

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Bakar

1. Asal Bahan Bakar

Menurut teori pembentukan minyak bumi, khususnya teori binatang Engler dan teori Tumbuh-tumbuhan, senyawa-senyawa organik penyusun minyak bumi merupakan hasil alamiah proses dekomposisi tumbuhan selama berjuta-juta tahun. Oleh karena itu minyak bumi juga dikenal sebagai bahan bakar fosil selain batubara dan gas alam (Hofer,1966). Semua bahan bakar dihasilkan oleh senyawa karbohidrat dengan rumus kimia $C_x(H_2O)_y$ yg menjadi fosil. Karbohidrat tersebut dihasilkan oleh tumbuhan dengan mengubah energi matahari menjadi energi kimia melalui proses fotosintesis. Kebanyakan bahan bakar fosil diproduksi kira-kira 325 juta tahun yang lalu. Setelah tumbuhan mati, maka karbohidrat berubah menjadi senyawa hidrokarbon dengan rumus kimia C_xH_y akibat tekanan dan temperatur yang tinggi serta tidak tersedianya oksigen (aneorob). Selain tersusun oleh komponen hidrokarbon, minyak bumi juga mengandung komponen non-hidrokarbon. Kandungan komponen senyawa hidrokarbon relatif lebih besar dari pada kandungan komponen senyawa nonhidrokarbon. Komponen non-hidrokarbon dapat berupa unsur-unsur logam atau yang sifatnya menyerupai logam, serta komponen organik lainnya yang bukan hidrokarbon, seperti belerang, nitrogen dan oksigen. Senyawa hidrokarbon merupakan senyawa organik yang terdiri atas hidrogen dan karbon, contohnya benzena, toluena, ethylbenzena dan isomer xylema. Keberadaan hidrokarbon aromatik di dalam minyak bumi lebih sedikit dibandingkan dengan hidrokarbon parafin. Aromatik – aromatik murni adalah molekul – molekul yang hanya mengandung cincin dan rantai sederhana ialah benzena yang terdiri dari sebuah cincin dasar yang mengandung 6 atom karbon, dengan ikatan rangkap di antara setiap atom karbon lainnya sehingga terdapat 3 ikatan ganda dalam cincin dasar tersebut. Bila kedua cincin

benzena tersebut bergabung akan membentuk senyawa naftalen. Senyawa ini mempunyai rumus C_nH_{2n-6} untuk molekul cincin tunggal dan C_nH_{2n-12} untuk molekul cincin ganda dan beraroma. Dengan adanya proses kimia dan fisika, minyak bumi mentah dapat diubah menjadi berbagai produk, seperti bensin, terdiri dari hidrokarbon C6 hingga C10 dari alkana rantai normal dan bercabang serta sikloalkana dan alkil benzen. Naftalen yang sebenarnya merupakan produk untuk menghilangkan bau busuk, anti jamur dan pencegah serangga ternyata juga memberikan dampak positif untuk peningkatan angka oktan dari bensin. Naftalen merupakan rangkaian hidrokarbon jenis aromatik bahkan dapat disebut polyaromatik dengan struktur kimia berbentuk cincin benzena yang bersekutu dalam satu ikatan atau dua orto lingkaran benzena dimana pada proses penggabungan tersebut kehilangan 2 atom C dan 4 atom H sehingga rumus kimianya menjadi $C_{10}H_8$. Secara fisik naftalen merupakan zat yang berbentuk keping kristal mudah menguap dan menyublim serta tak berwarna umumnya berasal dari minyak bumi atau batu bara. Karena bentuk struktur kimia naftalen serta sifat kearomatisa tersebut maka naptalene seperti halnya benzene, mempunyai sifat anti knock yang baik. Oleh sebab itu penambahan naftalen pada benzin akan meningkatkan anti knock dari bensin tersebut. (Sumber : Raharjo T, 2009. Asal bahan bakar).

