

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Bahan Bakar**

Bahan Bakar adalah bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembakaran sehari-hari. Bahan bakar juga sudah menjadi kebutuhan bagi manusia, sedangkan bahan bakar di Indonesia ini sudah semakin menipis persediaannya. Syarat utama proses pembakaran adalah tersedia bahan-bakar yang bercampur dengan baik dengan udara dan tercapainya suhu pembakaran. Bahan bakar yang di pergunakan dapat di klasifikasikan dalam tiga kelompok yakni bahan bakar berbentuk cair, gas dan padat. Bahan bakar gas sering digunakan di tempat-tempat yang banyak menghasilkan gas yang ekonomis dipakai pada motor, yakni gas alam, gas dapur kokas, gas dapur tinggi, dan gas dari pabrik gas. Bahan bakar cair diperoleh dari minyak bumi yang dalam kelompok ini ialah bensin dan minyak bakar, kemudian kerosin dan bahan bakar padat.

Beberapa sifat utama bahan bakar menurut Naif Fuhaid (2011), yang perlu diperhatikan, bahan bakar adalah zat yang dapat dibakar dengan cepat bersama udara dan akan menghasilkan daya dorong yang akan mengerakan kapal. Sifat utama bahan bakar sebagai berikut :

1. Mempunyai nilai bakar tinggi.
2. Mempunyai kesanggupan menguap pada suhu rendah.
3. Uap bahan bakar harus dapat dinyatakan dan terbakar seger dalam campuran dengan perbandingan yang cocik terhadap oksigen.
4. Bahan bakar dan hasil pembakarannya tidak beracun atau membahayakan kesehatan.
5. Harus dapat diangkut dan disimpan dengan aman dan mudah.

#### **2.2 Macam-macam jenis bahan bakar**

*Marine Fuel Oil* atau biasa dikenal MFO merupakan bahan bakar yang digunakan pada pembakaran dapur industri berskala besar. Selain itu, MFO juga

menjadi penggerak bagi mesin utama kapal dengan putaran rendah. Pada dasarnya, MFO merupakan pembakaran dengan reaksi cepat antara satu senyawa tertentu dengan oksigen. Proses pembakaran pada bahan bakar disertai dengan pelepasan kalor dan cahaya. Reaksi ini memungkinkan terjadinya *pirolisis*, yakni pemecahan termal molekul menjadi molekul kecil. Pemecahan ini terjadi tanpa oksigen. Jika oksigen ikut bereaksi maka akan menimbulkan nyala.

*Marine Diesel oil* atau Minyak Solar, jenis bahan bakar ini digunakan pada mesin dengan putaran tinggi lebih dari 1000 rpm. Bahan bakar pada kapal yang satu ini dihasilkan dari proses *cracking distillate* minyak pelumas bekas. Proses pemisahan antara minyak pelumas bekas dan air ini disebut dengan tahap *dewatering*. Tahap ini akan membuat bahan bakar memiliki *water content* dan *sulphur content* yang rendah. macam-macam bahan bakar sebagai berikut :

### **1. Bahan Bakar MFO**

Bahan bakar *Marine Fuel Oil* (MFO) adalah Minyak Bakar bukan merupakan produk hasil *destilasi*, tapi hasil dari jenis residu yang berwarna hitam. Minyak jenis ini memiliki tingkat kekentalan yang tinggi dibandingkan minyak diesel. Sehingga pemanfaatan MFO sebagai bahan bakar tidak dapat diaplikasikan secara langsung, akan tetapi harus melalui proses *treatment* yang bertujuan untuk menurunkan viskositas atau kekentalan dan penyeragaman ukuran partikel bahan bakar (untuk menghindari sumbatan pada *nozzle*). Bahan bakar MFO juga dipakai sebagian besar untuk bahan bakar mesin kapal.

### **2. Bahan Bakar MDO**

*Marine Diesel Oil* (MDO) : 1 merupakan jenis bahan bakar minyak yang merupakan campuran bahan bakar minyak gasoil dan HFO yang digunakan untuk bidang maritim, dan memiliki viskositas rendah sampai 12 cSt sehingga tidak perlu dipanaskan jika digunakan pada motor bakar dalam.

