

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Harga Bahan Bakar**

##### **2.1.1 Pengertian Bahan Bakar**

Bahan bakar didefinisikan sebagai setiap jenis material yang dapat ditransformasikan menjadi energi. Bahan bakar ini mengandung energi panas yang dapat dilepaskan melalui proses oksidasi atau pembakaran. Dari perspektif teknis dan ekonomis, bahan bakar dapat didefinisikan sebagai suatu materi yang, ketika dibakar, mampu melanjutkan proses pembakaran secara otomatis, disertai dengan pelepasan energi berupa kalor. (Alfatih & Moh. Arif Batutah, ST., 2014) Tujuan utama dari pembakaran bahan bakar adalah untuk mendapatkan kalor tersebut, yang kemudian dapat digunakan baik secara langsung maupun tidak langsung. Bahan bakar, atau *fuel*, adalah senyawa kimia yang terdiri dari unsur karbon dan hidrogen. Ketika senyawa ini bereaksi dengan oksigen dalam kondisi tekanan dan suhu tertentu, hasilnya adalah produksi gas dan energi (Tjokrowisastro dan Widodo, 1990:1).

Bahan bakar, berdasarkan bentuk dan penampilannya, dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori utama, antara lain:

- 1. Bahan Bakar Padat:** Bahan bakar ini berbentuk padat, seperti kayu dan batu bara. Energi panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar padat ini dapat digunakan untuk memanaskan air hingga menjadi uap, yang selanjutnya dapat digunakan untuk menggerakkan peralatan dan menyediakan energi.
- 2. Bahan Bakar Cair:** Bahan bakar cair memiliki struktur yang tidak rapat jika dibandingkan dengan bahan bakar padat, sehingga molekul-molekulnya dapat bergerak bebas. Beberapa contoh bahan bakar cair adalah bensin atau *gasoline*, minyak tanah, dan solar. Bahan bakar cair ini umumnya digunakan dalam industri, transportasi, dan rumah tangga.

Beberapa jenis bahan bakar cair yang akan diuji adalah premium, pertalite, dan pertamax.

- 3. Bahan Bakar Gas:** Ada berbagai jenis bahan bakar gas, seperti gas alam, propana, dan butana.

Bahan bakar memainkan peran penting dalam mesin pembakaran, nilai kalor yang terkandung di dalamnya adalah nilai yang menyatakan jumlah energi panas maksimum yang dapat dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna per satuan massa atau volume bahan bakar tersebut. (Maridjo, Ika Yuliyani, Angga R, 2019)

### **2.1.2 Berdasarkan Materialnya**

**a. Bahan Bakar Tidak Berkelanjutan:** Bahan bakar yang dikategorikan sebagai tidak berkelanjutan adalah bahan bakar yang sumbernya berasal dari material alam dan bersifat konsumtif, yang berarti setelah digunakan sekali, bahan bakar tersebut tidak dapat digunakan lagi dan dapat habis keberadaannya di alam. Contoh utama dari bahan bakar ini adalah bahan bakar yang berbasis karbon, seperti produk-produk yang dihasilkan dari pengolahan minyak bumi.

**b. Bahan Bakar Berkelanjutan:** Di sisi lain, bahan bakar berkelanjutan adalah bahan bakar yang sumbernya berasal dari materi yang dapat digunakan berulang kali dan tidak akan habis keberadaannya di alam. Contoh dari bahan bakar berkelanjutan ini termasuk energi yang berasal dari matahari dan air terjun. (Nasution, 2022)

### **2.1.3 Jenis Bahan Bakar Kapal**

*Marine Fuel Oil* (MFO), yang dikenal juga sebagai bahan bakar laut, adalah bahan bakar yang digunakan dalam dapur industri skala besar dan juga sebagai tenaga penggerak utama untuk mesin kapal dengan kecepatan putaran rendah. Secara dasar, MFO adalah hasil dari pembakaran yang melibatkan reaksi cepat antara senyawa tertentu dengan oksigen. Proses pembakaran ini menghasilkan kalor dan cahaya. Reaksi ini juga memicu proses pirolisis, yaitu pemecahan molekul termal menjadi molekul yang

lebih kecil tanpa melibatkan oksigen. Jika oksigen terlibat dalam reaksi, maka akan terjadi nyala.

Marine Diesel Oil atau Minyak Solar adalah jenis bahan bakar yang digunakan pada mesin dengan kecepatan putaran tinggi, lebih dari 1000 rpm. Bahan bakar ini dihasilkan dari proses *cracking distillate* minyak pelumas bekas. Proses pemisahan antara minyak pelumas bekas dan air ini dikenal sebagai tahap *dewatering*. Tahap ini menghasilkan bahan bakar dengan kandungan air dan sulfur yang rendah. Berikut adalah beberapa jenis bahan bakar:

1. **Bahan Bakar MFO:** Bahan bakar *Marine Fuel Oil* (MFO) adalah Minyak Bakar yang bukan produk hasil destilasi, melainkan hasil dari residu berwarna hitam. Minyak ini memiliki viskositas yang lebih tinggi dibandingkan minyak diesel. Oleh karena itu, penggunaan MFO sebagai bahan bakar harus melalui proses *treatment* untuk menurunkan viskositas dan menyamakan ukuran partikel bahan bakar (untuk menghindari penyumbatan pada *nozzle*). Bahan bakar MFO banyak digunakan sebagai bahan bakar mesin kapal.
2. **MFO 180 atau High Sulphur Fuel Oil (HSFO 180)** adalah bahan bakar mesin diesel dengan putaran rendah (<300 rpm) yang memiliki kekentalan hingga maksimal 180 cSt dan kadar sulfur tinggi hingga maksimal 3.5% v/v. MFO180 digunakan pada mesin pembakaran dalam dan mesin pembakaran luar, seperti pada industri dan pembangkit listrik.
3. **MFO 380 atau High Sulphur Fuel Oil (HSFO 380)** adalah bahan bakar mesin diesel dengan putaran rendah (<300 rpm) yang memiliki kekentalan hingga maksimal 380 cSt dan kadar sulfur tinggi hingga maksimal 4% v/v. MFO380 digunakan pada mesin utama perkapalan dan industri.
4. **High Speed Diesel (HSD) atau Biosolar** adalah bahan bakar kapal dengan mesin putaran tinggi (>1000 rpm) yang merupakan campuran destilasi jenis solar dan bahan bakar nabati sebesar 30%, atau dikenal sebagai B30. Proses pemisahan antara minyak pelumas bekas dan air

