

MINYAK BAKAR UNTUK MOTOR DIESEL KAPAL

Oleh :

Ir. Nur Ahadiat

SARI

Penghematan merupakan tujuan utama dalam penggunaan minyak bakar untuk motor diesel kapal. Sifat minyak bakar apa yang perlu diketahui, bagaimana pengaruhnya dalam sistem bahan bakar serta ruang bakar. Hal apa yang perlu dilakukan sebelum minyak bakar dapat digunakan, alat-alat yang diperlukan dan aspek operasi kapal dengan menggunakan minyak bakar dijelaskan.

ABSTRACT

The main reason of using fuel oil for diesel engine on board was saving. What kind of fuel oil properties would influence fuel system and combustion chambers and what should be done before fuel oil could be used on board, equipments needed and operational aspects of the ship using fuel oil are explained.

I. PENDAHULUAN

Kenaikan harga produk minyak bumi di tahun 1973 menimbulkan kelesuan di sekitar perhubungan laut, karena lebih kurang 40% dari seluruh biaya operasi kapal digunakan untuk keperluan bahan bakar. Sebagai jalan keluar, dari beberapa kemungkinan yang ada kemudian dipilih untuk mengembangkan jenis motor diesel kapal yang dapat menggunakan bahan bakar yang lebih murah dari minyak diesel (*Marine Diesel Fuel*). Yakni minyak bakar (*fuel oil*) bahkan kini dengan metoda pengolahan (*fuel treatment*) yang lebih baik motor diesel dapat menggunakan minyak residu (*heavy residual fuel*) ataupun *bunker oil* yang tentunya lebih murah harganya.

Karena sifat minyak bakar tergantung dari cara pengolahan dan sumber minyak bumi yang sangat bervariasi maka untuk memudahkan pengolahan minyak bakar sebagai bahan bakar motor diesel, produsen motor diesel umumnya memberikan spesifikasi bahan bakar yang diperlukan agar motor diesel tersebut dapat beroperasi dengan baik. Demikian pula berbagai badan resmi baik nasional maupun internasional

mengeluarkan spesifikasi minyak bakar yang dapat digunakan sebagai dasar pegangan untuk diolah lebih lanjut di atas kapal.

II. ANALISA DATA

Umumnya penggunaan data analisa minyak bakar tidak secara langsung dapat menunjukkan kualitas pembakarannya. Namun demikian khusus untuk mesin diesel dua langkah dengan putaran rendah dan perbandingan kompresi yang tinggi, walau tidak merupakan parameter yang menentukan, sampai batas tertentu kualitas pembakaran tersebut dapat diperkirakan dengan dasar perhitungan viskositas dan berat jenisnya. Minyak bakar dengan berat jenis yang tinggi dikombinasi dengan viskositas yang rendah, besar kemungkinan menunjukkan sifat pembakaran yang bermutu rendah. Berikut ini uraian analisa data secara teknis praktis pada penggunaannya di motor diesel kapal.

A. Viskositas

Viskositas adalah karakteristik minyak bakar yang diperlukan terutama untuk memudahkan penanganan dalam sistem distribusi, pemilihan pompa, pemanasan dan

separator. Lain dari itu, viskositas juga akan menentukan besarnya tetesan minyak pada pengabutan diruang bakar dan besarnya tekanan yang diperlukan untuk pengabutan itu sendiri yang pada akhirnya akan mempengaruhi mutu pembakaran.

B. Berat Jenis

Berat jenis minyak bakar perlu diketahui sehubungan dengan kenyataan bahwa produk minyak dari proses perengkahan mengandung lebih banyak karbon, bersifat lebih aromatik sehingga lebih kental. Minyak bakar dengan berat jenis yang tinggi juga memiliki nilai conradson carbon dan asphal yang tinggi. Berat jenis juga menentukan besarnya kemampuan alat sentrifugal yang diperlukan untuk dapat memisahkan air yang terkandung minyak bakar. Pada umumnya berat jenis minyak diukur pada temperatur 15°C atau 60°F.

C. Titik Nyala

Dalam penggunaan minyak bakar, titik nyala tidak mempunyai arti yang penting, kecuali dalam segi pengamanan pada saat bongkar muat atau pun penyimpanan minyak bakar. Umumnya titik nyala minyak bakar lebih besar dari 60°C.

D. Kandungan Belerang

Unsur belerang yang tinggi dalam minyak bakar sangat mempengaruhi mutu pembakaran maupun gas buang sebagai hasil pembakaran itu sendiri. Pada motor diesel, sifat korosi/asam belerang dalam ruang bakar dapat diatasi dengan penggunaan minyak lumas khusus dan pengaturan temperatur ruang bakar, sehingga pengaruh asam belerang pada ruang bakar dapat diabaikan. Sedangkan dari sudut pencemaran udara, emisi asam dioksida dari gas buang merupakan persoalan serius, terutama dilintas selat, terusan dan pelabuhan yang lalu lintas kapalnya padat.

E. Kandungan Air

Sebelum minyak bakar menuju ke arah ruang bakar, air yang terkandung didalamnya

harus dipisahkan terlebih dulu, biasanya secara sentrifugal. Perlakuan ini terutama ditujukan untuk memisahkan air asin dan sodium dari minyak bakar, karena unsur tersebut dapat menimbulkan endapan pada dudukan katup buang serta sudu-sudu *turbo charger*. Bila air tak dapat dipisahkan sepenuhnya dari minyak bakar, dianjurkan untuk menghomogenisasi minyak bakar tersebut setelah pemisahan air secara sentrifugal.

F. Kandungan Abu

Pada umumnya kandungan abu pada minyak bakar kurang dari 0,5%. Abu ini dapat berasal dari endapan padat maupun disebabkan oleh mineral yang terkandung pada minyak seperti vanadium ataupun partikel katalis yang terbawa dari proses pengilangan.

