

# Internalisasi Biaya Eksternal pada Angkutan Laut BBM Domestik

Ni Putu Intan Pratiwi dan Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail*: firmanto@na.its.ac.id

**Abstrak**— Aktivitas pengangkutan BBM domestik lewat laut, seperti halnya aktivitas transportasi yang lain memiliki biaya transportasi yang harus ditanggung oleh penyedia jasa angkutan. Biaya ini adalah biaya internal transportasi yang timbul oleh angkutan (moda) untuk mengangkut BBM dari pelabuhan muat (*loading*) ke pelabuhan bongkar (*discharge*). Biaya ini adalah biaya yang terlihat langsung dan merupakan biaya yang berpengaruh dalam pengambilan keputusan transportasi. Namun selain menimbulkan biaya internal, aktivitas pengangkutan BBM domestik juga menimbulkan biaya eksternal.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis seberapa besar biaya eksternal yang timbul akibat proses pengangkutan BBM domestik lewat laut dan dampaknya pada unit biaya transportasi. Biaya eksternal adalah eksternalitas yang dikuantifikasi ke dalam satuan biaya. Biaya eksternal ini merupakan biaya yang biasanya tidak diperhitungkan, padahal biaya ini berdampak besar bagi pengangkutan BBM domestik. Biaya eksternal yang dijabarkan dalam penelitian ini antara lain biaya atas utilitas armada, biaya atas kongesti dan biaya atas polusi udara.

Internalisasi biaya eksternal merupakan digunakan untuk mengetahui signifikansi biaya eksternal tersebut terhadap unit biaya angkutan laut BBM domestik, mengingat beberapa jenis BBM masih disubsidi. Analisis sensitivitas juga dilakukan untuk masing-masing komponen biaya eksternal untuk mengetahui efek dari biaya tersebut terhadap unit biaya transportasi. Internalisasi ini akan menyebabkan rata-rata kenaikan unit biaya angkutan laut BBM domestik dari 363 Rp/Liter menjadi 586 Rp/Liter. Namun, proses internalisasi ini akan membuat penyedia jasa angkutan terhindar dari pengeluaran yang tidak terencana akibat eksternalitas.

**Kata Kunci**— BBM domestik, biaya eksternal, eksternalitas, internalisasi.

## I. PENDAHULUAN

Kegiatan transportasi laut memberikan dampak negatif (*cost*) pada lingkungan. Berlawanan dengan keuntungannya, biaya dari efek negatif (eksternalitas) transportasi laut ini umumnya tidak ditanggung oleh pengguna transportasi laut. Pengguna transportasi biasanya tidak memperhitungkan biaya akibat eksternalitas ini dalam pengambilan keputusan mereka. Biaya inilah yang disebut sebagai biaya eksternal. Sama halnya dalam proses pengangkutan bahan bakar minyak domestik (selanjutnya disebut BBM domestik), biaya dari efek ini tidak tercermin dalam unit biaya transportasinya. Tidak diperhitungkannya biaya eksternal ini mempengaruhi besarnya harga BBM

domestik yang ditanggung oleh konsumen BBM domestik dan besarnya biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna jasa angkutan laut yang lain.

Internalisasi biaya eksternal merupakan satu-satunya jalan agar efek negatif yang disebabkan oleh kegiatan transportasi laut ini ditanggung oleh pihak yang menimbulkannya. Internalisasi biaya eksternal berarti membuat sebuah bagian yang mempengaruhi proses pengambilan keputusan para pengguna transportasi. Sesuai dengan pendekatan teori kesejahteraan, internalisasi biaya eksternal dengan menggunakan instrumen berbasis pasar dapat mengarah pada penggunaan infrastruktur yang lebih efisien, pengurangan efek samping negatif dari aktivitas transportasi dan peningkatan rasa keadilan diantara pengguna jasa transportasi [1].

## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Tahap Telaah

Hal pertama yang dilakukan pada tahap ini adalah menentukan poin permasalahan yang akan ditilik lebih dalam pada penelitian ini dan menetapkan batasan pembahasan masalah. Studi literatur merupakan langkah lanjut yang dilakukan untuk menemukan dasar teori yang mendukung proses pemecahan masalah. Selanjutnya konsolidasi data dilakukan untuk mengetahui gambaran kinerja dan mekanisme angkutan laut BBM domestik dari segi waktu dan biaya. Metode yang digunakan pada tahap ini berupa pengumpulan data secara langsung dan tidak langsung.

