

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi bunker**

Menurut Rully Abdillah Ginting (2018), Sebagaimana kita ketahui bersama, bahwa saat ini proses bunkering kapal akan membutuhkan kapal pengisi bahan bakar dan proses untuk berlabuh untuk keperluan bunkering. Jika kapal dalam suatu negara tertentu atau di mana saja akan melaksanakan bunker pada saat bersamaan dan pelabuhan tidak memiliki lokasi yang cukup untuk proses bunkering maka akan dipastikan pelabuhan akan mengalami macet yang luar biasa. Memutuskan untuk ini harus mengetahui statistik kedatangan kapal dan lalu lintas kapal pada pelabuhan tersebut khususnya yang akan melaksanakan bunkering. Dan inilah yang terjadi saat ini. Oleh karena itu, proses bunkering di tengah laut bisa menjadi alternative dan bisa mengeliminir sebagian kemacetan lalu lintas laut tersebut. Selain itu, proses bunkering di tengah laut dapat menghemat biaya perusahaan pelayaran dari biaya pelabuhan, tapi hal ini harus diteliti terlebih dahulu, dari beberapa pelayaran kapal dalam negeri dan luar negeri. Bahkan ada ide yaitu mengembangkan suatu sistem bunkering yang memungkinkan kapal tidak hanya bunker di laut, namun jika memungkinkan proses bunkering saat berlayar. Sehingga memiliki keuntungan bagi perusahaan pelayaran dan kapal kapal bisa melanjutkan pelayarannya dengan cepat. Bahkan lagi terdapat ide yaitu dengan metode yang memungkinkan proses bunkering dalam cuaca buruk. Namun, ini akan membutuhkan lebih banyak penelitian yang lebih serius sehingga sampai saat ini belum bisa dipastikan metode ini bisa dilakukan atau tidak. Membutuhkan teknologi tertentu saat *Ship to ship* (STS) berjalan.

Menurut Arditiya (2020), Kegiatan bunker merupakan kegiatan yang memiliki potensi bahaya dan kecelakaan yang tinggi, untuk itu diperlukan adanya Implementasi K3LL (keselamatan dan kesehatan kerja serta lindung lingkungan) merupakan suatu upaya untuk menciptakan tempat kerja yang aman, sehat, dan bebas dari pencemaran lingkungan. Upaya tersebut dapat

mengurangi atau mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktifitas kerja..

## **2.2 Keuntungan dan kerugian bunker system di laut**

### 1. keuntungan bunkering di tengah laut:

- a. Kapal tidak harus mengalihkan jalur pelayarannya karena kapal membutuhkan banyak waktu untuk memasuki ke dalam wilayah pelabuhan yang hanya untuk keperluan bunkering saja. Bila kapal bisa bunker di laut, maka kapal bisa melanjutkan ke pelabuhan tujuannya dengan lebih cepat.
- b. Tidak ada waktu dan kesempatan tunggu untuk ke tempat berlabuh. Bila kapal tidak harus masuk ke pelabuhan saat kapal hanya untuk keperluan bunker, maka kapal tidak membutuhkan posisi/tempat tertentu untuk berlabuh. Kapal sebenarnya hanya membutuhkan waktu untuk proses memuat atau membongkar saja.
- c. Tidak ada biaya pelabuhan. Saat kapal memasuki pelabuhan, biaya pelabuhan harus dibayar. Biaya ini tidak harus dikeluarkan bila kapal bisa melaksanakan bunker di tengah laut. Hal ini bisa memperkecil biaya logistic, Mendukung kebijakan pemerintah *low logistic costs*.

### 2. kerugian bunker di laut:

- a. Bunkering di tengah laut tidak akan pernah merasa aman dan boleh dibilang tidak Safety bila dibandingkan dengan proses bunkering dengan kapal bersandar.
- b. Dalam penelitian, banyak faktor yang masih menjadi masalah dalam bunkering di tengah laut. Masalah utamanya adalah pergerakan akibat gelombang laut dimana kedua kapal saat melakukan proses ship to ship transfer, tidak pernah stabil. Maka dengan itulah muncul STS system.
- c. Beberapa kapal masih perlu sedikit modifikasi atau penyesuaian untuk memastikan kapal dapat menerima bahan bakar minyak saat proses bunkering. Modifikasi atau penyesuaian ini akan timbul biaya dari kapal yang akan menerima bunker, tidak semua perusahaan pelayaran menginginkan untuk membayarnya.