G. Conradson Carbon

Minyak bakar dengan conradson carbon tinggi akan menimbulkan banyak kotoran pada saluran gas buang, sehingga perlu sering dibersihkan terutama bila motor dieselnnya menggunakan turbocharger. Penggunaan minyak bakar dengan conradson carbon yang tinggi juga memerlukan pengaturan tekanan maksimum pada ruang bakar yang menimbulkan sedikit perubahan pada pembakaran sehingga secara ekonomis masih dapat diterima.

H. Vanadium dan Sodium

Vanadium merupakan unsur yang terlarut dalam minyak disaat pengilangan, sehingga sulit untuk dipisahkan. Vanadium bersama sodium akan menyebabkan korosi pada katup buang dan menimbulkan endapan pada sudu-sudu turbocharger terutama bila perbandingan berat antara sodium terhadap vanadium dalam minyak bakar melebihi satu berbanding tiga. Sodium pada minyak bakar umumnya berasal dari endapan garam dalam air, sehingga masih dapat dipisahkan secara sentrifugal dari minyak bakar. Tetapi sodium dapat juga mencapai ruang bakar melalui udara dalam bentuk partikel halus yang ikut menyerap dipermukaan laut.

I. Kandungan Aspal

Pengaruh kandungan aspal pada ruang bakar adalah serupa dengan pengaruh yang ditimbulkan oleh Conradson carbon, kandungan aspal juga mempengaruhi sifat minyak lumas pada ruang bakar. Dalam hal yang ekstrim, kandungan aspal yang tinggi akan menyebabkan macetnya pompa bahan bakar. Minyak solar dengan kandungan aspal yang tinggi memiliki kecenderungan untuk beremulsi dengan air.

J. Aluminium

Batas tertinggi dari kandungan aluminium pada minyak bakar ditentukan dengan maksud membatasi kandungan debu katalis dari proses penyilangan yang sebagian besar berupa Al_2O_3 dan SiO_2 , di mana 30 ppm Al dapat dianggap setara sampai dengan 300 ppm Al_2O_3 dan SiO_2 . Debu katalis ini akan menyebabkan meningkatnya keausan dalam ruang bakar, karena itu sedapat mungkin diusahakan pengurangan debu katalis dari minyak bakar dengan cara sentrifugal dan saringan yang habis sebelum ruang bakar.

K. Nilai Bakar

Nilai bakar adalah karakteristik yang tidak terlalu banyak perbedaannya antara satu jenis minyak bakar terhadap lainnya. Umumnya nilai yang dicantumkan merupakan nilai bakar kotor (*gross heat value*), yang menyatakan jumlah panas yang diberikan oleh suhu satuan bahan bakar ketika habis terbakar dan produk pembakaran didinginkan dalam temperatur ruang yang umumnya $15^{\circ}C$. Nilai bakar ini terutama diperlukan untuk mengetahui efisiensi pembakarannya.

Dari uraian di atas secara umum dapat disimpulkan bahwa satu analisa data atau salah satu sifat minyak bakar saja tidak cukup untuk dapat menyimpulkan secara pasti mutu dari suatu minyak bakar, berdasarkan pengalaman paling tidak diperlukan tiga parameter tertentu sebagai petunjuk utama dalam

menentukan mutu minyak bakar yaitu:

- . Viskositas
- . Berat jenis
- . Conradson carbon

III. STABILITAS MINYAK BAKAR

Minyak bakar diproduksi dengan basis minyak mentah yang sangat bervariasi demikian juga proses pengolahannya. Karena minyak bakar mempunyai sifat yang kurang kompak, maka minyak ini terkadang mempunyai kecenderungan menjadi tidak stabil bila dicampur dengan minyak bakar berlainan jenis, hingga pencampuran tersebut sedapat mungkin dihindarkan. Pencampuran minyak bakar yang kurang cocok dalam suatu tangki penimbunan akan menimbulkan campuran yang berlapis-lapis dan menyebabkan peningkatan jumlah endapan yang dipisahkan pada proses sentrifugal, bahkan mungkin menyebabkan kemacetan pada alat tersebut.

Pelapisan dapat juga terjadi pada "tangki pelayanan", disebabkan temperatur pemanas awal yang berubah-ubah sesuai perubahan temperatur yang diatur oleh *viscorator* berdasarkan viskositas. Pelapisan minyak bakar pada tangki pelayanan dapat diatasi dengan jalan meng sirkulasi isi tangki tersebut pada alat sentrifugal dan hal ini juga memberikan keuntungan lain dengan terjadinya aliran rendah pada proses sentrifugal yang akan diuraikan lebih lanjut pada bagian lain

IV. PENGOLAHAN MINYAK BAKAR DI KAPAL

Minyak bakar yang dikirim ke kapal harus "diolah lanjut" sebelum digunakan. Secara praktis data spesifikasi minyak bakar yang digunakan di kapal mutlak didasarkan pada minyak yang disuplai ke kapal. Dengan demikian data yang ada terutama digunakan sebagai spesifikasi pembelian.

Kemudian data yang didapat dari analisa minyak yang baru digunakan untuk menerapkan pengolahan minyak bakar di kapal dan

hal tersebut sedikit manfaatnya bila dibandingkan dengan data operasi motor bersangkutan. Umumnya pembuat motor diesel menyatakan bahwa motor diesel yang diproduksi dapat menggunakan sekian jenis minyak bakar yang diperdagangkan asalkan minyak tersebut diolah lanjut di kapal.

Karena itu suatu perencanaan sistem pengolahan minyak bakar di kapal merupakan suatu keharusan. Persyaratan minimum yang harus dipenuhi pada sistem tersebut harus sesuai dengan spesifikasi motor diesel yang akan dipasang dan menyesuaikan kebutuhan minyak bakar yang telah ditentukan spesifikasinya oleh produsen motor bersangkutan.

