dicairkan dan disebut LPG (Liquified Petroleum Gas).

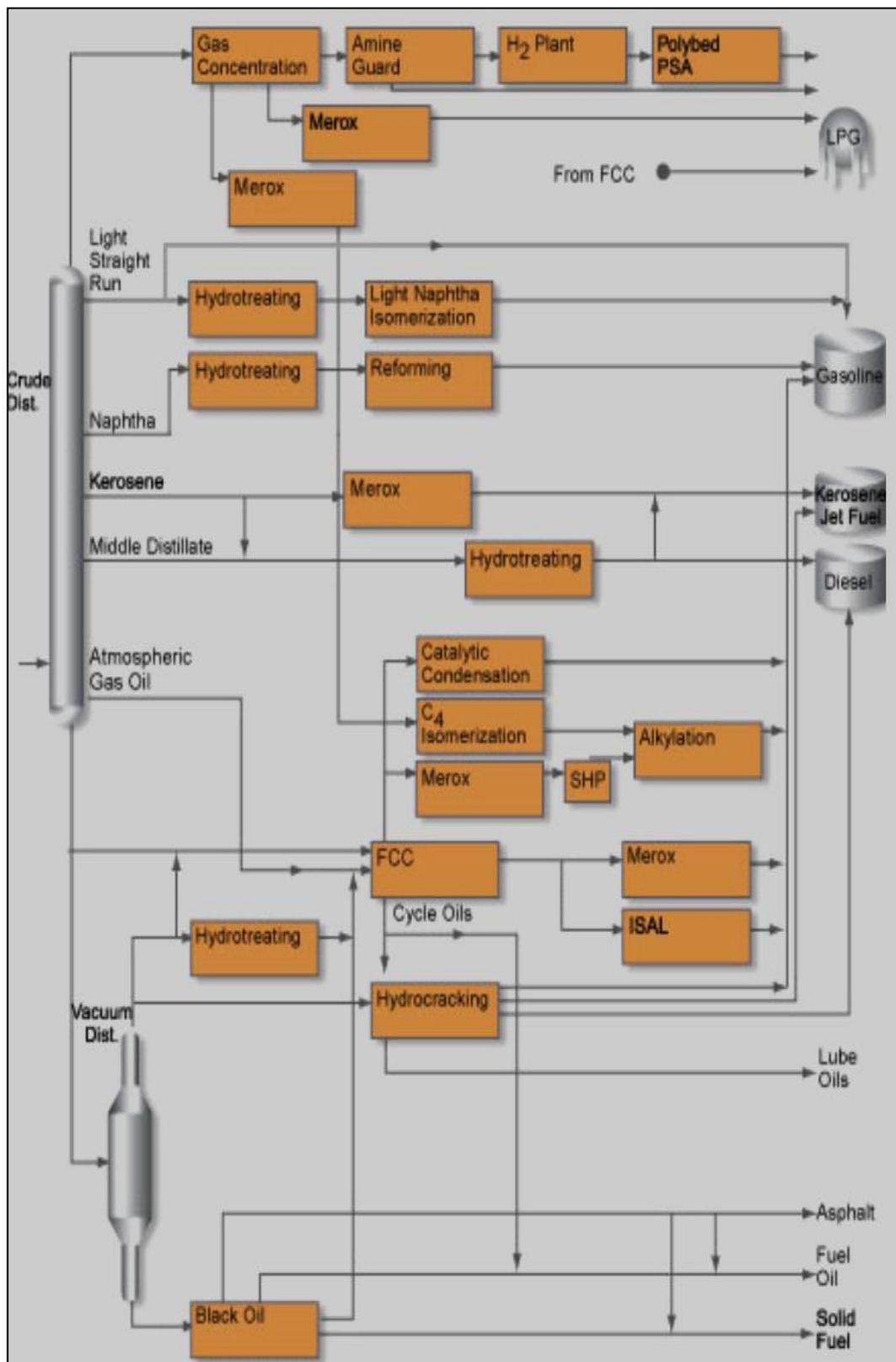
Proses Destilasi menurut tekanan kerjanya dibedakan menjadi 3, yaitu Proses Destilasi Atmosferik, Proses Destilasi Vakum dan Proses Destilasi Bertekanan (Destilasi Light End).

1. Proses Destilasi Atmosferik

Proses destilasi atmosferic adalah suatu proses pengolahan minyak mentah (*crude oil*) menjadi produk-produk yang setengah jadi maupun produk jadi. Proses ini adalah suatu proses awal (*primary proses*) dimana minyak bumi dalam hal ini crude oil dipisahkan berdasarkan perbedaan titik didih dari suatu komponen didalam suatu campuran. Destilasi Atmosferic adalah proses pemisahan minyak bumi secara fisis dengan menggunakan perbedaan titik didih. Karena crude oil adalah campuran dari komponen-komponen yang sangat kompleks dan pemisahan berdasarkan fraksi- fraksinya sehingga destilasi ini pemisahan dengan berdasarkan trayek titik didihnya (jarak didih). Tekanan kerja dari destilasi atmosferic pada tekanan atmosfer yaitu tekanan operasi antara 1 atmosfer sampai dengan 1,5 atmosfer.

Dalam proses destilasi atmosferic didapatkan hasil produk sebagai berikut :

- 1) Gas
- 2) Light Naphta
- 3) Heavy Naphta
- 4) Kerosine
- 5) Solar
- 6) Long Residu



Gambar 5. Skema Proses Destilasi (<http://persembahanku.wordpress.com>)

4) Proses Alir Destilasi

Crude oil setelah di proses di Desalter untuk dihilangkan kandungan garamnya atau dari tangki kemudian dipompa untuk menuju dapur/furnace. Sebelum masuk furnace dipanaskan pendahuluan di Heat Exchanger (HE) + 270oF supaya tidak terjadi pemanasan mendadak di furnace. Dari HE kemudian crude oil masuk furnace untuk dipanaskan sampai temperatur yang diinginkan + 350oC, kemudian masuk ke menara fraksinasi. Di furnace fraksi-fraksi gas, bensin, kerosine dan solar akan menguap tetapi fraksi-fraksi ini belum mengalami pemisahan. Kemudian crude oil masuk ke kolom fraksinasi ke dalam flash zone (daerah penguapan), di sini terjadilah pemisahan antara fraksi uap dan fraksi cair.

Uap yang terdiri dari gas, bensin, kerosin dan solar di flash zone akan naik ke menara fraksinasi sedangkan fraksi cair yang berupa residu akan turun ke bottom kolom yang biasa disebut product bottom.

Residu dari bottom kolom kemudian dipompa masuk ke HE untuk didinginkan kemudian masuk cooler untuk mendapatkan pendinginan lebih lanjut kemudian dimasukkan kedalam tangki timbun.

Fraksi uap dari flash zone yang naik menuju ke puncak menara akan melewati tray- tray sehingga akan terjadi kontak antara uap yang naik dengan cairan yang ada pada tray. Karena terjadi kontak dengan cairan tersebut, maka uap yang mempunyai titik didih yang sama dengan titik didih liquid di tray akan mengembun. Dari hasil pengembunan di tray dikeluarkan melewati draw off yang kemudian sebagai hasil samping (side stream). Hasil-hasil dari side stream yang paling bawah adalah fraksi berat (solar), kemudian di atasnya kerosine, bensin dan produk yang paling atas adalah bensin dan gas yang biasanya disebut top produk.

Produk samping (side stream) kemudian dimasukkan ke dalam stripper untuk dipisahkan fraksi ringannya yang masih terikut pada produk tersebut dengan dibantu steam stripping kemudian dari stripper

dimasukkan kedalam cooler untuk didinginkan baru kemudian dimasukkan kedalam tangki timbun.

Produk paling atas (top product) kemudian dimasukkan kedalam condensor untuk diembunkan kemudian ditampung di accumulator. Di accumulator akan terpisah antara gas yang tidak dapat mencair naik ke accumulator kemudian dapat diproses lebih lanjut di LPG Plant.

Sedangkan cairan yang tertampung di accumulator kemudian sebagian di tampung ke tangki timbun sebagian ada yang digunakan untuk reflux. Reflux ini dimaksudkan untuk mengatur suhu cairan tray di top kolom agar terjaga tetap sesuai dengan yang dikehendaki. Hasil pengolahan destilasi atmospheric ini adalah sebagai intermediate product (produk sementara) karena produk-produknya belum memenuhi spesifikasi pemakaiannya sehingga perlu untuk diolah lebih lanjut di secondary process.

5) Seksi-seksi atau bagian Destilasi Atmospheric

Bagian-bagian yang ada dalam proses pengolahan Destilasi Atmospheric terdiri dari beberapa seksi antara lain :

1) Heat Pick Up Suction (pemanfaatan panas)

Seksi ini memberikan sumber panas yang berasal dari produk-produk untuk memanaskan pendahuluan crude oil dengan harapan untuk tidak terjadi pemanasan mendadak dan juga penghematan energi panas. Panas ini berasal dari produk side stream maupun produk bottom, diharapkan panas mencapai se maksimum mungkin.

2) Furnace (Dapur)

Dapur merupakan ruang bakar dimana hasil pembakaran memberikan panas dan panas ini akan digunakan untuk pemanasan crude oil. Beberapa type dapur dapat digunakan misal : box, cabin, circular.

Sedangkan didalam dapur terdapat 2 seksi pemanasan yaitu :

- (1) Seksi Radiasi
- (2) Seksi Konveksi

Sedangkan fungsi dapur adalah untuk memanaskan crude oil tetapi disini belum terjadi penguapan.

3) Kolom Fraksinasi

Kolom fraksinasi ini berfungsi untuk pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi. Crude oil setelah melalui furnace dimasukkan dalam fraksinasi melalui seksi flash zone diharapkan temperatur di flash zone sama dengan temperatur waktu keluar dari dapur yaitu max 370 °C (tergantung jenis crudenya).

Didaerah flash zone akan terjadi pemisahan yakni cair turun kebawah sedangkan uapnya naik keatas. Didalam kolom dilengkapi dengan tray yang jumlahnya tergantung pada crude yang di olah dan ukuran tower. Adapun fungsi plate ini adalah bertujuan untuk pemisahan lebih tajam (sempurna).

4) Seksi Stabilizer

Apabila produk-produk masih dalam keadaan tidak stabil karena perubahan kondisi misal suhu maka produk ini harus distabilkan melalui alat yang disebut stabilizer.

Proses ini dilakukan dengan pemanasan sehingga terjadi penguapan fraksi ringan, pemisahan uap dan cairan dilakukan didalam kolom stabilizer yang juga sering dilengkapi dengan tray. Fraksi ringan yang berupa uap akan keluar melalui puncak stabilizer yang selanjutnya akan diembunkan melalui kondensor.

5) Seksi Splitter

Apabila produk-produk yang sudah stabil ingin kita pisahkan menjadi 2 (dua) yaitu fraksi ringan atau light dan fraksi berat atau heavy, maka hal ini harus dilakukan dalam alat disebut splitter.

6) Peralatan Utama

Didalam proses destilasi atmopheric peralatan-peralatan yang digunakan cukup banyak, sehingga perlu dikenal peralatan-peralatan utamanya antara lain.

1) Pompa

Pompa digunakan untuk memindahkan feed maupun produk dari tangki ke tangki maupun dari tangki ke peralatan proses lainnya atau sebaliknya. Pompa mempunyai bermacam-macam jenisnya misalkan pompa centrifugal, pompa piston dan lain-lainnya

2) Heat Exchanger

Heat Exchanger atau alat penukar panas yang berfungsi untuk berlangsungnya proses perpindahan panas antara fluida satu ke fluida lainnya atau dari fluida panas ke fluida yang lebih dingin yang saling mempunyai kepentingan. Atau sering juga dikatakan Heat Axchanger adalah perpindahan panas antara umpan dengan produk sebagai media pemanasnya.

3) Furnace (Dapur)

Furnace disini yang dimaksud adalah berfungsi sebagai tempat mentransfer panas yang diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar. Didalam dapur terdapat pipa-pipa yang dipanaskan dengan tersusun sedemikian rupa sehingga proses pemindahan panas dapat berlangsung sebaik mungkin. Minyak yang dialirkan melalui pipa-pipa tersebut akan menerima panas dari hasil pembakaran didalam dapur hingga suhunya mencapai 300oC - 370OC tergantung dari jenis crude oilnya, yang kemudian masuk kedalam kolom destilasi untuk dipisahkan komponen-komponennya.

4) Kolom Destilasi

Kolom destilasi adalah bejana berbentuk silinder yang terbuat dari bahan baja dimana didalamnya dilengkapi dengan alat kontak

(tray) yang berfungsi untuk memisahkan komponen-komponen campuran larutan. Didalam kolom tersebut dilengkapi dengan sambungan-sambungan untuk aliran umpan, hasil samping reflux, reboiler, produk puncak dan produk botom dan steam stripping.

5) Kolom Stripper

Kolom Stripper bentuk dan konstruksinya seperti kolom destilasi, hanya pada umumnya ukurannya lebih kecil. Peralatan ini berfungsi untuk menajamkan pemisahan komponen-komponen dengan cara mengusir atau melucuti fraksi- fraksi yang lebih ringan didalam produk yang dikehendaki. Prosesnya adalah penguapan biasa, yang secara umum untuk membantu penguapan fraksi ringan tersebut dengan dibantu injeksi steam ada juga yang ditambah dengan reboiler.

6) Condensor

Hasil puncak kolom yang berupa uap tidak dapat ditampung dalam bentuk demikian rupa, oleh karena perlu untuk diembunkan sehingga bentuknya berubah menjadi cairan/condensat. Untuk mengubah uap menjadi cairan/condensat tersebut dilewatkan condensor agar terjadi pengembunan dengan media pendinginnya biasanya adalah air. Panas yang diserap didalam condensor sebagaimana panas pengembunannya (untuk merubah fase uap menjadi fase cair) dalam hal ini setara dengan panas latennya. Secara teoritis penyerapan panas didalam condensor tanpa diikuti dengan perubahan suhu.

7) Cooler

Bentuk dan konstruksi cooler seperti halnya pada condensor, hanya fungsinya yang berbeda. Cooler berfungsi sebagai peralatan untuk mendinginkan produk yang masih panas yang mempunyai suhu tinggi yang tidak diijinkan untuk disimpan didalam tangki. Jika condensor berfungsi sebagai pengubah fase dari uap menjadi bentuk cair, maka cooler lain halnya, yaitu hanya sebagai

penurunan suhu hingga mendekati suhu sekitarnya atau suhu yang aman. Jika didalam condensor yang diserap adalah panas latent, sedangkan untuk cooler yang diserap adalah panas sensible, yaitu panas untuk perubahan suhu tanpa diikuti perubahan fase.

8) Separator

Sesuai dengan namanya, peralatan ini berfungsi untuk memisahkan dua zat yang saling tidak melarut, misalnya gas dengan cairan, minyak dengan air dan sebagainya. Prinsip pemisahannya adalah berdasarkan pada perbedaan densitas antara kedua fluida yang akan dipisahkan. Semakin besar perbedaan densitas antara dua zat tersebut akan semakin baik/mudah dalam pemisahannya.

9) Perpipaan

Perpipaan adalah suatu sistim jaringan pipa yang menghubungkan dari peralatan satu dengan peralatan lainnya. Pipa berfungsi sebagai alat penyAliran/ mengalirkan cairan atau gas. Pipa dibuat dari bermacam-macam jenis bahan misalkan dari baja, karet, PVC dan lain-lain tergantung dari keperluannya. Untuk proses pengolahan minyak pipa yang digunakan biasanya jenis baja dengan paduan carbon.

10) Instrumentasi

Instrumentasi adalah suatu alat kontrol yang digunakan didalam proses pengolahan minyak agar proses dapat terkendali dan aman sehingga apa yang diharapkan dalam proses pengolahan dapat tercapai

7) Variabel Proses

Variable proses merupakan faktor-faktor (variable-variable) yang mempengaruhi terjadinya proses itu. Pengaturan variable proses amatlah penting karena untuk mendapatkan kualitas maupun kuantitas produk yang dikehendaki. Perubahan variable proses akan

mengakibatkan penyimpangan yang menyeluruh terhadap kualitas maupun kuantitas produk. Oleh karena itu kontrol terhadap kualitas produk dilaboratorium sangat penting karena untuk mengetahui apakah ada penyimpangan- penyimpangan dari variable proses. Variable proses yang pokok yang perlu untuk dikendalikan secara cermat didalam proses destilasi atmosferik adalah : Suhu, Tekanan, Flow rate, Level.

8) Produk-produk hasil destilasi atmosferic

Produk-produk dari Pengolahan Destilasi Atmosferic dari minyak bumi (crude oil) dapat dilihat pada Tabel 12.

9) Bahan Kimia

Pada proses destilasi dilakukan injeksi bahan kimia untuk mencegah terjadi korosif pada peralatan proses, adapun bahan kimia yang digunakan antara lain soda api (Caustic soda), amoniak dan unicorn.

Tabel 12. Produk-produk dari Pengolahan Destilasi Atmosferic

Fraksi	Boiling Range °C	% Volume
Gas	-	0,02
LPG	-	2,50
Light Naphtha	45 - 80	7
Heavy Naphtha	90 - 150	16
Kerosine	160 - 240	21
Light Gasoil	250 - 270	11
Heavy Gasoil	280 - 350	12
Residu	> 350	Sisanya

10) Reflux

Sebagian panas dari kolom sering harus dihilangkan, dimana ada beberapa cara telah ditemukan semuanya menyangkut kondensasi atau pendinginan beberapa produk didalam top kolom hal ini biasanya dilakukan dengan reflux

11) Macam-macam Alat Kontak

Tray adalah suatu alat kontak antara uap dan cairan yang berupa plate yang dapat menampung suatu cairan setinggi beberapa inch. Supaya uap dapat mengalir maka tray harus mempunyai lubang-lubang berdasarkan arah aliran liquid dan vapor.

2. Proses Destilasi Vakum

Proses destilasi vakum adalah suatu proses lanjutan dari distilasi atmosferic dimana minyak bumi dipisahkan berdasarkan perbedaan titik didih dari masing-masing komponen dalam suatu campuran. Destilasi vakum ini dimaksudkan untuk memisahkan minyak yang terkandung dalam produk long residu dari destilasi atmosferic yang tidak dapat dipisahkan dalam kondisi atmosferic, karena minyak-minyak tersebut mempunyai titik didih diatas suhu crack nya sehingga dengan tekanan vakum minyak tersebut titik didihnya akan turun dan dapat dipisahkan pada suhu dibawah suhu crack dalam tekanan dibawah atmosferic (tekanan vakum).

Residu yang didapat dari destilasi atmosferik ini tidak dapat dipisahkan dengan destilasi atmosferik, apabila dipanaskan pada tekanan atmosferik akan terjadi cracking sehingga akan merusak mutu produk dan menimbulkan tar (coke) yang kemudian dapat memberikan kebuntuan pada tube dapur.

Dengan cara penyulingan dibawah tekanan atmosferik atau tekanan vakum fraksi-fraksi yang terkandung didalam long residu dapat dicovery. Prinsip ini didasarkan pada hukum fisika dimana zat cair akan mendidih dibawah titik didih normalnya apabila tekanan pada permukaan zat cair itu diperkecil atau vakum.

Untuk memperkecil tekanan permukaan zat cair dipergunakan dengan alat jet ejector dan barometric condensor. Pada prinsipnya proses vakum ini tidak jauh dari proses destilasi atmosferik.

Proses destilasi vakum pada sistem vakum proses berlangsung dibawah kondisi normal + 30 - 35 mmHg dengan tujuan untuk menurunkan titik didihnya.

Seperti halnya pada destilasi atmosferik, maka pemisahan fraksi menyangkut dua kegiatan yaitu :

- 1) Evaporation yaitu memanaskan cairan hingga menjadi uap.
- 2) Condensasi yaitu Proses pengembunan uap menjadi cair kembali.

Secara umum proses destilasi vakum untuk *long residu* berguna untuk:

- 1) Pemisahan *distilate vacuum* untuk menghasilkan *lube base stock* dan destilasi *recovery* misal : untuk feed cracking.
- 2) Rate destilasi produk-produk setelah proses ekstraksi.
- 3) Rate destilasi produk spesial

a. Proses Alir Destilasi Vakum

Long residu dari tangki penimbun dengan menggunakan pompa dimasukkan ke unit High Vacuum Unit (HVU) yang mana sebelum masuk kolom dilewatkan dulu kedalam preheater untuk mendapatkan pemanasan awal, kemudian masuk ke dapur (furnace) untuk mendapatkan pemanasan yang dikehendaki pada temperatur + 370°C.

Long residu keluar dapur dimasukkan kedalam kolom destilasi dibagian flash zone, disini akan terjadi pemisahan antara uap dan cairannya. Uap naik keatas yang terdiri dari uap distilate dan uap air dari steam stripping dan cross over steam. Steam cross over adalah steam yang diinjeksikan kedalam umpan sebelum memasuki ke seksi radiasi didalam dapur yang berfungsi untuk mengurangi waktu tinggal feed didalam dapur. Sedangkan steam stripping dari dasar kolom untuk membantu penguapan fraksi ringan yang terikut pada fraksi beratnya.

b. Produk-produk yang dihasilkan dan kualitasnya

Dalam proses Hight Vacuum Unit kualitas produk yang diutamakan adalah kekentalan (viscositas) disamping % yield produk. Untuk menjaga kekentalan yang diharapkan setiap produk dengan cara menaikkan reflux ke tray diatas draw offnya. Dari destilasi vakum didapatkan hasil-hasil sebagai berikut :

a) LVGO (Light Vacum Gasoil)

LVGO yang dihasilkan dari destilasi vakum diproses secara lanjut di unit Cracking.

b) SPO (Spindel Oil)

Secara umum kekentalan dijaga antara 12,5 - 14 Cst pada 140oF, diproses lebih lanjut untuk bahan baku Lube Base Stock SAE 10.

c) LMO (Light Mechine Oil)

Viscositas LMO dijaga antara 26 - 27 Cst pada 140oF diproses lebih lanjut untuk bahan baku Lube Base Stock SAE 20.

d) MMO (Medium Mechine Oil)

Viscositas MMO dijaga antara 62 - 65 Cst pada 140oF diproses lebih lanjut untuk bahan baku Lube Base Stock SAE 30.

e) Short Residu

Viscositas Short Residu dijaga minimum 460 Cst pada 210oF diproses lebih lanjut untuk Asphal atau coke.

c. Variabel Proses

Variable proses merupakan faktor-faktor (variable-variable) yang mempengaruhi terjadinya proses itu. Pengaturan variable proses amatlah penting karena untuk mendapatkan kualitas maupun kuantitas produk yang dikehendaki. Perubahan variable proses akan mengakibatkan penyimpangan yang menyeluruh terhadap kualitas maupun kuantitas produk. Oleh karena itu kontrol terhadap kualitas produk dilaboratorium sangat penting karena untuk mengetahui apakah ada penyimpangan- penyimpangan dari variable proses.

Variable proses yang pokok yang perlu untuk dikendalikan secara cermat didalam proses destilasi vakum adalah : Temperatur, Kevakuman, Kualitas umpan, Aliran reflux.

d. Peralatan Proses

Didalam proses destilasi vakum peralatan-peralatan yang digunakan antara lain:

- a) Pompa
- b) Heat Exchanger
- c) Furnace / Dapur
- d) Kolom Destilasi
- e) Kolom Stripper
- f) Condensor
- g) Cooler
- h) Separator
- i) Perpipaian
- j) Instrumentasi
- k) Jet Ejector

3. Proses Destilasi Bertekanan (*Light End*)

Yang dimaksud dengan istilah Refinery light end adalah hasil-hasil fraksi ringan antara lain : methan, ethane, propane, propylene, butene, buthylene, pentane, hexane, heptane dan oktan yang dihasilkan dari crude distiller maupun dari cracking dan reforming. Pada masa-masa permulaan pengolahan minyak mentah maka hasil utama yang dipentingkan adalah kerosine kemudian gasoline. Pada waktu itu light end merupakan bahan buangan yang dibakar begitu saja, dengan perkembangan-perkembangan teknologi minyak bumi maka kemudian dihasilkan cara- cara untuk mengolah light end untuk kemudian dihasilkan bahan minyak yang berguna. Dari light end ini dihasilkan :

- 1) Refinery gas : untuk bahan bakar dapur kilang.

- 2) Propane cair : untuk refrigerant dikilang dan untuk mesin las/potong
- 3) Butane cair (LPG) : untuk bahan bakar kompor, korek api dan untuk pengelasan potong.
- 4) Polymer : untuk bahan pencampur motor gasoline.
- 5) Alkylate : komponen bahan bakar kapal terbang (Avigas).
- 6) Olefine : untuk petro chemical *feed stock*

a) Bagian-bagian *Unit Light End*

Fraksinasi light end adalah memisahkan light end menjadi komponen-komponennya, sebagian merupakan hasil jadi (finished product) dan sebagian merupakan feed stock untuk conversion process.

Process yang dipakai adalah Absorbtion dan Pressure Distillation sehingga untuk melaksanakan proses diperlukan tekanan lebih dari 1 atmosphere. Perhitungan- perhitungan dan teori tentang distillation bertekanan dan Absorbsi dipakai untuk desain dari light end fractionation unit disamping juga dipakai untuk analisa performance dari light end fractionation unit

b) Variabel Proses

Dalam light fractination process, variable operasi yang mempengaruhi kualitas produk (performance unit) adalah sebagai berikut:

(a) Absorber Kolom terdiri dari:

(1) Suhu Absorbsi

Makin rendah suhu absorbsi makin baik absorbsinya. Suhu yang rendah dapat dicapai dengan mendinginkan lean oil dan gas serta mempertinggi rate lean oil.

(2) Suhu Bottom Absorber

Suhu bottom harus cukup tinggi untuk menguapkan kembali fraksi ringan (methane dan ethane) yang terbawa kedalam bottom.

(3) Tekanan

Makin tinggi tekanan absorpsi makin baik. Untuk suatu system absorpsi biasanya tekanan dibuat konstant dengan pressure controller.

(4) Lean Oil

(5) Rate

Makin tinggi rate lean oil makin baik absorpsi, tetapi rate ini dibatasi oleh flooding capacity dari absorber column

(6) Macam Absorbent

Absorbent yang sesuai untuk absorpsi propane + yang lebih berat adalah : fraksi naphtha – kerosine yang mempunyai berat molekul 190 – 200.

Macam hydrocarbon yang terdapat didalam lean oil mempengaruhi besar absorbtion factor. Aromatic dan olefine mempunyai faktor absorpsi yang lebih tinggi dari pada senyawa paraffine.

(b) Depropanizer, Debhutanizer dan Stripper Column

Sebagai fractionation system lainnya maka variable operasinya adalah :Reflux ratio, Suhu Top, Suhu Bottom

(1) *Typical Data Light End Fractionating Unit*

Agar didapatkan product Light End cair yang stabil maka suhu penyimpanan adalah suhu atmosphere (ambient). Tekanan yang diperlukan untuk mendapatkan phase cair dari light end product pada suhu ambient adalah tekanan tinggi antara 6 - 20 kg/cm²

(2) Proses Alir Destilasi Bertekanan

Gas dari sumur dimasukkan kedalam HP Separator untuk dipisahkan kondensat yang terikut pada gas, kemudian

kondensat tersebut dimasukkan lagi ke LP Separator untuk memisahkan gas-gas yang masih terikat dalam kondensat.

Dari LP Separator kondensat ditampung kedalam tangki penimbun, sedangkan gas yang dari LP Separator dimasukkan ke scrubber untuk dibersihkan kondensat yang masih terikat kemudian dimasukkan ke compressor untuk dinaikkan tekanan gas tersebut dan keluar kompresor digabung dengan gas yang keluar dari HP Separator untuk dimasukkan ke kolom Absorber.

Didalam kolom Absorber akan terjadi pemisahan antara gas C1 dengan gas C2+ dimana gas C1 terpisah menuju top absorber sedangkan gas C2+ lewat botom absorber menuju ke HE untuk dipanaskan dan masuk ke kolom Deethanizer untuk dipisahkan gas ethane dengan gas propan plus. Gas ethane lewat top kolom deethanizer dan C3+ lewat bawah kolom deethanizer menuju HE untuk mendapatkan pemanasan menuju ke kolom Absorber ke dua. Dari kolom Absorber gas C3+ dipisahkan lagi di Depropanizer untuk dipisahkan antara gas C3 dengan yang lebih berat, dimana C3 melewati top kolom Depropanizer sedangkan yang lebih berat lewat botom kolom, kemudian menuju ke Debuthanizer untuk dipisahkan antara C4 dengan yang lebih berat. Produk C4 keluar Debutanizer lewat top kolom dan yang lebih berat lewat botom kolom Debutanizer.

Fraksi-Fraksi Minyak Bumi

Dalam destilasi bertingkat, komponen-komponen minyak mentah akan dipisahkan berdasarkan titik didihnya agar dapat digunakan untuk berbagai keperluan.

Pemilihan metode tersebut berdasarkan pada kandungan minyak mentah yang terdiri atas berbagai senyawa hidrokarbon, misalnya senyawa alkana, aromatik, naptalena, alkena, dan alkuna. Senyawa-senyawa tersebut

mempunyai panjang rantai dan titik didih yang berbeda-beda. Semakin panjang rantai karbon yang dimilikinya, semakin tinggi titik didihnya. Proses distilasi melalui beberapa tahap di dalam menara destilasi. Proses destilasi menghasilkan beberapa fraksi-fraksi minyak bumi yang dapat kita manfaatkan. Lihat pada Gambar 6.