Data yang dikumpulkan secara tidak langsung berupa muatan jenis-jenis BBM ke tiap-tiap daerah di Indonesia sebagai data awal untuk menggambarkan jumlah *demand* angkutan laut BBM domestik, jumlah dan spesifikasi masing-masing kapal yang digunakan sebagai alat angkut (termasuk di dalamnya spesifikasi mesin yang digunakan kapal), nilai *port charges* di masing-masing wilayah pelabuhan (labuh, tambat, pandu, tunda), waktu keluar-masuk kapal dan waktu selama melakukan aktivitas *loading/discharge* di pelabuhan, *charter rate* kapal serta data spesifikasi pelabuhan (*draft*) untuk menghitung unit biaya internal transportasi dan eksternalitas. Data yang langsung dikumpulkan adalah diskusi dengan pihak terkait tentang aturan pembebanan dan besaran *demmurage* pada kondisi eksisting.

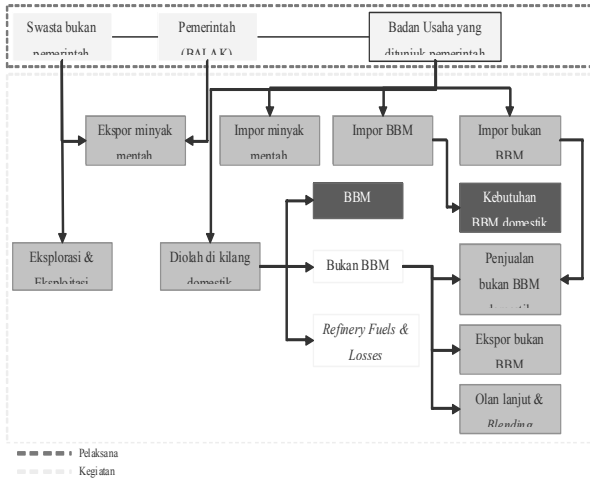
### B. Tahap Analisis

Sesuai dengan rumusan masalah yang sudah ditetapkan, dilakukanlah analisis pada data yang sudah dikumpulkan untuk

mengetahui biaya internal transportasi dan biaya eksternal transportasi. Unit biaya eskternal ini selanjutnya diinternalisasi pada biaya eksisting (biaya internal). Selanjutnya analisis sensitivitas dilakukan pada masing-masing komponen biaya eksternal untuk mengetahui signifikansi pengaruhnya terhadap biaya pengangkutan BBM domestik. Tahap ini akan menghasilkan nilai unit biaya transportasi BBM domestik yang sudah mencerminkan biaya eksternalnya.

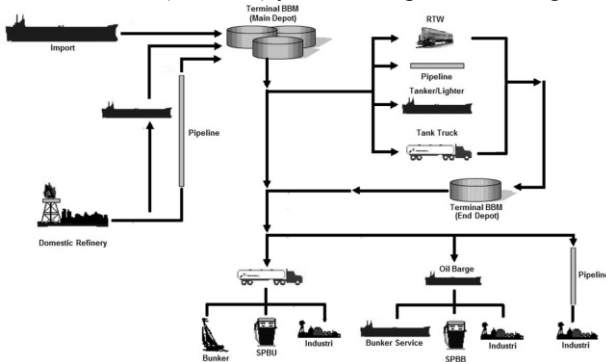
### III. GAMBARAN UMUM

#### A. Gambaran Umum Pengangkutan BBM di Indonesia



Gambar 1. Sistem dan Pelaksana Industri Perminyakan Indonesia

Gambar 1 memperlihatkan bahwa dalam menyediakan BBM dalam negeri badan usaha yang ditunjuk pemerintah (PT. Pertamina Persero) memperoleh minyak mentah dari hasil eksplorasi dan eksploitasi dengan melakukan Kontrak Kerja Sama (KKS) atau Kontrak *Production Sharing* (KPS) dengan Badan Pelaksana (BALAK) yaitu badan pelaksana Migas.



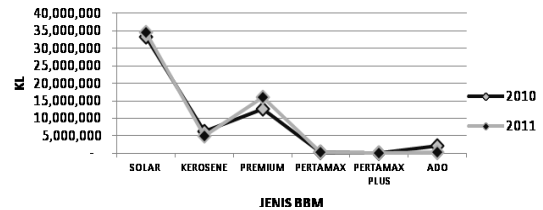
Gambar 2. Proses Distribusi BBM

Proses distribusinya terdapat pada Gambar 2, dimana minyak hasil pengolahan di kilang dalam negeri dan minyak yang diimpor dangkut dengan menggunakan kapal dan di timbun di depot utama. Minyak dari depot utama dapat langsung didistribusikan ke pengguna produk minyak atau dapat ditimbun terlebih dahulu di depot akhir dan selanjutnya didistribusikan ke pengguna (*end user*). Moda angkutnya

berupa kereta api, pipa, kapal *tanker* dan truk.

#### B. Jenis dan Jumlah Angkutan Laut BBM Domestik

BBM yang diangkut untuk memenuhi kebutuhan domestik berjumlah rata-rata 34.05% dari total seluruh minyak yang diangkut oleh badan usaha yang sama, dimana persentase ini menunjukkan bahwa BBM merupakan angkutan laut yang paling dominan jumlahnya jika dibandingkan dengan kelompok *crude oil*, *black oil* maupun *white oil* lainnya.