### 2.3. Karakteristik Bahan Bakar

Adalah salah satu produk hasil pengolahan minyak bumi dan merupakan zat cair yang memiliki kemampuan untuk menguap pada suhu yang rendah, komponen utama yang terkandung di dalam bahan bakar. Karakteristik bahan bakar minyak yang akan digunakan untuk tujuan tertentu perlu diketahui terlebih dahulu. Dengan demikian tujuan penggunaan bahan bakar akan sesuai dengan tujuan sehingga proses pembakaran dapat berjalan optimal. Bahan bakar cair merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair umumnya berasal dari minyak bumi. Dimasa yang akan datang, kemungkinan bahan bakar cair yang berasal dari oil shale, tar sands, batubara dan biomassa akan meningkat. Minyak bumi merupakan campuran alami hidrokarbon cair dengan sedikit belerang, nitrogen, oksigen, sedikit sekali metal, dan mineral (Wiratmaja, 2010). Secara umum karakteristik bahan bakar yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

#### 1. Berat Jenis

Berat jenis menyatakan perbandingan berat bahan bakar minyak pada temperatur tertentu dibandingkan dengan air pada volume dan temperatur yang sama. Berat jenis digunakan untuk mengukur berat/ massa minyak bila volumenya diketahui. Berat jenis minyak umumnya antara 0,74 – 0,96. Dengan kata lain minyak lebih ringan dari pada air.

#### 2. Viskositas (*Viscosity*)

Viskositas adalah suatu angka yang menyatakan besarnya hambatan dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran dari besarnya tahanan geser dari cairan. Makin tinggi viskositasnya, minyak makin kental dan semakin sukar mengalir. Untuk mengukur viskositas digunakan alat *viscometer*.

### 3. Nilai Kalori (*Calorific Value*)

Adalah angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar dengan udara/oksigen. Nilai kalori bahan bakar minyak berkisar antara 10.160 – 11.000 Kcal/Kg. Nilai kalori berbanding terbalik dengan berat jenis artinya semakin besar berat jenisnya semakin kecil nilai kalorinya. Sebagai contoh solar lebih berat daripada bensin, tetapi nilai kalorinya lebih besar bensin.

Nilai kalori diperlukan untuk dasar perhitungan jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan mesin dalam suatu periode tertentu. Nilai kalori dinyatakan dalam satuan Kcal/Kg atau BTU/lb (satuan *british*).

### 4. Kandungan Sulfur (*Sulphur Content*)

Semua bahan bakar minyak mengandung belerang/sulfur dalam jumlah yang sangat kecil. Sulfur ini tidak diharapkan karena sifatnya yang merusak. Saat terjadi proses pembakaran sulfur ini akan teroksidasi dengan oksigen menjadi sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dan sulfur trioksida (SO<sub>3</sub>). Oksida sulfur ini bila kontak dengan air merupakan bahan yang merusak/korosif terhadap logam-logam di dalam ruang bakar dan sistem gas buang. Karena itu kandungan sulfur dalam minyak perlu dibatasi.

### 5. Daya Pelumasan

Pada sistem bahan bakar motor diesel bahan bakar juga berfungsi sebagai pelumas pompa injeksi dan nosel. Karena itu bahan bakar mesin diesel harus mempunyai daya lumas yang baik.

### 6. Titik Tuang (*Pour Point*)

Adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak sehingga minyak tersebut masih dapat mengalir karena gaya gravitasi. Titik tuang ini diperlukan sehubungan dengan adanya persyaratan praktis dari prosedur penimbunan dan pemakaian dari bahan

bakar minyak. Bahan bakar sulit dipompa/dialirkan dibawah suhu titik tuang.

#### **7. Titik Nyala (*Flash point*)**

Merupakan angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dapat terbakar bila pada permukaan minyak tersebut didekatkan dengan nyala api. Titik nyala diperlukan untuk keperluan keamanan dalam penanganan minyak terhadap bahaya kebakaran.

#### **8. Angka oktan (*Octane Number*)**

Adalah suatu angka yang menyatakan kemampuan bahan bakar minyak (khususnya bensin) dalam menahan tekanan kompresi untuk mencegah bensin terbakar sebelum busi meloncatkan bunga api (ketahanan terhadap detonasi). Angka oktan merupakan angka yang membandingkan antara *Normal heptana* yang memiliki oktan nol dengan *Iso oktan* yang memiliki angka oktan 100. Angka oktan ini yang saat ini menjadi salah satu faktor pembatas perbandingan kompresi motor bensin tidak dibuat tinggi. Semakin tinggi angka oktan semakin tahan suatu bensin terhadap tekanan kompresi yang lebih tinggi.

#### **9. Angka Cetane (*Cetane Number*)**

Adalah suatu angka yang menyatakan kualitas bahan bakar mesin diesel yang diperlukan untuk mencegah terjadinya *knocking* pada motor diesel. Mesin diesel putaran tinggi memerlukan angka *cetane* yang lebih tinggi. Untuk menentukan angka *cetane* digunakan bahan bakar *standart* yaitu campuran dari normal *cetana* (C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>) yang mempunyai waktu pembakaran tertunda sangat pendek dengan *α-methyl naptalene* (C<sub>16</sub>H<sub>7</sub>CH<sub>3</sub>) dalam satuan volume. Bahan bakar yang diukur dibandingkan dengan bahan bakar *standart*.