yang terjadi dalam tahap *dewatering* membuat solar memiliki *water content* dan *sulphur content* yang rendah.

5. **Low Sulphur Fuel Oil (LSFO)** adalah bahan bakar kapal mesin diesel putaran rendah yang sesuai dengan regulasi *International Marine Organization* (IMO) yang menerapkan peraturan terkait bahan bakar minyak melalui pembatasan kadar sulfur rendah hingga maksimal 0,5% v/v yang dimulai pada 1 Januari 2020. Kebijakan ini kemudian diimplementasikan melalui Surat Edaran Direktur Jenderal Perhubungan Laut No. 35 Tahun 2019 pada 18 Oktober 2019 yang berisi peraturan mengenai kewajiban seluruh kapal (baik nasional maupun asing) yang berlayar di perairan Indonesia untuk menggunakan bahan bakar dengan kadar sulfur maksimal 0,5 persen m/m atau yang masuk dalam kategori *Low Sulphur Fuel Oil* (LSFO).
6. **Bahan Bakar MDO: Marine Diesel Oil** (MDO) adalah jenis bahan bakar minyak yang merupakan campuran bahan bakar minyak gasoil dan HFO. Bahan bakar ini digunakan dalam bidang maritim dan memiliki viskositas rendah hingga 12 cSt, sehingga tidak perlu dipanaskan jika digunakan pada motor bakar dalam. (Pertamina, 2021)

#### 2.1.4 Harga Bahan Bakar

Harga solar industri (HSD) di Indonesia sering mengalami perubahan karena dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor pertama adalah dinamika pasokan dan permintaan. Ketika permintaan solar meningkat dan pasokan tidak mampu memenuhi, harga solar cenderung naik. Sebaliknya, jika pasokan solar berlimpah dan permintaan rendah, harga solar cenderung menurun.

Faktor kedua adalah disparitas harga antara solar subsidi dan solar non subsidi. Solar subsidi biasanya dijual dengan harga yang lebih rendah dibandingkan solar non subsidi. Namun, penyalahgunaan solar subsidi oleh industri besar, seperti perusahaan tambang dan sawit, dapat menyebabkan kelangkaan solar subsidi dan kenaikan harga solar non subsidi.

Faktor ketiga adalah fluktuasi harga minyak dunia. Ketika harga minyak dunia naik, harga solar industri di Indonesia cenderung mengikuti tren yang sama. Faktor keempat adalah kebijakan pemerintah. Misalnya, penerapan program campuran biodiesel 35% atau B35 oleh pemerintah Indonesia bertujuan untuk mengurangi impor solar dan memanfaatkan energi terbarukan, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi harga solar industri.

Dengan demikian, perubahan harga solar industri di Indonesia disebabkan oleh berbagai faktor, mulai dari dinamika pasokan dan permintaan, disparitas harga solar subsidi dan non subsidi, fluktuasi harga minyak dunia, hingga kebijakan pemerintah.

## 2.2 Muatan Kapal

### 2.2.1 Pengertian Umum

Berdasarkan buku Fakhurrozi tahun 2017 berjudul “Penanganan, Pengaturan dan Pengamatan Muatan Kapal” Muatan dalam perkapalan mencakup berbagai jenis dan komoditas, dan sering kali disebut sebagai muatan campuran. Ini bisa berupa kemasan dalam karung atau sak, peti-peti, tong atau drum, bentuk bal atau potongan, satuan atau unit mesin, barang pecah belah atau keramik, dan lain-lain. Untuk memastikan kualitas muatan tetap baik dan sama dengan kondisi saat diterima di kapal, penting untuk mengetahui bentuk dan cara pemuatannya serta sifat-sifat muatan itu sendiri.

Muatan dapat digolongkan dalam dua kelompok besar, yaitu berdasarkan cara pemuatan dan sifat atau mutu muatan:

#### **Berdasarkan Cara Pemuatan:**

1. **Muatan Curah (*Bulk Cargo*):** Muatan ini tidak menggunakan kemasan dan contohnya adalah batu bara, gandum, semen, biji besi, jagung, kopra, dan lain-lain.
2. **Muatan Dingin atau Beku (*Refrigerated or Frozen Cargo*):** Muatan ini membutuhkan suhu tertentu yang cukup rendah. Contohnya adalah

daging, keju, buah, sayuran, minuman segar, makanan kaleng, dan lain-lain.

3. **Muatan Cair (*Liquid Cargo*), Hasil Produk (*Oil Product*):** Muatan ini adalah hasil olahan dari minyak. Contohnya adalah bensin, kerosine, minyak kelapa sawit, dan lain-lain.
4. **Muatan Gas (*Gas Cargo*):** Muatan ini berupa gas. Contohnya adalah gas alam cair LNG (*Liquified Natural Gas*), LPG (*Liquified Petroleum Gas*), dan lain-lain.
5. **Muatan Campuran (*General Cargo*):** Muatan ini memiliki atau menggunakan kemasan tertentu. Contohnya adalah peti-peti, karung-karungan, karton, kelontong, dan lain-lain.
6. **Muatan Peti Kemas (*Container Cargo*):** Muatan ini berupa peti dari baja dengan ukuran standar. Contohnya adalah peti kemas ukuran 20 *feet* dan 40 *feet*.