Minyak mentah mula-mula dipanaskan hingga suhunya mencapai sekitar 500-600 °C. Pemanasan minyak mentah itu dilakukan dalam pemanas (*boiler*) dengan menggunakan uap air bertekanan tinggi. Hasil pemanasan berupa uap minyak dialirkan ke dasar menara destilasi. Selanjutnya, uap minyak akan bergerak naik melewati pelat-pelat yang terdapat dalam menara. Pada saat mencapai suhu tertentu sesuai titik didihnya, uap minyak mentah akan berubah menjadi zat cair. Perubahan uap air (gas) menjadi zat cair disebut kondensasi. Zat cair hasil kondensasi itu disebut fraksi minyak.

Senyawa hidrokarbon, terutama parafinik dan aromatik, mempunyai trayek didih masing-masing, dimana panjang rantai hidrokarbon berbanding lurus dengan titik didih dan densitasnya. Semakin panjang rantai hidrokarbon maka trayek didih dan densitasnya semakin besar.

Jumlah atom karbon dalam rantai hidrokarbon bervariasi. Untuk dapat dipergunakan sebagai bahan bakar maka dikelompokkan menjadi beberapa fraksi atau tingkatan dengan urutan sederhana sebagai berikut:

a. Gas

Rentang rantai karbon : C1 sampai C5

Trayek didih : 0 sampai 50°C

Untuk fraksi gas yang telah didapatkan selanjutnya dialirkan ke tempat penyimpanan melalui saluran yang telah diberi kondensor. Lalu diolah lagi di Unit Destilasi Bertekanan untuk menaikkan titik didihnya agar pemisahan dapat berlangsung dan menghasilkan: LPG dan Solvent

b. Gasolin (Bensin)

Rentang rantai karbon : C6 sampai C11

Trayek didih : 50 sampai 85°C

Untuk meningkatkan nilai tambah fraksi nafta yang kadar oktannya masih rendah, sekitar 40-59 akan diproses lagi di Unit Reforming yang hasilnya berupa bensin dan residu. Untuk bensin nilai oktannya menjadi 85-90. Bensin ini bisa diblending lagi dengan TEL (tetra ethyl lead) sehingga nilai oktannya mencapai 95, contoh bensin beroktan 95 adalah pertamax.

c. Kerosin (Minyak Tanah)

Rentang rantai karbon : C12 sampai C20

Trayek didih : 85 sampai 105°C

Kerosin (minyak tanah) adalah bahan bakar kompor minyak. Avtur adalah bahan bakar pesawat terbang bermesin jet. Kerosin adalah cairan hidrokarbon yang tidak berwarna dan mudah terbakar. Kerosin yang digunakan sebagai bahan bakar kompor minyak disebut minyak tanah, sedangkan untuk bahan bakar pesawat disebut avtur.

d. Solar

Rentang rantai karbon : C21 sampai C30

Trayek didih : 105 sampai 135°C

Solar adalah bahan bakar mesin diesel. Solar adalah hasil dari pemanasan minyak bumi antara 250-340°C. Solar tidak dapat menguap pada suhu tersebut dan bagian minyak bumi lainnya akan terbawa ke atas untuk diolah kembali.

Umumnya, solar mengandung belerang dengan kadar yang cukup tinggi. Kualitas minyak solar dinyatakan dengan bilangan setana. Angka setana adalah tolak ukur kemudahan menyala atau terbakarnya suatu bahan bakar di dalam mesin diesel. Saat ini, Pertamina telah memproduksi bahan bakar solar ramah lingkungan dengan merek dagang Pertamina DEX[®] (*Diesel Environment Extra*). Angka setana DEX dirancang memiliki angka setana minimal 53 sementara produk solar yang ada di pasaran adalah 48. Bahan bakar ramah lingkungan tersebut memiliki kandungan sulfur maksimum 300 ppm atau jauh lebih rendah dibandingkan solar di pasaran yang kandungan sulfur maksimumnya mencapai 5.000 ppm.

e. Minyak Berat

Rentang rantai karbon dari C31 sampai C40

Trayek didih dari 130 sampai 300°C

f. Residu

Rentang rantai karbon diatas C40

Trayek didih diatas 300°C

Saat pertama kali minyak bumi masuk ke dalam menara destilasi, minyak bumi akan dipanaskan dalam suhu diatas 500°C. Residu tidak menguap dan digunakan sebagai bahan baku aspal, bahan pelapis antibocor, dan bahan bakar boiler (mesin pembangkit uap panas). Bagian minyak bumi yang menguap akan naik ke atas dan kembali diolah menjadi fraksi minyak bumi lainnya.

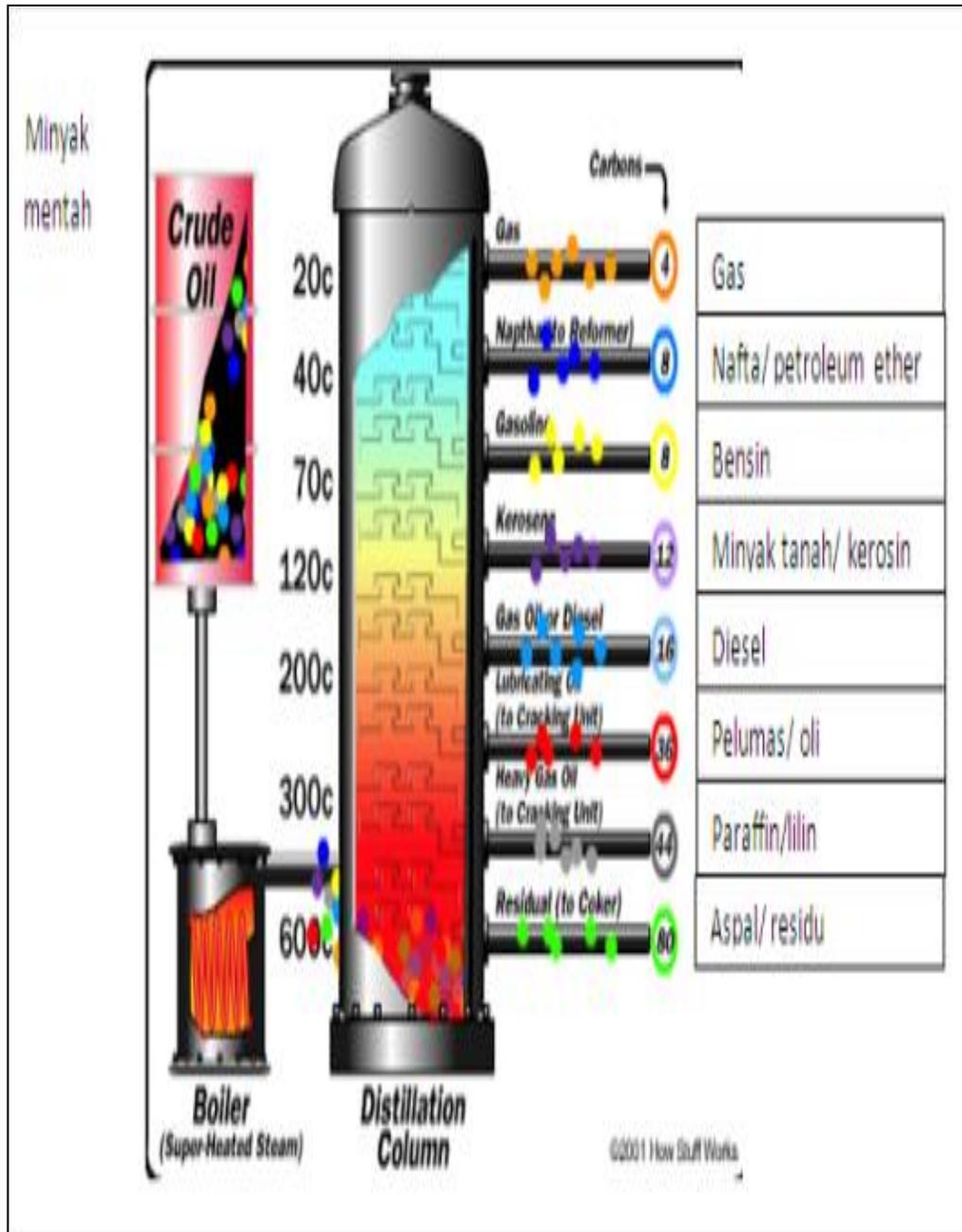
Aspal digunakan untuk melapisi permukaan jalan. Kandungan utama aspal adalah senyawa karbon jenuh dan tak jenuh, alifatik, dan aromatik yang mempunyai atom karbon sampai 150 per molekul. Unsur-unsur selain hidrogen dan karbon yang juga menyusun aspal adalah nitrogen, oksigen, belerang, dan beberapa unsur lain.

Secara kuantitatif, biasanya 80% massa aspal adalah karbon, 10% hidrogen, 6% belerang, dan sisanya oksigen dan nitrogen, serta sejumlah renik besi, nikel, dan vanadium.

Fraksi-fraksi yang diperoleh dengan destilasi minyak mentah umumnya memiliki dua kelemahan yaitu :

- 1) Distribusi kuantitas fraksi-fraksi yang diinginkan tidak sesuai dengan kebutuhan pasar. Contohnya volume total fraksi-fraksi ringan (bensin, nafta, kerosin dan minyak gas ringan) biasanya lebih kecil daripada volume total campuran minyak gas atmosferik dan residu, padahal kebutuhan pasar akan bensin dan BBM distilat jauh lebih besar daripada BBM residu.
- 2) Kualitas fraksi-fraksi tersebut sangat rendah dibandingkan dengan kualitas yang disyaratkan oleh pasar. Contohnya bilangan oktan straight

run gasoline yang diperoleh langsung dari proses destilasi berkisar 67-70, sedangkan bilangan oktan yang disyaratkan pasar minimal 87 (premium).



Gambar 6. Pemisahan Fraksi-Fraksi Minyak Bumi (slideshare.net)

PROSES KONVERSI

Dalam proses ini terjadi proses perubahan struktur molekul hidrokarbon dengan suatu reaksi kimia dengan bantuan panas dan katalis. Proses konversi terdiri dari beberapa proses berikut ini:

1. Cracking

Fraksi-fraksi yang dihasilkan dari proses destilasi kemudian dimurnikan (refinery) melalui proses cracking. Cracking adalah tahapan pengolahan minyak bumi yang dilakukan untuk menguraikan molekul-molekul senyawa hidrokarbon yang besar menjadi molekul-molekul senyawa hidrokarbon yang kecil. Contoh cracking ini adalah pengolahan minyak solar atau minyak tanah menjadi bensin.

Proses ini terutama ditujukan untuk memperbaiki kualitas dan perolehan fraksi gasolin (bensin). Kualitas gasolin sangat ditentukan oleh sifat anti knock (ketukan) yang dinyatakan dalam bilangan oktan.

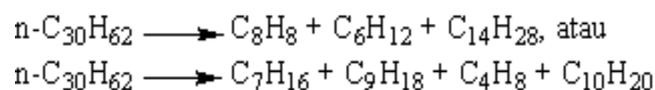
Terdapat 3 cara proses cracking, yaitu :

- 1) *Cara panas (thermal cracking)*, yaitu dengan penggunaan suhu tinggi dan tekanan yang rendah.

Minyak Bumi bila dipanaskan pada suhu dan tekanan yang cukup tinggi akan mengalami perubahan struktur kimianya. Pada umumnya senyawa hidrokarbon jika dipanaskan akan mengalami perengkahan (Cracking).

Didalam peristiwa perengkahan rantai molekul hidrokarbon yang panjang akan pecah menjadi dua atau lebih rantai – rantai molekul hidrokarbon yang lebih pendek. Maka dari itu proses cracking yang hanya dilakukan dengan panas disebut thermal cracking.

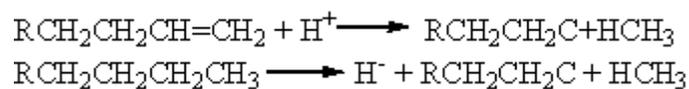
Contoh reaksi-reaksi pada proses cracking adalah sebagai berikut :



2) *Cara katalis (catalytic cracking)*, yaitu dengan penggunaan katalis

Proses katalytic cracking merupakan proses untuk membuat gasoline yang kaya akan parafin cabang, siklo parafin dan aromatik yang bertujuan untuk meningkatkan mutu gasoline

Katalis yang digunakan biasanya SiO₂ atau Al₂O₃ bauksit. Reaksi dari perengkahan katalitik melalui mekanisme perengkahan ion karbonium. Mula-mula katalis karena bersifat asam menambahkan proton ke molekul olefin atau menarik ion hidrida dari alkana sehingga menyebabkan terbentuknya ion karbonium :

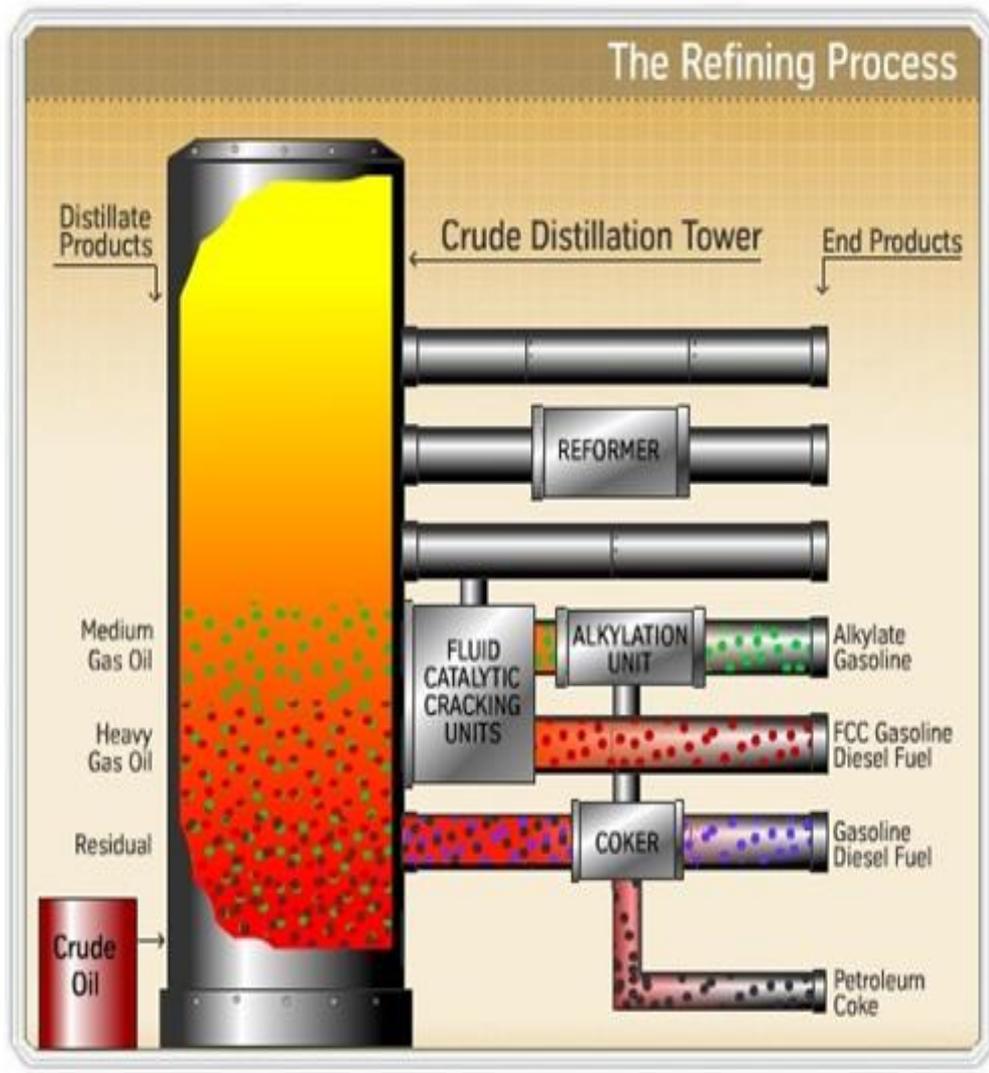


3) *Hydrocracking*

Hydrocracking merupakan unit perengkahan hidrokarbon berantai panjang (HVGO) menjadi hidrokarbon berantai pendek dengan menggunakan gas hidrogen dan katalis. Hydrocracking adalah suatu proses thermal (350 °C, 660 °F) hidrogenasi disertai dengan kreaking.

Proses ini dilakukan pada tekanan tinggi (100 – 2000 Psi) dan dihasilkan produk yang berubah sifat dan mutu dari sebelumnya. Hydrocracking merupakan suatu proses gabungan antara katalitik kreaking dan hidrogenasi. Reaksi katalis dengan menggunakan katalis Silika-alumina (zeolit) dan reaksi hidrogenasi dengan Platina, Tungsten Oksida atau Nikel.

Jadi, proses hidrokraking menggunakan dua katalis yang masing-masing katalis berbeda fungsinya disebut Katalis Fungsi Ganda (Dual-Function Catalyst).

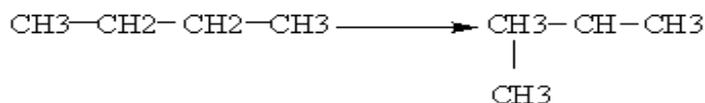


Gambar 7. Proses Cracking

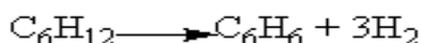
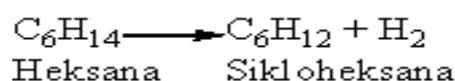
2. Reforming

Reforming adalah perubahan dari bentuk molekul bensin yang bermutu kurang baik (rantai karbon lurus) menjadi bensin yang bermutu lebih baik (rantai karbon bercabang). Kedua jenis bensin ini memiliki rumus molekul yang sama bentuk strukturnya yang berbeda. Oleh karena itu, proses ini juga disebut isomerisasi. Reforming dilakukan dengan menggunakan katalis dan pemanasan.

Contoh reforming adalah sebagai berikut :



Reforming juga dapat merupakan perubahan struktur molekul dari hidrokarbon parafin menjadi senyawa aromatik dengan bilangan oktan tinggi. Pada proses ini digunakan katalis molibdenum oksida dalam Al₂O₃ atau platina dalam lempung. Contoh reaksinya :



3. Alkilasi dan Polimerisasi

1) Alkilasi

Alkilasi merupakan penambahan jumlah atom dalam molekul menjadi molekul yang lebih panjang dan bercabang. Dalam proses ini menggunakan katalis asam kuat seperti H₂SO₄, HCl, AlCl₃ (suatu asam kuat Lewis). Reaksi secara umum adalah sebagai berikut:



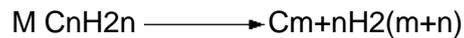
Katalis yang digunakan untuk proses ini biasanya sulfuric acid dan hydrogen fluoride jika feed-nya berupa isobutane dengan propene dan butene. Aluminum chloride juga digunakan sebagai katalis dalam proses alkilasi jika feed-nya berupa isobutane dan ethylene. Reaksi alkilasi adalah reaksi exothermic yang dapat menghasilkan panas sekitar 700 Btu/lb isobutane.

Pada tekanan atmosfer proses alkilasi dapat berlangsung pada suhu rendah jika menggunakan bantuan katalis. Katalis akan berperan sebagai pemacu reaksi sehingga kecepatan reaksi menjadi lebih besar. Dengan sulfuric acid atau anhydrous hydrogen fluoride isobutane bereaksi dengan campuran isobutylene akan menghasilkan

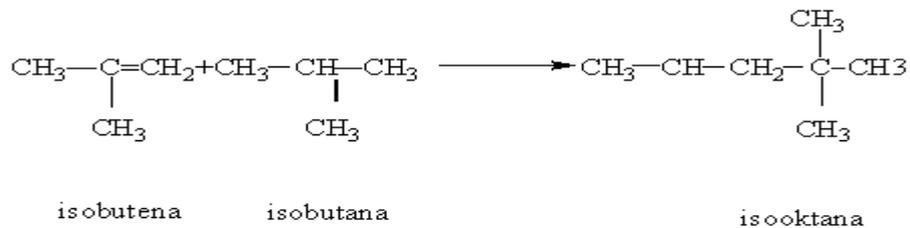
campuran iso octane (C₈H₁₈) yang biasanya mempunyai angka oktan berkisar 92 – 94.

2) Polimerisasi

Polimerisasi adalah proses penggabungan molekul-molekul kecil menjadi molekul besar. Reaksi umumnya adalah sebagai berikut :



Contoh polimerisasi yaitu penggabungan senyawa isobutena dengan senyawa isobutana menghasilkan bensin berkualitas tinggi, yaitu isooktana.



Hidrokarbon seperti alkene (olefin) yang mengalami reaksi penggabungan dirinya sendiri dinyatakan sebagai reaksi polimerisasi. Sebagai contoh, molekul-molekul ethylene dapat saling menggabung dan penggabungannya dapat berulang-ulang tergantung pada produk akhir yang dikehendaki. Molekul ethylene dikenal sebagai monomer karena secara sederhana ia merupakan satu bagian yang dapat diduplikasikan dalam proses. Produk akhir dari proses ini disebut polymer. Beberapa produk dapat diperoleh tetapi tergantung dari titik pemberhentian reaksi (termination point).

Penggabungan dua molekul monomer sederhana akan membentuk dimer, tiga molekul monomer membentuk trimer, dan begitu seterusnya untuk banyak molekul monomer membentuk polymer. Di dalam reaksi tersebut, jika reaksi polimerisasi membentuk molekul lurus, maka polymer yang terbentuk disebut *linear polymer*. Tetapi jika rantai cincin dibentuk dari reaksi polimerisasi maka polymer yang dihasilkan disebut *cyclic polymer*. Demikian pula jika polymer yang

terbentuk mempunyai ikatan rantai yang tersusun dalam tiga dimensi disebut *cross linked polymer*. Dalam hal tertentu, ribuan molekul monomer dapat bergabung membentuk molekul besar, maka produk tersebut disebut *macromolecule*. Secara umum kekomplekan polymer dapat dikendalikan oleh kondisi operasi seperti suhu, tekanan dan konsentrasi katalis yang digunakan.

PROSES TREATING

Proses Treating adalah suatu proses yang tujuannya untuk menurunkan impurities serendah mungkin yang terkandung didalam minyak bumi.

Proses Treating dapat diartikan sebagai berikut :

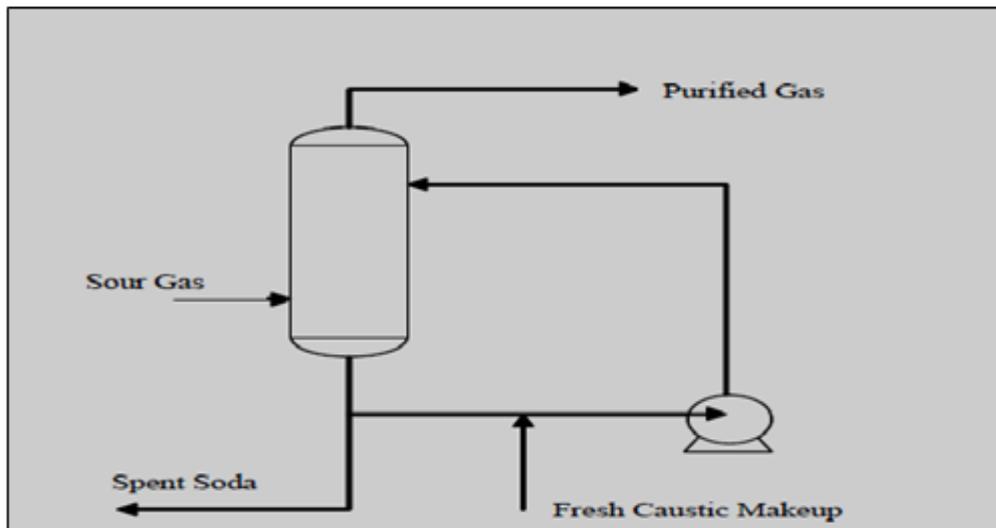
- a. Penghilangan sebagian atau seluruhnya, pemisahan atau perubahan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan yang terdapat dalam minyak mentah, gas, produk tengah dan produk akhir. Senyawa-senyawa tersebut dapat berupa logam (besi, logam berat) ataupun non-logam (phospor, natrium), senyawa organik asam naftenik maupun H₂S dan NaCl.
- b. Pemisahan atau peniadaan sebagian hidrokarbon yang tidak diinginkan, dengan maksud menaikkan kadar hidrokarbon yang diinginkan untuk meningkatkan kualitas produk, misalnya solvent extraction dari minyak pelumas untuk memperbaiki viscositas index.

Dalam Proses *Treating* terdiri dari beberapa tahapan diantaranya yaitu:

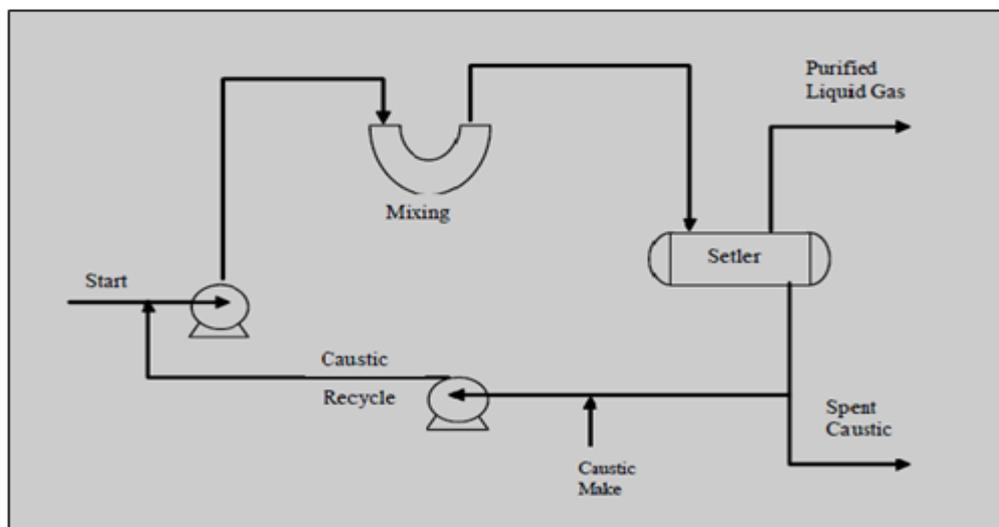
1) Caustic Treating

Caustic treating merupakan treating untuk stream produk yang akan diperbaiki mutunya : warna dll. Senyawa-senyawa asam organik dan komponen sulphur seperti Naphthenic acid mercaptan akan diikat oleh soda sehingga senyawa-senyawa tersebut akan diremove dikeluarkan dari stream produk.

Jadi pada proses dengan soda ini untuk menghilangkan : carbonil sulphida, Napthenic acid dll. Pada kero dan gasolin terutama pada crude naphthenic aromatik mengandung asam-asam : napthenic dan penol. Untuk light distilate seperti spindel oil tujuannya seperti kerosine dan gasoil. Tujuan treating ini juga menetralkan sisa-sisa asam pada treating H₂SO₄ atau asam organik ester. Secara umum soda dapat dipakai dalam larutan NaOH, KOH, Na₂CO₃, Ca(OH)₂, Mg(OH)₂.