- d. Jumlah kapal yang bisa bunker di laut masih sebagian saja, sehingga beberapa kapal masih harus masuk pelabuhan saat bunker.
- e. Dalam pelayanan bisa-bisa pelabuhan harus menyediakan *oil barge* (tongkang bunker). Tongkang bunker harus menuju ke tengah laut laut dengan tug boat atau pakai SPOB. Hal ini membutuhkan konstruksi tongkang yang layak laut. Penyesuaian kelayakan tongkang ini akan menjadikan harga tongkang lebih mahal.

### 2.3 Pencemaran Minyak di Laut

Proses bunker data kapal cukup berpotensi menyebabkan pencemaran minyak dilaut yang dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan laut akibat sifat dan kandungan yang terdapat dalam minyak. Salah satu contoh bahan bakar, berikut sifat dan kandungan yang terdapat dalam bahan bakar.

#### 1. Kandungan Residu (*carbon residu*)

Kandungan Carbon Residu di dapat dari laporan pengujian yang diberikan dari laboratorium ketika melakukan pengujian dengan mengurangi *air supply intake*.

#### 2. Viskositas (*viscosity*)

Viskositas adalah kemampuan suatu jenis zat cair mengalir melewati perantara/pipa tiap detik. Satuan yang digunakan dalam besaran viskositas yaitu satuan *centistoke*.

#### 3. Kandungan Abu (*Ash content*)

Kandungan abu dalam bahan bakar dapat menjadi tolak ukur untuk menentukan kandungan metal dan elemen logam lain yang terkandung dalam bahan bakar.

#### 4. Titik Nyala (Flash Point)

Titik nyala adalah suhu terendah dimana bahan bakar dapat mmenyala dalam jangka waktu yang pendek. Sesuai ketentuan SOLAS menyebutkan bahwa nilai minimal *flash point* dari bahan bakar yang digunakan diatas kapal yaitu 60°C.

*Shipboard Oil Pollution emergency* (SOPEP) merupakan rencana darurat pencemaran minyak dilaut. Dalam menangani tumpahan minyak diperlukan suatu latihan untuk mencegah atau menghindari terjadinya tumpahan minyak dilaut yaitu dengan SOPEP *drill*.

Polusi dari tumpahan minyak di laut merupakan sumber pencemaran laut yang selalu menjadi fokus perhatian masyarakat luas, karena akibatnya sangat cepat dirasakan oleh masyarakat sekitar pantai dan sangat signifikan merusak makhluk hidup di sekitar pantai tersebut. Berdasarkan PP No.19/1999, pencemaran laut diartikan sebagai masuknya/ dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya (Pramudianto, 2010). Sedangkan Konvensi Hukum Laut III (*United Nations Convention on the Law of the Sea* = UNCLOS III) mengartikan bahwa pencemaran laut adalah perubahan dalam lingkungan laut termasuk muara sungai (*estuaries*) yang menimbulkan akibat yang buruk sehingga dapat merusak sumber daya hayati laut (*marine living resources*), bahaya terhadap kesehatan manusia, gangguan terhadap kegiatan di laut termasuk perikanan dan penggunaan laut secara wajar, menurunkan kualitas air laut dan mutu kegunaan serta manfaatnya.