2. Pengertian Bahan Bakar

Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran (reaksi redoks) dimana bahan bakar tersebut akan melepas panas setelah di reaksikan dengan oksigen di udara. Proses lain untuk melepaskan energi dari bahan bakar adalah melalui reaksi eksotermal dan reaksi nuklir (seperti fisi nuklir atau fusi nuklir). Hidrokarbon (termasuk di dalamnya bensin dan solar) sejauh ini merupakan

jenis bahan bakar yang paling sering digunakan manusia. Bahan bakar yang bisa di pakai adalah logam radioaktif. (Imam, 2013).

Bahan bakar adalah bahan yang mudah terbakar dan dibutuhkan untuk proses pembakaran dalam mesin sehingga bisa menghasilkan energi/daya untuk menggerakkan mesin mekanik. (Ebudhi, 2010).

Telah di ketahui bahwa bahan bakar adalah merupakan pembakaran vital untuk prestasi daya kerja suatu mesin penggerak utama. Oleh karena itu penting sekali dalam pengadaan bahan bakar yang bersih dan berkualitas baik yang di hasilkan oleh purifier. Agar kita tidak menemui kembali kesulitan–kesulitan dalam pengoperasian kapal, terutama untuk kapal laut yang menggunakan bahan bakar minyak berat sebagai bahan bakar pokoknya. Dapat di bayangkan jika bahan bakar di dalam silinder mengandung air, kotoran–kotoran dan kurangnya pemanasan (*pre-heating*). Masalah ini akan menghambat penyalaan pembakaran dalam silinder dan akan mengurangi daya kerja dari motor penggerak utama.

Adapun cara atau tahap-tahap membersihkan bahan bakar adalah dengan menggunakan alat-alat seperti dibawah ini :

- a. Tangki-tangi bahan bakar yakni tangki penerima bahan bakar pertama double bottom, tangki endap (*settling tank*), tangki harian (*service tank*).
- b. Saringan-saringan (*filter*) baik halus maupun kasar.
- c. Purifier sebagai alat pembersih bahan bakar dengan metode gaya centrifugal.

2.2 Jenis – Jenis Bahan Bakar

Jenis bahan bakar yang biasanya digunakan pada mesin utama kapal di antaranya ada 5 yaitu :

1. *Heavy Fuel Oil* (HFO)

Heavy Fuel Oil (HFO) adalah bahan bakar minyak berat yang digunakan pada mesin diesel utama laut adalah residu dari penyulingan minyak mentah. Karena sifat-sifat bahan bakar minyak berat itu harus

disimpan pada suhu penyimpanan yang tinggi dan untuk penggunaan. Meskipun produk pembakaran bahan bakar berat ini tetap tinggi di NO_x, Sox, dan CO₂ dalam gas buang. Seperti yang telah kita lihat, bahan bakar minyak berat adalah residu dari proses penyulingan minyak mentah dan karena itu adalah ampas prosesnya. Ini digunakan sebagai bahan bakar mesin kelautan karena harganya murah, tapi memang mengandung banyak kotoran dan harus dijaga pada suhu tinggi baik saat penyimpanan maupun penggunaan di mesin utama kapal.

2. *Marine Diesel Oil (MDO)*

Marine Diesel Oil (MDO) adalah jenis bahan bakar minyak dan merupakan perpaduan antara gasoil dan bahan bakar minyak berat, dengan gasoil lebih sedikit daripada bahan bakar minyak setengah jadi yang digunakan di lapangan maritim. Marine Diesel Oil juga disebut "Distillate Marine Diesel". MDO banyak digunakan oleh medium speed dan medium / high speed marine diesel engines. Ini juga digunakan pada kecepatan yang lebih rendah dan mesin penggerak kecepatan menengah yang biasanya membakar bahan bakar sisa. Bahan bakar tersebut dihasilkan dari kilang katalitik / kilang tembikar. Minyak diesel laut telah dikutuk karena kegemaran belerang, begitu banyak negara dan organisasi menetapkan peraturan dan undang-undang tentang penggunaan MDO. Karena harganya yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar yang lebih halus, MDO disukai terutama oleh industri perkapalan.