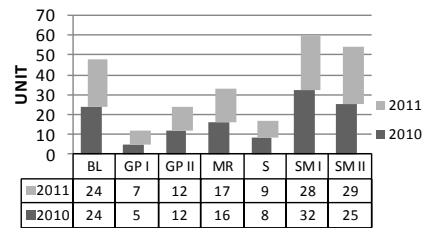


Gambar 3. Jumlah Angkutan BBM

Jenis BBM yang dibahas dalam penelitian ini antara lain dolar, kerosene, premium, pertamax, pertamax plus dan ADO. Gambar 3. menunjukkan bahwa, solar memiliki rata-rata 61.05% (33883808 KL) dari total BBM yang diangkut lewat laut tahun 2010 dan 2011. Secara berturut-turut peringkat jumlah angkutan BBM domestik berikutnya yaitu jenis premium, kerosene. Terlihat dari jumlah ini pemakaian BBM bersubsidi dapat dikatakan masih dalam jumlah yang besar.

#### C. Kapal Pengangkut BBM Domestik

Pada tahun 2010, sebanyak 123 kapal tanker dengan komposisi 95 kapal *charter* dan 28 kapal milik dioperasikan untuk mengangkut BBM domestik. Sedangkan pada tahun 2011, sebanyak 126 kapal tanker yang dioperasikan untuk memnuhi kebutuhan BBM domestik dengan komposisi 99 kapal *charter* dan 27 kapal milik. Hanya ada tambahan 3 unit kapal selama du tahun tersebut. Perkembangan jumlah kapal pada tahun 2010 - 2011 untuk masing-masing jenis berdasarkan kategori DWT dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kapal Pengangkut BBM Domestik

### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Biaya Internal Transportasi

Analisis biaya internal transportasi ini dilakukan dengan menghitung unit biaya internal untuk mengangkut BBM domestik lewat laut dari sudut pandang pemilik moda angkut. Penghitungan unit biaya internal ini biasanya diperhitungkan dalam pengambilan keputusan untuk melakukan transportasi. Unit biaya yang dihitng dalam bagian ini adalah ongkos yang dibutuhkan untuk mengangkut BBM dari pelabuhan muat (*load*) menuju ke pelabuhan bongkar (*discharge*) per satuan

volume yang diangkut.

**Sea time dan Port Time**

Komponen *sea* dan *port time* memberikan pengaruh besar terhadap besar atau kecilnya unit biaya angkutan laut BBM domestik. Dimana *sea time* dalam penelitian ini adalah fungsi dari jarak dan kecepatan rata-rata kapal untuk melalui jalur tersebut.

$$Sea\ time\ (hours) = \frac{S_{load-disch\ port}}{V_{ship}} \dots\dots\dots(1)$$

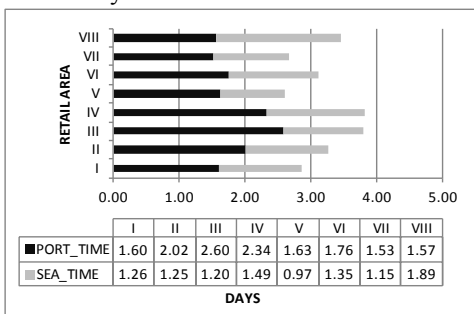
*Port time* adalah komponen yang lebih kompleks karena di dalamnya merupakan waktu dari semua kegiatan yang dilakukan kapal sejak memasuki area pelabuhan. Dengan,

$$Maneuvering\ time = (ATA - Berthing) + (Unberthing - ATD) \dots\dots(2)$$

dan

$$Maneuvering\ time = (ATA - Berthing) + (Unberthing - ATD) \dots\dots(3)$$

Dari hasil analisis yang dilakukan terhadap penggunaan waktu untuk setiap kegiatan kapal didapatkan rata-rata penggunaan waktu di setiap daerah Pemasaran. Gambar 5 menunjukkan bahwa port time mengambil porsi lebih banyak dari pada sea time, kecuali untuk daerah Pemasaran VIII. Porsi penggunaan waktu di pelabuhan paling besar ada pada daerah Pemasaran III, sedangkan untuk daerah Pemasaran VIII memiliki kondisi sebaliknya. Dimana wilayah Pemasaran III memiliki rata-rata waktu di pelabuhan sebesar 2.6 hari dibandingkan waktu pelayaran rata-rata untuk mencapai wilayah tersebut hanya selama 1.2 hari.