1. Sumber Pencemaran Minyak di Laut Menurut Pertamina (2010), Pencemaran minyak di laut berasal dari :
  - a. Ladang Minyak Bawah Laut
  - b. Operasi Kapal Tanker
  - c. Docking (Perbaikan/Perawatan Kapal)
  - d. Terminal Bongkar Muat Tengah Laut
  - e. Tanki Ballast dan Tanki Bahan Bakar
  - f. Scrapping Kapal (pemotongan badan kapal untuk menjadi besi tua)
  - g. Kecelakaan Tanker (kebocoran lambung, kandas, ledakan, kebakaran dan tabrakan)
  - h. Sumber di Darat (minyak pelumas bekas, atau cairan yang mengandung hydrocarbon ( perkantoran & industri )

i. Tempat Pembersihan (dari limbah pembuangan Refinery)

## 2. Dampak dari Pencemaran Minyak di Laut

Komponen minyak yang tidak dapat larut di dalam air akan mengapung yang menyebabkan air laut berwarna hitam. Beberapa komponen minyak tenggelam dan terakumulasi di dalam sedimen sebagai deposit hitam pada pasir dan batuan-batuan di pantai. Komponen hidrokarbon yang bersifat toksik berpengaruh pada reproduksi, perkembangan, pertumbuhan, dan perilaku biota laut, terutama pada plankton, bahkan dapat mematikan ikan, dengan sendirinya dapat menurunkan produksi ikan. Proses emulsifikasi merupakan sumber mortalitas bagi organisme, terutama pada telur, larva, dan perkembangan embrio karena pada tahap ini sangat rentan pada lingkungan tercemar (Fakhrudin, 2014). Sumadhiharga (2010) dalam Misran (2002) memaparkan bahwa dampak-dampak yang disebabkan oleh pencemaran minyak di laut adalah akibat jangka pendek dan akibat jangka panjang.

### 2.4 Pengertian Bahan Bakar

Menurut Imam (2011), 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 pembakaran (reaksi redoks) dimana bahan bakar tersebut akan dilepaskan panas setelah direaksikan 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 sering digunakan manusia. Bahan bakar lainnya yang bisa dipakai adalah logam radioaktif.

#### 1. Tangki Penyimpanan Bahan bakar

##### a. *Storage tank*

*Storage Tank* adalah tangki pada kapal yang terletak pada plat kulit (dasar) dan alas dalam, tangki ini digunakan untuk menampung atau menyimpan bahan bakar dari kapal bunker.

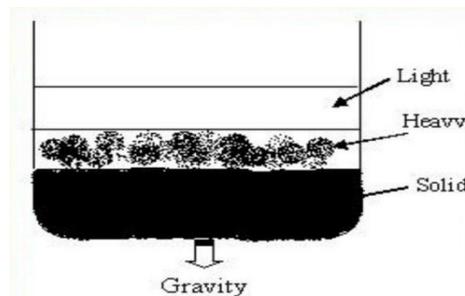
Pada umumnya *storage tank* harus dilengkapi dengan alat pemanas dimana dapat dipertahankan isi pada temperature yang memungkinkan bahan bakar untuk dipompa dengan baik menuju *Storage Tank*.

b. *Settling Tank* ( Tangki Endap )

Tangki pengendapan disediakan untuk memenuhi dua fungsi pada *treatment plant*, disatu sisi digunakan pada tahap persiapan untuk purifikasi bahan bakar dimana kandungan bahan bakar dipersiapkan untuk separasi sepanjang periode pengendapan di dalam tangki, dan pada sisi yang lain digunakan sebagai *buffer tank* (tangki penyangga) untuk continuous separation (separasi selanjutnya menggunakan *Purifier*). Umumnya dua tangki pengendapan dipasang dengan kapasitas konsumsi bahan bakar motor induk dalam 24 jam pada tiap tankinya.

Prinsip pengendapan pada tangki ini berdasarkan metode gaya gravitasi dimana terjadi perbedaan berat jenis antara bahan bakar, air, dan lumpur. Sehingga dalam waktu tertentu air dan lumpur dapat diendapkan sesuai tingkat berat jenis materi-materi yang terdapat di dalam bahan bakar tersebut.