Gambar 8. Caustic Washing Untuk Gas (Kemendikbud, 2013)



Gambar 9. Caustic Washing Untuk Cairan (Kemendikbud, 2013)

2) *Acid Treating*

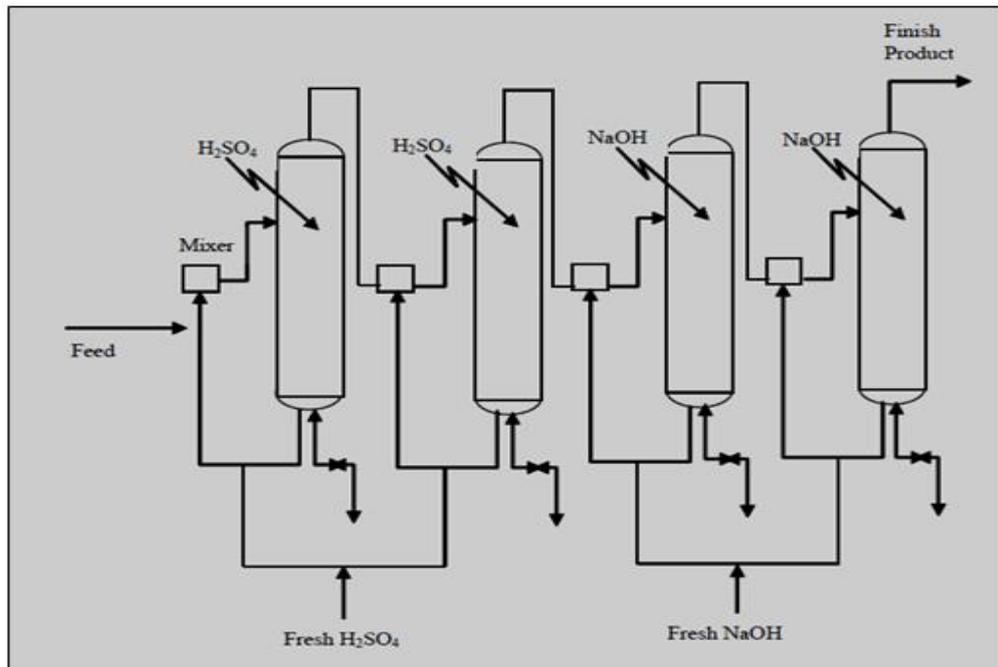
Proses ini digunakan untuk mengurangi kadar sulphur, asphaltik dan memperbaiki stabilitas warna dan bau dari bermacam-macam fraksi minyak. Pada umumnya asam sulphat yang digunakan adalah asam sulphat kuat 93 – 98% atau 66°BE (Beome). Untuk mengikat aromatik dan *olefin hydro carbon* dapat digunakan asam sulphat lemah. Kecepatan reaksi H_2SO_4 pada berbagai impurities menghasilkan:

- a) Senyawa N = amin, amino
- b) Asphaltik
- c) Olefin
- d) Aromatik
- e) Napthenic acid

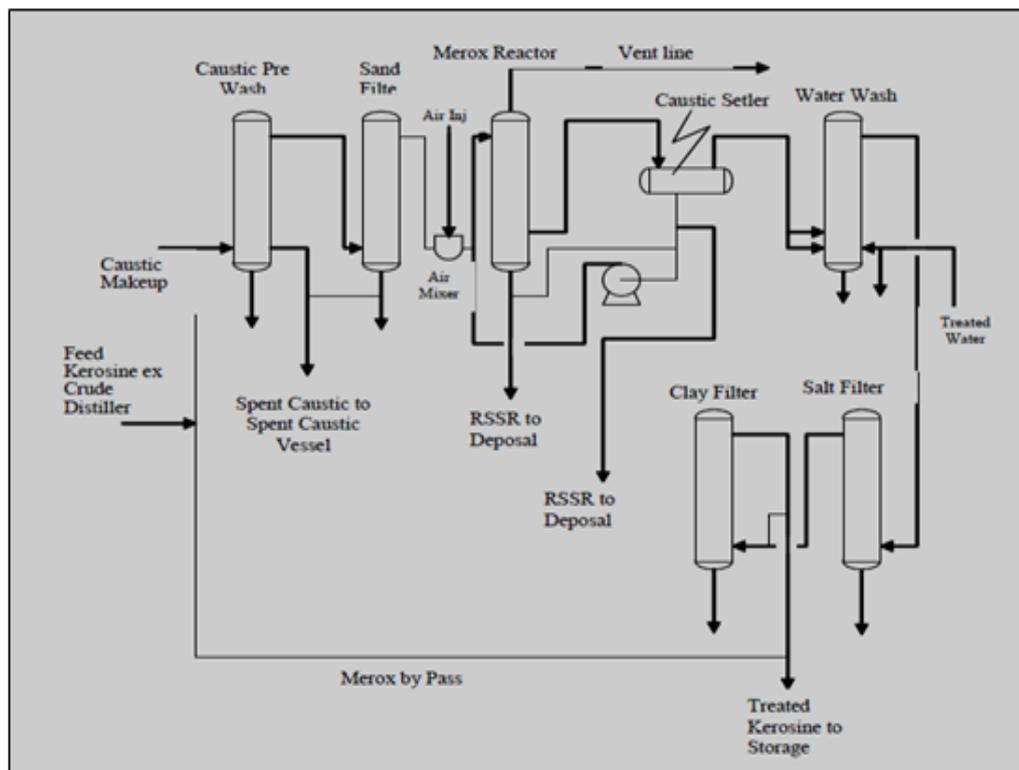
3) *Merox Treating*

Tujuan dari proses ini untuk menurunkan kadar senyawa-senyawa merkaptan dengan cara mengkonversikannya menjadi senyawa disulphide. Merkaptan tersebut dioksidasi dengan udara dan dibantu katalis berupa senyawa organometal.

Campuran feed dengan larutan caustic dimasukkan dalam pre wash coloum untuk melaksanakan reaksi (1) kemudian disaring (melalui saringan pasir) dari kotoran-kotoran yang berupa karat besi dan lain-lain. Campuran cairan yang keluar dari sand filter diinjeksi dengan udara sebelum memasuki Merox Reactor dimana pada prinsipnya akan terjadi reaksi (2). Reaktor effluent dialirkan kedalam caustic settler untuk memisahkan larutan caustic dari fraksi (biasanya kerosene) yang diproses. Merox treated kerosene tersebut kemudian dicuci dengan air untuk membersihkan dari sisa-sisa caustic yang masih ada, disaring melalui saringan garam (agar airnya terserap) dan akhirnya melalui clay filter untuk mendapatkan treated kerosene yang benar-benar jernih dan berwarna keemasan.



Gambar 10. Acid Treating (Kemendikbud, 2013)



Gambar 11. Merox Treating (Kemendikbud, 2013)

4) Proses Hydro Treating

Kenaikan pesat dalam proses catalitic reforming telah menimbulkan produk samping berupa gas hydrogen dalam jumlah dengan konsentrasi kemurnian serta tekanan tinggi. Kenyataan ini mendorong untuk proses desulphurisasi catalitic dan proses-proses lain yang memerlukan konsumsi gas H₂. Kenaikan penggunaan proses desulphurisasi catalitic menggunakan gas H₂ dengan relatif murah karena tersedia dalam proses catalitic reforming dan keperluan utama unit desulphurisasi feed stock.

Proses desulphurisasi katalis dapat dibagi menjadi 2 golongan :

- a) Menggunakan gas H₂ bebas dan akibat suatu kelebihan konsumsi gas H₂.
- b) Menggunakan hasil H₂ dalam prosesnya sendiri.

Proses *hydro treating* terdiri dari dua hal yaitu:

- a) Naphtha Hydro Treating

Fungsi dari hydro treater adalah :

- (1) Menghilangkan kandungan sulphur dari un stabilizer naphtha sehingga 1 ppm.
- (2) Untuk menghasilkan naphtha yang memenuhi syarat untuk feed stock dalam proses catalitic reforming unit.

Metode yang dipakai adalah shell vapour fase hydro treating. Prinsip dari proses Naphtha *Hydro Treating* adalah reaksi hydrogenasi yang dibantu katalis. Katalis berupa Cobal dengan Alumina sebagai pembawa. Reaksi-reaksi yang penting pada proses hydro treating yang terjadi adalah : Menghilangkan sulphur yang berbentuk H₂S.

- b) Hydro Desulphurisasi

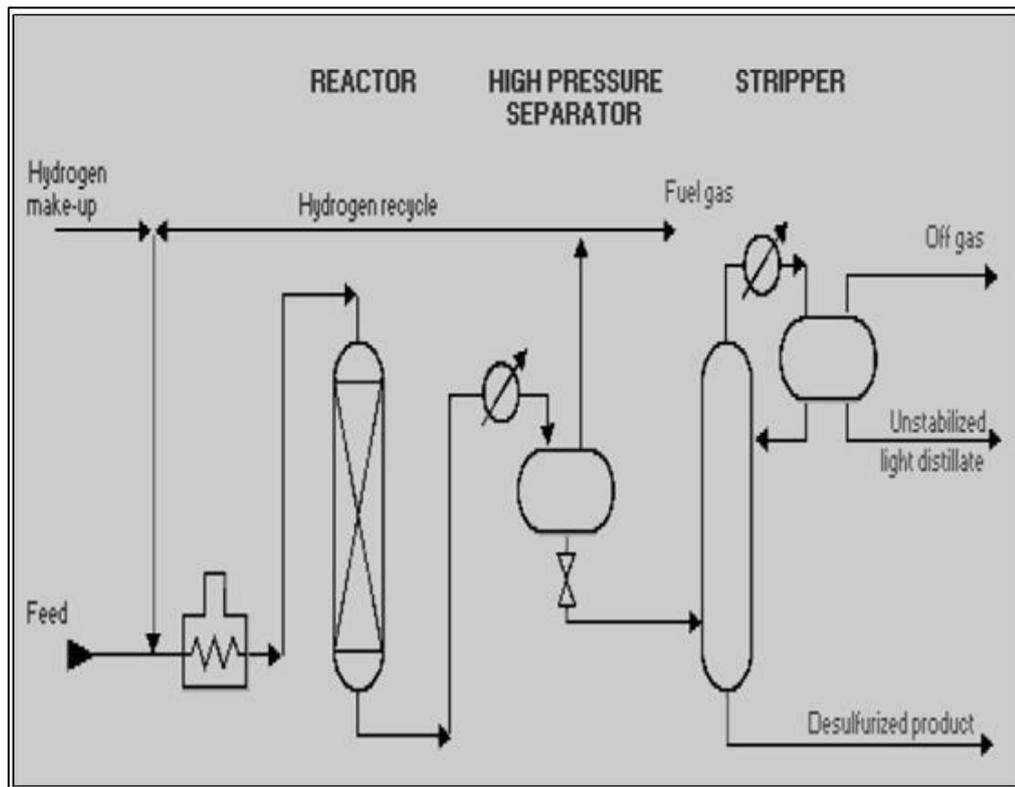
Dalam menghilangkan sulphur dalam senyawa hydro carbon dalam fraksi minyak, gas H₂ dengan bantuan panas dan katalis akan memutus ikatan belerang dari ikatan kimianya yaitu ikatan belerang

dengan karbon. Kemudian senyawa H₂S akan memisahkan diri pada bentuk gas umumnya. Hydro Desulphurisasi merupakan proses unit menghilangkan sulphur dari produk-produk minyak bumi dan bermanfaat untuk meningkatkan mutu dari refinery stream.

Prosesnya adalah merubah suatu impurities belerang jadi H₂S. Karena reaksi dengan H₂ dalam katalis yang tersedia, banyak perusahaan minyak telah mengembangkan proses ini dan memilih bermacam-macam variasi proses. Tetapi prosesnya secara fundamental adalah sama.

Reaksi kimia yang terjadi adalah reaksi dari mercapthan, sulphida, theopine disulphida dll. Hydro desulphurisasi juga memperbaiki mutu dan warna serta bau, warna yang tidak stabil disebabkan adanya senyawa N dalam minyak adanya bau disebabkan adanya senyawa asam yaitu O₂ dalam minyak misal senyawa phenol, komponen-komponen belerang lebih banyak terdapat pada fraksi-fraksi lebih berat oleh karena itu kondisi operasi gasoil hydro desulphurisasi lebih berat dari pada naphtha karena jumlah kadar belerang pada gasoil lebih banyak.

Untuk proses penghilangan kadar sulphur dalam gasoil misalkan dengan proses shell trical desulphurisasi dengan katalis : Co, Mo (*Cobal Molidob*) dengan Al₂O₃ sebagai *carrier*. Dengan bantuan katalis ini dalam reaktor terjadi reaksi-reaksi desulphurisasi, denitrifikasi dan hydrogenasi. Dalam operasinya diperlukan gas H₂ untuk mengikat S yang berasal dari plat forming unit.



Gambar 12. Hydro Desulphurisasi (Kemendikbud, 2013)

PROSES BLENDING

Proses blending adalah penambahan bahan-bahan aditif kedalam fraksi minyak bumi dalam rangka untuk meningkatkan kualitas produk tersebut. Bensin yang memiliki berbagai persyaratan kualitas merupakan contoh hasil minyak bumi yang paling banyak digunakan di berbagai negara dengan berbagai variasi cuaca. Untuk memenuhi kualitas bensin yang baik, terdapat sekitar 22 bahan pencampur yang dapat ditambahkan pada proses pengolahannya.

Diantara bahan-bahan pencampur yang terkenal adalah tetra ethyl lead (TEL). TEL berfungsi menaikkan bilangan oktan bensin. Demikian pula halnya dengan pelumas, agar diperoleh kualitas yang baik maka pada proses pengolahan diperlukan penambahan zat aditif. Penambahan TEL dapat meningkatkan bilangan oktan, tetapi dapat menimbulkan pencemaran udara.

PRODUK HASIL PENGOLAHAN MINYAK BUMI

Ada beberapa macam cara penggolongan produk jadi yang dihasilkan oleh kilang minyak. Diantaranya produk jadi kilang minyak dapat dibagi menjadi : Produk bahan bakar minyak (BBM) dan Produk bukan bahan bakar minyak (BBBM). Termasuk produk BBM ialah : bensin penerbangan, bensin motor, bahan bakar jet, kerosin, solar, minyak diesel, dan minyak bakar. Sedangkan yang termasuk produk BBBM ialah: elpiji (liquified petroleum gases – LPG), pelarut, minyak pelumas, lemak, aspal, malam parafin, hitam karbon, (carbon black), dan kokas.

1. Elpiji

Elpiji (liquified petroleum gases-LPG) adalah gas minyak bumi yang dicairkan pada suhu biasa dan tekanan sedang, sehingga elpiji dapat disimpan dan diangkut dalam bentuk cair dalam bejana dengan suatu tekanan. Komponen utama elpiji adalah propan dan butan. Disamping itu dalam elpiji juga terdapat etan dan pentan dalam jumlah yang sangat kecil dan terbatas. Dalam elpiji juga terdapat sejumlah kecil belerang, yang memang sengaja ditambahkan dalam bentuk senyawa merkaptan, etil atau butil merkaptan, yang mempunyai bau yang tidak sedap yang dapat digunakan untuk mengetahui adanya kebocoran gas.

Untuk memungkinkan terjadinya ekspansi panas (thermal expansion) dari cairan yang dikandungnya, tabung elpiji tidak diisi secara penuh, hanya sekitar 80-85% dari kapasitasnya. Rasio antara volume gas bila menguap dengan gas dalam keadaan cair bervariasi tergantung komposisi, tekanan dan temperatur, tetapi biasanya sekitar 250:1. Tekanan di mana elpiji berbentuk cair, dinamakan tekanan uap-nya, juga bervariasi tergantung komposisi dan temperatur; sebagai contoh, dibutuhkan tekanan sekitar 220 kPa (2.2 bar) bagi butana murni pada 20 °C (68 °F) agar mencair, dan sekitar 2.2 MPa (22 bar) bagi propana murni pada 55°C(131°F).

a. Macam-macam elpiji

ASTM membagi elpiji ke dalam empat tipe ASTM D 183589., yaitu propan, elpiji buatan, elpiji campuran propan buatan dan elpiji propan tugas khusus (special duty propane). Sedangkan Indonesia dewasa ini memproduksi 3 jenis elpiji yaitu: elpiji campuran, elpiji propan, elpiji buatan, dimana spesifikasinya masing-masing dapat dilihat pada lampiran 95% volum, elpiji buatan mengandung propan minimum 97,5% volum dan elpiji campuran mengandung propan buatan minimum 97,5% volum.

b. Kegunaan elpiji

Adapun kegunaan dari elpiji yaitu :

- 1) Sebagai bahan bakar dalam rumah tangga dan industri
- 2) Sebagai bahan bakar mesin motor bakar. Karena propan mempunyai angka oktak tinggi (97), maka untuk mendapatkan ekonomi penggunaan bahan bakar harus digunakan dalam mesin motor bakar dengan perbandingan kompresi yang tinggi yaitu 10:1
- 3) Sebagai bahan baku industri petrokimia.



Gambar 13. Elpiji

2. Bensin Motor

Bensin motor adalah campuran kompleks yang terutama terdiri dari senyawa-senyawa hidrokarbon, yang mempunyai daerah didih ASTM

sekitar 40 sampai 180 o C, yang digunakan sebagai bahan bakar mesin motor bakar.

a. Macam-macam bensin motor

Menurut ASTM, bensin motor dibagi ke dalam lima kelas berdasarkan volatilitasnya (volatility class), yaitu kelas volatilitas A, B, C, D dan E (ASTM 439-89). Spesifikasinya di daerah-daerah dengan kondisi operasi yang berbeda-beda sesuai dengan perubahan cuaca daerah dimana bensin motor digunakan.

Dewasa ini kilang minyak di Indonesia memproduksi lima jenis bensin motor, yaitu:

- 1) Bensin premium 88 yang mempunyai angka oktan riset minimum 88, berwarna kuning dan memungkinkan pengungkit oktan TEL maksimum 1,5 ml per galon Amerika bensin.
- 2) Bensin premix 94 yang mempunyai angka oktan riset minimum 94, berwarna orange, menggunakan pengungkit oktan TEL dengan kandungan Pb maksimum 0,45 gr/l dan metil tersier butil eter (MTBE) maksimum 15% volum.
- 3) Bensin super TT yang mempunyai angka oktan riset minimum 95, tidak berwarna dan tidak mengandung TEL. Dapat ditambahkan MTBE maksimum 10% volum untuk memenuhi spesifikasi angka oktan.
- 4) Bensin prima TT yang mempunyai angka oktan riset minimum 98, tidak berwarna dan tidak menandung TEL. Dapat ditambahkan MTBE maksimum 15% volum untuk memenuhi spesifikasi angka oktan.
- 5) Bensin petro 2T yang mempunyai angka oktan riset minimum 72, berwarna hijau dan dengan kandungan timbal (Pb) maksimum 0,1 gr/l. Ditambahkan MTBE maksimum 15% volum untuk memenuhi spesifikasi angka oktan. Bensin ini khusus digunakan untuk mesin motor bakar dua langkah.

b. Sifat-sifat bensin motor

a. Volatilitas

- a) Volatilitas ditentukan dengan uji tekanan (ASTM D 323) dan destilasi (ASTM D 86), berpengaruh terhadap kemudahan mesin dihidupkan dalam keadaan dingin, pemanasan dan percepatan, daya serta ekonomi penggunaan bensin pada semua kondisi mesin dan pengenceran minyak karter.
 - b) Untuk mencegah kehilangan senyawa HC yang tidak dapat menguap pada kondisi mesin dihidupkan pada keadaan dingin, ke dalam mesin perlu ditambahkan senyawa HC ringan butan (10%vol) untuk memperoleh RVP10psi.
 - c) Penambahan butan terlalu tinggi dapat menimbulkan vaporlock dan mesin mati.
 - d) Vapor lock/sumbatan uap adalah terhentinya aliran bensin sebagian atau seluruhnya yang disebabkan oleh terbentuknya uap didalam sistem aliran bahan bakar.
- b. Kondisi normal pompa bahan bakar dan sistem aliran bahan bakar dirancang untuk menangani sebanyak 30- 50 kali volume uap bensin yang diperlukan.
- c. Pemanasan : periode antara saat mesin dihidupkan dalam keadaan dingin dan saat dimana percepatan yang mulus dapat diperoleh tanpa menggunakan choke.
- d. Waktu pemanasan tergantung pada suhu atmosfer, suhu mesin , volatilitas bensin dan faktor-faktor rancangan mesin.
- e. Sifat Anti Ketuk
- a) Setiap bensin mempunyai kemampuan untuk melakukan sejumlah kerja maksimum tertentu dalam sebuah mesin.
 - b) Apabila bensin dipaksa untuk melampaui kerja maksimum yang dapat dilakukannya, maka bensin akan memberikan reaksi dengan memberikan daya yang kurang dan memberikan suara dalam mesin yang disebut ketukan memberikan suara dalam mesin yang disebut ketukan mesin (engine knock).

- c) Bensin mempunyai kemampuan yang berbeda-beda untuk menahanketukan. Tahanan ketukan bensin disebut kualitas anti ketuk (anti knock Quantity) dan diukur dengan angka oktan. Makin tinggi kualitas angka ketuk, makin tinggi kemampuan bensin untuk menahan ketukan dan makin besar pula daya yang dapat dihasilkannya.
- d) Dalam hal mesin, maka faktor yang sangat berpengaruh terhadap ketukan adalah perbandingan kompresi. Makin tinggi perbandingan kompresi mesin, dituntut bensin dengan angka oktan yang makin tinggi.
- e) Kecenderungan mengetuk bensin dari dalam silinder tergantung kepada jenis, ukuran, dan struktur molekul HC dalam bensin dan jumlah pengungkit oktan yang dalam bensin dan jumlah pengungkit oktan yang ditambahkan dalam bensin.
- f) Kecenderungan senyawa HC untuk mengetuk dalam bensin bertambah dengan urutan : aromatik < i-parafin < olefin < nafta < n-parafin.
- g) Untuk deret homolog senyawa HC, makin besar ukuran molekul, makin besar kecenderungan mengetuk dalam mesin.

c. Kegunaan Bensin

- 1) Sebagai bahan bakar motor
- 2) Bahan ekstraksi pelarut dan pembersih
- 3) Bahan bakar penerangan dan pemanasan

3. Bensin Penerbangan

Bensin penerbangan adalah campuran senyawa hidrokarbon yang mempunyai daerah didih sekitar 35-170 oC dan digunakan sebagai bahan bakar mesin pesawat terbang. Seperti halnya mesin mobil, mesin pesawat terbang adalah mesin torak empat langkah dan dinyalakan dengan busi. Mesin pesawat terbang yang kecil menyerupai mesin mobil, tetapi mesin pesawat terbang yang besar sangat berbeda. Kebanyakan mesin pesawat

terbang yang besar supercharged dan didinginkan dengan udara dan mempunyai torak yang jauh lebih besar dibandingkan dengan torak mesin mobil. Tidak seperti mesin mobil, mesin pesawat terbang harus bisa dipindahkan dari operasi campuran kaya untuk daya maksimum ke operasi campuran miskin untuk menjelajahan yang ekonomis. Di samping itu mesin pesawat terbang juga mengalami perubahan suhu dan tekanan atmosfer yang cukup besar dibandingkan dengan mesin mobil.

a. Macam-macam Grade Bensin Penerbangan

Menurut ASTM, ada 3 buah grade bensin penerbangan (ASTM D 910-90), yaitu bensin penerbangan:

Grade 80 : warna merah

Grade 100 : warna hijau

Grade 100 LL : warna biru

Bensin penerbangan grade 100 dan grade 100 LL mempunyai angka oktan yang sama, perbedaannya ialah pada kandungan TEL. Grade 100 LL kandungan TEL-nya lebih rendah dibandingkan grade 100.

Indonesia dewasa ini hanya memproduksi bensin penerbangan 73, sedangkan bensin penerbangan 100/130 yang pernah diproduksi lagi. Sebagai pemakai bensin penerbangan terbesar penerbangan di Indonesia adalah angkatan perang, walaupun pemakaiannya tidak banyak. Di luar negeri bensin penerbangan grade 73 sudah tidak diproduksi lagi, demikian juga grade 100/130 sudah tidak banyak diproduksi, sebab sejak tahun 1972 sebagian besar negara-negara di dunia ini telah mengembangkan bensin grade baru, yaitu grade 100 LL yang lebih berwawasan lingkungan, yang mempunyai sifat-sifat yang sama dengan grade 100/130, tetapi yang mempunyai kandungan TEL lebih rendah, yaitu maksimum 2,0 ml TEL per galon amerika.

b. Komposisi Bensin Penerbangan

Senyawa hidrokarbon paling volatil yang terdapat pada bensin penerbangan adalah isopentan yang mendidih pada 28 °C. Butan tidak terdapat dalam bensin penerbangan karena dapat mengakibatkan sumbatan uap. Titik didih akhir (end point, EP) bensin penerbangan sedikit lebih rendah dari pada bensin motor, untuk menjamin distribusi bahan bakar yang lebih merata melalui sistem induksi yang kompleks pada mesin pesawat.

Bensin penerbangan terutama terdiri dari senyawa hidrokarbon isoparafin. Senyawa naften terdapat sekitar 30% dan senyawa aromatik sekitar 10%. Senyawa normal parafin juga terdapat dalam bensin penerbangan, tetapi karena angka oktannya rendah jumlahnya perlu dibatasi. Senyawa olefin juga dibatasi jumlahnya, karena senyawa ini tidak stabil untuk penyimpanan yang lama.

Timbal tetraetil juga digunakan sebagai pengungkit oktan yang jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan yang digunakan dalam bensin motor. Pernah digunakan sampai sebanyak 6 ml TEL per galon Amerika, walaupun sekarang penggunaannya dibatasi bahkan sampai maksimum hanya 2,0 ml TEL per galon Amerika untuk bensin penerbangan grade 100 LL.

Tabel 13. Komposisi Fluida Etil Bensin Penerbangan

Jenis Etil Bensin	Komposisi (%) Volume
TEL	64,8 %
Etilen Dibromid	28,5 %
Zat Warna dan Solven	6,7 %

c. Sifat Bensin Penerbangan

1) Komposisi

- a) Senyawa HC yang paling volatil dalam bensin penerbangan adalah isopentan yang mendidih pada 28°C.

- b) Bensin penerbangan terutama terdiri senyawa HC isoparafin, senyawa n aften terdapat 30% dan senyawa aromatik sekitar 10%.
- c) TEL digunakan dalam bensin penerbangan dengan jumlah yang lebih banyak dari bensin motor.
- d) Mengandung inhibitor untuk mencegah pembentukan damar selama penyimpanan dan zat warna sebagai sarana untuk identifikasi grade bensin.
- e) Komposisi fluida etil bensin penerbangan: TEL(64,8%), Etilen Bromid (28,5%), zat warna dan solven (6,7%) vol.

2) Volatilitas

- a) Volatilitas bensin pesawat terbang ditunjukkan oleh tekanan uap reid (RVP) dan destilasi ASTM.
- b) Untuk menjamin kemudahan mesin dihidupkan sekurang-kurangnya 10% volume bensin harus menguap sebelum suhu 75°C dan untuk mencegah menguap sebelum suhu 75°C dan untuk mencegah agar tidak terjadi sumbatan uap, tidak lebih dari 40% volume bensin harus menguap pada suhu yang sama.
- c) Kontrol yang lain adalah bahwa pada suhu 105°C dan 135°C sekurang-kurangnya 50% dan 90% bensin teruapkan dan suhu destilasi akhir tidak melebihi 170°C.

3) Sifat Anti Ketuk

- a) Pembakaran di dalam silinder mesin pesawat terbang adalah sama dengan pembakaran di dalam silinder mesin mobil dan dipengaruhi faktor-faktor yang sama.
- b) Mesin pesawat terbang digunakan dalam kondisi-kondisi yang sangat berbeda. Dua kondisi yang sangat penting adalah kondisi pada saat pesawat terbang tinggal landas adalah kondisi pada saat pesawat terbang tinggal landas yang membutuhkan daya maksimum dan kondisi pada saat pesawat terbang menjelajah yang memerlukan konsumsi bahan bakar minimum.

- c) Pada saat tinggal landas diperlukan daya yang tinggi dengan campuran kaya sekitar 11 kg bahan bakar untuk 100kg udara ($BB/U=0,11$).
- d) Pada kondisi menjelajah digunakan campuran miskin sekitar 6kg untuk 100 kg udara ($BB/U=0,06$).
- e) Pada saat tinggal landas kemungkinan terjadinya ketukan sangat besar sehingga pada kondisi campuran kaya, bensin penerbangan harus mempunyai sifat anti ketuk yang besar.
- f) Angka kinerja adalah perbandingan keluaran daya sebuah mesin uji yang bekerja dengan sampel bahan bakar bensin terhadap keluaran daya mesin uji yang bakar bensin terhadap keluaran daya mesin uji yang sama dengan bahan bakar pembanding baku, misalnya i-oktan atau i-oktan ditambah TEL.
- g) Misal: tekanan yang dihasilkan dengan bahan bakar sampel 245 psi dan tekanan yang dihasilkan dari bahan bakar standar 210 psi, maka angka kinera = $(245/210) \times 100 = 115$.

4. Minyak Tanah (Kerosin)

Kerosin ialah fraksi minyak bumi yang mempunyai daerah didih sekitar 150-300oC,. Penggunaan utama kerosin ialah sebagai bahan bakar lampu penerangan. Di samping itu kerosin juga digunakan sebagai bahan bakar kompor dalam rumah tangga.

Karena kerosin terutama digunakan sebagai bahan bakar lampu untuk penerangan, maka salah satu sifat yang terpenting bagi kerosin ialah bahwa kerosin harus dapat memberikan intensitas terang nyala yang tinggi dan sedikit mungkin memberikan asap yang dapat mengganggu lingkungan.

5. Bahan Bakar Diesel (Solar)

Bahan bakar diesel ialah bahan fraksi minyak bumi yang mendidih sekitar 175-370oC dan yang digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Mesin diesel ditemukan dan dipatenkan oleh Rudolph Diesel pada tahun 1892.

Adapaun Kegunaan bahan bakar diesel yaitu :

- a. Memproduksi uap
- b. Mencairkan hasil perindustrian
- c. Membakar batu
- d. Mengerjakan panas dari logam

6. Pelumas (oli)

Minyak pelumas terdapat dalam bagian minyak mentah yang mempunyai daerah didih yang paling tinggi, yaitu sekitar 4000 C ke atas. Fraksi minyak pelumas dipisahkan dari residu hasil destilasi minyak mentah dengan destilasi hampa. Dalam destilasi ini biasanya diperoleh tiga fraksi yaitu fraksi minyak pelumas ringan, fraksi minyak pelumas sedang dan minyak pelumas berat. Karena malam dan aspal mempunyai daerah didih yang kira-kira sesuai dengan daerah didih minyak pelumas maka destilasi untuk memperoleh fraksi minyak pelumas selalu akan tercampur dengan malam atau aspal, tergantung kepada jenis minyak mentahnya.

a. Komposisi Minyak Pelumas

Minyak pelumas terdiri dari senyawa-senyawa hidrokarbon paraffin, naften, aromatik, dan sejumlah kecil senyawa organik yang mengandung oksigen dan belerang yang dipandang sebagai pengotor. Struktur utama molekul minyak pelumas adalah inti naften, dan inti aromatik, yang tersusun dalam kelompok-kelompok sampai sebanyak enam cincin. Pada kelompok cincin ini dapat terikat rantai parafin. Makin panjang dan makin banyak rantai parafin ini, maka minyak pelumas makin bersifat parafin.