**Berdasarkan Sifat atau Mutu Muatan:**

1. **Muatan Basah (*Wet Cargo*):** Muatan ini adalah muatan-muatan cair yang disimpan di botol-botol, drum-drum. Contohnya adalah susu, bir, buah-buahan dalam kaleng, cat, minyak lumas, minyak kelapa, dan lain sebagainya.
2. **Muatan Kering (*Dry Cargo*):** Muatan ini adalah muatan-muatan kering yang rusak bila basah. Contohnya adalah jenis muatan tepung, beras, biji-bijian, bahan-bahan pangan kering, kertas rokok dalam bungkus, kopi, teh, tembakau, dan lain-lain.
3. **Muatan Kotor/Berdebu (*Dirty/Dusty Cargo*):** Muatan ini menimbulkan debu yang dapat merusak jenis barang lain terutama muatan bersih. Contohnya adalah semen, biji timah, arang, aspal, terigu, dan lain sebagainya.
4. **Muatan Bersih (*Clean Cargo*):** Muatan ini tidak merusak muatan lain dan tidak meninggalkan debu atau sisa yang perlu dibersihkan setelah dibongkar. Contohnya adalah sandang, benang tenun, perkakas rumah tangga (piring, mangkok, gelas), barang-barang kelontong, dan lain-lain.

5. **Muatan Berbau (*Odorus Cargo*):** Jenis muatan ini dapat merusak atau membuat bau jenis barang-barang lainnya. Contohnya adalah kerosin, terpentin, amoniak, greasy wool, crade rubber/karet mentah, ikan asin, dan lain-lain.
6. **Muatan Bagus (*Delicate Cargo*):** Yang termasuk dalam golongan muatan ini adalah golongan muatan yang pada umumnya terdiri dari bahan-bahan pangan. Contohnya adalah beras, tepung, teh, kopi, susu bubuk dalam plastik, tembakau, dan lain-lain.
7. **Muatan Berbahaya (*Dangerous Cargo*):** Jenis barang ini adalah golongan muatan yang mudah menimbulkan bahaya ledakan, korosi, keracunan maupun kebakaran. Contohnya adalah dinamit, mesiu, kepala peluru, *black powder*, *fireworks*, *gasoline*, *cerbone disulfide*, korek api, bahan kimia, dan lain-lain.
8. **Muatan Berharga (*Valueables Cargo*):** Muatan ini memiliki bentuk kecil namun memiliki nilai tinggi. Contohnya adalah elektronik, permata, jam tangan, gadget, handphone, laptop, dan lain-lain.
9. **Muatan Hewan (*Life Stock*):** Muatan ini adalah muatan beryawa selain manusia. Contohnya adalah sapi, kuda, babi, domba, dan lain-lain. (Ragan, 2019)

### 2.2.2 Muatan Batu bara

Secara umum, batu bara dapat diklasifikasikan menjadi lima kategori utama, yaitu: gambut, *sub-bituminous*, *bituminous*, *lignit*, dan *antrasit*.

**Gambut** merupakan tahap awal dalam proses transformasi dari sisa-sisa tanaman menjadi batu bara. Kandungan karbon dalam gambut relatif rendah, berkisar antara 40% hingga 55%, yang jauh di bawah standar kualitas batu bara. Batu bara gambut biasanya memiliki kandungan air yang tinggi dan partikel-partikel kecil. Hal ini menyebabkan pembakaran batu bara gambut menghasilkan banyak asap dan polusi. Kualitas pembakaran batu bara gambut seringkali mirip dengan kayu, menghasilkan lebih sedikit panas tetapi lebih banyak asap dan abu residu pembakaran.

**Sub-bituminous** adalah jenis batu bara yang memiliki kandungan karbon antara batu bara bituminous dan lignit. Meskipun kualitasnya tidak sebaik jenis batu bara lainnya, pasokan batu bara *sub-bituminous* cukup besar. Batu bara ini biasanya digunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik tenaga uap.

**Bituminous** adalah jenis batu bara yang paling banyak tersedia dan digunakan di dunia. Nama batu bara ini berasal dari cairan yang disebut pitch. Kandungan karbon dalam batu bara *bituminous* berkisar antara 60% dan 80%, yang cukup untuk digunakan sebagai bahan bakar yang sangat efisien. Kandungan karbon yang tinggi juga memungkinkan batu bara bituminous untuk diubah menjadi kokas, yang merupakan komponen penting dalam industri baja.

**Lignit** adalah jenis batu bara yang dapat dibakar, tetapi kualitasnya buruk. Kandungan karbon dalam batu bara lignit antara 40% dan 55%, yang masih relatif kecil, tetapi masih lebih tinggi dari gambut. Batu bara ini berwarna hitam atau coklat tua, dan merupakan tahap kedua dari konversi bangkai tanaman menjadi batu bara. Sayangnya, batu bara jenis ini sering terbakar secara tiba-tiba, sehingga sulit untuk menjadi sumber energi yang dapat diandalkan. Selain itu, batu bara jenis ini juga sangat berbahaya bagi pekerja tambang karena dapat menyebabkan batu bara di tambang terbakar.