Prinsip-prinsip proses pengendapan berdasarkan berat jenis dapat dilihat pada gambar ilustrasi berikut:



**Gambar 1.** Proses pengendapan cairan berdasarkan berat jenis

c. *Service tank*

*Service tank* biasa juga disebut dengan *Day Tank* atau tangki harian yang dapat berfungsi untuk tangki pengumpul atau penyimpan bahan bakar yang bersih dari hasil purifikasi di *purifier* bahan bakar. *Purifier* mengalirkan bahan bakar ke tangki harian secara konstan menjaga

tangki tetap dalam keadaan normal. Sisa bahan bakar secara otomatis kembali melewati pipa *overflow* ketangki pengendapan, dimana isinya akan kembali disaring melalui separator. Volume bahan bakar pada tangki harian didesain paling sedikit untuk dapat menyediakan bahan bakar dalam rentang waktu 8 jam operasi penuh pada mesin.

## 2.5 Sistem Bahan Bakar

Rabiman Zainal Arifin (2011), Berdasarkan jenis pompa injeksi yang digunakan saat ini dikenal dua sistem bahan bakar motor diesel, yaitu sistem bahan bakar dengan pompa injeksi in-line dan sistem bahan bakar dengan pompa injeksi jenis distributor. Bahan bakar dari tangki ditekan oleh pompa injeksi ke dalam ruang bakar melalui injektor/nosel.

Sistem bahan bakar adalah sistem yang digunakan untuk mensupply bahan bakar yang diperlukan motor induk. Pada umumnya :

1. kecepatan rendah dapat beroperasi dengan hampir setiap bahan bakar cair dari minyak tanah ( *kerosine* ) sampai minyak bunker.
2. Mesin diesel kecepatan tinggi modern, karena singkatnya selang waktu yang tersedia untuk pembakaran pada setiap daur memerlukan minyak bakar yang lebih khusus dan lebih ringan.

Dalam dunia Perkapalan *Maritime Klasifikasi* Bahan Bakar Sebagai Berikut :

- a. MGO (Marine gasoil)
  - b. MDO (Marine diesel oil)
  - c. IFO (Intermediate fuel oil)
  - d. MFO (Medium fuel oil)
  - e. HFO (Heavy fuel oil)
3. Sifat berikut yang mempengaruhi prestasi dan keandalan dari suatu mesin diesel :
    - a. Penguapan
    - b. Residu karbon
    - c. Viskositas
    - d. Kandungan blerang

- e. Abu
- f. Air dan endapan
- g. Titik nyala, dan
- h. Mutu pelayanan

Untuk mesin diesel dalam skala kecil dibutuhkan penguapan bahan bakar yang tinggi dari mesin diesel besar agar didapatkan penggunaan bahan bakar yang lebih hemat, suhu buang rendah, dan asap minimum.

Residu karbon adalah karbon yang tertinggal setelah penguapan dan pembakaran habis suatu bahan yang diuapkan dari minyak, ini menunjukkan kecenderungan bahan bakar untuk membentuk endapan karbon pada bagian mesin ( torak ) diperbolehkan residu karbon sebesar 0,1 %. Viskositas suatu minyak dinyatakan oleh volume tertentu dari minyak untuk mengalirkan melalui lubang diameter tertentu, makin rendah jumlah detiknya makin rendah viskositasnya. Alat untuk mengukur viskositas bahan bakar adalah *viskosimeter saybolt*. Dalam sistem bahan bakar terbakar bersama minyak dan menghasilkan gas yang sangat korosif yang diembunkan oleh dinding silinder yang didinginkan, terutama kalau mesin beroperasi dengan beban rendah dan suhu silinder menurun. Korosi yang sering disebabkan oleh gas balerang sering didapati dalam sistem buang dari mesin diesel. Berbagai spesifikasi tidak mengizinkan kandungan balerang lebih dari 0,5-1,5%. titik nyala merupakan suhu yang paling rendah yang harus di capai dalam pemanasan minyak untuk menimbulkan uap yang dapat terdapat dalam jumlah yang cukup untuk menyala/terbakar sesaat. Titik nyala minimum untuk bahan bakar diesel sekitar 150 derajat fahrenheit. mutu penyalaan adalah sifat dari bahan bakar diesel yang penting, terutama pada mesin diesel putaran tinggi sangat menentukan mudahnya penyalaan dan start mesin dingin. Jenis pembakaran yang di peroleh dari bahan bakar dengan mutu penyalaan yang baik akan memberikan mutu operasi yang lebih halus, mutu pelayanan diukur dengan indek yang disebut angka setana, nilai bilangan ini sebagai karakteristik bahan bakar diesel serupa dengan angka oktana pada motor bensin.