#### **10. Kandungan Arang**

Kandungan arang pada bahan bakar harus sedikit mungkin. Kandungan arang ini digunakan untuk menaksir kemungkinan

terbentuknya karbon pada proses pembakaran yang berasal dari bahan bakar minyak tersebut. Karena kandungan arang ini dapat menyebabkan tersumbatnya injektor atau terbentuknya deposit karbon pada ruang bakar.

## 2.4 Komponen Sistem Bahan Bakar

Bahan bakar minyak diperlukan sebagai sumber energi bagi mesin diesel. Untuk penyalurannya sampai pada ruang bakar dengan suatu kondisi tertentu diperlukan suatu sistem bahan bakar, maka dari itu di perlukanya komponen-komponen sistem bahan bakar. Berikut Komponen- komponen sistem bahan bakar :

### 1. *Storage Tank*

Merupakan tanki yang dipergunakan untuk tempat penimbunan bahan bakar yang terletak pada engine room dan untuk pengisian dilakukan dari geladak cuaca

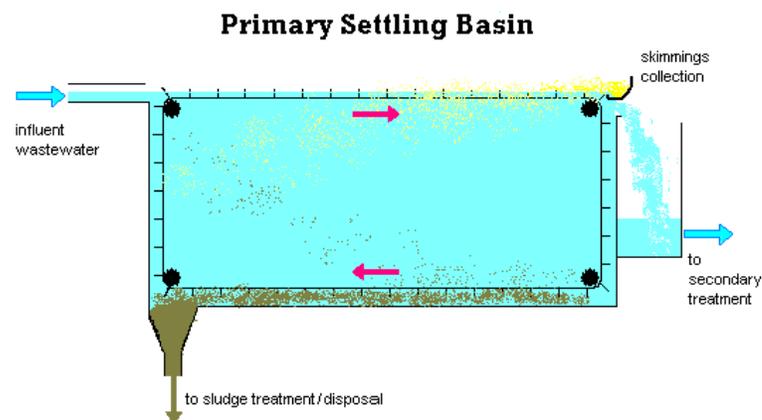


Sumber : <https://www.emaritim.com/2018/01/bahaya-memasuki-tangki-diatas-kapal.html>

**Gambar 1.** *storage tank*

## 2. *Settling Tank*

Merupakan tanki yang digunakan untuk mengendapkan bahan bakar yang telah di pindahkan oleh *transfer pump* dari tanki penimbunan. Lama waktu yang diperlukan untuk mengendapkan bahan bakar, ini minimal adalah 24 jam, hal ini berdasarkan *class rule*.

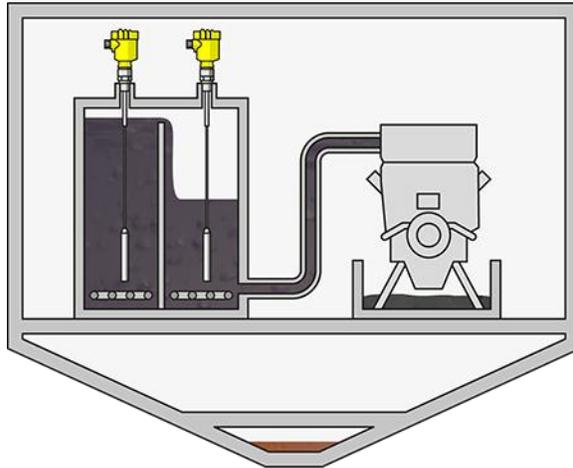


Sumber : <http://www.csun.edu/~vchsc006/356b/WW.html>

**Gambar 2. *Settling tank***

## 3. *Service tank*

Tangki harian (*service tank*) adalah tangki pengumpul untuk bahan bakar yang telah dipurifikasi (dibersihkan). Separator mengalirkan bahan bakar ke tangki harian dan secara konstan menjaga tangki tetap penuh. Sisa bahan bakar secara otomatis kembali melewati pipa overflow ke tangki pengendapan, dimana isinya akan kembali disepariasi melalui separator.



Sumber : <https://www.vega.com/en-ca/industries/ship>

**Gambar 3 service tank**

#### **4. Centrifuge pump**

Digunakan untuk memindahkan fluida dari setling tank menuju centrifuge/ seperator



Sumber : <https://alatdanmesinperkakas.blogspot.com/2019/08/terbaru-21-centrifugal-pump>

**Gambar 4. centrifugal pump**

#### **5. Transfer Pump**

Merupakan pompa yang digunakan untuk memindahkan fluida (fuel oil) dari tanki penimbunan ke tanki pengendapan.