3. *Intermediate Fuel Oil (IFO)*

Intermediate fuel oil (IFO) merupakan hasil campuran HFO dan MDO, namun IFO mengandung sedikit MGO di bandingkan MDO

4. *Marine Fuel Oil (MFO)*

Marine fuel oil (MFO) adalah minyak bakar bukan merupakan produk hasil destilasi tetapi hasil dari jenis residu yang berwarna hitam. Minyak jenis ini memiliki tingkat kekentalan yang tinggi dibandingkan

minyak diesel. Pemakaian BBM jenis ini umumnya untuk pembakaran langsung pada industri besar dan digunakan sebagai bahan bakar untuk steam power station dan beberapa penggunaan yang dari segi ekonomi lebih murah dengan penggunaan minyak bakar.

5. *Marine Gas Oil* (MGO)

Marine Gas Oil (MGO) digunakan pada mesin empat langkah dan generator. Bahan bakar ini memenuhi spesifikasi ISO-F DMA dan batas belerang yang dibutuhkan untuk semua pelabuhan Eropa.

6. *High Speed Diesel* (HSD)

High Speed Diesel (HSD) umumnya dikenal sebagai minyak solar merupakan BBM jenis solar yang memiliki angka performa cetane number 45, jenis BBM ini umumnya digunakan untuk mesin transportasi mesin diesel yang umum dipakai dengan sistem injeksi pompa mekanik (*injection pump*) dan *electronic injection*, jenis BBM ini diperuntukkan untuk jenis kendaraan bermotor transportasi dan mesin industri.

Kapal yang menggunakan mesin diesel 2 langkah dengan *horsepower* yang besar dan putaran redah (sekitar 300-1000 RPM) biasanya menggunakan bahan bakar HFO. Jenis bahan bakar ini memiliki karakteristik sebagai berikut :

- a. *Heavy fuel oil* (HFO) merupakan hasil sisa proses penyulingan minyak mentah (residu).
- b. Memiliki nilai viskositas (kekentalan) yang lebih tinggi dibandingkan jenis bahan bakar yang lain sehingga diperlukan *heat exchanger* atau *heater* agar dapat digunakan untuk proses pembakaran pada mesin.
- c. Kandungan air dan kotoran yang cukup tinggi sehingga diperlukan sebuah sistem separator dan clarifire untuk memurnikan bahan bakar sebelum digunakan.

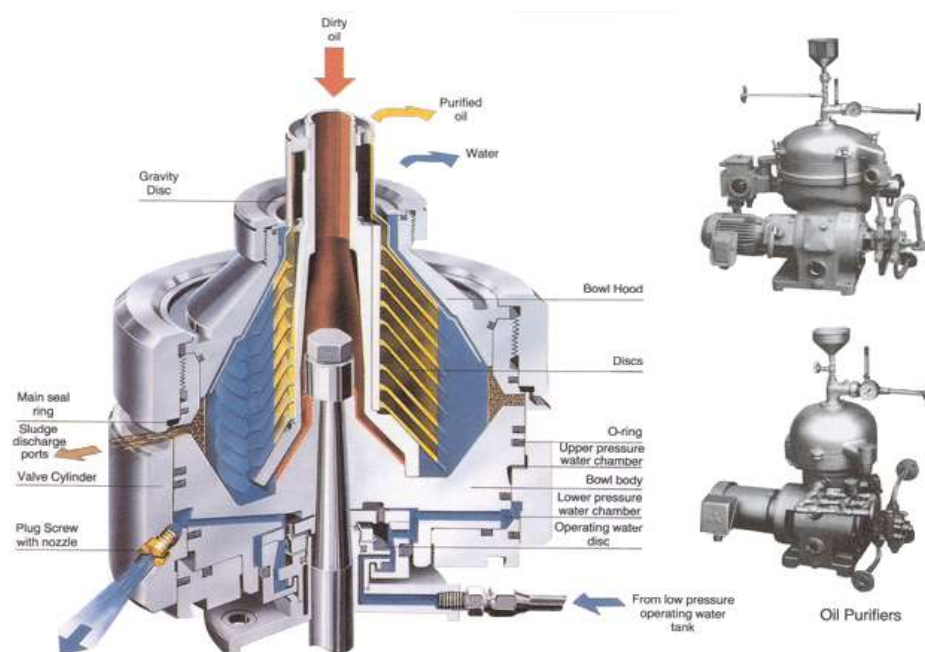
- d. *Flash point* (titik nyala) yang cukup tinggi sehingga cocok digunakan pada mesin diesel.
- e. residu pembakaran menghasilkan kandungan karbon yang tinggi, logam berat, sulfur dan nitrogen.