Minyak pelumas naftenik, mengandung lebih banyak cincin aromatik dan lebih sedikit rantai parafin. Karena penghilangan malam dengan zat pelarut (solvent dewaxing) akan menghilangkan senyawa hidrokarbon parafin normal dan isoparafin, sedangkan ekstraksi solven akan menghilangkan molekul-molekul yang terutama mengandung cincin aromatik, maka minyak pelumas yang telah dimurnikan

cenderung terdiri dari cincin-cincin naften kompleks, dengan rantai-rantai cabang parafin.

b. Fungsi Minyak Pelumas

Sesuai dengan namanya, fungsi utama minyak pelumas ialah untuk memberikan lapisan minyak antara dua permukaan yang bergeser satu terhadap yang lain, sehingga dapat mencegah terjadinya keausan dan memperkecil kehilangan daya.



Gambar 14. Oli

7. Lilin

Lilin adalah sumber penerangan yang terdiri dari sumbu yang diselimuti oleh bahan bakar padat. Bahan bakar yang digunakan adalah paraffin. Lilin digunakan sebagai penerangan, kertas pembungkus berlapis, lilin batik, korek api, bahan pengkilap seperti semir sepatu.

8. Minyak Bakar

Minyak bakar adalah hasil destilasi dari penyulingan minyak tetapi belum membentuk residu akhir dari proses penyulingan itu sendiri. Biasanya warna dari minyak bakar ini adalah hitam chrom. Selain itu minyak bakar lebih pekat dibandingkan dengan minyak diesel.

9. Gemuk

Banyak bagian-bagian mesin yang dirancang sedemikian, sehingga minyak pelumas tidak dapat tinggal pada tempatnya dan melumasinya. Untuk mengatasi hal ini minyak pelumas dipertebal dengan mendispersikan sabun, lempung atau bahan penebal lainnya. Minyak pelumas yang telah ditebalkan, yang mempunyai konsistensi yang berbeda-beda, dari keadaan setengah cair sampai padat ini, disebut gemuk (grease) atau pelumas gemuk (lubricating grease).

Gemuk dapat dibuat dengan dua macam cara, yaitu cara panas, dimana campuran minyak pelumas dan sabun dipanaskan pada suhu antara 150-300 °C didalam ketel gemuk (cooked grease) dan cara dingin, dimana campuran minyak pelumas, minyak damar, dan kapur dipanaskan pada suhu yang relative rendah dibawah 65 °C didalam sebuah pencampur mekanik (cold set).

10. Aspal

Aspal ialah bahan hidro karbon yang bersifat melekat (adhesive), berwarna hitam kecoklatan, tahan terhadap air, dan visioelastis. Aspal sering juga disebut bitumen merupakan bahan pengikat pada campuran beraspal yang digunakan sebagai bahanpelapis jalan raya.

Aspal terdiri dari partikel-partikel koloid yang disebut aspalten yang terdispersi di dalam resin dan konstituen minyak. Perbandingan aspalten, resin dan konstituen minyak tergantung dari minyak bumi asal dan cara pengolahannya. Aspalten dapat dipisahkan dari resin dan konstituen minyak dengan jalan melarutkannya dalam nafta. Aspalten yang tidak larut akan mengendap sebagai serbuk yang berwarna coklat atau hitam.

a. Sifat-sifat aspal

Aspal harus mempunyai sifat adhesi (lengket) dan kohesi (melawan tarikan). Aspal juga harus mempunyai sifat tahan terhadap air, mempunyai sifat kimia yang stabil, tidak terpengaruh oleh asam dan basa. Disamping itu dapat mempunyai konsistensi yang berbeda-

beda. Di antara sifat-sifat fisis aspal yang terpenting ialah titik pelunakan, kemuluran dan kekerasan.

b. Macam-macam aspal

Berdasarkan konsistensinya, aspal dibagi ke dalam tiga golongan yaitu: aspal padat, aspal setengah padat dan aspal cair.

Aspal padat adalah aspal dimana pada suhu biasa berupa zat padat. Untuk dapat digunakan dalam keadaan cair, aspal padat harus dipanaskan lebih dahulu. Aspal setengah padat juga disebut aspal semen, dan masih dibagi lagi kedalam beberapa grade berdasarkan kekerasannya atau konsistensinya.

PRODUK HASIL PENGOLAHAN GAS BUMI

Bila gas hidrokarbon diproses maka akan dapat dihasilkan produk berupa :

1. LNG (liquified natural gas) → komponen utama C1

LNG adalah Gas Alam yang didinginkan lalu di kondensasikan menjadi liquid (cair). Kandungan utama dari LNG adalah methane dengan sedikit ethana, propane, Iso-butana, normal-butana, iso pentana +, serta kandungan – kandungan H₂S yang beragam. Pada umumnya LNG disimpan dengan temperatur yang sangat rendah yaitu –150oC dengan tekanan 17 barg.

Sifat-sifat LNG yaitu :

- 1) Tidak berwarna
- 2) Tidak berbau
- 3) Tidak beracun
- 4) Berada pada temperatur ekstrem dingin
- 5) Bahan bakar terbersih karena C-nya sedikit
- 6) Nilai bakarnya kurang
- 7) Tidak larut dalam air
- 8) Dalam LNG, bahan biasa akan menjadi begitu rapuh dan pecah dan pecah seperti kaca

- 9) LNG membutuhkan bahan khusus bersuhu rendah untuk penyimpanan
- 10) LNG adalah cairan bening dan mendidih pada -259°F (-160°C).
- 11) LNG lebih ringan daripada air (sp.gr = 0,423) dan karenanya LNG mengapung di atas air
- 12) Uap LNG lebih berat daripada udara (1,52)
- 13) Uap gas alam pada suhu kamar dan tekanan lebih ringan dari udara (0,54)
- 14) LNG yang tumpah mengakibatkan penguapan dan membentuk awan uap terlihat

2. BBG (bahan bakar gas) →komponen utama C1 dan C2

3. Fuel gas → komponen utama C1 dan C2

4. BBG (Bahan Bakar Gas)

Bahan Bakar Gas (BBG) adalah gas bumi yang telah dimurnikan dan aman, bersih andal, murah, dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Komposisi BBG sebagian besar terdiri dari gas metana (CH_4) dan etana (C_2H_6) lebih kurang 90% dan selebihnya adalah gas propana (C_3H_8), butana (C_4H_{10}), pentana (C_5H_{10}), nitrogen dan karbon dioksida.

5. LPG (*liquified petroleum gas*)

terdiri dari 3 jenis :

- 1) LPG propan → komponen utama C3
- 2) LPG buthane → komponen utama C4
- 3) LPG mix → komponen utama C3 dan C4

LPG adalah gas propana/butana (C3/C4) yang dicairkan

Penggunaan LPG yaitu :

a. Sebagai bahan bakar digunakan untuk:

- 1) Untuk rumah tangga : (kompur gas, pemanas air)
- 2) Untuk Industri :

- 3) Industri makanan, untuk memanaskan dan mengeringkan berbagai jenis roti kering.
 - 4) Industri Tekstil, dipakai sebagai bahan bakar
- b. Pada proses produksi digunakan untuk:
- 1) Industri Kertas dan percetakan, dipakai sebagai sumber panas dalam pengeringan, pencairan dan pemanasan.
 - 2) Industri Cat, dipakai untuk membakar permukaan dan pengeringan produk cat.
 - 3) Industri gelas dan keramik, dipakai untuk peleburan kaca, pembentukan gelas, bahan bakar dalam pembakaran keramik.
- c. LPG bukan sebagai bahan bakar

Sebagai bahan penekan (bahan spray) pada produk –produk aerosol yaitu:

- 1) Obat nyamuk spray
- 2) Cat spray
- 3) Deodorant spray

6. Elpiji = LPG mix

ELPIJI adalah merek dagang dari Liquefied Petroleum Gas (LPG) yang dipasarkan Pertamina di dalam negeri. Dilihat dari komposisinya, ELPIJI merupakan bahan bakar gas yang mayoritas terdiri dari campuran senyawa hidrokarbon propan (C_3H_8) dan butan (C_4H_{10}).

7. Condensate = hidrokarbon cair → komposisi C_5+

Condensate adalah fraksi minyak bumi yang terkandung didalam aliran dari sumur gas, terhubung jumlahnya relatif sedikit, tidak ekonomis kalau harus dilakukan refinery & dijual dlm bentuk fraksi minyak.

Produk LNG dan LPG → dijual dalam bentuk cair

Produk BBG dan fuel gas → dijual dalam bentuk gas

Condensate → umumnya diblending ke crude oil

PENGUJIAN PRODUK MIGAS

Uji minyak bumi dan produknya yang dilakukan di dalam Laboratorium sebagian bersifat fisis dan sebagian lainnya bersifat kimia. Agar dapat dibuat duplikat hasil uji, maka dalam uji-uji diperlukan alat-alat baku dan prosedur-prosedur baku. Untuk itu maka komite D-2 **American Society for Testing and materials (ASTM)** menerbitkan suatu publikasi tahunan *Annual Book of ASTM Standards* untuk produk minyak bumi dan bahan pelumas "**Petroleum Products and Lubricants**" yang memuat secara rinci mengenai prosedur-prosedur baku dan alat-alat baku yang digunakan dalam uji minyak bumi dan produknya. Di samping itu, prosedur-prosedur baku dan alat-alat baku uji minyak bumi dan produknya dapat juga diperoleh dari *standard methods for testing petroleum and its products*, suatu publikasi tahunan dari *The Institute of Petroleum*.

Pada umumnya uji minyak bumi dan produknya dapat dikerjakan dengan cepat, mudah dibuat duplikat oleh teknisi laboratorium biasa dan hasil ujinya dapat diinterpretasikan sebagai fungsi kinerja produk selama penggunaan. Di samping itu, uji rutin juga dikerjakan dalam laboratorium kilang dan dimaksudkan agar hasil-hasilnya dapat digunakan untuk mengendalikan alat-alat atau unit-unit dalam operasi kilang. Uji ini tidak hanya digunakan kepada bahan baku dan produk antara, tetapi juga dikenakan kepada produk jadi yang ada dalam tangki penyimpanan, kereta tangki, pipa sAliran, tangker, dan stasiun pengisian.

Pengertian duplikat hasil uji tidaklah berarti bahwa uji yang kedua hasilnya harus persis sama dengan hasil uji yang pertama. Hasil uji kedua sudah boleh dikatakan sama dengan hasil uji pertama apabila telah memenuhi harga-harga repitibilitas dan reproduksibilitas yang disyaratkan untuk setiap jenis uji. Repitibilitas adalah hal diulanginya kembali sesuatu uji apabila beda hasil kedua uji yang dilakukan oleh seseorang melampaui harga yang telah ditetapkan. Sedangkan reproduksibilitas adalah hal diulanginya kembali sesuatu uji apabila hasil kedua uji yang dilakukan oleh dua orang melampaui harga yang telah ditetapkan.

1. Density

Density adalah berat suatu massa cairan pada volume tertentu dalam suhu 15⁰C, persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Density = \frac{Berat}{Volume} = \frac{Kg}{Liter}$$

2. Specific Gravity

Specific Gravity adalah kepadatan yang digambarkan dengan perbandingan bobot suatu volume substansi terhadap standar yang lain. Dalam hal ini benda cair dan benda padat standarnya air, sedang untuk gas standarnya adalah udara.

3. API Gravity

Dalam *American System* istilah yang dipakai dalam industri perminyakan untuk menggambarkan Density dari minyak mentah adalah API Gravity, untuk mengukurnya digunakan alat yang disebut Hydrometer yang mempunyai skala dalam derajat API.

Pada dasarnya uji ini dilakukan dengan menempatkan hidrometer yang mempunyai skala densitas, berat jenis atau gravitas API pada contoh yang akan diuji yang mempunyai suhu tertentu. Selanjutnya dibaca skala hidrometer yang dipotong oleh permukaan contoh sebagai densitas, berat jenis atau gravitas API contoh pada suhu yang berlaku). Harga yang diperoleh harus dikembalikan ke suhu 15 °C (60 °F), dengan menggunakan Petroleum Measurement Tables, ASTM D 1250-80. Uji tidak harus dilakukan pada suhu 150 C (60 °F), tetapi disesuaikan dengan keadaan contoh. Namun pengukuran yang paling teliti ialah apabila suhu contoh adalah 15 °C (60 °F). Suhu uji antara 0 dan 190⁰F masih dimungkinkan, selama masih sesuai dengan tipe contoh, sesuai kondisi batas yang diharuskan.

Untuk menentukan densitas atau berat jenis hidrokarbon ringan, Elpiji misalnya, dapat digunakan hidrometer termo tekanan (ASTM D 1657). Uji dilakukan pada suhu 15 °C (60 °F) dengan menggunakan hidrometer dan

bantuan penangas air yang dilengkapi dengan termostat untuk mempertahankan suhu penangas tetap pada suhu tersebut. Di samping itu densitas dan berat jenis hidrokarbon dan fraksi minyak bumi yang mendidih antara 90 dan 110 °C dan berupa cairan pada suhu uji 20 dan 25 °C, dapat ditentukan dengan piknometer Bingham (ASTM D 1217-86). Sedangkan untuk bahan cair yang kental, densitas dan berat jenis dapat ditentukan dengan piknometer Bingham (ASTM D 1480-86) atau piknometer bikapiler Lipkin (ASTM D 1481-86).

4. Reid Vapor pressure (RVP)

ASTM D-323 merupakan standar yang mengatur prosedur untuk menentukan Reid Vapor pressure (RVP) dari produk-produk perminyakan (minyak bumi) yang mudah menguap (*volatile*) seperti *gasoline*, *volatile crude oil* serta produk yang mudah menguap lainnya.

RVP adalah tekanan uap (*vapor pressure*) liquid pada 100°F dalam ukuran absolut (*absolute vapor pressure*). Makin besar RVP suatu sample menunjukkan bahwa *sample* tersebut semakin mudah menguap. *Vapor pressure crude* dan beberapa produk sangat penting baik oleh produsen maupun konsumen sehingga perlu diukur.

Ada 4 prosedur yang diatur dalam standard ini, yaitu Prosedur A, B, C dan D. Prosedur A digunakan untuk *gasoline* dan produk lainnya yang memiliki *vapor pressure* lebih kecil dari 180 kPa (26 psi). Prosedur B khusus untuk *gasoline* dengan maksud agar hasilnya lebih presisi. Prosedur C untuk produk dengan *vapor pressure* lebih besar dari 180 kPa (26 psi). Sedangkan prosedur D untuk *aviation gasoline* dengan *vapor pressure* sekitar 50 kPa (7 psi).

a. Konfigurasi peralatan

Peralatan untuk mengukur RVP sesuai ASTM D-323, terdiri dari:

- 1) *RVP Apparatus*, yang terdiri dari *Vapor Chamber* & *Liquid Chamber* yang digunakan sebagai wadah untuk menguapkan *sample*;
- 2) *Pressure Gauge* untuk mengukur tekanan Chamber;

- 3) *Bath* (*Cooling Bath* untuk mendinginkan sample & *Water Bath* untuk menjaga suhu Chamber pada 100°F ;
- 4) *Thermometer* untuk mengukur suhu Bath/Chamber;
- 5) *Pressure Measurement Device*; berupa *Manometer* atau *Dead-Weight Tester* untuk kalibrasi/verifikasi *Pressure Gauge*;
- 6) Komponen pendukung lainnya seperti *Flexible Coupler*, *Vapor Chamber Tube* dan *Sample Transfer Connection*.

b. Prinsip kerja

Mula-mula Liquid Chamber diisi dengan sample dingin, kemudian dihubungkan dengan Vapor Chamber yang sudah dipanaskan hingga suhu 100oF dalam Bath. Kedua chamber yang sudah terhubung tersebut direndam kembali dalam Bath yang bersuhu 100oF hingga tekanan yang dihasilkan pada Vapor Chamber konstan. Besar tekanan yang dihasilkan tersebut merupakan RVP.



Gambar 15. Reid Vapor Pressure (RVP)

UJI DESTILASI PRODUK MINYAK BUMI

Destilasi produk minyak bumi (ASTM D 86-90) ini dikenakan kepada produk minyak bumi yaitu: bensin alam, bensin motor, bensin pesawat terbang, bahan bakar turbin pesawat terbang, nafta, kerosin, minyak gas dan minyak bakar distilat dan produk minyak bumi yang serupa. Destilasi serupa yang dikenal dengan nama destilasi Engler telah digunakan pada waktu yang lampau, sehingga destilasi ASTM ini seringkali juga disebut destilasi Engler.

Dalam destilasi ini, 100 mililiter contoh didestilasi menurut prosedur tertentu. Selama destilasi dilakukan pengamatan dan pencatatan suhu termometer dan volum distilat yang tertampung. Yang perlu dilaporkan dalam uji destilasi ini yaitu :

1. Titik didih awal (*initial boiling point – IBP*), yaitu suhu di mana distilat pertama-tama menetes dari ujung kondensor.
2. Suhu pada berbagai persentase destilasi, yaitu pada: 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 95% destilasi.
3. Titik didih akhir (*end point – EP* menurut ASTM atau *final boiling point – FBP* menurut IP), yaitu suhu tertinggi yang dicapai selama uji, yang biasanya terjadi setelah penguapan semua cairan dari dasar labu.
4. Persen perolehan (*percent recovery*), yaitu persentase volum kondensat yang tertampung dalam gelas ukur penerima.
5. Persen residu (*percent residue*), yaitu persentase volum residu yang tertinggal dalam labu.
6. Persen perolehan total (*percent total recovery*), yaitu jumlah persen perolehan dan persen residu.
7. Persen kehilangan (*percent loss*), yaitu 100 dikurangi dengan persen perolehan total.
8. Persen teruapkan (*percent evaporated*), yaitu jumlah persen perolehan dengan persen kehilangan.

Dari data destilasi tersebut selanjutnya dapat dibuat kurve destilasi ASTM yang menunjukkan hubungan suhu dengan persen penguapan pada kondisi uji. Setiap bensin mempunyai kurve destilasi tertentu, dan dengan jalan

membandingkan kurve-kurve destilasinya, dapatlah ditentukan volatilitas relatif bensin. Bensin yang mempunyai tekanan uap Reid yang sama, belum tentu mempunyai kurve destilasi yang sama, sehingga sifat volatilitasnya juga berbeda. Berikut ini merupakan jenis-jenis pengujian destilasi produk minyak bumi:

1. Titik Nyala dan Titik Bakar

Flash point atau titik nyala adalah suhu terendah dimana minyak (uap minyak) dan produknya dalam campuran dengan udara akan menyala apabila terkena percikan api kemudian mati kembali. Minyak bumi yang mempunyai *flash point* terendah akan membahayakan, karena minyak tersebut mudah terbakar. Apabila minyak tersebut mempunyai titik nyala tinggi juga kurang baik, karena akan susah mengalami pembakaran. Tetapi kalau ditinjau dari segi keselamatan maka minyak yang baik mempunyai *flash point* yang tinggi karena tidak mudah terbakar.

Fire point adalah suhu terendah dimana uap minyak bumi dan produknya akan menyala dan terbakar secara terus- menerus kalau terkena nyala api pada kondisi tertentu.

Flash point ditentukan dengan jalan memanaskan sample dengan pemanasan yang tetap, setelah tercapai suhu tertentu nyala penguji (*test flame*) diarahkan pada permukaan sample. *Test flame* ini terus diarahkan pada permukaan sample dengan berganti-ganti sehingga mencapai atau terjadi semacam ledakan karena adanya tekanan dan api yang terdapat pada *test flame* akan mati. Inilah yang disebut dengan *flash point*.

Penentuan *fire point* ini sebagai kelanjutan dari *flash point* dimana apabila contoh akan terbakar / menyala kurang lebih lima detik maka lihat suhunya sebagai *fire point*. Penentuan titik nyala tidak dapat dilakukan pada produk-produk yang *volatile* seperti gasolin dan solven-solven ringan, karena mempunyai *flash point* dibawah temperatur normal.

Semula penentuan *flash point* dan *fire point* ini dimaksudkan untuk keamanan dimana orang yang bekerja tanpa kuatir akan terjadinya

kebakaran, tetapi perkembangannya yaitu dapat mengetahui mudah tidaknya minyak tersebut menguap.

Ada tiga macam alat uji yang dapat digunakan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar minyak bumi dan produknya, yaitu:

- a. Alat uji cawan terbuka Cleveland (ASTM D 92-90; IP 36/84) yang dapat digunakan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar semua produk minyak bumi, kecuali minyak bakar yang mempunyai titik nyala cawan terbuka dibawah 79 °C (175 °F)
- b. Alat uji cawan tertutup Pensky-Martens (ASTM D 93-80; IP 34/85) yang dapat digunakan untuk menentukan titik nyala minyak bakar, minyak pelumas dan suspensi padatan.
- c. Alat uji cawan tertutup Abel (IP 170/75), yang dapat digunakan untuk menentukan titik nyala produk minyak bumi yang mempunyai titik nyala antara -18 °C (0 °F) dan 71 °C (160 °F).

Titik nyala ditentukan dengan jalan memanaskan contoh yang ditempatkan di dalam cawan dengan kecepatan pemanasan yang tetap, yaitu 5-6 °C/menit atau 10 °F/menit untuk alat uji Cleveland dan Pensky Martens; 1 °C/menit atau 2 °F/menit untuk alat uji Abel.

Selanjutnya pada kenaikan suhu tertentu setelah contoh mencapai suhu tertentu 17-28 °C (30-50 °F) di bawah *flash point* yang diperkirakan untuk alat uji Cleveland dan Pensky-Martens; 9 °C (16 °F) di bawah titik nyala yang diperkirakan untuk alat uji Abel, nyala uji diarahkan pada permukaan contoh untuk setiap kenaikan suhu 2 °C (5 °F) untuk alat uji Cleveland dan Pensky Martens, dan setiap kenaikan suhu 0,5 °C (1 °F) untuk alat uji Tag. Suhu paling rendah di mana uap minyak dalam campurannya dengan udara menyala, dicatat sebagai titik nyala.

Penentuan titik bakar yang hanya dapat dilakukan dengan alat uji Cleveland sebenarnya merupakan kelanjutan dari penentuan titik nyala mengakibatkan uap contoh akan menyala dan terbakar secara terus-menerus (sekurang-kurangnya 5 detik), maka suhu pada saat ini dicatat sebagai titik bakar.

Semula uji titik nyala dimaksudkan untuk keamanan, mengetahui sampai suhu berapa orang masih dapat bekerja dengan aman dengan sesuatu produk minyak bumi tanpa timbul bahaya kebakaran. Tetapi kemudian ternyata bahwa uji ini dapat juga digunakan untuk menunjukkan volatilitas relatif produk minyak bumi.

2. Warna

Pemeriksaan warna (*color*) produk minyak bumi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa macam kolorimeter, antara lain dengan:

- a. Tintometer Lovibond (IP 17/52), untuk menentukan warna semua produk minyak bumi baik yang diberi zat warna atau tidak, kecuali minyak hitam (*black oils*) dan bitumen.
- b. Khromometer Saybolt (ASTM D 156-87), untuk menentukan warna minyak yang telah diolah seperti bensin motor dan bensin pesawat terbang yang tidak diberi zat warna, bahan bakar propulsi jet, nafta, kerosin, malam parafin dan minyak putih farmasi.
- c. Kolorimeter ASTM (ASTM D 1500-87), untuk produk minyak bumi seperti minyak pelumas, minyak pemanas, bahan bakar diesel dan malam parafin .

Penentuan warna contoh pada dasarnya adalah sangat sederhana yaitu membandingkan warna contoh dengan warna baku, sampai diperoleh suatu kecocokan. Dalam kolorimeter ASTM dan tintometer Lovibond, tebal contoh tetap dan tertentu, sedangkan dalam khromometer Saybolt tebal contoh berubah-ubah.

3. Titik Asap

Titik asap (*smoke point*) didefinisikan sebagai tinggi nyala maksimum dalam millimeter di mana kerosin terbakar tanpa timbul asap apabila ditentukan dalam alat uji baku pada kondisi tertentu (IP 57). Disamping dikenakan kepada kerosin, uji titik asap juga dikenakan kepada bahan bakar jet (ASTM D 1322-90). Titik asap ditentukan dengan cara membakar contoh kerosin atau bahan bakar jet dalam lampu titik asap.

Nyala dibesarkan dengan jalan menaikkan sumbu sampai timbul asap, kemudian nyala dikecilkan sampai asap tepat hilang. Tinggi nyala dalam keadaan terakhir ini dalam millimeter adalah titik asap contoh. Asap terutama disebabkan oleh adanya senyawa aromatik dalam bahan minyak.

Kepentingan smoke point dalam praktek ialah untuk menentukan kualitas kerosin yang penggunaan utamanya ialah sebagai bahan bakar lampu penerangan. Kerosin yang baik harus mempunyai titik asap yang tinggi, sehingga nyala api bahan bakar kerosin ini dapat dibesarkan dengan kecenderungan untuk memberikan asap yang

4. Korosi Lempeng Tembaga

Uji korosi lempeng tembaga (ASTM D 130-88; IP 154/86) dimaksudkan untuk mengetahui sifat korosi bensin pesawat terbang, bahan bakar turbin penerbangan, bensin mobil, bensin alam dan senyawa hidrokarbon yang mempunyai RVP kurang dari 18 psi (124 kPa), bahan bakar traktor pertanian, pelarut, kerosin, bahan bakar distilat, minyak pelumas dan produk minyak bumi lainnya terhadap lempeng tembaga.

Uji ini dilakukan dengan merendam lempeng tembaga yang telah dipolis di dalam contoh yang akan diuji, dan selanjutnya dipanaskan pada suhu tertentu dan lama waktu tertentu tergantung pada jenis contoh. Pada akhir pemanasan, lempeng tembaga diambil, dicuci dan kemudian dibandingkan dengan baku korosi lempeng tembaga ASTM (*ASTM Copper Corrosion Standard*). Hasil uji korosi lempeng tembaga selanjutnya dinyatakan dengan nilai: 1 a, b ; 2 a, b, c, d, e; 3 a, b dan 4 a, b, c.

Korosi produk minyak bumi terhadap berbagai macam logam disebabkan oleh senyawa belerang korosif yang terdapat dalam produk minyak bumi. Tidak semua senyawa belerang yang terdapat dalam fraksi minyak bumi bersifat korosif. Khusus untuk elpiji, uji korosi lempeng tembaga digunakan metode uji baku ASTM D 1838-89, yang pada dasarnya sama dengan metode uji korosi lempeng tembaga ASTM D 130.

5. Sisa Karbon

Ada dua macam cara uji sisa karbon, yaitu: uji sisa karbon Conradson (ASTM D 189-88; IP 13/82) dan uji sisa karbon Ramsbottom (ASTM D 524-88; IP 14/82). Kedua cara uji ini dimaksudkan untuk mengetahui kecenderungan pembentukan kokas produk minyak bumi yang sukar menguap.

Sisa karbon Conradson (*Conradson carbon residu-CCR*) adalah sisa karbon yang tertinggal setelah produk minyak bumi dikenakan pirolisis yaitu pemanasan tanpa berkontak dengan udara. Uji ini umumnya dikenakan kepada produk minyak bumi yang relatif kurang volatil yang sebagian akan terurai pada destilasi tekanan atmosferik, seperti bahan bakar solar, minyak gas, minyak bakar dan minyak pelumas. Sisa karbon sesungguhnya bukan seluruhnya karbon, tetapi kokas yang masih dapat diubah lebih lanjut dengan jalan pirolisis.

Sisa karbon Conradson ditentukan dengan jalan memanaskan dengan kuat contoh minyak yang telah diketahui beratnya dalam krus tanpa berkontak dengan udara selama waktu tertentu. Pada akhir pemanasan, krus yang mengandung residu karbon didinginkan dalam eksikator dan ditimbang, dan sisa yang tertinggal dihitung sebagai persentase dari contoh mula-mula, dan dilaporkan sebagai sisa karbon Conradson.

Sisa karbon Ramsbottom (*Ramsbottom carbon residue*) adalah sisa karbon yang tertinggal setelah contoh bahan minyak yang sukar menguap yang ditempatkan dalam bola gelas khusus yang mempunyai lubang pipa kapiler dipanaskan dalam dapur koking logam (*metal coking furnace*) pada suhu sekitar 550 °C.

Sisa karbon Conradson dan Ramsbottom keduanya digunakan sebagai petunjuk mengenai kecenderungan produk minyak bumi untuk memberikan deposit kokas. Adanya alkil nitrat dalam bahan bakar diesel, seperti amil nitrat, heksil nitrat dan oktil nitrat akan memberikan sisa karbon Conradson dan Ramsbottom yang lebih tinggi dari pada apabila dalam bahan bakar diesel tersebut tidak ditambah aditif.

6. Titik Kabut

Titik kabut (cloud point) adalah suhu tertinggi dimana kristal malam parafin akan terlihat sebagai kabut pada dasar tabung uji apabila minyak didinginkan pada kondisi tertentu (ASTM D 2500-88). Uji ini hanya dapat dikenakan kepada produk minyak bumi yang tembus pandang pada ketebalan 38 mm (1½ in) dan dengan titik kabut kurang dari 49 oC (120 oF). Titik kabut ditentukan dengan jalan mendinginkan contoh minyak dan setiap penurunan suhu yang merupakan kelipatan 1 °C (2 °F) diamati apakah pada dasar tabung uji terbentuk kabut. Suhu di mana pada dasar tabung uji mulai terbentuk kabut kristal malam parafin, dicatat sebagai titik kabut contoh.