**Antrasit** adalah batu bara kualitas tertinggi yang terbentuk di alam. Antrasit hampir seluruhnya terdiri dari karbon, sekitar 80-95%. Kandungan mineral dan partikel antrasit lainnya sangat rendah, begitu pula kandungan air dalam batu bara. Hal ini membuat antrasit memiliki kualitas pembakaran yang sangat baik. Pembakaran *antrasit* akan menghasilkan nyala biru, menandakan bahwa proses pembakaran yang berlangsung adalah pembakaran sempurna dan menghasilkan polusi yang sangat sedikit. Karena antrasit berkualitas tinggi dan langka di alam, sering digunakan sebagai bahan bakar pemanas. Meskipun sangat efektif sebagai bahan bakar untuk pembangkit tenaga listrik, namun harganya akan terlalu mahal, sehingga



tidak ekonomis untuk digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik. (Kevin, 2021)

### **2.2.3 Kegunaan Batu bara**

Batu bara, yang merupakan fosil dengan komposisi utama hidrogen, oksigen, dan karbon, dapat digunakan sebagai bahan bakar yang definitif. Sebagai batuan sedimen, batu bara sangat mudah terbakar dan rentan terhadap api. Proses pembentukan batu bara melibatkan endapan organik yang mengalami proses pembatu baraan. Salah satu manfaat utama batu bara adalah kemampuannya untuk digunakan sebagai bahan bakar, yang menjadikannya alternatif sumber energi selain Bahan Bakar Minyak (BBM). Dengan semakin berkurangnya cadangan minyak yang digunakan sebagai bahan bakar untuk kendaraan bermotor, para ahli memprediksi bahwa batu bara akan menjadi pengganti utama sumber bahan bakar tersebut di masa mendatang.

### **2.2.4 *Freight* Batu bara**

*Freight*, atau yang sering dikenal dengan ongkos angkut atau ongkos kirim, adalah biaya yang diperlukan untuk memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain. Dalam konteks pengiriman barang secara internasional, termasuk batu bara, *freight* melibatkan jasa *freight forwarding*. *Freight forwarding* adalah layanan yang membantu pengusaha dalam ekspor impor dengan jumlah banyak, termasuk pengiriman maupun penerimaan barang.

Komponen-komponen biaya *freight* meliputi beberapa aspek seperti penanganan, dokumen, administrasi, dan asuransi. Dalam konteks perdagangan internasional, ada istilah yang sangat umum digunakan di dunia bisnis impor dan ekspor, yaitu Cost, Insurance, dan *Freight* yang disingkat menjadi CIF. Dalam metode pembayaran CIF ini, eksportir memiliki tanggung jawab penuh dalam proses pengadaan barang kepada pelanggan. Eksportir memiliki kewajiban membayarkan biaya perjalanan

mulai awal pengiriman hingga sampai di pelabuhan negara tujuan. Selain itu, penjual juga harus menanggung biaya pengangkutan muatan dan biaya asuransi barang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *freight* untuk muatan batu bara meliputi jenis transportasi, berat muatan, bahan bakar, permintaan untuk pengangkutan, risiko, dan regulasi. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi nilai *freight* termasuk kondisi cuaca, tumpahan atau kebocoran, kejahatan atau pencurian dan kesalahan dalam pengukuran draft tongkang maupun vessel. Dalam konteks batu bara, faktor lain seperti temperatur, tekanan, dan waktu juga berperan dalam proses pengangkutan.

## 2.3 Kapal *Tugboat* dan Tongkang

### 2.3.1 Pengertian *Tugboat* (Kapal Tunda)



Gambar 2.1 *Tugboat*,

Sumber: <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-tug-boats/>

Kapal tunda, yang juga sering disebut sebagai kapal penarik, adalah jenis perahu yang dirancang khusus untuk membantu dalam operasi tambatan atau sandar kapal. Kapal ini melakukan tugasnya dengan cara menarik atau mendorong kapal lain menuju pelabuhan.

Kapal tunda merupakan bagian penting dari kelas kapal yang memiliki peran khusus dalam membantu kapal-kapal besar saat memasuki atau meninggalkan pelabuhan. Selain tugas utamanya dalam menarik kapal

menuju pelabuhan, kapal tunda juga memiliki fungsi tambahan seperti menyediakan kebutuhan vital bagi kapal lain, seperti air dan udara.

Kapal tunda juga memiliki peran yang sangat penting dalam membantu operasi tongkang yang tidak memiliki sistem propulsi sendiri, anjungan minyak, rakit kayu, dan sejenisnya. Berkat desain strukturalnya yang kokoh, kapal tunda, meskipun berukuran kecil, memiliki kekuatan yang relatif besar.

Kekuatan luar biasa dari kapal tunda ini sebagian besar berasal dari sistem propulsi mereka. Selain itu, kapal tunda juga memiliki beberapa fungsi sekunder yang penting, seperti:

- Berfungsi sebagai kapal penyelamat dan pemecah es.
- Dilengkapi dengan aksesoris pemadam kebakaran untuk membantu dalam situasi darurat di pelabuhan atau tongkang.
- Berperan sebagai kapal penyelamat dalam situasi sulit, seperti saat berada di kanal sempit atau cuaca buruk.

Meskipun sebagian besar kapal tunda dapat berlayar ke laut, ada beberapa yang tidak memiliki sistem propulsi, seperti kapal tunda sungai. Kapal tunda sungai adalah jenis kapal penarik yang dirancang khusus untuk membantu operasi di sungai dan kanal. Variasi dalam desain lambung kapal ini membuat mereka berpotensi berbahaya jika berlayar ke laut terbuka.

Beberapa pembuat kapal tunda yang terkenal di antaranya adalah *Ranger Tugs*, *Florida Bay*, *American Tug*, *Nordic Tug*, dan *Tugboat*. Mereka memproduksi berbagai jenis sistem propulsi, termasuk yang menggunakan bahan bakar diesel dan gas, baik *inboard* maupun *outboard*.