2.3 Pesawat Penunjang Bahan Bakar

Ada beberapa pesawat penunjang untuk mempertahankan kualitas bahan bakar adalah :

1. Purifier

Pada beberapa kapal, sistem bahan bakar dilengkapi dengan purifier yang berfungsi pembersih minyak / pemisah minyak dari benda yang berat seperti endapan / sediment yang mengandung lumpur dan air, agar bahan bakar yang akan digunakan baik tidak mengganggu proses kerja engine.

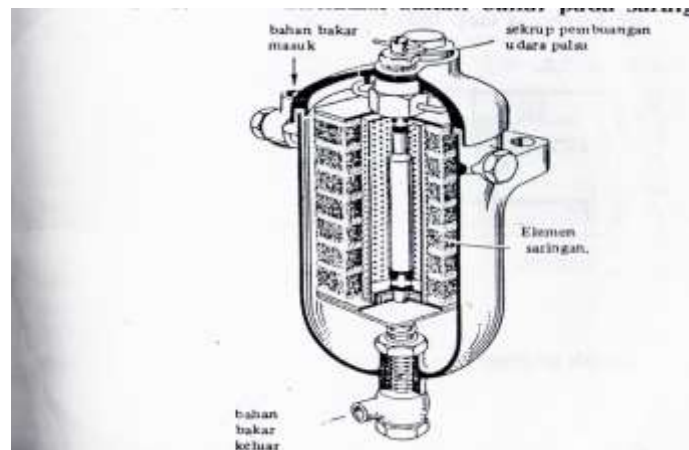


Gambar 2.1. Purifier

Sumber : KMN. Lancar Jaya Rejeki

2. Filter Awal (*Primary Fuel Filter*)

Bahan bakar yang berada didalam tanki, sebelum dihisap oleh pompa tranfer dilakukan penyaringan melalui primary fuel filter yang berfungsi menyaring kotoran besar atau kasar yang terkandung didalam bahan bakar.



Gambar 2.2. Primar Fuel Filter

Sumber : KMN. Lancar Jaya Rejeki

3. Fuel Transfer Pump

Pompa ini berfungsi untuk menjaga jumlah bahan bakar yang disuplai ke injection pump. Bahan bakar yang dihisap oleh transfer pump diambil dari bagian suction sistem bahan bakar yang bertekanan rendah.