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.

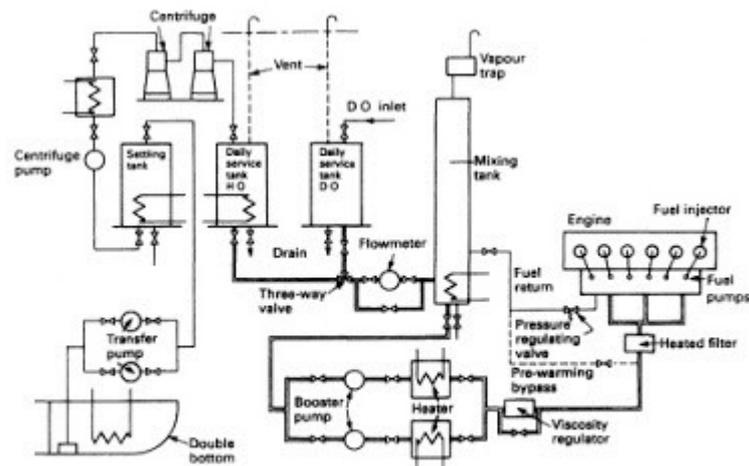


Figure 2.11 Fuel oil supply system

### Gambar 2. Sistem instalasi bahan bakar

Sumber : [www.machineryspaces.com](http://www.machineryspaces.com)

Pada gambar 2. Sistem instalasi bahan bakar diatas menjelaskan prinsip sistem instalasi bahan bakar seperti berikut :

Bahan bakar dari kapal bunker dipindahkan ke tangki dasar berganda (*double bottom*) diatas 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 tangki endap dipanaskan. Bahan bakar dipisahkan dari kotoran dengan *purifier* lalu diteruskan endapan (*settling tank*) 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 dengan mudah terbakar diruang pembakaran.

## 2.6 Jenis-jenis Bunker Di Kapal

### 1. Ship to Ship (STS)

Operasi pengisian bahan bakar kapal ke kapal (STS) adalah transfer pasokan bahan bakar antar kapal-kapal laut diposisikan berdampingan satu sama lain, baik saat diam atau sedang berlangsung. Di laut lepas, ini disebut operasi kapal ke kapal. Satu kapal akan bertindak sebagai terminal, sementara yang lain akan tambatan. Kapal penerima disebut kapal anak dan kapal pengangkut disebut STBL (Kapal yang akan dimantik) atau kapal induk. Memasok kapal memiliki garis selang siap untuk digunakan di kapal anak. Mereka diekstraksi dengan derek yang berasal dari kapal pasokan. Setelah itu, daftar periksa sebelum bunker diikuti. Daftar periksa ini penting untuk mencegah tumpahan minyak. Kemudian, selang akan dihubungkan antara dua kapal. Sebuah pompa, di atas kapal bunker, akan memaksa cairan untuk dipindahkan melalui selang. Pada awalnya, cairan akan dipompa melalui selang secara perlahan, jadi bagian penerima kapal dapat memastikan itu masuk tangki yang tepat. Ketika itu terjadi, cairan akan dipompa ke tangki pada kecepatan pemompaan maksimum.

Bunkering dengan opsi dari kapal ke kapal dapat dilakukan hampir disetiap lokasi pelabuhan. Bunkering dengan opsi tersebut dapat dilakukan disepanjang dermaga ketika kapal sedang bersandar atau mungkin ketika kapal sedang labuh jangkar maupun di tengah laut. Bunker vessel akan tertambat dengan kapal kargo, bahkan jika memang di ijin oleh otoritas pelabuhan, proses Bunkering dari bunker vessel ke kapal kargo dapat dilakukan ketika kapal tersebut sedang melakukan bongkar muat. Adapun kendala jika opsi Bunkering dilakukan dengan opsi ini adalah besarnya investasi yang harus dikeluarkan untuk pengadaan bunker vessel serta operasionalnya. Dalam kegiatan STS membutuhkan kondisi dan situasi yang tepat atau tidak dalam kondisi sembarangan, peralatan dan perlengkapan kapal juga harus tepat tersedia, *ship to ship* (STS) merupakan kegiatan kapal untuk memindahkan