Kelancaran operasi kapal sangat tergantung pada sistem persiapan bahan bakar yang memerlukan sistem yang tepat dan cara pengoperasian sistem yang benar.

A. Sentrifugal

Dengan menganggap minyak bakar telah tercemar di saat pengirimar, perlu diadakan pembersihan sepenuhnya dari kotoran baik yang padat maupun yang berupa cairan. Kotoran padat umumnya berupa karat pasir, debu dan partikel katalis, sedangkan kotoran cair terutama berupa air dan air asin. Selain dapat menimbulkan kerusakan pada pompa bahan bakar dan katup bahan bakar, kotoran yang dikandung minyak bakar juga dapat menimbulkan keausan pada dudukan katup buang. Minyak bakar yang kurang bersih akan menyebabkan peningkatan jumlah endapan pada saluran gas buang dan sudu-sudu *turbocharger* yang pada akhirnya mempengaruhi mutu pembakaran.

Pemisahan dengan cara sentrifugal akan efektif bila;

- . Kapasitas sentrifugal sesuai dengan kebutuhan
- . Viskositas minyak bakar diusahakan serendah mungkin
- . Ukuran sentrifugal harus dapat menjamin gerak aliran yang lambat.

Viskositas rendah dapat dicapai dengan

pemanas awal yang bekerja pada temperatur maksimum sesuai dengan viskositas yang dibutuhkan oleh motor diesel, sebagai contoh untuk minyak bakar dengan viskoistas 180 cSt/50°C temperatur pemanasnya dapat mencapai 98°C.

Minyak bakar berada selama mungkin dalam ruang sentrifugal dengan jalan mengatur besarnya aliran minyak bakar ke sentrifugal yang sesuai dengan besarnya aliran minyak bakar yang dibutuhkan oleh motor diesel bersangkutan tanpa aliran kembali yang berlebihan.

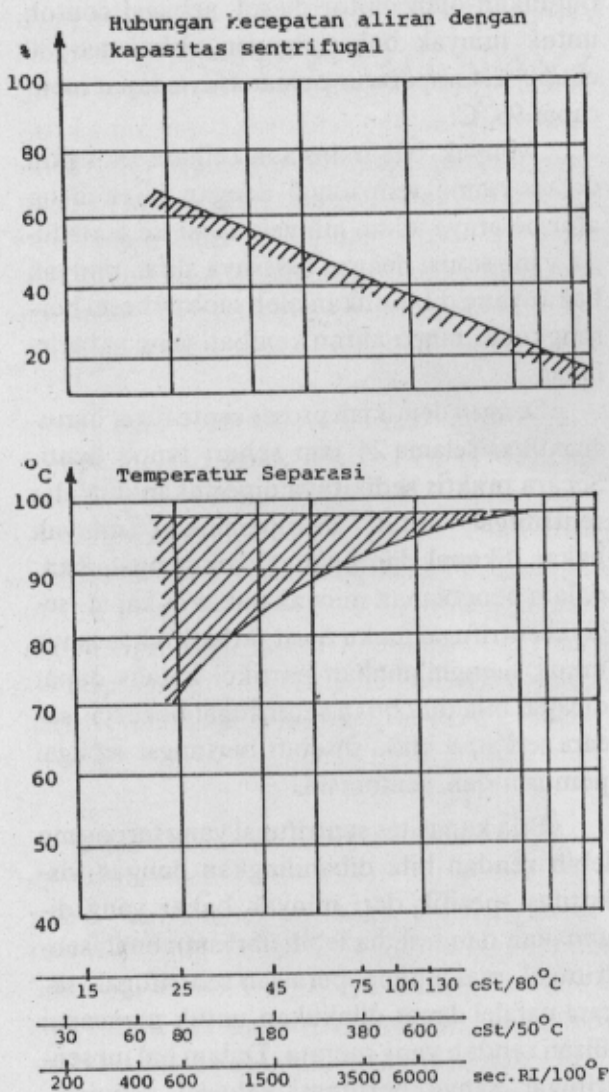
Dengan demikian proses sentrifugal harus dilakukan selama 24 jam sehari tanpa henti. Secara praktis sedikitnya diperlukan dua alat sentrifugal untuk membersihkan minyak bakar dikapal dan belajar dari pengalaman. dalam pengolahan minyak bakar di kapal secara sentrifugal maka hasil terbaik khususnya untuk menghilangkan partikel katalis dapat dicapai bila dua buah sentrifugal bekerja secara seri atau biasa disebut berfungsi sebagai pemurni dan pembersih.

Bila kapasitas sentrifugal yang terpasang lebih rendah bila dibandingkan dengan viskositas spesifik dari minyak bakar yang digunakan dan tersedia lebih dari satu buah sentrifugal, maka pengoperasian sentrifugal secara paralel dapat dilakukan untuk mencapai aliran rendah yang merata. Dalam hal ini sentrifugal hanya berfungsi sebagai pemurni. Untuk membantu dalam memilih kapasitas sentrifugal yang sesuai, sebagai petunjuk dapat digunakan grafik 1.

B. Pemanas Awal

"Pemanas Awal" digunakan untuk menaikkan temperatur minyak bakar agar sesuai dengan spesifikasi viskositas minyak bakar dari motor diesel bersangkutan, hal ini diperlukan untuk menjamin atomisasi yang tepat diruang bakar. Ketidak selarasan temperatur akan mempengaruhi pembakaran dan dapat meningkatkan keausan pada dinding silinder, ring piston seperti juga mempercepat kerusakan yang timbul pada dudukan katup buang.