Gambar 2.3. Fuel Transfer Pump

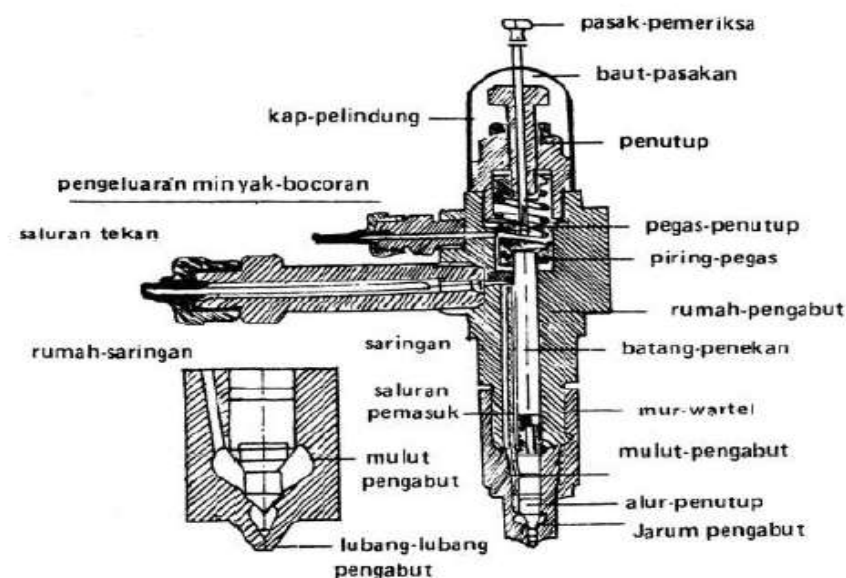
Sumber : KMN. Lancar Jaya Rejeki

4. Filter Akhir (*Final Fuel Oil Filter*)

Setelah melewati transfer pump, bahan bakar akan disaring kembali sebelum masuk kedalam mesin. Proses penyaringan dilakukan untuk membuang kotoran kecil yang ada didalam bahan bakar. Hal ini dilakukan untuk menghindari kerusakan bagian nozzle pada injector. Filter ini berada diantara transfer pump dan injection pump. Pada bagian ini terdapat katup bypass yang berfungsi mematikan mesin apabila terjadi penyumbatan aliran bahan bakar. Hal ini bertujuan untuk melindungi kerusakan mesin akibat bahan bakar yang mengandung partikel.

5. Noozle / Injector

Noozle terdapat pada bagian kepala silinder, bagian ini memiliki sebuah katup yang akan terbuka secara otomatis apabila tekanan bahan bakar cukup tinggi sehingga bahan bakar dapat masuk kedalam ruang bakar. Pada akhir proses penyemprotan bahan bakar diruang bakar, katup ini akan otomatis tertutup apabila tekanan bahan bakar berkurang.