Kapal tunda dikenal dengan *draft* yang moderat dan lebar yang lebih besar, sehingga mereka sangat cocok untuk berbagai jenis aktivitas perahu, baik itu komersial maupun rekreasi, di lokasi pesisir, pantai, dan lepas pantai. Kapal tunda juga dapat mengangkut sekitar 6 hingga 8 penumpang atau tamu. (Ahmad, 2024)

Menurut Goletto, John. (2018) dalam buku "*The Role of Tugboats in the Shipping Industry.*" *Maritime Logistics and Port Management, Tugboat*

merupakan sebuah kapal kecil yang didesain khusus untuk menarik atau mendorong kapal-kapal besar seperti tongkang, kapal barang, atau kapal penumpang. Fungsi utama *tugboat* adalah membantu kapal yang tidak memiliki kemampuan bermanuver sendiri masuk ke pelabuhan, menyeberangi perairan sempit, mengatasi arus laut yang kuat, atau membantu dalam proses sandar dan lepas tambat. *Tugboat* biasanya dilengkapi dengan mesin yang kuat dan kemudi yang fleksibel, sehingga mampu memberikan daya dorong yang cukup untuk menggerakkan kapal besar.

Kapal tunda pelabuhan, yang juga dikenal sebagai *Harbour Tug*, memiliki peran penting dalam membantu kapal-kapal lain untuk merapat ke dermaga. Tugas ini dilakukan berdasarkan ukuran kapal yang membutuhkan bantuan, yang dapat memerlukan satu, dua, atau bahkan tiga unit kapal tunda. Posisi ketiga kapal tunda akan berbeda saat menunda kapal, yang menghasilkan klasifikasi kapal tunda berdasarkan posisi mereka saat menunda kapal. Klasifikasi tersebut adalah:

1. Kapal tunda Tarik (*Towing Tugboat*): Kapal tunda ini memiliki tugas utama untuk menarik kapal lain menuju tujuan yang diinginkan.
2. Kapal tunda Dorong (*Pushing Tugboat*): Kapal tunda ini memiliki peran untuk mendorong kapal lain dari belakang untuk membantu mereka menuju tujuan yang diinginkan.
3. Kapal tunda Tempel (*Side Tugboat*): Kapal tunda ini beroperasi dengan menempel pada sisi kapal lain dan membantu dalam manuver lateral, seperti saat merapat ke dermaga.

Dengan demikian, kapal tunda pelabuhan memainkan peran penting dalam operasi pelabuhan, membantu kapal-kapal lain dalam proses merapat dan meninggalkan dermaga dengan aman dan efisien. (Razak, 2019)

### 2.3.2 Kapal Tunda Berdasarkan Daerah Operasi

Berikut adalah beberapa jenis kapal tunda yang dikategorikan berdasarkan daerah operasionalnya, seperti yang dijelaskan oleh Tasrun Sjahrin:

1. ***Ocean Going Tug***: Ini adalah jenis kapal tunda pelayaran besar yang beroperasi di lautan lepas. Kapal ini memiliki fungsi penting sebagai penyedia logistik untuk mendukung kegiatan *offshore*.
2. ***Coastwise and Estuary Tug***: Kapal tunda jenis ini beroperasi di sekitar perairan pantai. Kapal ini memiliki tugas utama untuk melakukan kegiatan ship to ship, di mana muatan dari kapal induk dibongkar ke tongkang untuk selanjutnya didistribusikan ke pelabuhan.
3. ***Estuary and Harbour Tug***: Kapal tunda jenis ini beroperasi di sekitar pelabuhan dan memiliki fungsi sebagai penarik kapal keruk dan kapal assist di pelabuhan.
4. ***Shallow Draught Pusher Tug***: Kapal tunda jenis ini beroperasi di perairan dangkal dan memiliki sarat yang rendah. Kapal ini dirancang khusus untuk beroperasi di perairan dengan kedalaman yang terbatas.
5. ***River and Dock Tug***: Kapal tunda jenis ini beroperasi di sekitar area sungai dan dok. Kapal ini memiliki kemampuan tarik yang kurang dari 3 knot dan khususnya digunakan untuk menunda kapal di sekitar area sungai. (Wiryawan, 2020)

### 2.3.3 Kapal Tunda Berdasarkan Sistem Propulsi

Berikut adalah beberapa jenis kapal tunda yang diklasifikasikan berdasarkan sistem propulsinya:

1. ***Conventional Tug***: Kapal tunda dengan tipe konvensional ini menggunakan sistem propulsi *single screw* atau *twin screw*. Meskipun teknologi yang digunakan cukup sederhana dan biaya pembuatannya relatif murah, kapal tunda jenis ini memiliki keterbatasan dalam kemampuan manuver. Oleh karena itu, kapal tunda ini lebih cocok untuk operasi dengan tingkat kesulitan rendah, seperti menarik tongkang.

Meski demikian, kapal tunda dengan desain sistem propulsi ini biasanya tahan lama dan memiliki banyak keuntungan, seperti konsumsi bahan bakar yang lebih rendah dan cocok untuk pelayaran jarak jauh.