Sumber : <https://dimensipelaut.blogspot.com/2018/09/pompa->

**Gambar 5. transfer pump**

### **6. Feed Pump**

Merupakan pompa yang digunakan untuk memindahkan fluida (*fuel oil*) dari tanki penimbun (*settling tank*) ke tanki harian (*service tank*). Pompa yang digunakan bisa jenis *screw wheel* atau jenis *gear wheel*.



Sumber : <https://www.forwomenk.com/index.php?main>

**Gambar 6. Feed pump**

### 8. *Booster pump*

Merupakan pompa bertekanan tinggi untuk mencukupi kebutuhan tekanan bahan bakar yang di perlukan oleh mesin



Sumber : <http://www.lukesindonesia.com/booster-pump/>

**Gambar 7. booster pump**

### 2.5 Cara Kerja Sistem Bahan Bakar

Cara Kerja System Bahan Bakar (*Fuel Oil System*) sebagai berikut :

Sistem bahan bakar ini secara umum terdiri atas *fuel oil transfer, filtery dan purifering, fuel oil circulating, fuel oil supply, dan heater*. Bahan bakar di kapal disimpan di *storage tank*. Koil pemanas harus dipasang pada tangki bunker sehingga temperatur bahan bakar pada tangki bunker dapat dipertahankan pada temperatur 40 – 500C. Dari bunker bahan bakar dipompakan ke *settling tank*, dimana sebelum masuk pompa bahan bakar akan melalui *strainer* untuk menyaring kotoran – kotoran. Di *settling tank* ini juga diberi pemanas dan suhu dipertahankan pada kisaran 50 – 700C. Kemudian dari *settling tank* dipompakan ke *centrifuges* untuk membersihkannya dari kotoran dan air. Lalu setelah dari *centrifuges* masuk ke *service tank*, dari *service tank* bahan bakar dialirkan menuju ke *supply pump* yang mempunyai tekanan 4 bar. *Supply pump* ini juga disebut bagian bertekanan rendah dari *circulating system* bahan bakar. Untuk menghindari

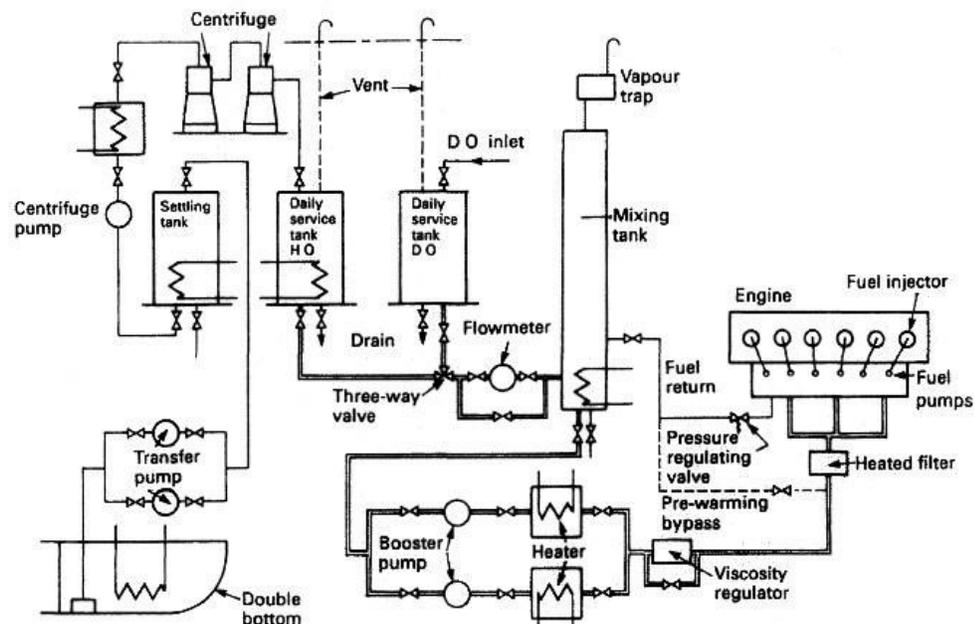
terbentuknya gas/udara pada bahan bakar, maka dipasang sebuah *venting box*. *Venting box* terhubung dengan *service tank* melalui *automatic deaerating valve* yang bertugas untuk membebaskan gas/udara yang ada dan akan menampung cairan/*liquid*. Dari bagian bertekanan rendah system bahan bakar tersebut (*supply pump*), bahan bakar kemudian dialirkan ke *circulating pump* yang akan memompa bahan bakar melewati *heater* (untuk dipanaskan sampai 1500C) dan *full flow filter* (penyaringan) untuk kemudian masuk ke motor induk. Untuk memastikan pensuplaian bahan bakar cukup banyak, maka kapasitas dari *circulating pump* dibuat lebih besar dari jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor induk. Dan kelebihan bahan bakar tersebut akan disirkulasikan kembali dari motor melalui *venting box* yang kemudian akan menuju ke *circulating pump* kembali. Untuk memastikan tekanan konstan pada *injection pump* pada semua beban kerja motor induk, maka *spring loaded overflow* dipasang pada system bahan bakar *engine*.