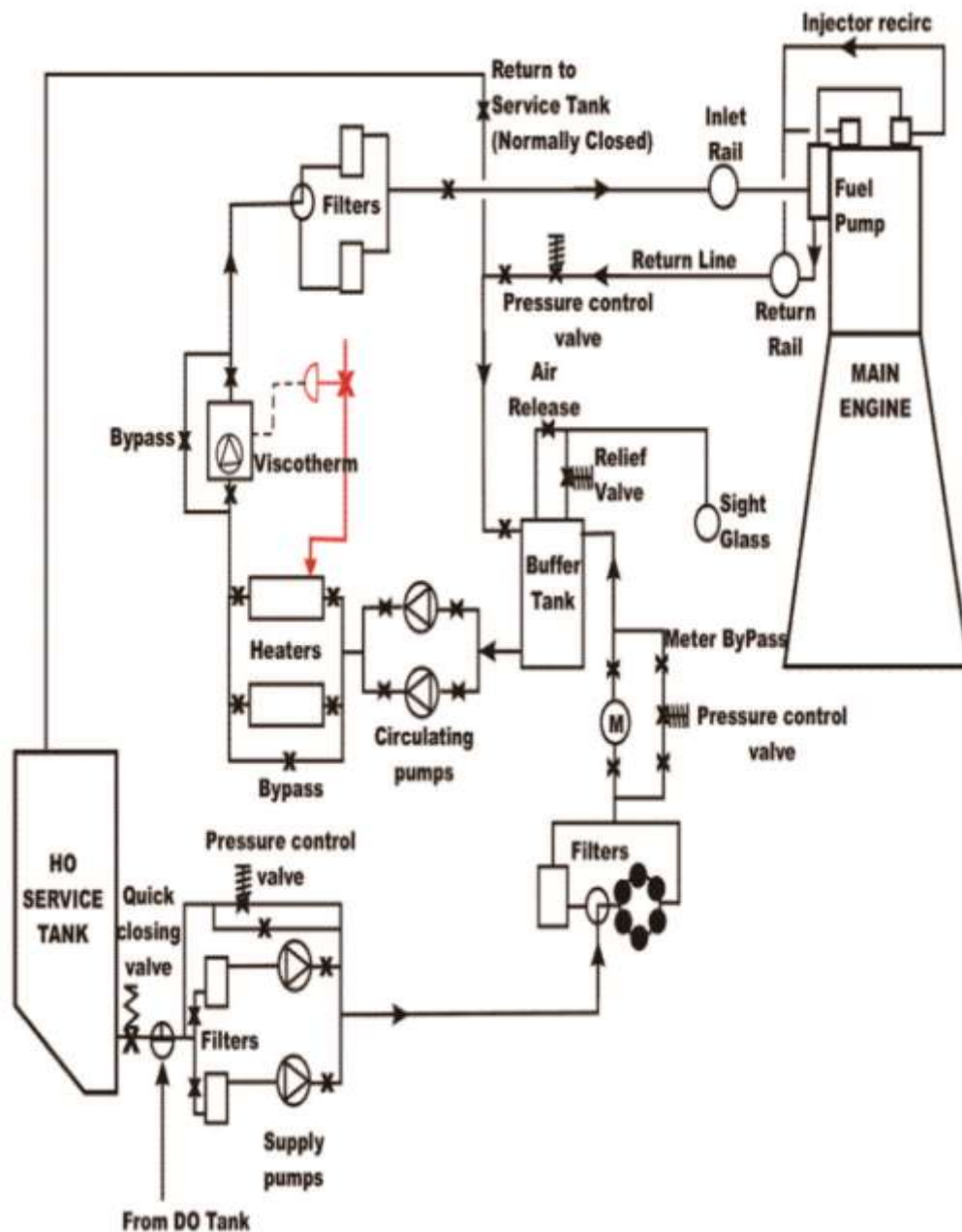


Gambar 2.4. Noozle / Injector

Sumber : KMN. Lancar Jaya

2.4 Sistem Pembakaran

Beberapa komponen - komponen sistem bahan bakar secara umum untuk menunjang pembakaran diantaranya :



Gambar 2.5. Sistem Pembakaran

Sumber : KMN. Lancar Jaya Rejeki

Dengan pembakaran berarti suatu proses kimia dari pencampuran bahan-bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang (C), zat cair (H) dengan sebageian kecil zat belerang (S), biasa senyawa disebut hydro carbon. Zat asam yang di butuhkan didapat dari udara sebagaimana diketahui udara itu mengandung 22% zat asam dan 77% zat lemas bila dihitung dalam prosentase volume atau 21% dengan 78% bila dihitung dalam prosentase berat udara . Perlu diingat bahwa pembakaran didalam silinder tidak berlangsung sederhana ,karena molekul-molekul bahanbakar harus dipecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

Pembakaran yang tuntas dan sempurna dan sempurna secara kimiawi ini akan menghasilkan panas,proses reaksinya disebut EXOTERM. Bila sejumlah gas atau udara dikompresi atau di ekspansi akan ada perubahan suhu selama proses terjadi, namun bila keadaan suhunya tidak ada perubahan,maka prosesnya disebut Isotermis. Keadaan itu hanya mungkin terjadi apabila selama proses kompresi berlangsung panas yang timbul diambil dan bila prosesnya ekspansi,panas yang hilang diganti sehingga suhunya tinggal tetap.

Lain halnya bila sejumlah gas itu saat dilakukan kompresi maupun ekspansi tanpa ada tambahan panas atau kehilangan panas,proses yang demikian disebut adiabatic.

Proses yang umum terjadi bila dilakukan kompresi maupun ekspansi,tekanan dan suhu beserta panas akan berubah, maka prosesnya disebut politropis.

2.5 Perawatan BBM

Peralatan yang banyak dipasang di kapal adalah jenis separator sentrifugal dalam penggunaan yang luas terutama untuk memisahkan campuran cairan yang berbeda masa jenisnya. Umumnya dilakukan dalam dua tahap, pertama melalui pemurni (purifier) yang putarannya sekitar 600 – 800 per menit (13.5 Hz). Air dan campuran lain yang memiliki masa jenis lebih besar dari pada minyak akan terpisah sehingga minyaknya bebas dari campuran benda kasar yang sangat berbahaya bagi motor disel. Selain bahan kasar yang membahayakan motor disel,

BBM itu masih mengandung bahan halus berupa logam yang larut dalam cairan yang akan menimbulkan gangguan setelah BBM terbakar dan meninggalkan debu jelaga atau bahan abrasif yang membahayakan. Sebaiknya setelah melalui purifier kemudian dimasukkan kedalam penjernih (*clarifier*) yang konstruksinya agak berbeda dari purifier. Apabila hanya terdapat satu buah separator yang berfungsi ganda (purifier dan clarifier) mangkok didalamnya harus bisa diganti-ganti disesuaikan dengan masa jenis BBM, demikian juga pipa salurannya harus bisa diubah. Bila berfungsi sebagai clarifier, air pancingan sebagai penyekat atau paking tidak diperlukan.