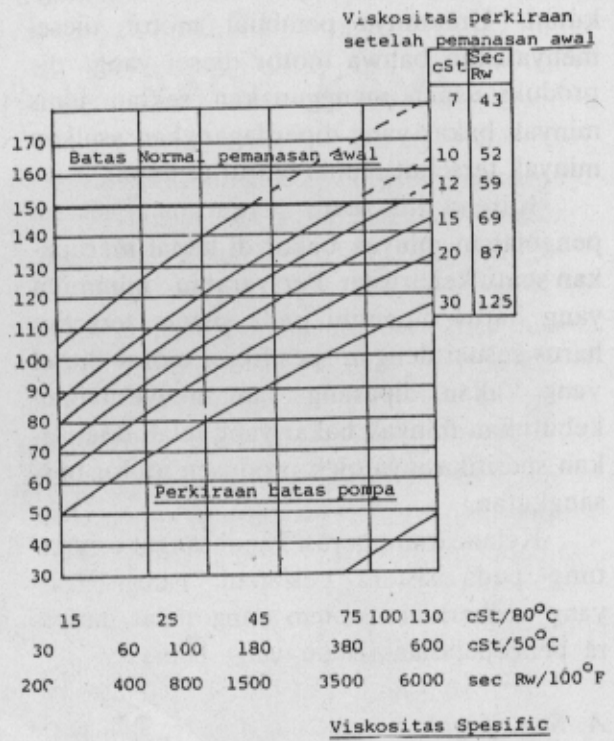
Grafik 1. Sentrifugal dan Pemanas Awal



Temperatur minyak bakar yang terlalu rendah atau viskositas yang tinggi akan membutuhkan tekanan injeksi bahan bakar yang lebih tinggi hingga menimbulkan naiknya tegangan mekanis pada sistem bahan bakar.

Instalasi pemanas umumnya menggunakan pemanasan dengan uap dan viskositas yang diinginkan diukur oleh viskometer yang juga mengatur besarnya aliran uap pemanas yang dibutuhkan. Pengaturan viskositas pada viskometer sebesar 10 - 15 cSt. sangat dianjurkan, namun berdasarkan pengalaman menunjukkan bahwa viskositas minyak bakar

Grafik 2. Pemanasan Awal Minyak Bakar.



Viskositas yang Dianjurkan antara 10-15 cSt

sebelum pompa injeksi bahan bakar tidak merupakan parameter yang kritis, dengan demikian viskositas sampai dengan 20 cSt. setelah pemanas masih dapat ditolerir. Tergantung dari hubungan viskositas temperatur (viskositas index) dari minyak bakar bersangkutan ada kemungkinan temperatur ke luar dari pemanas awal ditimbulkan sampai dengan 150°C

Untuk menghindarkan cepat timbulnya kerak pada pemanas awal yang dapat menurunkan kapasitas pemanasnya, maka temperatur 150°C merupakan batas maksimal yang tak dapat dilewatkan.

Grafik- 2 menggambarkan hubungan temperatur ke luar dari pemanas awal sebagai fungsi dari viskositas minyak bakar dalam cSt/ 50°C yang dapat digunakan sebagai petunjuk:

C. Peralatan Tambahan

Pada sistem pengolahan minyak bakar yang umumnya telah ada dikapal, adanya

sejumlah besar air dan endapan sangat merintang fungsi "pembersih hingga diperlukan lebih dahulu proses "pemurnian". Kini dengan adanya alat pembersih endapan (*desludging clarifiers*) yang baru, maka proses pemurnian tidak diperlukan lagi. Tujuan utama dari pengolahan minyak bakar dikapal adalah menghilangkan partikel-partikel.

Dari hasil percobaan yang masih terus dilakukan, sampai batas tertentu adanya endapan dan air masih dapat diterima, namun kehadiran air dan endapan dalam jumlah yang tak terkendali pada minyak bakar akan mempersulit proses pemisahan partikel dengan cara sentrifugal.

Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkanlah beberapa peralatan tambahan .

1. Homogenisers

Alat ini digunakan untuk menceraiberaikan setiap endapan dan air yang ada pada minyak bakar setelah proses sentrifugal, sehingga tidak menimbulkan kesulitan pada operasi motor diesel.

Alat ini bekerja dengan sistem mekanis, ada pula dengan sistem ultra sonic dan dipasang setelah sentrifugal. Homogenisers terutama ditujukan untuk mengolah minyak bakar dengan berat jenis tinggi dan alat ini juga dapat membantu mengatasi problema yang timbul karena ketidak stabilan sifat minyak bakar.

2. Saringan halus

Saringan ini juga dipasang setelah sentrifugal untuk dapat memisahkan partikel padat yang masih ada pada minyak bakar setelah proses sentrifugal. Kehalusan ukuran saringan ini berkisar antara 5 - 10 micron.

3. Super Decanters.

Pada prinsipnya alat ini berfungsi sebagai pembersih, bertujuan menghilangkan endapan sebelum proses sentrifugal dengan demikian mencegah kemacetan proses sentrifugal.

V. SISTEM BAHAN BAKAR BERTEKANAN

Sistem ini sangat cocok digunakan pada minyak bakar beviskositas tinggi, di mana pemanasnya memerlukan temperatur yang lebih tinggi sehingga minyak bakar yang kembali melalui pipa balik (*return line*) temperaturnya relatif tinggi. Pada sistem terbuka atau tak bertekanan hal tersebut menyebabkan minyak bakar di pipa balik mendidih dan menimbulkan busa yang berlebih, terutama bila minyak di pipa balik tersebut masih mengandung air.