7. Angka Oktan

Kecenderungan bensin untuk memberikan ketukan dalam mesin dinyatakan dengan angka oktan (*octane number*). Untuk menentukan angka oktan bensin, digunakan bahan bakar pembanding (*reference fuels*) n-heptan, iso-oktan (2,2,4-trimetil pentan) dan TEL. n-heptan yang mempunyai kecenderungan yang besar untuk mengetuk diberi angka oktan 0, dan iso-oktan yang kecenderungannya untuk mengetuk kecil diberi angka oktan 100.

Ada 3 macam metode uji angka oktan bahan bakar bensin, yaitu:

- a. Metode riset (ASTM D 2699-88a) yang berlaku untuk bensin motor.
- b. Metode motor (ASTM D 2700-88a) yang berlaku untuk bensin motor dan bensin penerbangan.
- c. Metode supercharge (ASTM D 909-86) yang berlaku untuk bensin penerbangan.

D. Aktifitas Pembelajaran

Aktivitas 1. Mengamati Kegiatan Proses Destilasi Minyak Bumi (2 JP)

Anda diminta untuk mengamati Proses Destilasi Minyak Bumi pada Kegiatan Pembelajaran 2 ini:

Anda mungkin mempunyai cara yang berbeda dalam menjelaskan proses Destilasi Minyak Bumi, sehingga Anda dapat menjelaskan dan mendiskusikan pertanyaan berikut ini di dalam kelompok Anda (maksimal 1 kelompok 4 orang)

1. Menurut tekanan Kerjanya proses destilasi terbagi kedalam 3 proses?Jelaskan

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

2. Menurut Anda kegiatan memahami Proses Destilasi minyak bumi perlu pemahaman ekstra?Jelaskan!

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

3. Produk apa saja yang dihasilkan dari Destilasi Atmosferik?Jelaskan

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

4. Jelaskan tentang proses destilasi vakum dan produk yang dihasilkan!

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

5 Jelaskan Kualitas produk-produk migas!

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

Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Dimana kelompok lain akan menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan tambahan penjelasan dan gagasan menurut diskusi kelompoknya masing-masing.

Aktivitas 2. Mengamati Kegiatan Pemisahan Fraksi-Fraksi Minyak Bumi (2 JP)

Dari gambar proses pemisahan fraksi minyak bumi jawablah tentang beberapa pertanyaan berikut ini:

1. Menurut Anda Bagaimana mekanisme proses pemisahan fraksi minyak bumi berlangsung?Jelaskan!

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

2. Produk apa saja yang dihasilkan dari Pemisahan Fraksi minyak bumi tersebut?Jelaskan

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

3. Jelaskan tentang proses cracking dan hidrocracking!

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

5 Jelaskan tentang proses treating!

.....
.....

Aktivitas 3. Mengamati produk-produk minyak dan gas bumi (1 JP)

Anda dapat membedakan produk yang mudah menguap sehingga proses penyimpanan dan distribusi perlu cara yang khusus, jelaskan!

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

E. Latihan/Kasus/Tugas

Jawablah Pertanyaan dibawah ini sebagai Latihan !

1. Jelaskan secara singkat proses pengolahan minyak bumi !
2. Berdasarkan tekanan kerjanya, proses destilasi dibedakan menjadi 3. Sebutkan dan jelaskan secara singkat !
3. Sebutkan dan jelaskan kelemahan fraksi-fraksi yang diperoleh dengan destilasi minyak mentah !

4. Apakah yang dimaksud dengan reforming?
5. Sebutkan minimal 5, peralatan-peralatan yang digunakan dalam proses destilasi vakum!
6. Sebutkan fungsi dari *Hydro Treater* !
7. Sebutkan struktur utama dari molekul minyak pelumas !
8. Sebutkan beberapa macam kolorimeter dalam pemeriksaan warna produk minyak bumi!
9. Sebutkan hasil produksi minyak bumi dan gas!
10. Apa yang dimaksud dengan *Reid Vapor pressure (RVP)*?

F. Rangkuman

Kilang minyak (*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.

Proses persiapan crude oil adalah proses pemisahan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan (Impurities) dan senyawa-senyawa yang lainnya. Crude Oil (minyak mentah) sebelum diolah terlebih dahulu disiapkan agar tidak terjadi permasalahan didalam proses pengolahannya.

Proses Destilasi atau fraksinasi adalah proses pemisahan fraksi-fraksi dalam minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didih. Proses destilasi biasanya dilakukan pada sebuah tanur tinggi yang kedap udara.

Proses Konversi (Secondary Processing) terjadi proses perubahan struktur molekul hidrokarbon dengan suatu reaksi kimia dengan bantuan panas dan katalis.

Proses Treating adalah suatu proses yang tujuannya untuk menurunkan impurities serendah mungkin yang terkandung didalam minyak bumi.

Proses blending adalah penambahan bahan-bahan aditif kedalam fraksi minyak bumi dalam rangka untuk meningkatkan kualitas produk tersebut.

Ada beberapa macam cara penggolongan produk jadi yang dihasilkan oleh kilang minyak. Diantaranya produk jadi kilang minyak dapat dibagi menjadi : Produk bahan bakar minyak (BBM) dan Produk bukan bahan bakar minyak (BBBM).

Produk BBM terdiri dari : bensin penerbangan, bensin motor, bahan bakar jet, kerosin, solar, minyak diesel, dan minyak bakar. Sedangkan yang termasuk produk BBBM ialah: elpiji (liquified petroleum gases – LPG), pelarut, minyak pelumas, gemuk, aspal, malam parafin, hitam karbon, (carbon black), dan kokas.

Uji minyak bumi dan produknya yang dilakukan di dalam Laboratorium sebagian bersifat fisis dan sebagian lainnya bersifat kimia. Agar dapat dibuat duplikat hasil uji, maka dalam uji-uji diperlukan alat-alat baku dan prosedur-prosedur baku. Dalam industri migas, pemilihan jenis tangki berpatokan pada standar API (American Petroleum Institute) yang telah mengeluarkan berbagai spesifikasi yang meliputi material, desain, fabrikasi, dan testing.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

1. Sebutkan materi apa saja yang telah Anda peroleh pada materi kegiatan pembelajaran 2 ini?
2. Apa saja yang telah Anda lakukan yang ada hubungannya dengan materi kegiatan ini tetapi belum ditulis pada materi kegiatan ini?
3. Apa kelebihan dan kekurangan dari materi kompetensi profesional kegiatan pembelajaran 2 ini?
4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi kegiatan 2 ini?Jelaskan!
5. Berapa persen kira-kira materi kegiatan ini dapat Anda kuasai?
6. Mohon Anda beri masukan terhadap isi materi kegiatan pembelajaran 2 ini?

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: MENGUKUR VOLUME ABSORPSI DAN VOLUME STANDAR

A. Tujuan

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Dengan membahas modul ini secara tuntas diharapkan para guru dan tenaga pendidik dapat menguasai cara mengukur volume absorpsi dan volume standar.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Dalam mengukur volume absorpsi dan volume standar indikator pencapaian kompetensi adalah guru dan tenaga pendidik mampu untuk memahami hal-hal sebagai berikut :

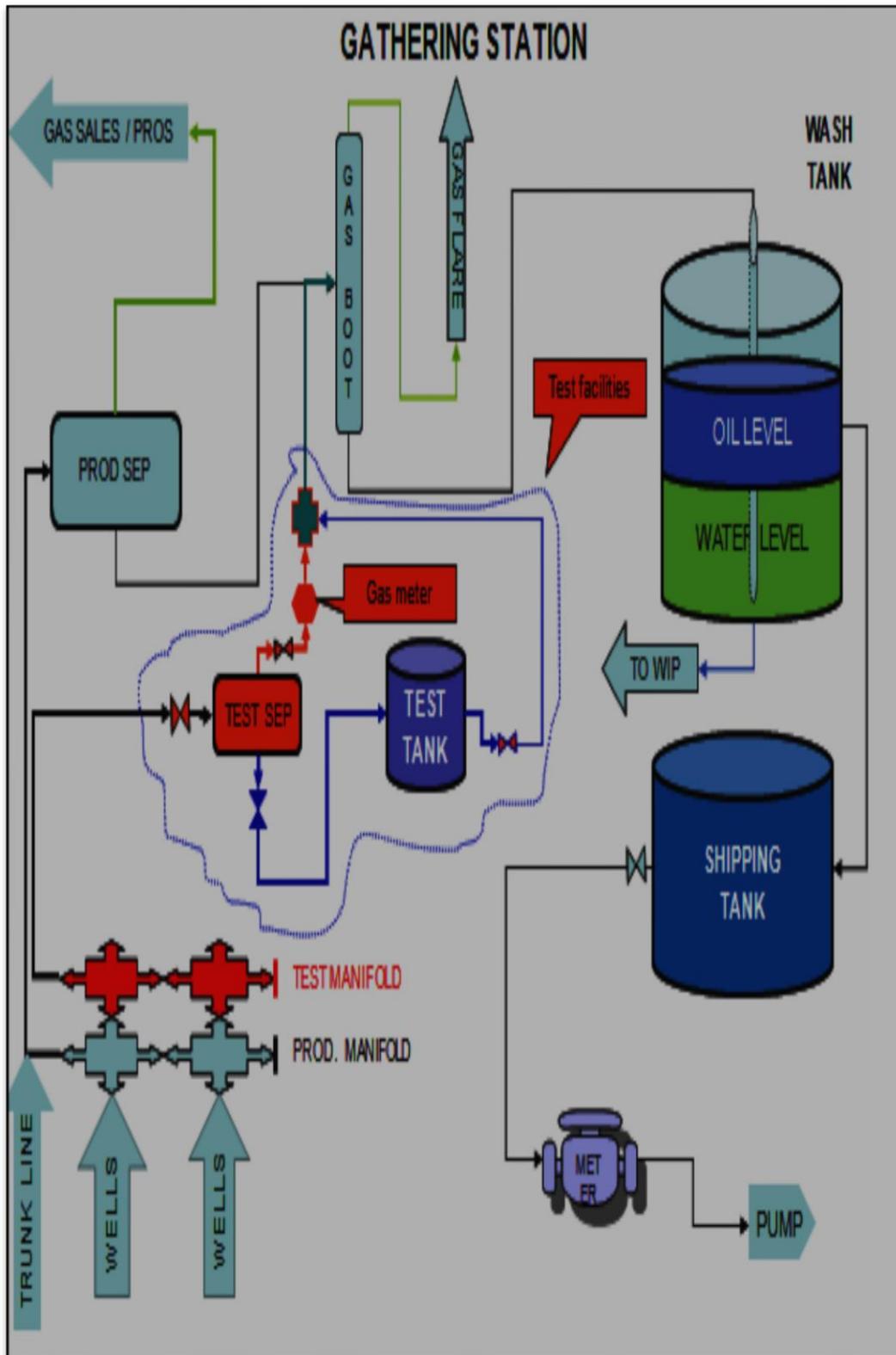
1. Mengkombinasikan volume absorpsi dan volume standar
2. Merumuskan volume yang didapat dari pengukuran langsung (data pengukuran suhu minyak dan densitas minyak).

C. Uraian Materi

1. Proses Alir Minyak Bumi

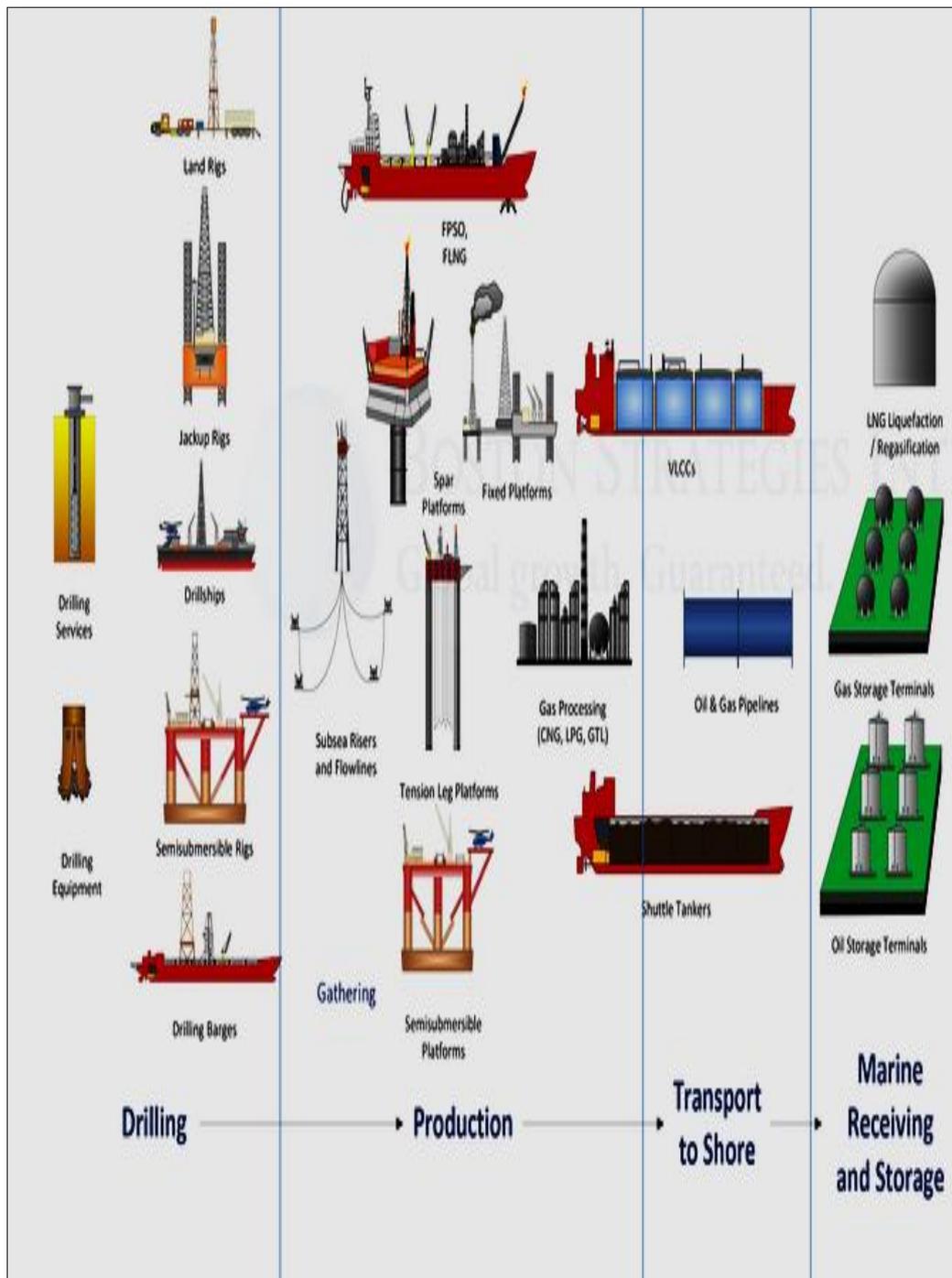
Dalam sistem produksi minyak dan gas bumi, diawali dari sumur minyak ataupun gas, fluida mengalir dari reservoir menuju permukaan (manifold), kemudian fluida dialirkan masuk ke separator untuk di pisahkan antara fasa minyak, gas dan air. Kemudian minyak dan gas dari hasil pemisahan di separator dialirkan menuju ke stasiun pengumpul awal pada suatu lapangan dan selanjutnya dialirkan lagi menuju stasiun pengumpul akhir di suatu tangki penimbun minyak ataupun gas bumi tersebut (*storage tank*).

Tangki adalah tempat dimana bahan baku crude oil, gas dan bahan bakar minyak dan LPG dikumpulkan. Pada stasiun pengumpul biasanya terdapat kumpulan beberapa jenis tangki.



Gambar 16. Diagram Alir Minyak Bumi di Onshore (Quantity Accounting System, 2011)

Pengumpulan produksi minyak dan gas di lepas pantai menggunakan Kapal Tanker.



Gambar 17. Diagram Alir Minyak Bumi di Offshore (boston strategis.com)

2. Pengukuran Minyak Bumi

Dalam pengukuran minyak bumi diperlukan standart untuk menyeragamkan hasil perhitungan. Standart pengukuran diasosiasikan oleh American Society Testing and Material (ASTM) dengan American Petroleum Institute (API).

Pengukuran property dan kuantitas minyak dan gas bumi sangat dipengaruhi oleh kondisi suhu dan tekanan. Pada saat pengukuran dalam kondisi penyimpanan maka pengukuran tersebut disebut pengukuran Observe, supaya hasil pengukuran tersebut dapat direkonsiliasikan denganyang lain maka hasil pengukuran tersebut diubah menjadi standar 15 °C atau 60°F .

Berikut beberapa standar pengukuran minyak berdasarkan ASTM-API :

a. Ketepatan dalam pengukuran suhu menggunakan Standar ASTM D 1086 atau API 2543.

Cara Pengukuran suhu minyak menggunakan termometer :

- 1) Yakinkan thermometer yang akan digunakan dalam keadaan bersih, baik mudah dibaca skalanya.
- 2) Bandingkan thermometer yang akan digunakan dengan master thermometer pada suhu ruangan.
- 3) Thermometer yang menunjukkan perbedaan 1°F / 0,5°C dari yang seharusnya tidak dapat digunakan.
- 4) Kolom air raksanya tidak boleh terputus, jika demikian, thermometer tersebut tidak dapat menunjukkan suhu yang tepat.
- 5) Bola air raksa harus pada kondisi baik.
- 6) Jaga agar thermometer bebas lapisan bahan yang dapat menahan panas.

- 7) Lakukan pengukuran suhu segera sesudah pengukuran tinggi cairan, sebagai berikut:
- a) Kaitkan cup case flushing assembly pada pita ukur
 - b) Turunkan cup case flushing assembly perlahan-lahan melalui lubang ukur sampai kedalaman tertentu (sesuai ketentuan table III ASTM D.1086).
 - c) Apabila perbedaan suhu udara dan suhu minyak yang diukur lebih dari 20°F/11°C, cup case flushing assembly perlu dibilas beberapa kali dengan minyak yang akan diukur suhunya, dengan tujuan untuk mempercepat proses adaptasi terhadap suhu minyak.
 - d) Biarkan thermometer terendam dalam minyak dalam beberapa waktu tertentu.

Tabel 14. Waktu Pencelupan Thermometer

API Gravity	Lama Pencelupan
>50	10
40-49	15
30-39	20
20-29	35
<20	60

- e) Untuk mempercepat adaptasi, naik turunkan cup case sejauh \pm 0,5 meter minimum 2 menit agar diperoleh pengukuran yang teliti dan diamkan selama 3 menit.
- f) Tarik cup case cepat dan perhatikan bahwa cup terisi penuh minyak.
- g) Bacalah segera suhu pada lubang ukur dalam keadaan cup case sebagian masih berada dilubang ukur.

- h) Pada waktu pembacaan usahakan thermometer terlindung dari pengaruh udara luar.
- i) Bila saat pembacaan, permukaan kolom air raksa dalam thermometer tidak mantap (naik atau turunnya melebihi 1°F atau 0,5°C), pengukuran harus diulangi.
- j) Catat suhu yang dibaca dalam tank ticket.
- k) Ulangi prosedur diatas sesuai dengan ketinggian cairannya dngan menggunakan prosedur pada tabel berikut ini:

Tabel 15. Prosedur Pengukuran Suhu Minyak

Ketinggian	Jumlah Pengukuran	Kedalam Pengukuran
>5 meter	3 kali	<ul style="list-style-type: none"> • 1 mtr di bawah permukaan • Di tengah2 tinggi air minyak • 1 meter di atas batas air minyak.
3–5 mtr	2 kali	<ul style="list-style-type: none"> • 1 meter di bawah permukaan • 1 meter di atas batas air minyak.
<3 meter	1 kali	Ditengah2 tinggi minyak

Untuk menghitung suhu rata-rata :

Untuk minyak yang tidak dipanaskan

$$\text{Suhu rata-rata} = \frac{\text{jumlah hasil pembacaan}}{\text{jumlah pengukuran suhu.}}$$

Untuk minyak yang menggunakan heating coil (dipanaskan) maka suhu rata-rata adalah : Suhu atas + 2x suhu tengah+ suhu bawah

TEMPERATURE MEASUREMENT (API 2543 - ASTM D 1086)

TABLE II.—THERMOMETERS.

Name	ASTM Thermometer	Range	Length, in.	Graduation	Accuracy
ASTM Tank.....	44 F - 63	-30 to +130 F	12	1 F	±0.5 F
ASTM Tank.....	57 F - 63	0 to 170 F	12	1 F	±0.5 F
ASTM Tank.....	59 F - 63	0 to 180 F	12	1 F	±0.5 F
ASTM Tank.....	66 F - 63	50 to 180 F	12	1 F	±0.5 F
ASTM Tank.....	60 F - 63	170 to 300 F	12	1 F	±1.0 F
Angle Stem.....	...	suitable range	12*	1 F	±1.0 F
Bimetal-Actuated, Dial.....	...	suitable range	...	1 F	±1.0 F
Mercury-Actuated, Dial.....	...	suitable range	...	1 F	±1.0 F

* Length of graduated portion.

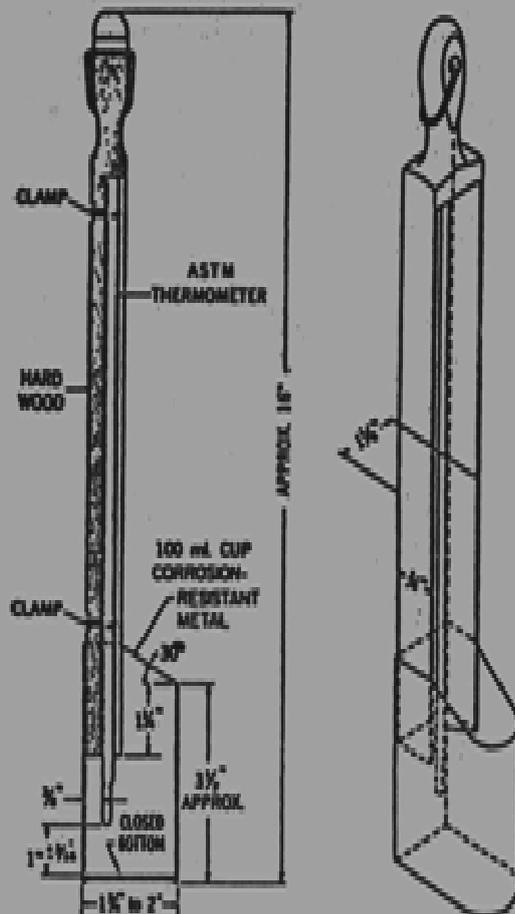


FIG. 1.—Typical Cup Case Assembly.

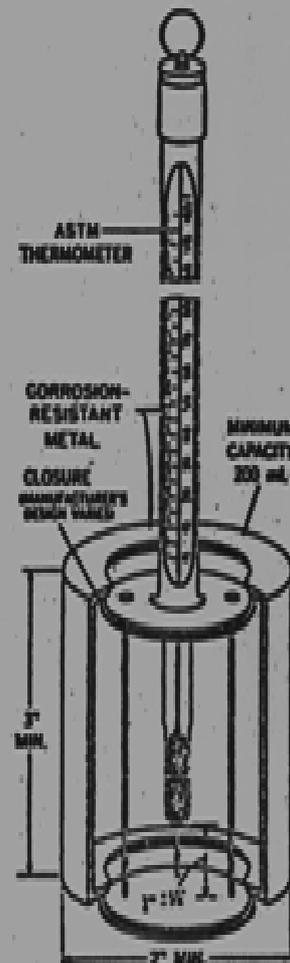


FIG. 3.—Typical Flushing Case Assembly.

Gambar 18. Cap Case Assembly Thermometer (Quantity Accounting Sistem, 2011)

Cara pengukuran suhu didalam tangki :

1. Siapkan alat yang akan digunakan:

a) Measuring deept tape

b) Thermometer Cupcase Flushing Assembly

(1) Sebelum digunakan, bandingkan penunjukan suhu Thermometer setidaknya dengan dua thermometer yang berbeda.

(2) Perbedaan 1°F atau 0.5°C dengan penunjukan yg sebenarnya tidak boleh digunakan.

c) Majun (kain lap)

2. Pelaksanaan pengukuran

a) Setelah dilakukan pengukuran tinggi level cairan dalam tangki se segera mungkin mlakukan pengukuran suhu.

b) Kedalaman penjulurkan Thermometer Cupcase Flushing Assembly

c) Thermometer harus diturunkan sebesar:

(1) LEVEL CAIRAN KURANG DARI 3 METER,

Dilakukan sekali pengukuran suhu yaitu ditengah2 level cairan. Panjang tali yang harus diulurkan :

$$P = R - L + ((L-F) / 2))$$

Dimana:

P: panjang tali yang diulurkan (m)

R : Reference deept (m)

L: Tinggi level cairan (m)

F: tinggi free water (m)

(2) LEVEL CAIRAN 3 S/D 5 METER,

Dilakukan 2 kali yaitu sekali pengukuran pada 1 meter dibawah permukaan dan sekali pengukuran di 1meter

diatas batas air dan minyak. Panjang tali yang harus diulurkan untuk pengambilan suhu bagian atas :

$$P = R - L + 1 \text{ meter}$$

Panjang tali yang harus diulurkan untuk pengambilan suhu bagian bawah :

$$P = R - F - 1 \text{ meter}$$

Dimana:

P: Panjang tali yang diulurkan (m)

R : Reference deept (m)

L: Tinggi level cairan (m)

F: Tinggi free water (m)

(3) LEVEL CAIRAN DIATAS 5 METER

Dilakukan tiga kali pengukuran suhu yaitu "suhu atas: 1 meter dibawah level cairan, suhu tengah: ditengah2 level minyak dan suhu bawah : 1 meter diatas batas air minyak.

Panjang tali yang diulurkan untuk ukur suhu bagian atas:

$$P = R - L + 1 \text{ meter}$$

Panjang tali yang diulurkan untuk ukur suhu bagian tengah:

$$P = R - L + ((L-F) / 2)$$

Panjang tali yang diulurkan untuk ukur suhu bagian bawah:

$$P = R - F - 1 \text{ meter}$$

Dimana:

P: panjang tali yang diulurkan (m)

R : Reference depth (m)

L: Tinggi level cairan (m)

F: tinggi free water (m)

Untuk menghitung suhu rata-rata :

d. Untuk minyak yang tidak dipanaskan

Suhu rata-rata = jumlah hasil pembacaan
jumlah pengukuran suhu.

e. Untuk minyak yang menggunakan heating coil (dipanaskan) maka suhu rata-rata adalah

Suhu atas + 2x suhu tengah+ suhu bawah

4

b. Ketepatan dalam tata cara pengambilan sample minyak tangki darat menggunakan Standar ASTM D 270 API 2546.