Analisis Bahan Bakar Minyak

Tabel 2.1. Analisis Bahan Bakar Minyak

Asal Karakteristik	Jerman	Inggris	Belanda	Perancis	Itali	Durban	Pacific	Amerika
Viskositas	360	186	27	94	60	200	700	380
Masa jenis 15 ^o C	0.908	0.974	0.967	0.949	0.935	0.981	1.005	0.979
Conradson % massa	13.9	13	8.8	11.2	6.5	18.2	17.2	11
Kadar Aspal % massa	7.4	8.6	4	5.4	2.52	12.4	12	7.3
Kadar S % massa	3.81	2.45	2.6	3.6	2.52	3.15	4.9	2.9
Va/Na mg/kg	47/36	64/33	49/15	88/7	70/51	120/10	103/39	64/14
Al/Si mg/kg	-	39/3	12/11	1/7	47/32	-	2/11	6/45

Sumber : KMN. Lancar Jaya Rejeki

2.6 Kualitas Pernyataan BBM.

Menurut Wayanto R, sebagai tolok ukur kualitas pernyataan BBM (bukan bensin) adalah angka Cethane dari jenis minyak destilasi yang kodenya DMX, DMA, dan DMB. Angka tersebut dihitung dari nilai rata-rata titik didih dan masanya yaitu parameter yang berkaitan langsung dengan susunan kimia BBM. Calculated ignition index (C II) adalah tolok ukur untuk BBM residual dan mempunyai persamaan dengan angka cethane dari BBM hasil destilasi. Sedangkan Calculated Carbon Aromatic Index (CCA) berkisar antara 750 – 870. Kedua index yang memiliki kesamaan ini merupakan karakter yang dominan bagi BBM untuk kapal dan dapat dilihat pada monogramnya / tabel. Untuk mendapat

motor disel tertentu agak sulit menetapkan nilai minimal atau maksimal C II maupun CCA I dari BBM. Beberapa pabrik motor disel membatasi kualitas pernyataan yang diinginkan dengan massa jenisnya saja. Demikian juga cara menghitung besarnya nilai bahan bakar (NP) atau *nilai opak* (NO) BBM yang paling mendekati kebenaran terutama yang mengandung belerang, air dan lain-lainnya.

Rumusnya :

$$NP = (52,19 - 8802S^2 \cdot 10^6) \times 1 - 0.01(x+y+s) + 9.42(0.01s) \text{ MJ/kg.}$$

$$NO = (46.704 - 8.802S^2 \cdot 10^6) \times 1 - 0.01(x+y+s) + 0.01(9.42s - 2.449x) \text{ MJ /kg.}$$

S = massa jenis pada 15⁰ C dalam kg/m³.