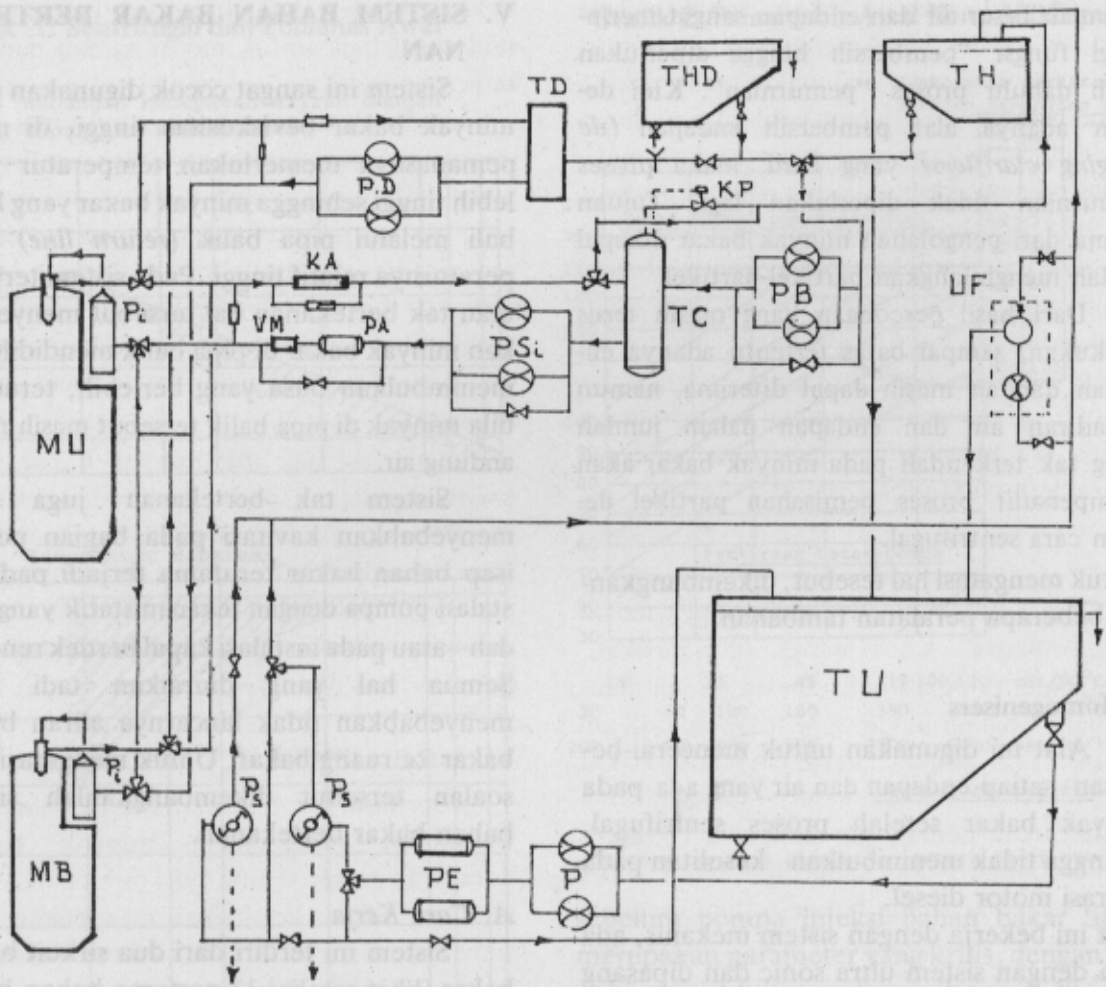
Sistem tak bertekanan juga akan menyebabkan kavitasi pada bagian pompa isap bahan bakar terutama terjadi pada instalasi pompa dengan tekanan statik yang rendah atau pada instalasi kapal berdek rendah. Semua hal yang diuraikan tadi akan menyebabkan tidak lancarnya aliran bahan bakar ke ruang bakar. Untuk mengatasi persoalan tersebut dikembangkanlah sistem bahan bakar bertekanan.

A. Cara Kerja

Sistem ini terdiri dari dua sirkuit bahan bakar (lihat gambar 1), pertama bahan bakar dari tangki harian dialirkan ke tangki campur yang dilayani dua pompa tekan bergantian. Dalam tangki campur, minyak bakar dari pipa balik akan bercampur dengan minyak bakar dari tangki harian di bawah tekanan sekitar 3,5 bar untuk mencegah minyak tersebut mendidih karena perubahan temperatur yang tiba-tiba.

Sirkuit kedua menghubungkan tangki campur melalui pompa sirkulasi ke pompa injeksi bahan bakar pada motor diesel, tekanan sebelum pompa injeksi berkisar 8 bar, sedangkan tekanan dari pompa sirkulasi 10 bar, di sini selisih tekanan digunakan untuk mengatasi gasifikasi dan kavitasi yang timbul dikarenakan suhu bahan bakar yang dapat mencapai 150°C.

Pompa tekan mengalirkan minyak bakar ke tangki campur melalui suatu katup pengatur tekanan dalam suatu siklus tertutup,



Gambar 1 Sistem Bahan Bakar Bertekanan

Keterangan

- TU : Tangki Utama (minyak bakar)
- P : Pompa Bahan Bakar
- PE : Pemanas Listrik
- PS : Pemisah Sentrifugal
- TH : Tangki Harian (minyak bakar)
- UF : Unit Penyaringan
- PS : Pompa Bertekanan
- TC : Tangki Campur
- PSi : Pompa Sirkulasi

- PA : Pemanas Akhir
- VM : Viskometer
- Pi : Pompa injeksi
- MU : Motor Diesel Utama
- MB : Motor Diesel Bantu
- PD : Pompa Minyak Diesel
- TD : Tangki Minyak Diesel
- KA : Kontrol Aliran
- KP : Katup Pengaman
- THD : Tangki Harian Minyak Diesel

kapasitas suhu pompa tekan berkisar 150% dari maksimum konsumsi bahan bakar. Tangki campur dirancang sebagai bejana tekan yang dilengkapi suatu katup pengaman yang akan membuka secara otomatis pada tekanan sekitar 4 bar.