2. **ASD (Azimuth Stern Drive)**: Kapal tunda jenis ini dilengkapi dengan sistem propulsi yang memiliki *kort nozzle* pada propellernya, yang masih berputar pada sumbu horizontal. *Kort nozzle* dan propeller dapat berputar 360 derajat terhadap sumbu vertikal, memungkinkan tenaga disalurkan ke segala arah, sehingga tidak memerlukan *rudder* lagi untuk manuver. Kapal tunda jenis ini sangat cocok untuk pekerjaan seperti membantu kapal lain merapat di pelabuhan, menarik tongkang, dan membantu kapal lain saat proses *ship to ship*. Meski demikian, tipe propulsi ini kurang efektif dalam *assist* dengan *stern* atau buritan dalam manuver.
3. **ATD (Azimuth Tractor Drive)**: Kapal tunda dengan sistem penggerak jenis ini hampir sama dengan ASD, namun yang membedakan adalah posisi *thruster* atau baling-baling berada di depan. Hal ini memudahkan dalam kondisi *towing* atau *assist*, karena tidak perlu memindahkan tali *towing* ke depan dan ke belakang, cukup dengan memendekkan tali *towing* dan kapal bisa langsung beroperasi.
4. **VWT (Voith Water Tractor)**: Kapal tunda jenis ini memiliki baling-baling dengan poros vertikal yang jumlahnya bisa mencapai enam atau delapan buah. Sistem ini berputar pada sumbu horizontal dan tidak memerlukan *rudder* lagi karena baling-balingnya berfungsi sebagai *rudder*. (Wiryawan, 2020)

#### **2.3.4 Pengertian Kapal Tongkang**

Tongkang, yang juga dikenal sebagai ponton, adalah jenis kapal dengan lambung datar atau berbentuk kotak besar yang mampu mengapung. Kapal ini memiliki fungsi utama untuk mengangkut barang dan biasanya ditarik oleh kapal tunda. Selain itu, tongkang juga digunakan untuk mengakomodasi pasang-surut, seperti pada dermaga apung.



Gambar 2.2 Kapal Tongkang

Sumber: <https://www.ktushipyard.com/news-and-events/barges-turn-out-to-provide-great-benefits-for-business>

Tongkang juga sering digunakan untuk mengangkut kendaraan menyeberangi sungai, terutama di daerah yang belum memiliki jembatan dan akses yang memadai untuk penyeberangan.

Pada periode 1960an hingga 1980an, tongkang sangat banyak digunakan di jalur lintas Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Namun, sekarang sebagian besar sudah digantikan dengan jembatan. Meski demikian, untuk keperluan wisata, tongkang masih digunakan. Untuk meningkatkan kestabilan kapal, biasanya digunakan dua ponton yang digabungkan secara paralel. Berbeda dengan kapal pada umumnya, tongkang tidak memiliki sistem pendorong atau propulsi. Pembuatan kapal tongkang juga berbeda karena hanya melibatkan konstruksi saja, tanpa sistem seperti kapal pada umumnya.

Ada beberapa alasan yang membuat pengapalan barang dengan tongkang sangat populer dan umum dijumpai di wilayah Asia Pasifik. Salah satunya adalah kemudahan akses, dimana ukuran kapal tunda dan tongkang lebih kecil dengan sarat air atau *draft* yang lebih rendah dibandingkan kapal besar, sehingga mampu menjangkau lokasi-lokasi yang sulit dijangkau oleh kapal besar. Selain itu, biaya operasional dan perawatan kapal tunda dan tongkang jauh lebih rendah dibandingkan kapal penjelajah samudra lainnya. Tongkang juga disukai karena sifatnya yang serbaguna. Seperti kapal kargo

biasa, kapal ini mampu mengangkut berbagai jenis kargo walaupun dalam jumlah yang jauh lebih sedikit.(Wiryawan, 2020)

### 2.3.5 Jenis Kapal Tongkang

Berikut ini adalah penjelasan yang lebih mendalam dan panjang tentang berbagai jenis tongkang:

1. ***Barracks Barge***: Dikenal juga sebagai rumah kapal, tongkang jenis ini biasanya digunakan sebagai tempat tinggal dan sangat populer di beberapa negara seperti Kamboja, India Utara (Kashmir), Laos, Australia dan Kanada. Tongkang ini memberikan pemandangan yang menarik saat berlabuh di sungai atau danau, menciptakan gambaran unik tentang kehidupan di atas air.
2. **Tongkang Kargo Curah Kering**: Tongkang ini dirancang khusus untuk mengangkut berbagai jenis kargo kering. Ini mencakup berbagai jenis barang, mulai dari biji-bijian makanan, pasir, hingga mineral seperti baja dan batu bara. Tongkang ini memainkan peran penting dalam sistem pengangkutan barang melalui jalur air.
3. **Tongkang Pengangkut Kargo Cair**: Berbeda dengan tongkang kargo curah kering, tongkang ini dirancang untuk mengangkut barang-barang cair. Ini termasuk petrokimia, pupuk, dan berbagai bahan kimia industri lainnya yang umumnya diangkut dalam bentuk cair.
4. **Tongkang Pengapung Mobil**: Tongkang ini memiliki sejarah panjang, terutama digunakan pada awal abad ke-20 untuk mengangkut kereta api. Tongkang ini berfungsi seperti kereta api portabel, memungkinkan kereta api untuk diangkut dari satu tempat ke tempat lain. Meski teknologi telah berkembang, tongkang jenis ini masih digunakan di beberapa wilayah Amerika Serikat.
5. ***Split Hopper Barge***: Tongkang ini unik karena dirancang khusus untuk mengangkut material hasil kerukan. Tongkang ini dilengkapi dengan alat bongkar muat yang tepat dan sering digunakan dalam proyek konstruksi kelautan. Tongkang ini dapat membongkar material seperti tanah, pasir,



dan material kerukan lainnya di lokasi proyek. Beberapa tongkang ini bahkan dilengkapi dengan motor hidrolik dan unit silinder untuk membelah lambung kapal, memudahkan proses bongkar muat.