muatan dalam bentuk minyak atau gas dari kapal tanker maupun curah ke kapal jenis yang sama atau jenis kapal yang lain dimana kedua kapal diposisikan berdekatan bersama-sama. Kegiatan STS dapat dilakukan baik dalam posisi kapal yang sedang berlabuh atau *anchor* atau mengapung di laut. Kapal harus dilengkapi dengan perlengkapan dan peralatan STS yang tepat dalam kondisi baik dan siap digunakan pada kedua kapal. Perencanaan operasi STS beserta kesepakatannya tentang jumlah dan jenis muatan yang akan dilakukan pemindahan harus dilakukan terlebih dahulu. Karena harus diperhatikan terhadap perbedaan tinggi *freeboard* dari kedua kapal saat mentransfer muatan minyak. Harus ada harmonisasi informasi data operasional dari kedua kapal tersebut sebelum melakukan STS. Kapal harus memegang dokumen izin yang resmi dari pelabuhan dan otoritas yang berwenang untuk dapat melaksanakan STS. Perlengkapan komunikasi dari sistem komunikasi yang disepakati oleh kedua kapal yang terlibat, harus diperhatikan adanya bahaya yang kemungkinan akan timbul akibat muatan yang dipindahkan. Seperti peralatan pemadam kebakaran dan peralatan tumpahan minyak harus disediakan di atas kapal, Sjaifuddin Thahir, 2016.



**Gambar 3.** Bunker STS (*Ship to Ship*)  
Sumber : [www.MarineInsight.com](http://www.MarineInsight.com)

## 2. Truk ke Kapal (*Truck to Ship*)

Operasi truk ke kapal umumnya merupakan aplikasi di mana kapal dan feri didorong dari truk tangki. Pengisian bahan bakar dapat berupa transfer langsung dari truk tangki ke kapal atau sistem di mana beberapa truk tangki menghubungkan ke selip bahan bakar yang kemudian mengirimkan bahan bakar ke kapal. Karena transfer Truk ke Kapal melibatkan sejumlah truk tangki yang bergerak masuk dan keluar dari posisi untuk membongkar muatan, keselamatan dan kemudahan penggunaan merupakan hal yang paling penting. Metode ini sering digunakan untuk bahan bakar kapal penumpang dan feri yang menghadirkan masalah keamanan yang serius.



**Gambar 4.** Bunker (*Truck to Ship*)  
Sumber : [www.MarineInsight.com](http://www.MarineInsight.com)

### 3. Bunker Barges

Pada pelabuhan, kapal perlu memiliki berbagai layanan. Seringkali kapal perlu di isi bahan bakar ini disebut bunkering. Sebuah kapal yang disebut tongkang bunker, kurang lebihnya seperti pom bensin mengambang dan berjalan di samping kapal. Tongkang bunker memiliki pompa yang kuat dan memuat bahan bakar minyak, yang disebut bunker *barges to ship*, ke dalam tangki penyimpanan (bunker) kapal. Pemandahan bahan bakar harus dilakukan dengan benar dan aman untuk mencegah tumpahan minyak. Bahan bakar bunker dapat disuplai ke kapal dengan berbagai cara. Metode dapat bervariasi

tergantung pada tingkat atau jenis bahan bakar yang dikirim ke kapal. Mungkin ada berbagai jenis fasilitas bunkering yang memasok bahan bakar kapal yang dibutuhkan ke kapal.

Tongkang atau kapal yang membawa bahan bakar bunker dapat digunakan untuk mentransfer minyak bahan bakar di laut (seperti minyak bahan bakar berat) ke kapal.



**Gambar 5.** *Bunker Barges*  
Sumber : [www.MarineInsight.com](http://www.MarineInsight.com)