Pada siklus kedua pompa sirkulasi yang ada (satu cadangan) bekerja mengalirkan

bahan bakar dari tangki campur dalam siklus tertutup, dengan kapasitas 200% dari maksimum konsumsi bahan bakar. Pada pipa balik diletakkan alat yang mengatur besarnya perbedaan tekanan yang terjadi dengan tangki campur, sehingga pada keadaan kritis bahan bakar akan dialirkan langsung ke tangki harian. Pemantauan tekanan juga di-

lakukan pada pompa tekan, sehingga pada keadaan kritis dapat menggerakkan pompa cadangan yang ada, sedangkan pengukuran perbedaan tekanan di pipa balik juga meliputi besar aliran bahan bakar dan secara otomatis dapat menggerakkan pompa sirkulasi cadangan bila diperlukan.

Dari pemantauan besar aliran bahan bakar, merupakan isyarat dari adanya gangguan pada pompa sirkulasi sedangkan penurunan tekanan pada motor mengisyaratkan rendahnya tekanan aliran bahan bakar. Secara teknis, sistem bahan bakar bertekanan dapat diterapkan pada motor diesel yang ada.

B. Aspek Operasi

Pada saat kapal berlabuh hanya mesin diesel bantu saja yang dioperasikan. Sedangkan pompa injeksi mesin utama mensirkulasi bahan bakar agar tetap ada dalam kondisi siap pakai. Sirkulasi bahan bakar yang dikeluarkan pada saat lego jangkar, tidak memerlukan pemanasan sampai dengan viskositas bahan bakar yang diperlukan untuk diinjeksi pada ruang bakar, sehingga dapat menghemat penggunaan uap. temperatur pada pemanas awal dapat diturunkan sekitar 20°C dengan viskositas berkisar 30 cSt. pada minyak bakar yang sirkulasi dan temperatur kembali dinaikkan pada harga semula sekitar 30 menit sebelum motor utama dijalankan.

Bila pompa injeksi pada motor utama ataupun pada motor bantu mengalami perbaikan, pergantian kesalah satu dari dua pompa sirkulasi minyak diesel harus dilakukan agar sistem bahan bakar dari motor diesel tersebut dapat dibilas dengan minyak diesel sebelum motor dimatikan untuk perbaikan.

Tangki diesel (lihat gambar 1) digunakan untuk menghindarkan minyak bakar masuk ke dalam tangki minyak diesel harian, karena campuran bahan bakar tersebut dapat menimbulkan kerusakan pada pompa bahan bakar, kemacetan pada injektor, pembakaran yang tak sempurna dan meningkatkan pengotoran saluran gas buang ke *turbocharger*..

Untuk mengatasi persoalan tersebut, kini telah dikembangkan motor diesel kapal yang

bekerja khusus dengan minyak bakar (un-fuel ship) baik untuk motor utama maupun motor bantu disegala kondisi pelayaran.

Pada keadaan kritis, terutama bila pompa sirkulasi keduanya mengalami gangguan, bahan bakar dapat dialirkan langsung menuju pompa injeksi dan bila mesin utama secara tiba-tiba mati, motor darurat secara otomatis bekerja dengan bahan bakar dari tangki diesel harian yang diletakkan minimal tiga meter lebih tinggi dari kedudukan pompa injeksi.

Lepas dari semua itu, minyak bakar lebih cocok digunakan pada motor diesel empat langkah dengan diameter silinder di atas 300 mm sedangkan motor diesel dua langkah dengan putaran rendah dapat dijumpai dengan diameter silinder lebih kecil, demikian pula jenis operasi dan ukuran kapal.

VI. MINYAK BAKAR DI INDONESIA

Berdasarkan data statistik Perminyakan Indonesia, penggunaan minyak bakar domestik untuk tahun 1984 sekitar 3,5 juta kiloliter, sektor kelistrikan merupakan konsumen terbesar 2245069 kiloliter, sektor industri 1136211 kiloliter sedangkan sektor transportasi hanya menggunakan 32839 kiloliter dan ini merupakan penurunan dari tahun-tahun sebelumnya yang berada di atas 50.000 kiloliter.

Di Indonesia penggunaan minyak bakar sebagai bahan bakar motor diesel kapal kurang menarik, hal ini disebabkan tidak adanya perbedaan harga antara minyak diesel (IDO/MDF) dan minyak bakar, walaupun telah ada beberapa kapal milik swasta nasional yang dapat menggunakan minyak bakar.

Bila karakteristik minyak bakar Indonesia tahun 1979 (Tabel 1) dibandingkan dengan spesifikasi British Standard for Marine Application 100 class 1 - 2 tahun 1982 serta spesifikasi CIMAC (Tabel 2), ternyata spesifikasi minyak bakar Indonesia belum mencatumkan beberapa sifat yang diperlukan dalam menggunakan minyak bakar bagi motor diesel khususnya di atas kapal.

Tabel 1
Minyak Bakar Indonesia

Sifat	Batasan		Metode Uji	
	Min.	Maks.	ASTM	Lain
Grafiti Spesifik	60/60 ^o F	0,990	D-1298	
Viskositas Reedwood	1/100 ^o F	detik 400	D-445	IP-70
Titik Tuang	^o F	80	D-97	
Nilai Kalor (Gross)	BTU/lb	1800	D-240	
Kandungan Belerang	% berat	3,5	D-1551/ 1552	
Kandungan Air	% vol.	0,75	D-95	
Kandungan Logam	% berat	0,15	D-473	
Bilangan Netralisasi				
Bilangan Asam (Strong)	mg KOH/gr	Nil		
Titik Nyala (P.M.C.C.)	^o F	150	D-93	
Endapan Karbon (Conradson)	% berat	10	D-189	

1) Konversi dari viskositas kinematic.