6. **Tongkang Lainnya:** Selain jenis tongkang yang telah disebutkan, masih ada beberapa jenis tongkang lainnya. Misalnya, tongkang listrik, yang berfungsi sebagai pembangkit listrik yang dapat dipindahkan. Ada juga *Royal Barges*, yang digunakan sebagai platform untuk perayaan acara kerajaan. Praktek ini masih berlaku di beberapa negara seperti Inggris, di mana sistem monarki masih berlaku. (Jha, 2020)

### 2.3.6 Ukuran Kapal Tongkang dan Kapasitas Muatan

Tongkang atau kapal dengan dasar datar tersedia dalam berbagai ukuran dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan transportasi yang berbeda. Ukuran tongkang biasanya ditentukan berdasarkan panjang totalnya dalam satuan kaki, seperti tongkang 180 kaki, tongkang 230 kaki, dan seterusnya. Kapasitas muatan dari setiap tongkang berbeda-beda, tergantung pada panjang totalnya dan jenis barang yang akan diangkut.

**Tongkang 180 Kaki:** Meskipun tongkang ini kurang populer, namun memiliki kapasitas untuk mengangkut kargo hingga sekitar 2000 Metrik Ton. Spesifikasi ukurannya mencakup panjang total 180ft (52.67m), lebar 50ft (15.24m), dan lebar pintu ramp 5.00 m. Tongkang ini memiliki bobot mati 1500 ton dengan kekuatan dek 5 ton/meter persegi.

**Tongkang 230 Kaki:** Tongkang ini biasanya disebut sebagai tongkang ukuran kecil hingga menengah dan dapat mengangkut kargo hingga 4000 Metrik ton. Spesifikasi ukurannya mencakup panjang total 230ft (70m), beban dek 8,0 ton/meter persegi (beban merata), dan bufet depan 2,44 m 8 kaki.

**Tongkang 270 Kaki:** Tongkang berukuran 270 kaki biasanya disebut sebagai tongkang ukuran sedang. Tongkang ini dapat mengangkut 6000 MT kargo dalam satu perjalanan. Spesifikasi ukurannya mencakup panjang total 82,3 m atau 270 kaki, lebar 72 kaki, dan kedalaman 18 kaki. Dek tongkang

ini mampu menahan beban 7 ton/m<sup>2</sup>. Tongkang ini memiliki nilai tonase kotor di Smitt Brackets sekitar 2387.

**Tongkang 300 Kaki:** Tongkang ini adalah jenis yang paling banyak digunakan. Alasan popularitasnya adalah karena kapasitasnya untuk mengangkut kargo dalam jumlah besar, bahkan hingga 8000 MT kargo dalam satu perjalanan, dan memiliki kapasitas dukung beban terbesar di antara semua tongkang. Spesifikasi ukuran umum tongkang 300ft mencakup Panjang Keseluruhan 91.440 m (300 ft); lebar cetakan 27.432m (90 kaki); Kedalaman Cetakan 6.096 m (20 kaki); Bobot mati 9700 ton (pada *Summer Draft*); luas dek 2508 meter persegi; Beban Dek 25 ton/meter persegi (beban merata). (Jha, 2020)

### **2.3.7 Peran Kapal *Tugboat* dan Tongkang**

Di Indonesia, khususnya di pulau Kalimantan di provinsi Kalimantan Utara, terdapat cadangan batu bara terbesar yang mencapai sekitar 919,4 juta ton mengacu pada buku Outlook Energi Kementerian ESDM total sumberdaya batu bara tahun 2022. Batu bara ini memiliki kualitas baik dengan kadar total kelembaban 20%, kadar kelembaban melekat sebesar 12%, kadar debu sebesar 5%, kadar sulfur sebesar 0.3%, dan nilai kalor sebesar 6000 kkal/kg. Berdasarkan klasifikasi ASTM D 336, batu bara asal Kaltara ini termasuk dalam kategori batu bara jenis sub-bituminous tipe A.

Jenis batu bara ini sangat cocok digunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik tenaga uap. Di Indonesia, banyak terdapat Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) sehingga konsumsi bahan bakar jenis batu bara ini sangat tinggi. Ketersediaan batu bara jenis sub-bituminous yang berlimpah di Indonesia ini menjadikan aktivitas pertambangan batu bara semakin meningkat.

Dalam kegiatan pertambangan, distribusi hasil tambang merupakan bagian yang tidak terpisahkan. Di sektor batu bara, khususnya di wilayah pantai dan wilayah lepas pantai, sangat dibutuhkan sarana dan prasarana

yang menunjang kegiatan transportasi untuk memindahkan barang. Tongkang menjadi salah satu alternatif yang paling banyak digunakan. Tongkang adalah alat apung yang berbentuk hampir seperti kotak karena koefisien blok-Nya adalah satu. Tongkang berfungsi seperti wadah raksasa tanpa dilengkapi mesin sehingga memiliki kapasitas muat yang sangat besar. Untuk menggerakkan tongkang, digunakan *tugboat* dengan kapasitas tenaga besar. (Azharul & Dharmanto, 2020)

Selain itu, tongkang juga memiliki fleksibilitas dalam hal rute pengiriman. Dengan ukuran yang relatif kecil dibandingkan kapal-kapal besar lainnya, tongkang dapat mengakses pelabuhan-pelabuhan yang memiliki kedalaman air terbatas. Ini memungkinkan tongkang untuk mengangkut batu bara dari tambang-tambang terpencil yang sulit dijangkau oleh kapal besar. Dalam hal biaya, menggunakan *tugboat* dan tongkang dalam pengangkutan batu bara dapat lebih efisien dibandingkan dengan metode transportasi lainnya. Biaya operasional *tugboat* dan tongkang relatif lebih rendah, terutama untuk jarak jauh. *Tugboat* dan tongkang juga dirancang untuk mengangkut muatan berat seperti batu bara dengan aman. Mereka memiliki lambung yang kuat dan tahan terhadap kondisi cuaca yang berat, yang penting untuk menjaga keamanan muatan. Terakhir, *tugboat* digunakan untuk menarik tongkang yang membawa batu bara dan membantu proses sandar di dermaga. Ini memungkinkan pengangkutan batu bara melalui sungai-sungai dan perairan dangkal yang sempit. Oleh karena itu, kombinasi *tugboat* dan tongkang menjadi pilihan yang efektif dan efisien untuk pengangkutan batu bara.