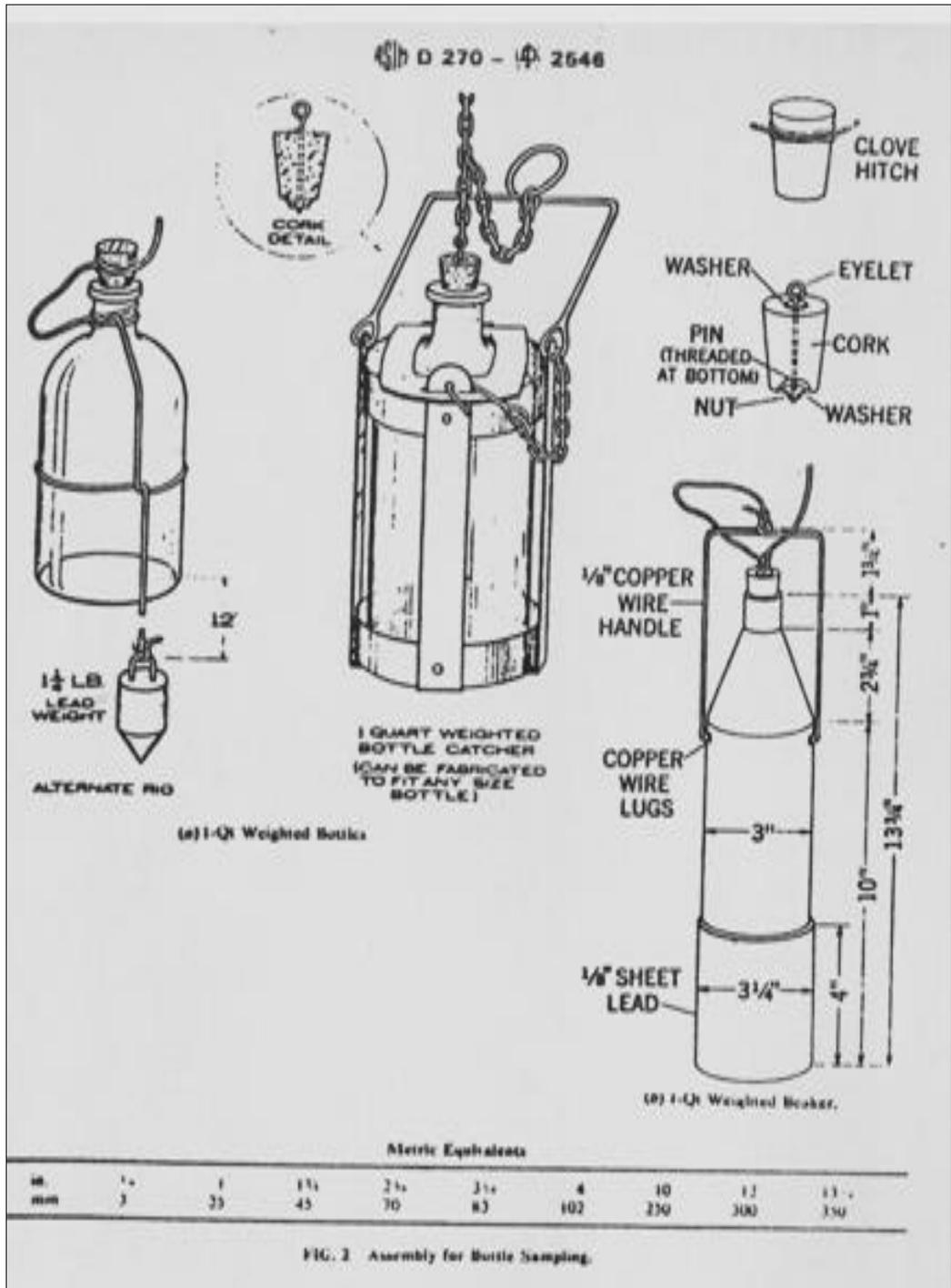
Contoh minyak yang diambil dalam tangki :

- 1) *Running sample*
- 2) *All level sample*
- 3) *Spot sample*
- 4) *Top sample*
- 5) *Upper sample*
- 6) *Middle sample*
- 7) *Lower sample*
- 8) *Clearance sample (4 inch dibawah outlet)*
- 9) *Bottom sample*
- 10) *Drain sample*
- 11) *Komposit sample (campuran beberapa sample)*
- 12) *Single tankcomposite sample*
- 13) *Multiple tankcomposite*

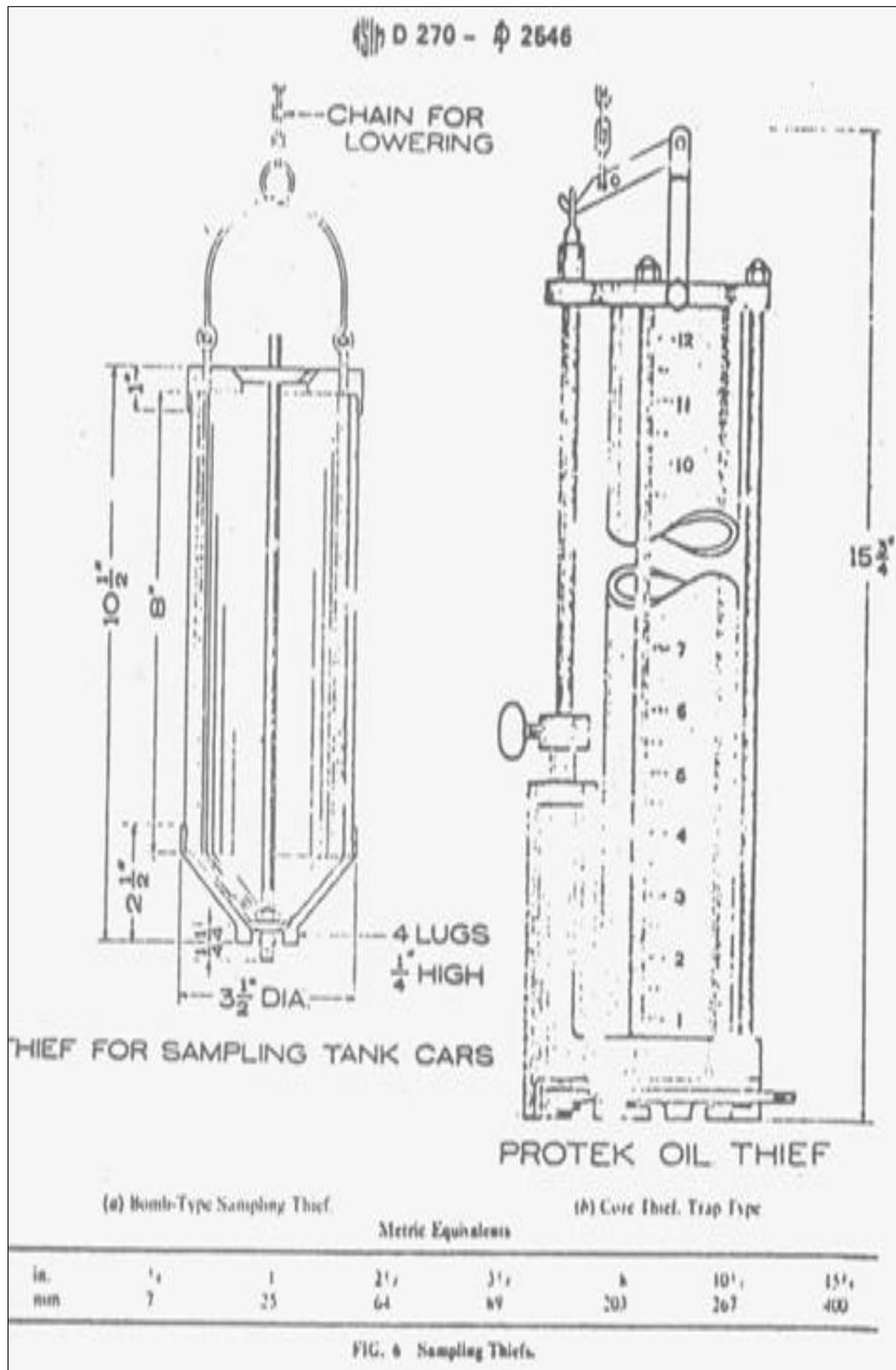
Peralatan untuk pengambilan sample :

- 1) *Weighted breaker*
- 2) *Weighted bottle*

- 3) Bomb type sample thief
- 4) Core thief trap type



Gambar 19. Sample Bottle (Quantity Accounting Sistem, 2011)



Gambar 20. Sampling Thief (Quantity Accounting Sistem, 2011)

1) Ukuran botol sampel

Untuk Ukuran botol sampel dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 16. Jenis Produk dan Ukuran Mulut Botol

JENIS PRODUCT	UKURAN MULUT BOTOL
Light lubricating oil, kerosine, gasoline, diesel, fuell	$\frac{3}{4}$ Inch
Heavy lubricating oil	1 1/2 inch
Light crude oil (viskositas lebih kecil dari 200 sec sybolt universal at 100 F) dan full cargoes of diesel fuels.	$\frac{3}{4}$ inch
Heavy&ligh crude oil & Fuel	1 1/2 inch

2) Pengambilan Sampel

Untuk Pengambilan sampel pada ketinggian tertentu dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 17. Pengambilan Sampel

Ketinggian	Jumlah sample	Lokasi
>5 meter	3	Upper,middle,lower
3-5 meter	2	Upper,lower
<3 meter	1	middle

3) Pelaksanaan pengambilan spot sample

Pengambilan spot ampel dilakukan dengan cara berikut ini:

a) Siapkan alat yang akan digunakan:

- (1) Weighted Bottle Sample kondisi bersih, lengkap dengan tali berskala.
- (2) Jerigen (can) 3 liter
- (3) Majun, kain pembersih.

b) Pelaksanaan:

Setelah diketahui level cairan dan free water, tentukan berapa kali dilakukan pengambilan; penjururan tali dihitung sbb:

(1) LEVEL CAIRAN S/D 3 METER,

Dilakukan sekali pengambilan yaitu Middle Sample. Panjang tali yang harus diulurkan :

$$P = R - L + ((L-F) / 2)$$

Dimana:

P: Panjang tali yang diulurkan (m)

R : Refenece deep (m)

L: Tinggi level cairan (m)

F: Tinggi free water (m)

(2) LEVEL CAIRAN: > 3 S/D 5 METER, DIAMBIL 2 KALI.

Panjang tali yang harus diulurkan, upper Sample:

$$P = R - L + ((L-F) \times 1/4)$$

Upper Lower Sample:

$$P = R - L + ((L-F) \times 3/4)$$

Dimana:

P: Panjang tali yang diulurkan (m)

R : Refenece deep (m)

L: Tinggi level cairan (m)

F: Tinggi free water (m)

(3) LEVEL CAIRAN: > 5 METER, DIAMBIL 3 KALI.

Panjang tali yang harus diulurkan, upper Sample:

$$P = R - L + ((L-F) \times 1/6)$$

Upper Sample:

$$P = R - L + ((L-F) \times 3/6)$$

Upper Lower Sample:

$$P = R - L + ((L-F) \times 5/6)$$

Dimana:

P : Panjang tali yang diulurkan (m)

R : Reference deep (m)

L : Tinggi level cairan (m)

F : Tinggi free water (m)

- c) Yang dimaksud dengan Composite Sample adalah: campuran hasil pengambilan sample dari satu tangki, dengan volume yang sama.
- d) Pencampuran Composite dari berapa kali pengambilan sample biasanya dilakukan di atas tangki, dengan menuangkann hasil pengambilan langsung ke djerigen (sample can) dengan proporsional vvolume sample.
- e) Composite Sample ini yang akan dianalisa untuk menentukan API Gravity dan S&W guna perhitungan stock minyak pada kondisi Net Standard bbls

c. Ketepatan dalam pengukuran SG, Density, API Gravity Minyak Menggunakan Standar ASTM D 1298

Analisa dilakukan di laboratorium menggunakan Hydrometer berskala "Density / Specific Gravity / API Gravity" terhadap minyak mentah dan hasil olahannya yang mempunyai RVP (ASTM D323 atau IP 69) < 26 lb. Penentuan dengan menggunakan Hydrometer sesuai untuk jenis cairan yang tembus pandang. Pengujian dapat juga digunakan untuk minyak kental (*viscous*) dengan waktu yang cukup agar hydrometer mencapai keseimbangan. Untuk minyak yang tidak tembus pandang dilakukan dengan koreksi *miniscus* yang sesuai. Untuk koreksi pengukuran minyak, kesalahan akan kecil bila dilakukan sedekat mungkin dengan suhu penyimpanan.

Tabel 18. Rekomendasi Hydrometer (Quantity Accounting Sistem, 2011)

SPEC	TYPE	UNITS	RANGE TOTAL	SCALE			
				Each Unit	Interval	Error	Miniscus Corr
BS 718:1960 L50SP M50SP	Special Petroleum	Density Kg/l (g/ml) at 15C	0.600 to 1.100	0.050	0.0005	±0.0003	+0.0007
			0.600 to 1.100	0.050	0.001	±0.0006	+0.0014
BS 718:1960 L50SP M50SP	Special Petroleum	Specific gravity 60/60 F	0.600 to 1.100	0.050	0.0005	±0.0003	+0.0007
			0.600 to 1.100	0.050	0.001	±0.0006	+0.0014
ASTME-100* Nos. 82H to 90H	Long plain	SG 60/60F	0.650 to 1.100	0.050	0.0005	±0.0005	-
ASTME-100* Nos. 1H to 90H	Long plain	API	-1 to + 101	12	0.1	±0.1	-

Tabel 19. Rekomendasi Thermometer (Quantity Accounting Sistem, 2011)

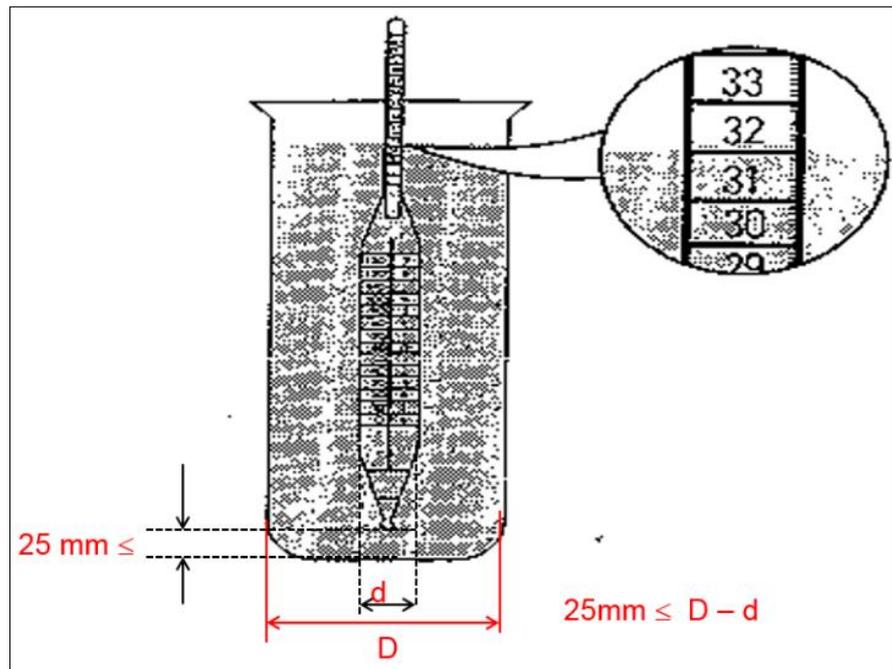
SPEC	TYPE	SCALE	RANGE	GRAD INTERVAL	SCHALE ERROR
IP 64 C	Density Wide range	°C	-20 to +102	0.2	± 0.1
ASTM E-1* No. 12C IP 64F	Gravity Specific Gravity Wide range	°C	-20 to +102	0.2	± 0.1
			-5 to + 215	0.5	± 0.25
ASTM E-1* No. 12F	Gravity	°F	-5 to +215	0.5	± 0.25

Tabel 20. Batasan kondisi dan suhu tes (Quantity Accounting Sistem, 2011)

SAMPLE TYPE	INITIAL BOILING POINT	OTHERS LIMITS	TEST TEMPERATURE
Highly Volatile	-	Reid vapour pressure below 26 lb	Cool in original closed container to 2°C (35°F) or lower
Moderat Volatile	120 °C (250°F) and below	-	Cool in original closed container to 18°C (65°F) or lower
Moderat Volatile and Viscous	120 °C (250°F) and below	Viscosity to high at 18°C (65°F)	Heat to minimum temperature to obtine sufficient fluidity
Non Volatile	Above 120 °C (250 °F)	-	Use any temperature between -18 °C and 90 °C (0°F and 195°F) as convenient
Mixture with non petroleum product	-	-	Test at 15 ±0.2 °C (60 ± 0.5°F)

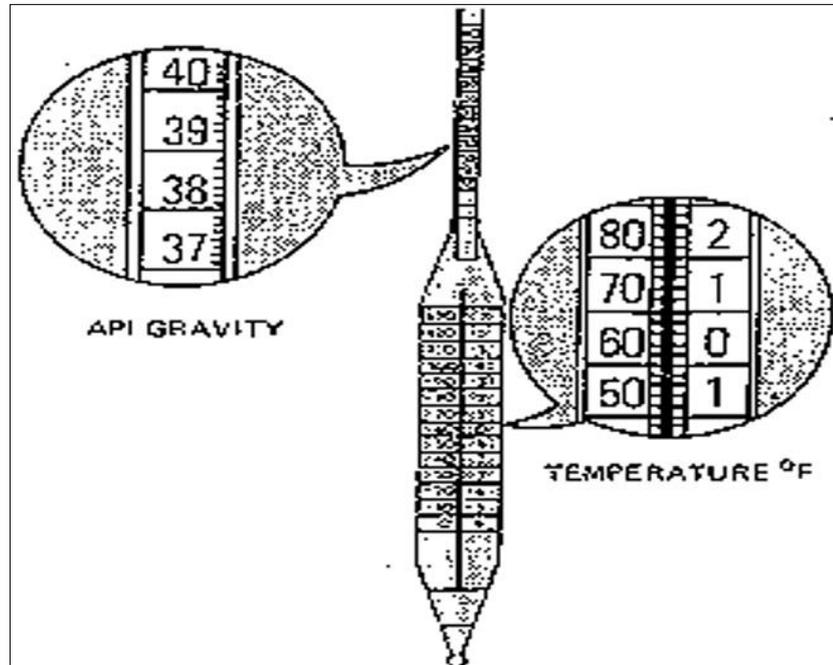
Cara Pengukuran API Gravity

- 1) Siapkan contoh yang mewakili.
- 2) Siapkan peralatan:
 - Gelas ukur 1000cc
 - Hydrometer, Thermometer atau Thermo hydrometer
- 3) Siapkan water bath, atur suhu ± 3 °C dibanding suhu operasi penyimpanan minyak bumi dalam tangki penimbun
- 4) Tuangkan contoh dalam gelas ukur
- 5) Panaskan contoh dalam water bath.
- 6) Gelas ukuran yang sudah tersisi sample ditaruh ditempat yang datar *Thermohydrometer* di celupkan didalamnya sampai mengapung beberapa saat dan seimbang.



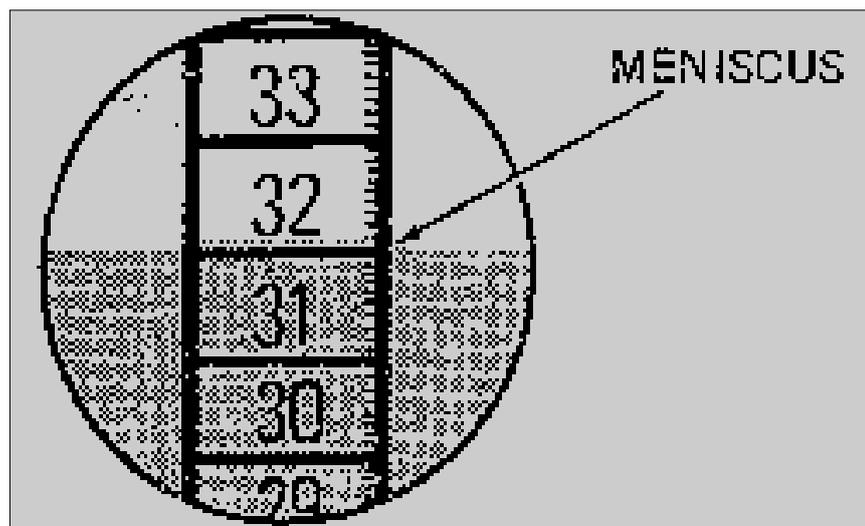
Gambar 21. Thermohydrometer (Quantity Accounting Sistem, 2011)

- 7) Dua skala pembacaan yang terdapat pada Thermo Hydro Meter adalah :
 - (1) Skala pembacaan API gravity
 - (2) Skala pembacaan temperatur



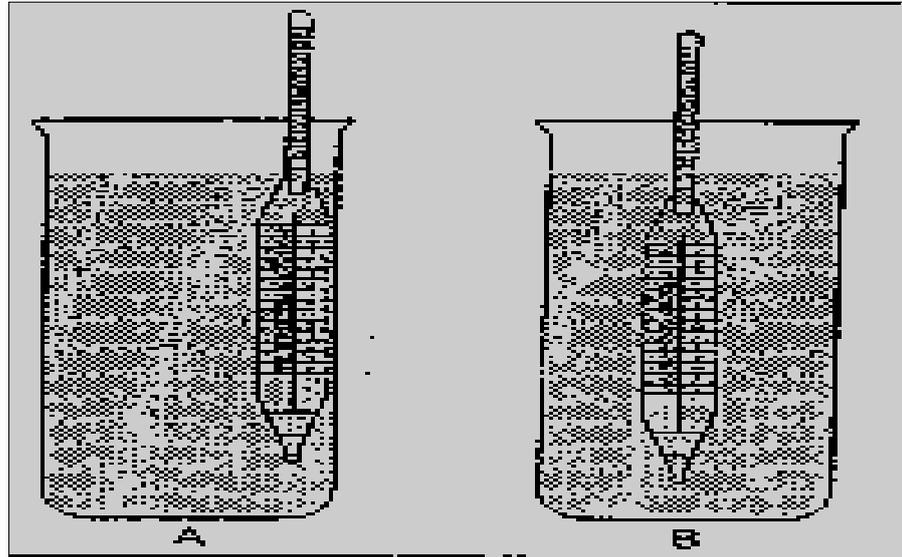
Gambar 22. Skala Pengukuran Hydrometer (Quantity Accounting Sistem, 2011)

- 8) API gravity harus dibaca pada perpotongan permukaan minyak dan tanda bacaan ThM yang terapung. Gambar menunjukkan pada skala 32.1 API gravity dan dikoreksi dengan miniscus.



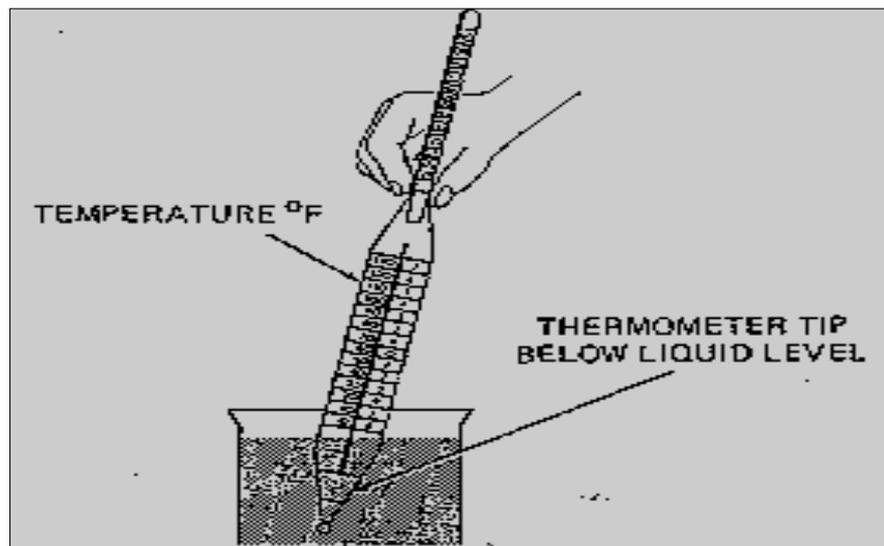
Gambar 23. Koreksi Miniskus (Quantity Accounting Sistem, 2011)

- 9) Posisi Thermo Hydrometer dalam gelas ukur harus terapung secara bebas



Gambar 24. Posisi Hydrometer (Quantity Accounting Sistem, 2011)

- 10) Untuk melakukan pembacaan temperatur, diusahakan air raksa diujung thermometer tetap tercelup dalam cairan.



Gambar 25. Posisi Ujung Raksa

- 11) Presisi pengukuran contoh duplikat oleh operator yang sama tidak boleh melebihi tabel berikut ini.

Tabel 21. Presisi Pengukuran (Quantity Accounting Sistem, 2011)

PRODUCT	TEMP RANGE	UNIT	REPEATABILITY
Tranparence, Non viscous	-2 to 24.5 oC	Density	0.0005
	29 to 76 oF	Specific Gravity	0.0005
	42 to 78 oF	API Gravity	0.1
Opaque	-2 to 24.5 oC	Density	0.0006
	29 to 76 oF	Specific Gravity	0.0006
	42 to 78 oF	API gravity	0.2

Presisi Hasil analisa yang disampaikan oleh dua laboratorium yang berbeda tidak boleh melebihi standarisasi tabel berikut ini:

Tabel 22. Presisi Hasil Analisa 2 Laboratorium

PRODUCT	TEMP RANGE	UNIT	REPRODUCIBILITY
Tranparence, Non viscous	-2 to 24.5 °C	Density	0.0012
	29 to 76 °F	Specific Gravity	0.0012
	42 to 78 °F	API Gravity	0.3
Opaque	-2 to 24.5 °C	Density	0.0015
	29 to 76 °F	Specific Gravity	0.0015
	42 to 78 °F	API gravity	0.5

d. Ketepatan dalam pengukuran base sedimen and water menggunakan standar ASTM D 4007.

BS&W: Adalah Base Sedimen and Water (BS&W) atau biasa disebut juga dengan Sedimen and Water (S&W) adalah kandungan endapan dan air yang terbawa sejak reservoir dan masih ber emulsi didalam minyak mentah.

Sedimen: Adalah endapan yang terbawa sejak reservoir dan masih ber emulsi didalam minyak mentah.

Water: Adalah kandungan air (H₂O) yang terbawa sejak dari reservoir dan masih ber emulsi didalam minyak mentah.

Mendapatkan % volume kandungan endapan dan air dalam minyak mentah. Data ini digunakan untuk menghitung volume minyak bersih dalam transaksi serah terima minyak mentah, perhitungan produksi dan persediaan minyak bersih.

1) Peralatan yang Digunakan

- a) Centrifuge menghasilkan gaya centrifugal antara 500 & 800 pada ujung-ujung dari kedua tabung.

$$\text{RPM} = 265 \sqrt{\text{RCF} / d}$$

RCF = Gaya centrifugal relatif

D = Diameter ayunan (inchi)

RPM = Putaran permenit

- b) Centrifuge dilengkapi pemanas

- c) Tabung Centrifuge

(1) Tabung centrifuge 8" bentuk kerucut (cone tube)

(2) Tabung centrifuge 6" bentuk kerucut (cone tube)

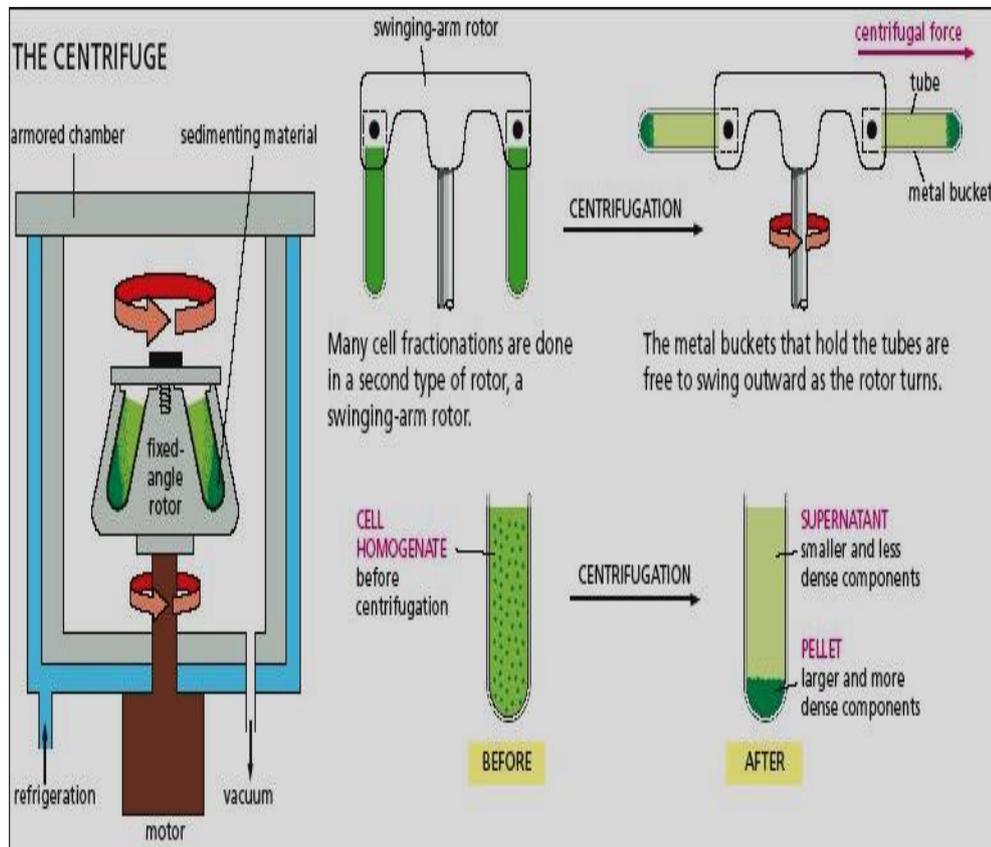
(3) Skala tabung dapat : 100 bagian atau 200 bagian

- d) Water Bath (Pemanas)

Mempertahankan panas : 49 °C (120° F) dan 60 °C (140° F)

- e) Solvent (Pelarut)
Jenuh terhadap air pada temperatur pemutaran atau jenis solvent lain sesuai persetujuan
 - f) Demulsifier
Menggunakan demulsifier yang biasa digunakan di lapangan
- 2) Contoh harus mewakili
Perlu pencampuran yang sempurna setiap kali mentransfer harus dikocok kuat agar tetap bercampur homogen.
- 3) Cara Kerja penentuan Base sedimen and water :
- a) Isi dua tabung centrifuge 50 ml (skala) dengan minyak mentah yang telah dikocok langsung dari botol contoh sampai skala 50 ml.
 - b) Isi dua tabung centrifuge 100 ml (skala) dengan solven yang telah jenuh dengan air.
 - c) Tutup botol dengan rapat dan kocok kuat sampai rata.
 - d) Rendam dalam water bath sampai tanda skala 100 selama 10 menit pada suhu 140 ± 2 °F (60 ± 1 °C) sebelum pemutara pertama.
 - e) Temperatur setelah pemutaran tidak boleh turun lebih rendah dari 52 °C (125 °F) , dengan menggunakan “Water Saturated Solven @ 115 °F (46 °C)”
 - f) Temperatur test boleh 49 ± 1 °C (120 °F ± 2 °F), bisa digunakan apabila dalam test evaluasi ternyata dengan temperatur ini tidak ada Wex yang akan mengurangi ketelitian hasil uji.
 - g) Apabila menggunakan temperatur test 49 ± 1 °C (120 °F ± 2 °F), Temperatur setelah pemutaran tidak boleh turun lebih rendah dari 38 °C (100 °F), kecuali bila penurunan suhu ini tidak mengurangi ketelitian hasil akhir pengetesan.
 - h) Taruh tube pada tempat pemutaran Putar pada centrifuge selama 3 menit atau lebih pada kecepatan RCF yang direkomendasikan.