Tekanan bahan bakar yang masuk pada *engine* harus 7-8 bar, setara dengan tekanan pada *circulating pump* yaitu sebesar 10 bar. Ketika *engine* berhenti, “mohamad wahyudin (2010), *circulating pump* akan terus bekerja untuk mensirkulasikan *heavy fuel* yang telah dipanaskan dan tetap melewati *fuel oil system engine* dengan tujuan untuk menjaga bahan bakar tetap panas dan katup bahan bakar tetap *terdeae-rated*.

## **2.6 Sistem Instalasi Bahan Bakar**

Sistem instalasi bahan bakar di atas kapal sangat berperan penting. Alur bahan bakar dari *double bottom* sampai ke mesin induk harus sesuai dengan prosedur yang ditentukan. Prosedur yang baik akan menghasilkan bahan bakar yang baik. Sistem penunjang motor induk dikapal berfungsi untuk membantu mesin induk agar beroperasi sesuai dengan fungsinya yaitu memberikan tenaga kepada propeller untuk mendorong kapal. Salah satu bagian dari sistem penunjang motor induk yaitu sistem bahan bakar. Sistem bahan bakar kapal merupakan suatu sistem pelayanan untuk motor induk yang sangat vital. Sistem

bahan bakar secara umum terdiri dari fuel oil supply, fuel oil purifying, fuel oil transfer dan fuel oil drain piping system. Sistem bahan bakar adalah suatu sistem yang digunakan untuk mensuplai bahan bakar dari bunker ke settling tank dan juga daily tank dan kemudian ke mesin induk atau mesin bantu. Adapun jenis bahan bakar yang digunakan di atas kapal bisa berupa heavy fuel oil (HFO), MDO, HSD ataupun solar, biasanya tergantung jenis mesin dan ukuran mesin. Untuk sistem yang menggunakan bahan bakar HFO untuk operasionalnya, sebelum masuk ke mesin utama HFO harus melalui treatment dahulu untuk penyesuaian viskositas, suhu, dan tekanan. Berikut gambar sistem instalasi bahan bakar:



Sumber: <http://www.machineryspaces.com/fuel-oil-system.html>

**Gambar 8. Sistem Instalasi Bahan Bakar**

Pada gambar 8. Sistem Instalasi Bahan Bakar di atas menjelaskan prinsip sistem instalasi bahan bakar seperti berikut:

Bahan bakar dari kapal *bunker* dipindahkan ke tangki dasar berganda (*double bottom*) di atas kapal hingga batas kapasitas tangki yang ditetapkan. Selanjutnya bahan bakar dihisap oleh pompa pemindah (*transfer pump*) menuju

tangki endapan (*settling tank*) untuk pengendapan kotoran-kotoran dan air di dalam kandungan bahan bakar dan di tangki endap dipanaskan.

Bahan bakar dipisahkan dari kotoran dengan *purifier* lalu diteruskan ke dalam tangki endapan (*settling tank*) dan di tangki harian (*service tank*) dipanaskan bahan bakar tersebut lalu dilakukan cerat pada tangki bahan bakar yang sudah dipanaskan tadi. Setelah bahan bakar dimurnikan dari kotoran dan air, kemudian masuk ke mesin induk harus melewati pemanas, saringan (*strainer*) dipompakan oleh pompa sirkulasi, ditekan dengan tekanan tinggi oleh pompa injeksi (*injection pump*) atau lebih dikenal *bosch pump* kedalam *injector*. Hasil akhir *injector* (pengabut) dapat mengabutkan bahan bakar lebih mudah terbakar diruang pembakaran. “Syerly Klara dan Baharuddin. (2012). Perencanaan Isolasi Tangki Setling dan Tangki Harian Bahan Bakar Marine Fuel Oil (MFO) PLTD Lopana Sektor Minahasa, Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK): Vol 10. No.2. Hal:194”.