## 2.4 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Daftar Penelitian yang Telah Dilakukan

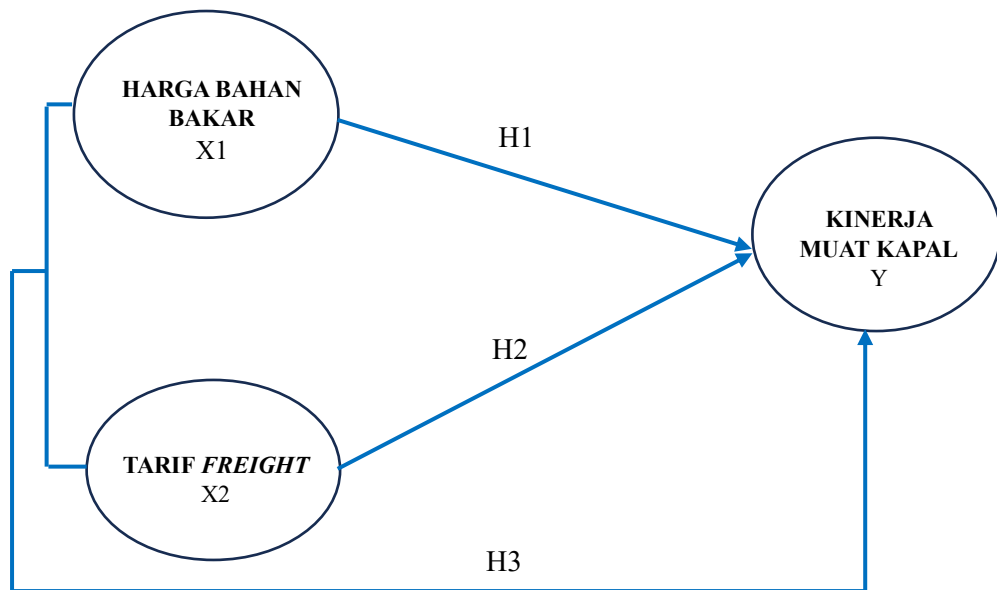
No	Nama Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Variabel yang Digunakan
1	Kartika Tri Utami, KTU and Soedarmanto, SE., MM, SD (2023)	<i>ANALISA EFEKTIVITAS PENGADAAN BARANG DAN JASA SECARA ELEKTRONIK (E-PROCUREMENT) MELALUI APLIKASI SECURE DI PT PELABUHAN INDONESIA (PERSERO)</i>	1. Efektivitas Pengadaan Barang & Jasa 2. Aplikasi Secure
2	Setyaningsih, Octavia (2022)	<i>Analisis Rute Dalam Efisiensi Operasional Kapal KM. Anyer Mas Di PT. Temas Shipping Ke Pelabuhan Tujuan</i>	1. Rute 2. Operasional Kapal 3. Pelabuhan Tujuan
3	Tanti, Malidya Aries (2020)	<i>On Hire Dan Off Hire Terhadap Biaya Carter Kapal Tunda</i>	1. <i>On Hire</i> 2. <i>Off Hire</i> 3. Biaya Carter
4	Hinriyani, Erlien (2019)	<i>Analisis Keterlambatan Dan Efektifitas Kinerja Bongkar Muat Petikemas Terhadap Pendapatan Terminal Mirah Di Pt. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak Surabaya.</i>	1. Keterlambatan 2. Efektivitas Bongkar Muat 3. Pendapatan

5	Nanda Aira Nur Anisa, NAN and Dian Arisanti, DA (2023)	<i>ANALISIS PERALATAN BONGKAR MUAT, KINERJA OPERATOR DAN EFEKTIVITAS LAPANGAN TERHADAP PRODUKTIVITAS BONGKAR MUAT DI TERMINAL BERLIAN</i>	1. Alat Bongkar Muat 2. Kinerja Operator 3. Efektivitas Lapangan 4. Produktivitas
6	Armando Ega Kusuma, Rizky (2022)	<i>Pengaruh Keterampilan Kerja, Kinerja Operator Head Truck Dan Pemeliharaan Head Truck Terhadap Produktivitas Di PT. Terminal Petikemas Surabaya</i>	1. Keterampilan kerja 2. Kinerja Operator 3. Pemeliharaan Head truck 4. Produktivitas

Sumber : Data Diolah (2024)

## 2.5 Kerangka Penelitian

Berikut kerangka konsep penelitian dalam penulisan ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.3 Kerangka Penelitian

## 2.6 Hipotesis

Sesuai dengan rumusan masalah yang telah dirumuskan diatas, maka peneliti akan mengajukan hipotesis sebagai berikut:

H1 : Harga bahan bakar berpengaruh terhadap kinerja muat kapal *tugboat* dan tongkang pada PT. Sarana Anugerah Samudra

H2 : Tarif *freight* muatan batu bara berpengaruh terhadap kinerja muat kapal *tugboat* dan tongkang pada PT. Sarana Anugerah Samudra.

H3 : Harga bahan bakar dan tarif *freight* muatan batu bara secara bersama-sama berpengaruh terhadap kinerja muat kapal *tugboat* dan tongkang pada PT. Sarana Anugerah Samudra