- i) Apabila setelah pemutaran temperatur lebih rendah dari ketentuan tersebut, maka centrifuge harus dilengkapi dengan pemanas
- j) Baca dan catat gabungan volume air dan endapan pada dasar tabung:
Diatas 1 ml, ketelitian mendekati 0.1
Dari 0.1 s/d 1 ml, ketelitian mendekati 0,05 ml
Dibawah 0.1 ml, ketelitian mendekati 0,025 ml
- k) Lakukan pemanasan kembali bila perlu, kembalikan tabung ke centrifuge dengan tanpa pengocokan.
- l) Lakukan pemutaran, minimum 1 menit atau lebih pada kecepatan putar yang sama.
 - (1) Ulangi langkah ini sampai hasil pembacaan konstan untuk dua kali pembacaan.
 - (2) Catat volume akhir hasil pembacaan dan jumlahkan dari kedua tabung tersebut.
- m) Laporkan hasilnya :
 - (1) Yang lebih rendah dari 0,05 % apakah sebagai trace atau 0,05 % tergantung mana yang lebih mendekati
 - (2) Apabila memakai tabung skala 200 laporkan rata-rata dari pembacaan kedua tabung
 - (3) Laporkan pelarut yang digunakan bila tidak menggunakan toluene
 - (4) Laporkan nama dan jumlah demulsifier yang digunakan.



Gambar 26. Prinsip kerja Centrifuge (netsains.net)

e. Ketepatan dalam pengukuran kuantitas minyak menggunakan standar ASTM D.1250 atau API Standard 2540 atau IP D.200

Perhitungan tanki bertujuan untuk mendapatkan hasil perhitungan yang benar, dapat dipertanggung jawabkan accountabilitas dan auditabilitasnya, maka perlu dilakukan dengan:

- 1) Menggunakan langkah perhitungan yang baku
- 2) Penggunaan data hasil pengukuran dan analisa minyak yang syah (official)
- 3) Tatacara Penggunaan Tabel tangki dan tabel ASTM yang benar
- 4) Ketelitian perhitungan yang standard dan cukup teliti
- 5) Hasil perhitungan dapat direkonsiliasikan diseluruh aktifitas perminyakan Indonesia.

Acuan teknis :

- 1) Tabel Tangki yang dikeluarkan oleh Dit Metrologi Legal
- 2) Tabel ASTM D.1250 atau API Standard 2540 atau IP D.200
- 3) (American Standard of Testing Material-Petroleum Measurement Tabela)
- 4) Hasil pengukuran tinggi minyak dan air bebas yang dicatat dalam Laporan Tank Ticket.
- 5) Hasil analisa BS&W menggunakan Centrifugal ASTM –D-96/API-2542 dan
- 6) API Gravity, Density, SG dengan Hydrometer ASTM-ASTM D-1298-67, API-2547,IP-160-68, yang dicatat dalam Laporan Laboratorium.

Tabel 23. Standart Satuan (Quantity Accounting Sistem, 2011)

1	<u>Panjang</u>	<u>Milimeter satuan bulat</u>
2	<u>Suhu</u>	<u>°C, dua angka belakang koma</u> <u>°F, satu angka belakang koma</u>
3	<u>Density</u>	<u>Empat angka belakang koma</u>
4	<u>API Gravity</u>	<u>Satu angka belakang koma</u>
5	<u>Specific Grav</u>	<u>Empat angka belakang koma</u>
6	<u>KMT</u>	<u>Tujuh angka belakang koma</u>
7	<u>Volume Corection Factor</u>	<u>Enam angka belakang koma</u>
8	<u>Weight Corection Factor Bbls to L/T & MT</u>	<u>Empat angka belakang koma</u>
9	<u>Perhitungan akhir Volume :</u> Liter 15 °C Bbls 60 °F	<u>Satuan bulat</u> <u>Tiga angka belakang koma</u>
10	<u>Perhitungan akhir Berat :</u> Metrik Ton Long Ton	<u>Tiga angka belakang koma</u> <u>Tiga angka belakang koma</u>

Peralatan yang digunakan

- 1) Hasil pengukuran tinggi cairan, tinggi air bebas dan suhu minyak yang dicatat dalam Tank Ticket.

- 2) Data API Gravity / Density / SG hasil analisa laboratorium yang dicatat dalam Laboratorium Report.
- 3) Kalkulator 12 digit
- 4) Tabel tangki Ukur - Timbun
- 5) Tabel ASTM – IP edisi America atau Metric.
- 6) Kertas Kerja (sistematika langkah perhitungan)

Sebelum melakukan perhitungan siapkan :

- 1) Data pengukuran dicatat dalam Tank Ticket
- 2) Data hasil analisa Laboratorium ditulis dalam Laboratorium Report
- 3) Tabel Kalibrasi tangki yang masih berlaku
- 4) Tabel ASTM D.1250 – IP.200
- 5) Periksa :
 - a) Kebenaran dan kelengkapan data pengukuran
 - b) Sesuaikan unit satuan pengukuran dengan unit satuan yang diperlukan (mm, °C, liter, density).

Penyiapan Data Tangki.

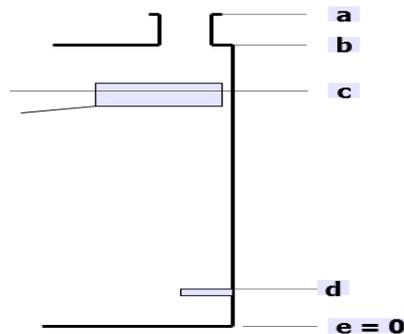
- 1) DATA TANGKI
 - a) Tangki No: T-960, Milik: Total Indonesia, Tempat : Senipah
 - b) Jenis Atap: Terapung
 - c) Koreksi Muai Tangki: $1+0,0000346(\text{ suhu minyak } -40^{\circ}\text{C})$
 - d) MEJA Ukur: +59 mm.
 - e) Suhu kalibrasi: 40°C dengan SG: 0,8760 atau API : 30,0
 - f) KBA mulai dari ketinggian 1995mm diatas api 30 = -2346 liter/beda 1 API, dibawah API 30 = + 2346 per beda 1 API
- 2) HASIL PENGUKURAN DI TANGKI
 - a) Tinggi Cairan dari meja ukur : 1451 mm
 - b) Tinggi air bebas dari meja ukur : 351 mm
 - c) Suhu Minyak dalam tangki: $99^{\circ}\text{F} = 37,22^{\circ}\text{C}$
- 3) HASIL ANALISA LABORATORIUM
 - a) API $60^{\circ}\text{F} = 37,00$
 - b) BS&W = trace
- 4) HITUNG :

Stock minyak dalam tangki BBLs.
Berat dalam M/T dan L/

Penjelasan daftar isi tangki atap terapung

1) TITIK KETINGGIAN (ELEVASI)

- a) Titik ketinggian indek penunjukan pada lubang pengukuran = 18.849 mm
- b) Titik ketinggian bibir tangki = 17.150
- c) Titik ketinggian maksimum isi tangki = 16.200 mm
- d) Titik ketinggian meja ukur = +59 mm
- e) Titik sudut dinding dengan dasar tangki
- f) Merupakan permulaan pengukuran
- g) Ketinggian = 0 mm



Gambar 27. Titik Ketinggian

Catatan:

Untuk Konversi : 1 bbls = 0,158.987.3 M³

Tangki ini dikalibrasi pada suhu: 40 °C dan untuk cairan dengan SG = 0.8760

Pengurangan untuk pemindahan cairan karena berat atap sudah diperhitungkan mulai dari 162.0 cm s/d 199.5 cm sebesar 379.566 liter. Berdasarkan berat atap: 332.500 kg API 30 °F atau SG: 0.8760

(1) Koreksi berat atap dimulai dari ketinggian:199.5 cm dst sebagai berikut:

- API 30⁰ =0
- Tiap derajat diatas 300 = - 2.346 liter
- Tiap derajat dibawah 300 = +2.346 liter

(2) KMT: $1+0,0000348 (t-40^{\circ} C)$ t = suhu minyak

(3) Volume minimum penyerahan: 1 meter

2) Langkah Perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 24. Perhitungn Volume Minyak Mentah Tangki Darat

LANGKAH PERHITUNGAN VOLUME MINYAK MENTAH TANGKI DARAT SISTIM AMERIKA JENIS TANGKI ATAP TERAPUNG				
LANGKAH	JENIS DATA	SATUAN	PERHITUNGAN	DATA
A: VOL GROSS OBS:				
1	TINGGI CAIRAN	MM	-	
2	KOREKSI MEJA UKUR	MM	-	
3	TINGGI CAIRAN TERKOREKSI	MM	1 + 2	
4	VOLUME CAIRAN	LITER OBS	-	
5	TINGGI AIR BEBAS	MM	-	
6	KOREKSI MEJA UKUR	MM	-	
7	TINGGI AIR BEBAS TERKOREKSI	MM	5 + 6	
8	VOLUME AIR BEBAS	LITER OBS	-	
9	VOLUME MINYAK GROSS	LITER OBS	4 - 8	
10	TEM. MINYAK (TM)	C	-	
11	TEMP. KALIBRASI (TK)	C	-	
12	KOREKSI MUAI DINDING	0.0000348	-	
13	KOREKSI MUAI TAMGKI (KMT)	EQUATION	1 + @ (TM-TK)	
14	VOL. MINYAK GROSS CORR.	LITER OBS	9 X 13	
15	API GRAVITY 60 F	60 F	-	
16	KOREKSI BERAT ATAP (KBA)	API < 30=+2346 LTR	TANK TABLE	
	(DATA TANK TABLE)	API >30=-2346 LTR	TANK TABLE	
17	VOL. KBA (LTR)	(API-30) X 2346 LTR		
18	VOL. MINYAK SETELAH KBA	LITER OBS	14 + 17	
19	1 LITER = 0.0062898 BBL (T-1)	LTR OBS = BBL OBS	-	
20	VOLUME MINYAK GROSS	BBL OBS	18 X 19	

Tabel 25. Kalibrasi dengan Tabel Standart

B: VOL NET STANDARD BBLs				
1	API GRAVITY 60 F ASTM TABLE-5	60 F	-	
2	TEMP. MINYAK	F	-	
3	VOL. CORR. FACTOR (VCF) (T-6)	-	-	
4	VOL. LIQ. STANDARD 60 F	BBLs 60 F	A20 X B3	
5	S&W %VOL	BBLs	%S&WX21	
6	VOL S&W	BBLs 60 F	B4 X B5	
7	VOL NET BBLs 60 F	NET BBLs 60 F	B4 - B6	
C: KONVERSI DARI BBLs 60F KE LTR15C				
1	API GRAVITY 60 F (T-5)	60 F	-	
2	BBLs 60F KE LTR 15C (T-4)	LTR AT 15 C / BBLs 60 F	-	
3	VOLUME LTR 15 C	LTR 15 C	B7 X C2	
D: KONVERSI KE BERAT M/T DAN L/T:				
1	API GRAVITY 60 F (T-5)	60 F	-	
2	KONV. KE METRIK TON (M/T) (T-13)	METRIK TON/BBLs 60 F	-	
3	BERAT (M/T)	METRIK TON	B7 X D2	
4	API GRAVITY 60 F (T-5)	KG / LTR	-	
5	KONV. KE LONG TON (L/T) (T-11)	LONG TON / BBLs 60	-	
6	BERAT (L/T)	LONG TON	B7 X D5	

Tabel 26. Table Volume Reduction 60 °F

Table 6										
30-39° API	Volume Reduction to 60° F.									
50-100° F.	API Gravity at 60° F.									
Observed Temperature, °F.	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	Factor for Reducing Volume to 60° F.									
50	1.0042	1.0043	1.0043	1.0044	1.0044	1.0045	1.0045	1.0046	1.0046	1.0047
51	1.0038	1.0039	1.0039	1.0039	1.0040	1.0040	1.0041	1.0041	1.0042	1.0042
52	1.0034	1.0034	1.0035	1.0035	1.0035	1.0036	1.0036	1.0037	1.0037	1.0037
53	1.0030	1.0030	1.0030	1.0031	1.0031	1.0031	1.0032	1.0032	1.0032	1.0033
54	1.0025	1.0026	1.0026	1.0026	1.0027	1.0027	1.0027	1.0027	1.0028	1.0028
55	1.0021	1.0021	1.0022	1.0022	1.0022	1.0022	1.0023	1.0023	1.0023	1.0023
56	1.0017	1.0017	1.0017	1.0017	1.0018	1.0018	1.0018	1.0018	1.0018	1.0019
57	1.0013	1.0013	1.0013	1.0013	1.0013	1.0013	1.0014	1.0014	1.0014	1.0014
58	1.0008	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009	1.0009
59	1.0004	1.0004	1.0004	1.0004	1.0004	1.0004	1.0005	1.0005	1.0005	1.0005
60	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
61	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9995	0.9995	0.9995	0.9995
62	0.9992	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991
63	0.9987	0.9987	0.9987	0.9987	0.9987	0.9987	0.9986	0.9986	0.9986	0.9986
64	0.9983	0.9983	0.9983	0.9983	0.9982	0.9982	0.9982	0.9982	0.9982	0.9981
65	0.9979	0.9979	0.9978	0.9978	0.9978	0.9978	0.9977	0.9977	0.9977	0.9977
66	0.9975	0.9974	0.9974	0.9974	0.9974	0.9973	0.9973	0.9973	0.9972	0.9972
67	0.9970	0.9970	0.9970	0.9969	0.9969	0.9969	0.9968	0.9968	0.9968	0.9967
68	0.9966	0.9966	0.9965	0.9965	0.9965	0.9964	0.9964	0.9964	0.9963	0.9963
69	0.9962	0.9961	0.9961	0.9961	0.9960	0.9960	0.9959	0.9959	0.9958	0.9958
70	0.9958	0.9957	0.9957	0.9956	0.9956	0.9955	0.9955	0.9954	0.9954	0.9953
71	0.9953	0.9953	0.9952	0.9952	0.9951	0.9951	0.9950	0.9950	0.9949	0.9949
72	0.9949	0.9949	0.9948	0.9948	0.9947	0.9947	0.9946	0.9945	0.9945	0.9944
73	0.9945	0.9944	0.9944	0.9943	0.9943	0.9942	0.9941	0.9941	0.9940	0.9939
74	0.9941	0.9940	0.9939	0.9939	0.9938	0.9938	0.9937	0.9936	0.9935	0.9935
75	0.9936	0.9936	0.9935	0.9934	0.9934	0.9933	0.9932	0.9932	0.9931	0.9930
76	0.9932	0.9932	0.9931	0.9930	0.9929	0.9929	0.9928	0.9927	0.9926	0.9925
77	0.9928	0.9927	0.9927	0.9926	0.9925	0.9924	0.9923	0.9922	0.9922	0.9921
78	0.9924	0.9923	0.9922	0.9921	0.9921	0.9920	0.9919	0.9918	0.9917	0.9916
79	0.9920	0.9919	0.9918	0.9917	0.9916	0.9915	0.9914	0.9913	0.9912	0.9911
80	0.9915	0.9914	0.9914	0.9913	0.9912	0.9911	0.9910	0.9909	0.9908	0.9907
81	0.9911	0.9910	0.9909	0.9908	0.9907	0.9906	0.9905	0.9904	0.9903	0.9902
82	0.9907	0.9906	0.9905	0.9904	0.9903	0.9902	0.9901	0.9900	0.9899	0.9897
83	0.9903	0.9902	0.9901	0.9900	0.9899	0.9898	0.9896	0.9895	0.9894	0.9893
84	0.9898	0.9897	0.9896	0.9895	0.9894	0.9893	0.9892	0.9891	0.9889	0.9888
85	0.9894	0.9893	0.9892	0.9891	0.9890	0.9889	0.9887	0.9886	0.9885	0.9883
86	0.9890	0.9889	0.9888	0.9887	0.9885	0.9884	0.9883	0.9881	0.9880	0.9879
87	0.9886	0.9885	0.9883	0.9882	0.9881	0.9880	0.9878	0.9877	0.9876	0.9874
88	0.9882	0.9880	0.9879	0.9878	0.9877	0.9875	0.9874	0.9872	0.9871	0.9869
89	0.9877	0.9876	0.9875	0.9873	0.9872	0.9871	0.9869	0.9868	0.9866	0.9865
90	0.9873	0.9872	0.9870	0.9869	0.9868	0.9866	0.9865	0.9863	0.9862	0.9860
91	0.9869	0.9867	0.9866	0.9865	0.9863	0.9862	0.9860	0.9859	0.9857	0.9856
92	0.9865	0.9863	0.9862	0.9860	0.9859	0.9858	0.9856	0.9854	0.9853	0.9851
93	0.9860	0.9859	0.9858	0.9856	0.9855	0.9853	0.9851	0.9850	0.9848	0.9846
94	0.9856	0.9855	0.9853	0.9852	0.9850	0.9849	0.9847	0.9845	0.9843	0.9842
95	0.9852	0.9850	0.9849	0.9847	0.9846	0.9844	0.9842	0.9841	0.9839	0.9837
96	0.9848	0.9846	0.9845	0.9843	0.9841	0.9840	0.9838	0.9836	0.9834	0.9832
97	0.9844	0.9842	0.9840	0.9839	0.9837	0.9835	0.9833	0.9831	0.9829	0.9828
98	0.9839	0.9838	0.9836	0.9834	0.9833	0.9831	0.9829	0.9827	0.9825	0.9823
99	0.9835	0.9833	0.9832	0.9830	0.9828	0.9826	0.9824	0.9822	0.9820	0.9818
100	0.9831	0.9829	0.9827	0.9826	0.9824	0.9822	0.9820	0.9818	0.9816	0.9814

Tabel 27. Long Ton Per 100 U.S Gallon Per Barrel

Table 11
30-45° API Long Tons per 1000 U. S. Gallons and per Barrel

API Gravity 60° F.	Long Tons per 1000 U. S. Gallons at 60° F.	Long Tons per Barrel at 60° F.	API Gravity 60° F.	Long Tons per 1000 U. S. Gallons at 60° F.	Long Tons per Barrel at 60° F.	API Gravity 60° F.	Long Tons per 1000 U. S. Gallons at 60° F.	Long Tons per Barrel at 60° F.
30.0	3.2570	0.13679	35.0	3.1590	0.13268	40.0	3.0668	0.12881
30.1	3.2550	0.13671	35.1	3.1571	0.13260	40.1	3.0650	0.12873
30.2	3.2530	0.13662	35.2	3.1552	0.13252	40.2	3.0632	0.12866
30.3	3.2509	0.13654	35.3	3.1534	0.13244	40.3	3.0615	0.12858
30.4	3.2489	0.13645	35.4	3.1515	0.13236	40.4	3.0597	0.12851
30.5	3.2469	0.13637	35.5	3.1496	0.13228	40.5	3.0579	0.12843
30.6	3.2449	0.13629	35.6	3.1477	0.13220	40.6	3.0561	0.12836
30.7	3.2429	0.13620	35.7	3.1458	0.13212	40.7	3.0543	0.12828
30.8	3.2409	0.13612	35.8	3.1439	0.13204	40.8	3.0526	0.12821
30.9	3.2389	0.13603	35.9	3.1420	0.13197	40.9	3.0508	0.12813
31.0	3.2369	0.13595	36.0	3.1402	0.13189	41.0	3.0490	0.12806
31.1	3.2349	0.13587	36.1	3.1383	0.13181	41.1	3.0472	0.12798
31.2	3.2329	0.13578	36.2	3.1364	0.13173	41.2	3.0455	0.12791
31.3	3.2309	0.13570	36.3	3.1345	0.13165	41.3	3.0437	0.12784
31.4	3.2290	0.13562	36.4	3.1327	0.13157	41.4	3.0419	0.12776
31.5	3.2270	0.13553	36.5	3.1308	0.13149	41.5	3.0402	0.12769
31.6	3.2250	0.13545	36.6	3.1289	0.13142	41.6	3.0384	0.12761
31.7	3.2230	0.13537	36.7	3.1271	0.13134	41.7	3.0367	0.12754
31.8	3.2210	0.13528	36.8	3.1252	0.13126	41.8	3.0349	0.12747
31.9	3.2191	0.13520	36.9	3.1234	0.13118	41.9	3.0332	0.12739
32.0	3.2171	0.13512	37.0	3.1215	0.13110	42.0	3.0314	0.12732
32.1	3.2151	0.13503	37.1	3.1196	0.13102	42.1	3.0297	0.12725
32.2	3.2132	0.13495	37.2	3.1178	0.13095	42.2	3.0279	0.12717
32.3	3.2112	0.13487	37.3	3.1159	0.13087	42.3	3.0262	0.12710
32.4	3.2092	0.13479	37.4	3.1141	0.13079	42.4	3.0244	0.12703
32.5	3.2073	0.13471	37.5	3.1122	0.13071	42.5	3.0227	0.12695
32.6	3.2053	0.13462	37.6	3.1104	0.13064	42.6	3.0209	0.12688
32.7	3.2034	0.13454	37.7	3.1086	0.13056	42.7	3.0192	0.12681
32.8	3.2014	0.13446	37.8	3.1067	0.13048	42.8	3.0175	0.12673
32.9	3.1995	0.13438	37.9	3.1049	0.13041	42.9	3.0157	0.12666
33.0	3.1975	0.13430	38.0	3.1031	0.13033	43.0	3.0140	0.12659
33.1	3.1956	0.13421	38.1	3.1012	0.13025	43.1	3.0123	0.12652
33.2	3.1936	0.13413	38.2	3.0994	0.13017	43.2	3.0106	0.12644
33.3	3.1917	0.13405	38.3	3.0976	0.13010	43.3	3.0088	0.12637
33.4	3.1897	0.13397	38.4	3.0957	0.13002	43.4	3.0071	0.12630
33.5	3.1878	0.13389	38.5	3.0939	0.12994	43.5	3.0054	0.12623
33.6	3.1859	0.13381	38.6	3.0921	0.12987	43.6	3.0037	0.12615
33.7	3.1839	0.13373	38.7	3.0903	0.12979	43.7	3.0020	0.12608
33.8	3.1820	0.13364	38.8	3.0885	0.12971	43.8	3.0002	0.12601
33.9	3.1801	0.13356	38.9	3.0866	0.12964	43.9	2.9985	0.12594
34.0	3.1782	0.13348	39.0	3.0848	0.12956	44.0	2.9968	0.12587
34.1	3.1762	0.13340	39.1	3.0830	0.12949	44.1	2.9951	0.12579
34.2	3.1743	0.13332	39.2	3.0812	0.12941	44.2	2.9934	0.12572
34.3	3.1724	0.13324	39.3	3.0794	0.12933	44.3	2.9917	0.12565
34.4	3.1705	0.13316	39.4	3.0776	0.12926	44.4	2.9900	0.12558
34.5	3.1686	0.13308	39.5	3.0758	0.12918	44.5	2.9883	0.12551
34.6	3.1667	0.13300	39.6	3.0740	0.12911	44.6	2.9866	0.12544
34.7	3.1648	0.13292	39.7	3.0722	0.12903	44.7	2.9849	0.12537
34.8	3.1628	0.13284	39.8	3.0704	0.12896	44.8	2.9832	0.12529
34.9	3.1609	0.13276	39.9	3.0686	0.12888	44.9	2.9815	0.12522
35.0	3.1590	0.13268	40.0	3.0668	0.12881	45.0	2.9798	0.12515

Tabel 28. U.S. Gallons And Barrels To Liters

Table 4
U. S. Gallons and Barrels to Liters

API Gravity 60° F.	Liters at 15° C. per U.S. Gal. at 60° F.	API Gravity 60° F.	Liters at 15° C. per U.S. Gal. at 60° F.
0 to 2.6	3.7841	60.9 to 64.5	3.7829
2.7 to 9.7	3.7840	64.6 to 68.4	3.7828
9.8 to 19.6	3.7839	68.5 to 72.7	3.7827
19.7 to 27.3	3.7838	72.8 to 76.4	3.7826
27.4 to 34.1	3.7837	76.5 to 80.2	3.7825
34.2 to 39.2	3.7836	80.3 to 84.0	3.7824
39.3 to 44.3	3.7835	84.1 to 87.4	3.7823
44.4 to 47.9	3.7834	87.5 to 90.4	3.7822
48.0 to 51.5	3.7833	90.5 to 93.4	3.7821
51.6 to 54.3	3.7832	93.5 to 96.4	3.7820
54.4 to 57.2	3.7831	96.5 to 99.8	3.7819
57.3 to 60.8	3.7830	99.9 to 100	3.7818

API Gravity 60° F.	Liters at 15° C. per Barrel at 60° F.	API Gravity 60° F.	Liters at 15° C. per Barrel at 60° F.
0 to 12.0	158.93	60.0 to 68.7	158.88
12.1 to 31.4	158.92	68.8 to 78.2	158.87
31.5 to 44.2	158.91	78.3 to 87.0	158.86
44.3 to 52.4	158.90	87.1 to 94.3	158.85
52.5 to 59.9	158.89	94.4 to 100	158.84

Tabel 29. Metric Tons per 100 U.S. Gallons and per Barrels.

Table 13 30-45° API Metric Tons per 1000 U. S. Gallons and per Barrel								
API Gravity 60° F.	Metric Tons per 1000 U. S. Gallons at 60° F.	Metric Tons per Barrel at 60° F.	API Gravity 60° F.	Metric Tons per 1000 U. S. Gallons at 60° F.	Metric Tons per Barrel at 60° F.	API Gravity 60° F.	Metric Tons per 1000 U. S. Gallons at 60° F.	Metric Tons per Barrel at 60° F.
30.0	3.3093	0.13899	35.0	3.2097	0.13481	40.0	3.1160	0.13087
30.1	3.3072	0.13890	35.1	3.2078	0.13473	40.1	3.1142	0.13080
30.2	3.3052	0.13882	35.2	3.2059	0.13465	40.2	3.1124	0.13072
30.3	3.3031	0.13873	35.3	3.2040	0.13457	40.3	3.1106	0.13064
30.4	3.3011	0.13864	35.4	3.2020	0.13449	40.4	3.1088	0.13057
30.5	3.2990	0.13856	35.5	3.2001	0.13440	40.5	3.1070	0.13049
30.6	3.2970	0.13847	35.6	3.1982	0.13432	40.6	3.1051	0.13042
30.7	3.2950	0.13839	35.7	3.1963	0.13424	40.7	3.1033	0.13034
30.8	3.2929	0.13830	35.8	3.1944	0.13416	40.8	3.1015	0.13026
30.9	3.2909	0.13822	35.9	3.1925	0.13408	40.9	3.0997	0.13019
31.0	3.2889	0.13813	36.0	3.1906	0.13400	41.0	3.0979	0.13011
31.1	3.2868	0.13805	36.1	3.1886	0.13392	41.1	3.0961	0.13004
31.2	3.2848	0.13796	36.2	3.1867	0.13384	41.2	3.0943	0.12996
31.3	3.2828	0.13788	36.3	3.1848	0.13376	41.3	3.0926	0.12989
31.4	3.2808	0.13779	36.4	3.1829	0.13368	41.4	3.0908	0.12981
31.5	3.2788	0.13771	36.5	3.1810	0.13360	41.5	3.0890	0.12974
31.6	3.2767	0.13762	36.6	3.1791	0.13352	41.6	3.0872	0.12966
31.7	3.2747	0.13754	36.7	3.1773	0.13344	41.7	3.0854	0.12959
31.8	3.2727	0.13745	36.8	3.1754	0.13337	41.8	3.0836	0.12951
31.9	3.2707	0.13737	36.9	3.1735	0.13329	41.9	3.0818	0.12944
32.0	3.2687	0.13729	37.0	3.1716	0.13321	42.0	3.0801	0.12936
32.1	3.2667	0.13720	37.1	3.1697	0.13313	42.1	3.0783	0.12929
32.2	3.2647	0.13712	37.2	3.1678	0.13305	42.2	3.0765	0.12921
32.3	3.2627	0.13703	37.3	3.1659	0.13297	42.3	3.0747	0.12914
32.4	3.2607	0.13695	37.4	3.1641	0.13289	42.4	3.0730	0.12906
32.5	3.2587	0.13687	37.5	3.1622	0.13281	42.5	3.0712	0.12899
32.6	3.2568	0.13678	37.6	3.1603	0.13273	42.6	3.0694	0.12892
32.7	3.2548	0.13670	37.7	3.1584	0.13265	42.7	3.0677	0.12884
32.8	3.2528	0.13662	37.8	3.1566	0.13258	42.8	3.0659	0.12877
32.9	3.2508	0.13653	37.9	3.1547	0.13250	42.9	3.0641	0.12869
33.0	3.2488	0.13645	38.0	3.1529	0.13242	43.0	3.0624	0.12862
33.1	3.2468	0.13637	38.1	3.1510	0.13234	43.1	3.0606	0.12855
33.2	3.2449	0.13628	38.2	3.1491	0.13226	43.2	3.0589	0.12847
33.3	3.2429	0.13620	38.3	3.1473	0.13219	43.3	3.0571	0.12840
33.4	3.2409	0.13612	38.4	3.1454	0.13211	43.4	3.0554	0.12833
33.5	3.2390	0.13604	38.5	3.1436	0.13203	43.5	3.0536	0.12825
33.6	3.2370	0.13595	38.6	3.1417	0.13195	43.6	3.0519	0.12818
33.7	3.2350	0.13587	38.7	3.1399	0.13187	43.7	3.0501	0.12811
33.8	3.2331	0.13579	38.8	3.1380	0.13180	43.8	3.0484	0.12803
33.9	3.2311	0.13571	38.9	3.1362	0.13172	43.9	3.0466	0.12796
34.0	3.2292	0.13562	39.0	3.1343	0.13164	44.0	3.0449	0.12789
34.1	3.2272	0.13554	39.1	3.1325	0.13156	44.1	3.0432	0.12781
34.2	3.2253	0.13546	39.2	3.1307	0.13149	44.2	3.0414	0.12774
34.3	3.2233	0.13538	39.3	3.1288	0.13141	44.3	3.0397	0.12767
34.4	3.2214	0.13530	39.4	3.1270	0.13133	44.4	3.0380	0.12759
34.5	3.2194	0.13522	39.5	3.1252	0.13126	44.5	3.0362	0.12752
34.6	3.2175	0.13513	39.6	3.1233	0.13118	44.6	3.0345	0.12745
34.7	3.2155	0.13505	39.7	3.1215	0.13110	44.7	3.0328	0.12738
34.8	3.2136	0.13497	39.8	3.1197	0.13103	44.8	3.0311	0.12730
34.9	3.2117	0.13489	39.9	3.1178	0.13095	44.9	3.0293	0.12723
35.0	3.2097	0.13481	40.0	3.1160	0.13087	45.0	3.0276	0.12716

3) Contoh :

a) Vol dalam Bbls:

- (1) Tinggi Cairan : 1510 mm = 6.527.787 Ltr
- (2) Tinggi air bebas: 410 mm = 1.408.120 Ltr
- (3) Suhu Minyak dalam tangki: 99 °F = 37.22°C
- (4) KMT: $1+0.0000348 (37.22\text{ }^{\circ}\text{C} - 40\text{ }^{\circ}\text{C}) = 0.999903256$

b) Volume minyak terkoreksi = 5.102.749,703 liter

- (1) Volume dalam Bbls = 32198,566 bbls
- (2) Volume minyak dalam tangki gross std bbls:
API 60°F = 37.00, Temp Tangki = 99°F VCF = 0.9822
 $32198,566 \times 0,9822 = 31.625,432$ bbls 60 °F

c) BS&W = trace.