Tabel 2
Standar Minyak Bakar dari CIMAC dan British

STANDAR DARI	CIMAC NO		1	2	3	4	5	6	7	KA	8	9	10	11	12	13	
	I.S.O. F (lbf/ft)		DWC	IUMC 10	RMI 10	RMA 10	IMD 15	RME 25	IMF 25	IMC 35	RMI 35	RMK 35	RMI 45	RMI 45	RMI 55		
	B.S. M.A. 100 1982		M1	M4			M5		M6		M7		M8		M9		
Sifat	Satuan	Batas															
Berat Jenis	15 ^o C	g/ml	maksimal	0,920	0,991	0,975	0,991	0,991	0,991	0,991	1,010	0,991	1,010	0,991	1,010		
Viskositas Kinematik	40 ^o C 100 ^o C	cSt. cSt.	maksimal	14		10	15	25		35		45		55			
Titik Nyala	^o C	minimal	60		60	60	60	60		60		60		60			
Titik Tuang	^o C	maksimal	0	24	0	70	10		30		30		30				
Endapan Karbon (conradson)	% berat	maksimal	2,5			5											
				14	10		14	15	20	18	22		22		22		
Kandungan Abu	% berat	maksimal	0,05		0,10		0,10	0,15	0,15		0,20		0,20		0,20		
Kandungan Air	% vol	maksimal	0,30		0,50		0,80	1,0		1,0		1,0		1,0			
Kandungan Belerang	% berat	maksimal	2,0		3,5		4,0	5,0		5,0		5,0		5,0			
Vanadium	ppm	maksimal	100	300	150		150	100	500	300	600		600		600		
Aluminium	ppm	maksimal	80		30	30		30		30		30		30		30	

Tabel 3
Petunjuk Minyak Bakar Untuk Motor Diesel MAN

Petunjuk Spesifikasi Minyak Bakar (Nilai Maksimum)		
Viskositas	cSt./50°C	700
Berat Jenis	g/ml (15°C)	0.991
Titik Nyala	°C	60 (min)
Kandungan Karbon (Conradson)	% berat	22
Kandungan Aspal	% berat	14
Kandungan Belerang	% berat	5
Kandungan Air	% berat	1.0
Kandungan Abu	% berat	0.2
Aluminium	ppm	30
Vanadium (V)	ppm	600
Sodium	ppm	30% dari V

VII. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pengoperasian kapal dengan minyak bakar secara ekonomis akan menguntungkan bila perbedaan harga diantara minyak diesel dan minyak bakar cukup besar (tergantung kelas minyak bakar) dan ini umum berlaku disebagian besar pelabuhan dunia.

Secara teknis motor diesel kapal yang dirancang dengan bahan bakar minyak diesel (IDO/MFO) dapat dialihkan ke minyak bakar dengan penambahan peralatan tertentu, namun demikian perlu dikaji terlebih dulu penghematan yang nantinya diperoleh secara menyeluruh. Karena dari segi perawatan penggunaan minyak bakar akan memperpendek jarak perawatan suku cadang, menambah waktu jedah (*down time*) dan jam kerja yang diperlukan untuk perawatan tersebut, hingga secara keseluruhan akan menaikkan biaya pemeliharaan (*maintenance cost*).

Jenis operasi ukuran dan fungsi kapal tentunya menentukan cocok tidaknya suatu motor diesel kapal menggunakan minyak

bakar demikian pula tipe serta ukuran motor diesel itu sendiri.

B. Saran

1. Karena pada prinsipnya motor diesel kapal dan motor diesel untuk pembangkit tenaga listrik adalah juga motor statis, maka minyak bakar dapat digunakan untuk motor diesel pembangkit tenaga listrik (lebih ekonomis dibanding pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan minyak bakar).
2. Untuk memenuhi keperluan dunia pelayaran baik nasional maupun internasional, perlu ditambahkan beberapa sifat pada standard Minyak Bakar Indonesia 1979 dan membaginya dalam beberapa kelas dan tingkat harga.
3. Diperlukan tingkat harga yang cukup menguntungkan bagi penggunaan minyak bakar sebagai bahan bakar motor diesel, baik untuk pelayaran, industri maupun tenaga listrik.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Dr. J. Weissmann**, *Fuels For Internal Combustion Engines or Furnaces*, LEMIGAS Jakarta, May 1972.
2. *Kamus Minyak dan Gas Bumi*, 1985, PPPTMGB "LEMIGAS", Jakarta.
3. *Marine Diesel Engine 5 Edition*, CC Pounder Butterworth & Co. Ltd. Great Britain, 1972.
4. **Ir. Bustani Mustafa, Ir. Naswar Nazaruddin**, 1981, "Masalah Peningkatan Pemakaian Mesin Diesel di Indonesia", *Proceeding Diskusi Ilmiah III*, LEMIGAS Jakarta, April 1981.
5. **Ing. (grand) Peter Nissen**, 1984, *Medium Speed Engine For Towing Craft*, West Germany.
6. *The Motor Ship*, West Germany, August 1984.
7. *Two Stroke Low Speed Diesel Engines Man B & W*, Denmark, March 1985.
8. **Prof. Dr. Ing. C. Gallin**, 1983 *Which Bunker-fuel Engines For Smaller Ships*, Delf University of Technology, Oct.