X = kadar air dalam % massa

Y = kadar debu dalam % massa

S = kadar belerang dalam % massa

$$\text{Atau menurut rumus Cragan } NP = (52000 - 982 S^2) \text{ kJ/kg}$$

$$NO = (NP - 0.02 NP) \text{ kJ/kg.}$$

Di berbagai Negara nilai pembakaran agak berbeda terutama tergantung pada kandungan kadar belerangnya. Nilai Opaknya juga tergantung kepada kandungan kadar belerang dan kadar airnya. Gambaran umum BBM dengan S = 982 k/m³ kandungan belerangnya 2.5 % dan kadar airnya 0.02 MJ / kg untuk setiap 0.05 % kadar debu atau pada sekitar 0.03 – 0.1% dari massa BBM. Motor disel umumnya menggunakan BBM hasil destilasi yang tergolong minyak gas atau minyak disel. Ada yang menggolongkan sebagai minyak ringan dan minyak berat, perbedaan ini bukan berdasarkan massa jenisnya tetapi lebih tepat berdasarkan kekentalannya meskipun tidak ada batasan yang tepat. Secara mekanis pembakaran dalam motor disel dan motor bensin sama saja, perbedaannya hanya cara mencampurkan udara pendukung pembakaran dan perbandingan kompresinya, untuk motor bensin sekitar 6 - 7 sedangkan motor diesel antara 17 - 20 bahkan lebih. Pada motor diesel bila dilihat secara teoritis sejal BBM dikabutkan sampai katup pengabut tertutup maka BBM akan segera terbakar dan menghasilkan panas. Dalam kenyataan tidak demikian karena BBM yang mengandung unsur-unsur lain agar terbakar sempurna harus memenuhi

persyaratan. Pertama bercampur dengan udara yang cukup, kedua pencampurannya benar - benar homogen dan ketiga udaranya harus memiliki temperatur yang cukup untuk menyalakan BBM. Periode tersebut ialah "kelambatan penyalaan" (ID) yang merupakan tolok ukur waktu antara sejak penyemprotan BBM sampai pembakaran terjadi. Seandainya kelambatan ini lebih lama karena adanya gangguan pada pengabut, pasti akan lebih banyak BBM yang harus dimasukkan maka pelaksanaan pembakaran tidak akan lancar sesuai yang diharapkan. Demikian juga akan sebaliknya bila kelambatan ini lebih singkat akan terjadi kejutan yang mendadak sebelum torak mencapai TMA. Karena sifat yang rumit tersebut agak sukar dipantau dan kapan waktunya terjadi perubahan tingkat ujud BBM dari cair menjadi gas. Dengan asumsi teoritis bahwa perubahan dari sejumlah BBM akan dimulai bila seluruhnya telah bercampur dengan udara.

2.7 Pengabutan BBM Dengan Emulsi Air.

Pada masa yang lalu air tawar apabila air laut sama sekali tidak dibenarkan bercampur dengan BBM, selalu harus disingkirkan melalui purifier. Pencemaran udara dan gas buang motor disel tidak lagi oksida zat arang (CO^2) yang menjadi tolok ukur tetapi oksida zat lemasnya nya (NO^x). Setelah melalui berbagai percobaan gas buang motor disel diukur emisi NO^x nya, sehubungan dengan ketentuan terhadap pencemaran udara oleh gas buang pembakaran. Ternyata proses pembakaran masih dapat berlangsung sempurna meskipun kadar air mencapai 50% dengan kadar emisi NO^x sampai batas yang bisa diterima.

Ketentuan yang menetapkan NO^x batas maximum 750 ppm ternyata kadar airnya hanya 25 % dan penghematan BBM bisa mencapai 4 gr per ek W jam. Dengan memakai pengabut gabungan langsung air dan BBM maka kadar NO^x bisa menurun sampai 60 % (450 ppm) karena temperaturnya diturunkan.

Pengabut emulsi pada noselnya mempunyai dua buah jarum pengabut, satu untuk air dan satunya lagi untuk BBM, air dikabutkan lebih dulu agar ruang pembakaran temperaturnya rendah sehingga ketika terjadi pembakaran kadar NO^x rendah. Tekanan air pengabut antara 200 – 400 bar, tiap silinder dilengkapi alat pengaman air yang sensitif dan akan menutup bila air yang mengalir berlebihan .

Pengabut air diatur secara elektronik yang bisa diprogram. Air yang dipakai adalah air suling yang bersih dengan nilai Ph 5 – 8 dengan kekerasan maximal 10⁰ dH dan kadar chlor maximal 80 mg/liter dan perbandingan air dengan BBM 0.4 – 0.71. Karena lubang pengabut BBM dan air terpisah maka tidak ada pengaruh buruk seandainya air pengabut tertutup dan motor bekerja tanpa pengabutan secara emulsi meskipun alarm akan berbunyi namun motor tetap bekerja tanpa air pengabut.