- (1) Vol Net = 31.625 bbls 60 °F = 5.025.597 ltr 15 °C
- (2) Konversi ke berat:
 - (a) L/T per bbls = 0,13110 4.146 L/T
 - (b) M/T per bbls = 0,13321 4.213 M/T

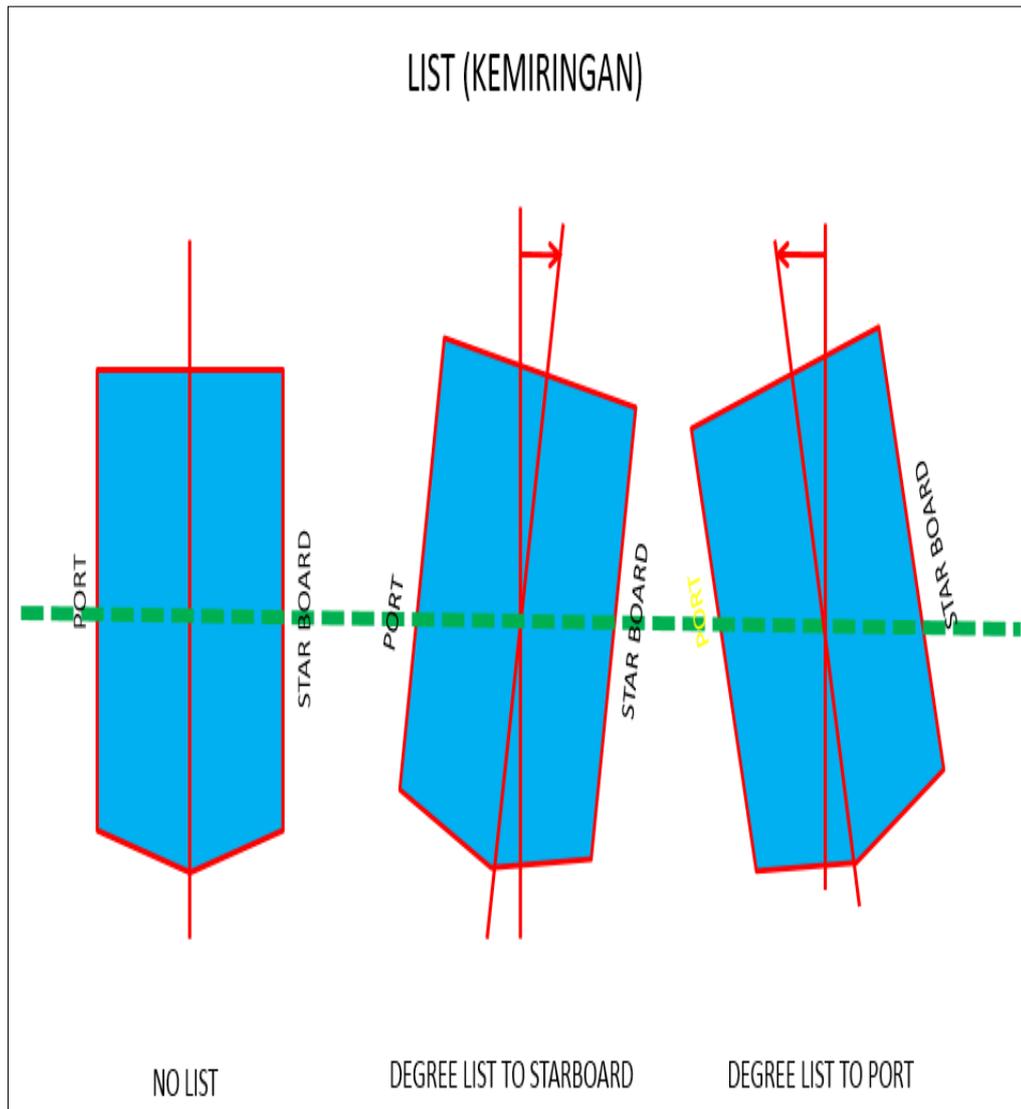
3. Perhitungan kuantitas minyak di floating storage kapal

Mendapatkan volume dan berat minyak mentah / kondensat didalam tangki kapal yang digunakan sebagai tangki terapung penimbun minyak mentah maupun kapal / tanker pengangkut minyak mentah pada kondisi standar Internasional.

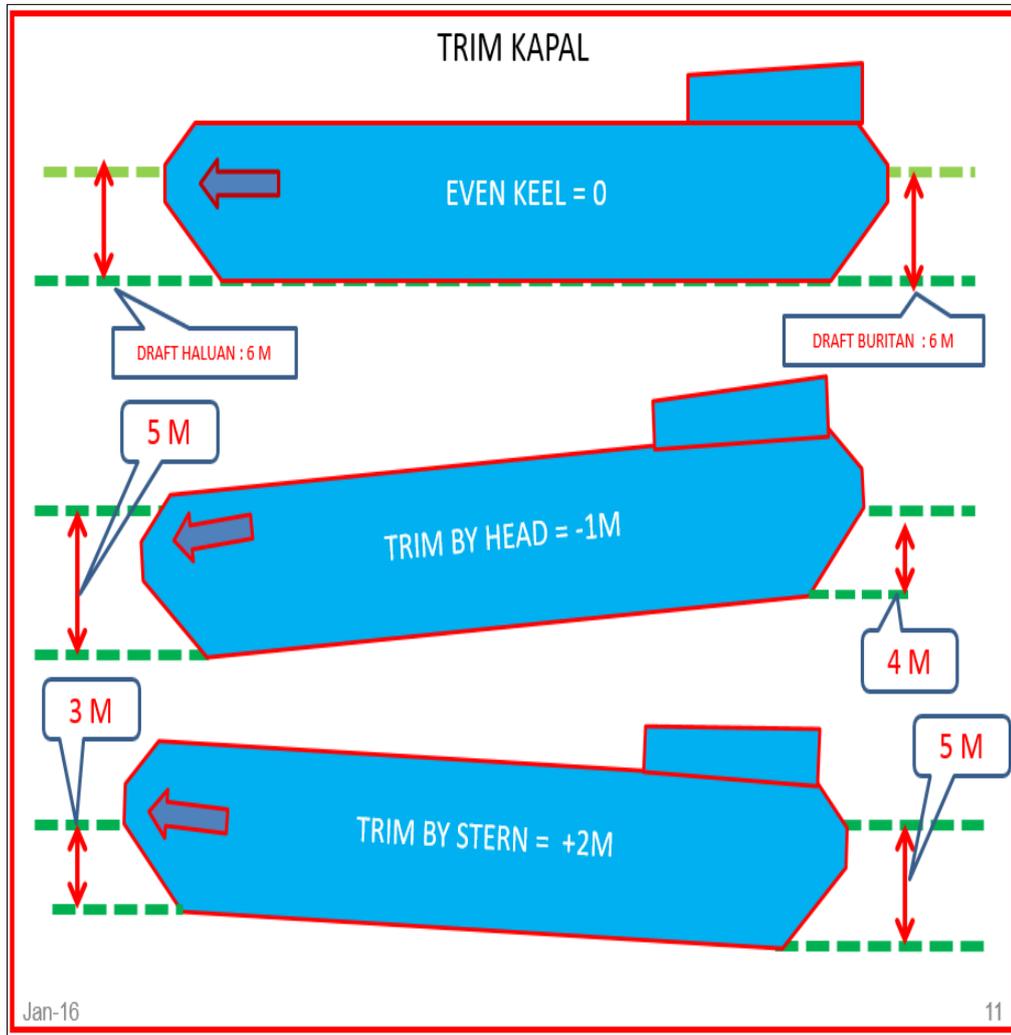
Tabel Tangki yang dikeluarkan pembuat kapal dan disahkan oleh badan yang berwenang. Hasil pengukuran tinggi minyak dan air bebas dicatat dalam "*Ullage Report*". Hasil analisa kandungan BS&W dengan menggunakan Centrifugal (ASTM D.1250, ASTM -D-96/API-2542 & ASTM-ASTM D-1298-67, API-2547, IP-160-68)

Jika kapal *even keel*, maka tidak ada koreksi terhadap ullage dan innage. Sebaliknya jika kapal tidak dalam even keel, harus dikoreksi terhadap kedataran kapal (Trim Correction) dan koreksi terhadap kemiringan (Heel Correction). Trim adalah selisih antara sarat haluan dengan sarat buritan kapal. Heel merupakan kemiringan kapal.

Pengukuran free water leve khusus untuk air bebas, pengukuran dilakukan dengan dipping /innage kemudian dihitung menjadi ullage. Dalam keadaan tidak rata maupun tidak tegak maka Ullage dari air bebas ini seperti juga halnya dengan ullage cairan harus dikoreksi terhadap Trim dan Heel.



Gambar 28. Heel (Kemiringan Kapal)



Gambar 29. Trim Kapal

a. Langkah Perhitungan

Siapkan :

- 1) Data pengukuran (compartement log sheet)
- 2) Tabel Kalibrasi tangki
- 3) Tabel ASTM D.1250 – IP.200 (Tabel lama)

Periksa :

- 1) Kebenaran dan kelengkapan data pengukuran
- 2) Sesuaikan unit satuan dari hasil pengukuran dengan unit satuan yang akan dipergunakan (mm, °C, Liter, Density)

Menghitung muatan kapal

1) Menghitung Liquid Obs.d Vol

Draft $F = \dots\dots\dots m)$

Trim = $\pm \dots\dots\dots m$

A = $\dots\dots\dots m)$

Heel = $\dots\dots\dots$ Port / Starboard

Ullage Cairan = $\dots\dots\dots mm$

Heel Correction = $\dots\dots\dots mm$

Trim Correction = $\dots\dots\dots mm +$

Corrected Ull. Cairan = $\dots\dots\dots mm$

Liquid Gross obs'd vol = $\dots\dots\dots$ Kl Obs'd

2) Menghitung Vol Obs.d Free Water

Tinggi Tangki = $\dots\dots\dots mm$

Free Water Innage = $\dots\dots\dots mm -$

Free water Ullage = $\dots\dots\dots mm$

Heel Correction = $\dots\dots\dots mm$

Trim Correction = $\dots\dots\dots mm +$

Corr'd FW Ullage = $\dots\dots\dots mm$

Free Water obs'd vol = $\dots\dots\dots$ Kl. Obs'd

3) Menghitung Net Obs'd volume

Net Obs'd volume = Liquid Gross obs'd vol (Kl) - Free Water obs'd vol (Kl) = $\dots\dots$ Kl. Obs'd

a) Menghitung Density standart

b) Menghitung factor koreksi ke satuan lain

D. Aktifitas Pembelajaran

Aktivitas pengantar

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

LK1

1. Pengantar bahan pengajaran dengan

- a. Apa saja yang harus dipersiapkan dalam pembelajaran modul mengukur volume observe dan volume standar, Jelaskan!

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

- b. Literatur apa saja yang saudara baca untuk mendukung memahami materi modul mengukur volume observe dan volume standar, sebutkan dan jelaskan!

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

- c. Bagaimana saudara melakukan pengajaran terhadap modul mengukur volume observe dan volume standar, Jelaskan!

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

2. Target apa yang ingin dicapai setelah saudara melakukan pengajaran modul mengukur volume observe dan volume standar, Jelaskan!

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

Aktivitas Pertama

Lakukan pemahaman dan pengamatan terhadap mengukur suhu menggunakan ASTM atau API, kemudian jawab pertanyaan berikut :

LK2

1. Jelaskan dan sebutkan standar ketepatan dalam pengukuran suhu menggunakan Standar ASTM atau API!
.....
.....
.....
.....
.....
2. Jelaskan waktu pengukuran suhu minyak dengan menggunakan thermometer dikaitkan dengan API gravity minyak!
.....
.....
.....
.....
.....
3. Jelaskan cara pengukuran suhu dengan thermometer berdasarkan kedalaman minyak!
.....
.....
.....
.....
.....

Aktivitas Kedua

Lakukan pemahaman dan pengamatan terhadap tata cara pengambilan sample minyak tangki darat menggunakan Standar ASTM atau API, kemudian jawab pertanyaan berikut :

LK3

1. Jelaskan dan sebutkan standar ketepatan dalam tata cara pengambilan sample minyak tangki darat menggunakan Standar ASTM atau API!

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

2. Sebutkan peralatan yang digunakan dalam pengambilan sample minyak!

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

Aktivitas Ketiga

Lakukan pemahaman dan pengamatan terhadap pengukuran SG, Density, API Grafity Minyak Menggunakan Standar ASTM atau API, kemudian jawab pertanyaan berikut :

LK4

1. Jelaskan dan sebutkan standar ketepatan dalam pengukuran SG, Density, API Grafity Minyak Menggunakan Standar ASTM atau API!

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

2. Jelaskan batasansuhu tes berdasarkan type minyak!

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

Aktivitas Keempat

Lakukan pemahaman dan pengamatan terhadap pengukuran base sedimen and water menggunakan standar ASTM, kemudian jawab pertanyaan berikut :

LK5

- 1. Jelaskan dan sebutkan standar ketepatan dalam pengukuran base sedimen and water menggunakan standar ASTM!

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

Aktivitas Kelima

Lakukan pemahaman dan pengamatan terhadap pengukuran kuantitas minyak menggunakan standar ASTM atau IPA, kemudian jawab pertanyaan berikut :

LK6

- 1. Jelaskan dan sebutkan standar ketepatan dalam pengukuran kuantitas minyak menggunakan standar ASTM atau IPA!

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

Aktivitas Ke-6

Lakukan pemahaman dan pengamatan terhadap perhitungan kuantitas minyak di floating storage kapal menggunakan standar ASTM, kemudian jawab pertanyaan berikut :

LK7

1. Jelaskan dan sebutkan standar ketepatan perhitungan kuantitas minyak di floating storage kapal menggunakan standar ASTM!

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

E. Latihan/ Kasus/ Tugas

Kerjakanlah Latihan Soal Berikut ini :

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan perhitungan observe dan perhitungan standart.
2. Sebutkan peralatan yang dibutuhkan dalam pengukuran densitas minyak?
3. Sebutkan standar yang digunakan dalam pengukuran densitas?
4. Sebutkan standar pengukuran base sedimen dan water?
5. Sebutan peralatan yang dibutuhkan dalam pengukuran base sedimen dan water?
6. Sebutkan peralatan yang digunakan dalam pengambilan sample minyak?
7. Sebutkan standart pengukuran kuantitas minyak di tangki?
8. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Trim dan Heel ?

F. Rangkuman

Dari hasil uraian materi kegiatan pembelajaran 3 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Standart yang digunakan untuk menyeragamkan hasil perhitungan adalah Standart pengukuran yang diasosiasikan oleh *American Society Testing and Material (ASTM)* dengan *American Petroleum Institute (API)*
2. Pengukuran minyak dan gas dalam kondisi penyimpanan disebut penguran observe, oleh sebab itu perlu di tersebut diubah menjadi standar 15 °F atau 60 °F.
3. Ketepatan dalam pengukuran suhu menggunakan standar ASTM D 1086 atau IPA 2543.
4. Ketepatan dalam tata cara pengambilan sample minyak tangki darat menggunakan standart ASTM D 270 API 2546
5. Ketepatan dalam pengukuran SG,Density,API gravity minyak menggunakan standart ASTM D 1298
6. Ketepatan dalam pengukuran base sedimen and water menggunakan standar ASTM D 4007.
7. Ketepatan dalam pengukuran kuantitas minyak menggunakan standar ASTM D.1250 atau API Standard 2540 atau IP D.200

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

1. Sebutkan materi apa saja yang telah Anda peroleh pada materi kegiatan pembelajaran 3 ini?
2. Tuliskan apa saja yang telah anda lakukan yang ada hubungannya dengan materi kegiatan ini tetapi belum ditulis pada materi kegiatan ini?
3. Apa kelebihan dan kekurangan dari materi kompetensi profesional kegiatan pembelajaran 3 ini?
4. Berikan saran dan masukan saudara tentang kelemahan dan kelebihan modul ini dan hal-hal yang perlu dikembangkan lagi untuk peningkatan modul ini dimasa yang akan datang?

BAB IV

PENUTUP

Demikian Modul Diklat GP Teknik Pengolahan Minyak Gas dan Petrokimia Grade 8 bagi Guru Pasca UKG ini disusun. Modul ini disusun sebagai acuan bagi semua pihak yang terkait dalam pelaksanaan kegiatan pelatihan dan GP bagi Guru dan Tenaga Kependidikan (GTK). Melalui Modul Diklat GP Teknik Pengolahan Minyak Gas dan Petrokimia Grade 8 ini Penulis Berharap semoga para Guru SMK Kejuruan Migas dan semua pihak terkait dapat menemukan kemudahan dalam melaksanakan UKG kelanjutan, serta dapat menambah pengetahuan dan wawasan pada bidang dan tugas masing-masing.

Modul Diklat GP Pengolahan Minyak Gas Dan Petrokimia Grade 8 bagi Guru pasca UKG ini merupakan bahan pelajaran atau materi yang harus dipelajari oleh Guru pasca UKG. Semoga bermanfaat dan dapat menjadi acuan bagi peserta diklat terutama untuk para Guru dan Widyaiswara/Fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat pengembangan keprofesian berkelanjutan ini.

Evaluasi

Evaluasi Pedagogik Kompetensi H: Penentuan Aspek-aspek Hasil Belajar

Lingkarilah salah satu jawaban yang menurut Anda benar !

1. Alat untuk mengetahui tercapai tidaknya tujuan instruksional merupakan...
 - a. Tujuan penilaian
 - b. Fungsi penilaian
 - c. Dasar penilaian
 - d. Prinsip penilaian

2. Penilaian oleh pendidik merupakan salah satu komponen yang tak terpisahkan dari kegiatan pembelajaran. Hal ini merupakan salah satu prinsip penilaian yaitu....
 - a. Sahih
 - b. Objektif
 - c. Adil
 - d. Terpadu

3. Salah satu prinsip penilaian adalah adalah sistematis, yang dimaksud dengan sistematis adalah ...
 - a. Penilaian dilakukan secara berencana dan bertahap dengan mengikuti langkah-langkah baku.
 - b. Penilaian didasarkan pada data yang mencerminkan kemampuan yang diukur.
 - c. Penilaian didasarkan pada ukuran pencapaian kompetensi yang ditetapkan
 - d. Penilaian dapat dipertanggungjawabkan baik dari segi teknik, prosedur, maupun hasilnya.

4. Perubahan perilaku dari peserta didik dapat dikelompokkan ke dalam ranah ...
 - a. Sikap, karakter, dan watak

- b. Pengetahuan, karakter, dan keterampilan
 - c. Sikap, pengetahuan, dan keterampilan
 - d. Watak, pengetahuan, dan keterampilan
5. Kemampuan yang menuntut peserta didik untuk menggunakan ide-ide umum, tata cara maupun metode, prinsip, dan teori-teori dalam situasi baru dan konkrit, dapat dilihat pada kegiatan
 - a. Penerapan
 - b. Pemahaman
 - c. Analisis
 - d. Mengevaluasi
 6. Kesadaran untuk menerima stimulus, mengontrol dan menyeleksi gejala-gejala atau rangsangan yang datang dari luar, merupakan ranah afektif pada jenjang ...
 - a. Menghargai
 - b. Mengorganisasi.
 - c. Responding
 - d. Penerimaan
 7. Tumbuhnya kemauan yang kuat pada diri peserta didik untuk berlaku disiplin, baik disekolah, di rumah maupun di tengah-tengah kehidupan masyarakat, merupakan wujud dari.....
 - a. menanggapi
 - b. Menghargai
 - c. Membudaya
 - d. Menghayati
 8. Hasil belajar psikomotor akan tampak dalam bentuk...
 - a. Sikap.
 - b. Penampilan.
 - c. Keterampilan
 - d. Pengetahuan
 9. Kegiatan mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep, merupakan kemampuan ...
 - a. Menalar
 - b. Mengkomunikasikan

- c. Mengamati
 - d. Mengumpulkan informasi
10. Melakukan gerakan mekanistik merupakan kemampuan belajar pada aspek ...
- a. Keterampilan abstrak
 - b. Keterampilan konkrit
 - c. Afektif
 - d. Pengetahuan

Evaluasi KB.1 Profesional Kompetensi H

Lingkarilah salah satu jawaban yang menurut Anda benar !

1. Berikut ini yang bukan merupakan faktor yang mempengaruhi perilaku fasa hidrokarbon yaitu :
 - a. Tekanan
 - b. Energi Kinetik
 - c. Gravity Override
 - d. Molecular Attraction

2. Yang termasuk didalam senyawa non hidrokarbon minyak bumi yaitu :
 - a. Metana
 - b. Etana
 - c. Butana
 - d. Sulfur

3. Air didalam minyak mentah perlu dikurangi karena air akan berpengaruh didalam proses pengolahan minyak dan menyebabkan terjadinya:
 - a. Korosif
 - b. Menimbulkan tekanan tinggi
 - c. Mengurangi jumlah produk
 - d. Emulsi

4. Deelmigator adalah zat kimia yang berfungsi untuk :
 - a. Mencegah emulsi
 - b. Mengikat emulsi air
 - c. Menghilangkan emulsi
 - d. Salah semua

5. Daya hambatan yang dilakukan oleh cairan untuk mengalir pada suhu tertentu disebut :
- Tekanan
 - Viskositas
 - Fluoresensi
 - Flash Point

Evaluasi KB.2 Profesional Kompetensi H

Lingkarilah salah satu jawaban yang menurut Anda benar !

- Proses Destilasi adalah proses pemisahan fraksi-fraksi dalam minyak bumi berdasarkan perbedaan :
 - Titik Beku
 - Titik Didih
 - Titik Lebur
 - Titik Uap
- Produk yang dihasilkan dari proses destilasi atmosferic yaitu, kecuali :
 - Gas
 - LPG
 - Kerosin
 - Spindel Oil
- Urutan fraksi minyak bumi yang benar dari yang mudah menguap sampai yang sukar menguap yaitu :
 - Gas-Bensin-Kerosin-Solar-Minyak Berat-Residu
 - Kerosin-Gas-Minyak Berat-Bensin-Residu-Solar
 - Bensin- Gas-Minyak Berat-Solar-Kerosin-Residu
 - Residu-Minyak Berat-Solar-Bensin-Gas-Kerosin
- Proses Pemurnian Minyak bumi disebut dengan proses ...
 - Blending
 - Treating
 - Cracking
 - Destilasi

5. Yang Bukan termasuk dalam produk bukan bahan bakar minyak yaitu (BBBM) :
 - a. Aspal
 - b. Elpiji
 - c. Minyak Pelumas
 - d. Bensin Penerbangan

Evaluasi KB.3 Profesional Kompetensi H

Lingkariilah salah satu jawaban yang menurut Anda benar !

1. Berikut ini merupakan kode standar ketepatan dalam pengukuran suhu minyak adalah ...
 - a. ASTM D 1086 dan API 2543
 - b. ASTM D 270 dan API 2546
 - c. ASTM D 1298 dan API 2543
 - d. ASTM D 1086 dan API 2546
2. Ketepatan dalam pengukuran SG, Density, API Gravity Minyak terdapat dalam standar ...
 - a. ASTM D 1086
 - b. ASTM D 270
 - c. ASTM D 1298
 - d. ASTM D 1086
3. Dua skala pembacaan yang terdapat pada *Thermo Hydro Meter* adalah ...
 - a. Skala Pembacaan Density dan Tekanan
 - b. Skala Pembacaan API Gravity dan Temperatur
 - c. Skala Pembacaan Tekanan dan Temperatur
 - d. Skala Pembacaan Viscosity dan Density
4. Berikut ini yang tidak termasuk peralatan yang digunakan dalam pengambilan sample minyak bumi adalah ...
 - a. Weighted breaker
 - b. Bomb type sample thief
 - c. Multiple tank composite
 - d. Weighted bottle

5. Berikut merupakan pernyataan tentang trim dan heel yang benar adalah ...
- a. Trim adalah kemiringan dari kapal, sedangkan heel selisih antara sarat haluan dengan sarat buritan kapal
 - b. Trim adalah selisih antara sarat haluan dengan sarat buritan kapal, sedangkan heel selisih dari permukaan kapal dan tinggi kapal
 - c. Trim adalah kemiringan dari kapal, sedangkan heel merupakan selisih dari tekanan tinggi dan tekanan rendah
 - d. Trim adalah selisih antara sarat haluan dengan sarat buritan kapal dan Heel merupakan kemiringan dari kapal.

DAFTAR PUSTAKA PEDAGOGIK

Arifin & Zainal. 2009. *Evaluasi Pembelajaran*, Bandung: Remaja Rosdakarnya.

ASTM (American society testing and Material)

Budi Susetyo. 2015. *Prosedur Penyusunan & Analisis Tes untuk Penilaian Hasil Belajar Bidang Kognitif*. Bandung : Rafika Aditama

boston.strategis.com

Craft, B.C., Hawkins, M.: ***Applied Petroleum Reservoir Engineering***, Revised by Terry, R.E., Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ (1991).

Devold Havard. 2013. ***Oil And Gas Production Handbook An Introduction To Oil And Gas Production, Transport, Refining And Petrochemical Industry***. : ABB Oil and Gas.

Daryanto. 2008. *Evaluasi Pendidikan*, Jakarta: Rineka Cipta.

dokumen.tips/documents/makalah-crude-oil.proses-pengolahan-migas-produk-minyak-bumi.html.

Hardjono, A. 2000. "**Teknologi Minyak Bumi**". Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Kimia.upi.edu/utama.bahanajar/kuliah_web/2008/Riski%20Septiadevana%201606249_IE6.0/halaman_10.html

Mc Graw-Hill., "**Hand Book Of Petroleum Refining Proseses, Third Edition**"

Mimin. 2009. *Model Dan Teknik Penilaian Pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Gaung Persada Press.

Muri Yusuf. 2015. *Asesmen dan Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : Prenadamedia

Majid, Abdul. 2011. *Perencanaan Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

netsains.net

Purwanto, *Evaluasi hasil Belajar*, Yogyakarta: pustaka pelajar, 2009 Haryati.

Quantity Accuting System PERTAMINA EP.

Suryo Purwono & Bardi Murachman. 2012 ."**Proses Pengolahan Minyak Bumi**".Yogyakarta : Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

Thomas O. Allan dan Alan P. Robert. 2006. **Operation Production Volume 1**, OGCI & PetroSkills Publications. Tulsa: Oklahoma.

LAMPIRAN

Kunci Jawaban Pedagogik Kompetensi H: Penentuan Aspek-aspek Hasil Belajar

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

Kunci Jawaban KB.1 Profesional Kompetensi H

1. C
2. D
3. D
4. B
5. B

Kunci Jawaban KB.2 Profesional Kompetensi H

1. B
2. D
3. A
4. C
5. D

Kunci Jawaban KB.3 Profesional Kompetensi H

1. A
2. C
3. B

4. C

5. D