RESULTS YOU CAN
MEASURE

DS— committed to the Indonesia Petroleum Industry to be the best in Cementing and Stimulation through technology



PT. DOWELL SCHLUMBERGER INDONESIA



NALCO CHEMICALS FOR OIL AND GAS INDUSTRIES

- SURFACE AND DOWNHOLE TREATMENT FOR OIL AND GAS PRODUCTION
- OIL TREATMENT
- ENHANCED OIL RECOVERY CHEMICALS
- GAS TRANSMISSION AND STORAGE
- FUEL AND LUBRICANT ADDITIVES
- WATER TREATMENT

CONTACT SOLE AGENT :



p.t. astenia

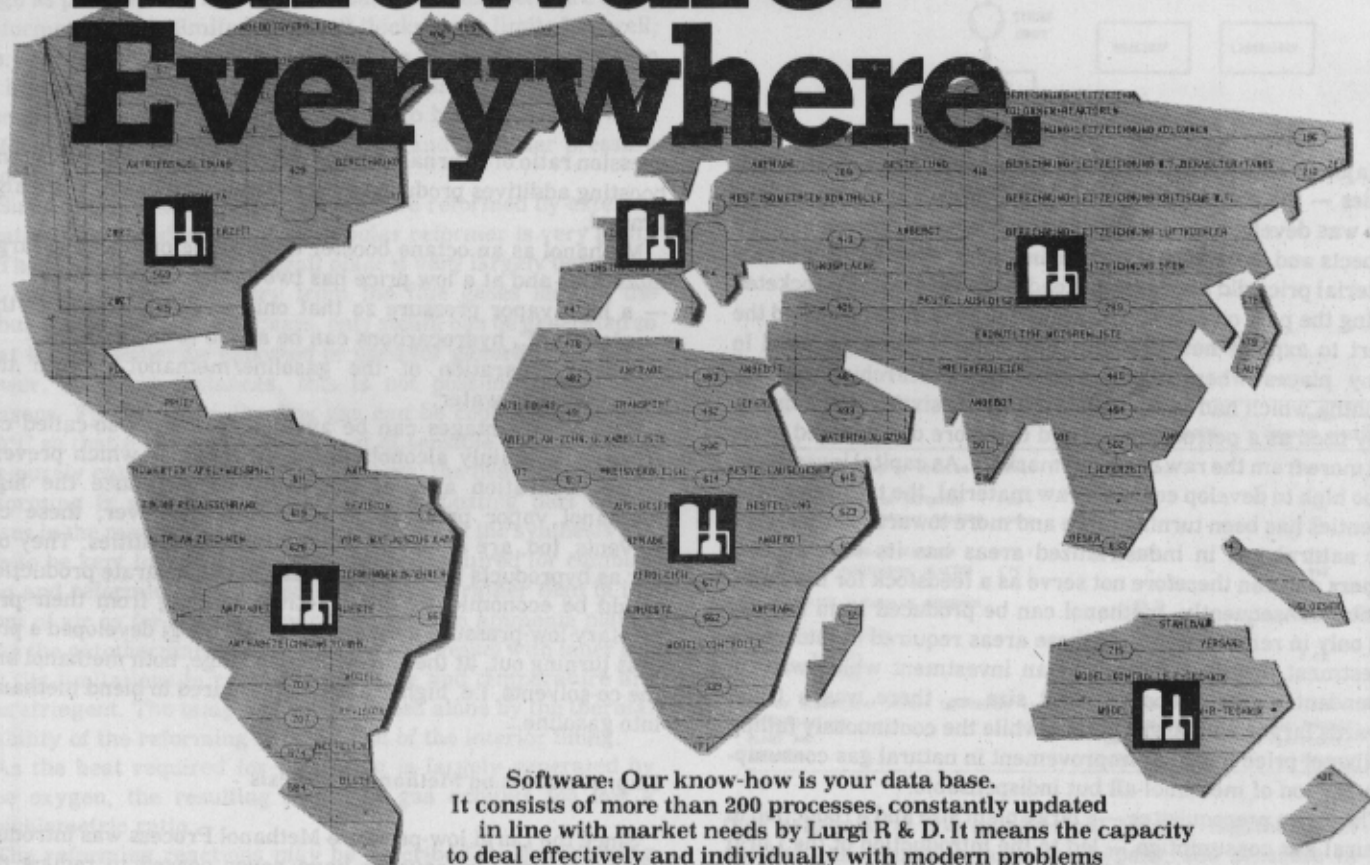
WISMA INDOCEMENT 5th flr.
Jl. Jend. Sudirman Kav 70-71 Jakarta 12910
Telp. : 5780801
Telex : 46856 AST IA
Fax : 5780811

- CIREBON • CILACAP • SEMARANG • SURABAYA • PALEMBANG
- DUMAI • MEDAN • LHKSEUMAWA • SAMARINDA • BALIKPAPAN

"Nalco, the company that built its reputation on service."



Software. Hardware. Everywhere.



Software: Our know-how is your data base.

It consists of more than 200 processes, constantly updated in line with market needs by Lurgi R & D. It means the capacity to deal effectively and individually with modern problems of raw materials processing, energy technology and pollution control.

And it encompasses all the services you require to realize your project - from conducting market studies to defining the overall concept, including all planning, personnel training and product marketing requirements.

Hardware: Lurgi know-how turns software into hardware. Our experienced project management teams ensure efficient delivery, construction and erection of complete turnkey plants and individual plant units, including start-up and maintenance. Ready for production on schedule.

Everywhere: Lurgi software and hardware packages are tailor-made.

For any customer in any part of the world. Every day, Lurgi engineering expertise is at work on a hundred construction sites or more worldwide. And in more than 70 countries, you will find us permanently represented by our subsidiaries, branch offices and agencies.

LURGI

Lurgi — Software · Hardware · Everywhere

... the plants are
built by **Lurgi**

Lurgi GmbH

D-6000 Frankfurt am Main 11 · P.O.B. 111231 · Federal Republic of Germany

Amsterdam · Beijing · Bruxelles · Cairo · Caracas · Jakarta · Johannesburg · Kuala Lumpur · London · Madrid · Manila · Melbourne
Mexico D.F. · Milano · Moscow · New Delhi · New York · Paris · Rio de Janeiro · Riyadh · Stockholm · Tehran · Tokyo · Toronto · Wien · Zürich