Gambar 5. Sea Time dan Port Time Masing-masing Daerah Pemasaran

**Bunker Cost**

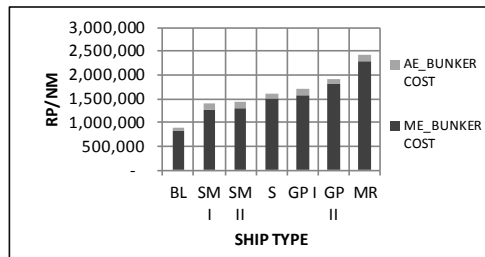
*Bunker cost* merupakan fungsi dari konsumsi bahan bakar sesuai dengan spesifikasi teknis kapal. Untuk mendapatkan konsumsi bahan bakar masing-masing kapal setiap jam untuk masing-masing gerakan dan masing-masing mesin digunakan persamaan :

$$Fuel\ cons. = Engine\ Size \times SFC \times \% Load\ of\ MCR \dots\dots\dots(3)$$

Sehingga,

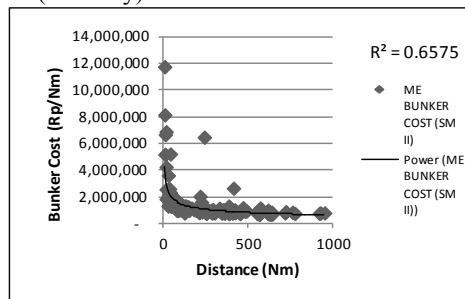
$$Bunker\ Cost = (fuel\ use \times density) \times load\ factor \times hours \times fuel\ price \dots\dots\dots(4)$$

Hasil analisis yang dilakukan terhadap biaya bahan bakar menunjukkan bahwa biaya bahan bakar untuk ME jauh lebih besar daripada AE, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Hal ini disebabkan karena persentase dan waktu penggunaan ME jauh lebih banyak daripada AE. Konsumsi bahan bakar ini juga dipengaruhi oleh daya mesin yang tergambar dari ukuran kapal, oleh sebab itu pemakaiannya terlihat meningkat seiring dengan bertambah besarnya ukuran kapal.



Gambar 6. Bunker Cost Masing-masing Tipe Kapal

Selain itu didapatkan juga bahwa nilai bunker cost untuk ME dipengaruhi oleh jarak tempuh (nm), seperti yang tertera pada Gambar 7. Dimana semua korelasi dengan menggunakan power regression, antara jarak tempuh (sumbu x) dengan bunker cost (sumbu y) memiliki nilai R<sup>2</sup> > 0.5.



Gambar 7. Contoh Korelasi ME Bunker Cost dengan Jarak Tempuh

**Port Charges**

*Port charges* adalah biaya yang dibebankan dengan fungsi waktu kapal melakukan aktivitas di area pelabuhan, ukuran kapal (GT), tipe pelabuhan serta jenis muatannya. Merupakan penjumlahan dari :

$$Biaya\ labuh \left( \frac{Rp}{GT} - kunjangan \right) = GT_{ship} \times Biaya\ labuh \dots\dots\dots(5)$$

$$Biaya\ tambat \left( \frac{Rp}{GT} - etmal \right) = GT_{ship} \times Biaya\ tambat \dots\dots\dots(6)$$

$$Biaya\ pandu\ fixed \left( \frac{Rp}{gerakan} \right) = 4 \times Biaya\ pandu\ fixed \dots\dots\dots(7)$$

$$Biaya\ pandu\ var \left( \frac{Rp}{GT} - gerakan \right) = 4 \times GT_{ship} \times Biaya\ pandu\ var \dots\dots\dots(8)$$

$$Biaya\ tunda\ fixed \left( \frac{Rp}{jam} \right) = jam \times Biaya\ tunda\ fixed \dots\dots\dots(9)$$

$$Biaya\ tunda\ var \left( \frac{Rp}{GT} - jam \right) = jam \times GT_{ship} \times Biaya\ tunda\ var \dots\dots\dots(10)$$

Dari hasil analisis terhadap port charges, didapatkan bahwa kapal yang mengunjungi wilayah Pelindo 3 memiliki rata-rata port charges paling besar, menyusul pelindo 1 dan 2.

**Charter Hire Rate**

Komponen ini merupakan komponen biaya operasional tetap yang nilainya didapat dari rata-rata data historis *charter rate* kapal yang digunakan untuk mengangkut BBM tahun 2010-2011. Biaya ini diubah dari satuan US\$ menjadi rupiah dengan mengalikan nilainya dengan rata-rata kurs di masing-masing tahun. Rata-rata *charter rate* kapal pada tahun 2010 adalah Rp. 77.623.321,-/day dengan rata-rata kurs Rp. 9085,-, sedangkan pada tahun 2011 sebesar Rp. 75.016.439,-/day dengan rata-rata kurs Rp. 8779,-.

**Unit Biaya Internal Transportasi**

Unit biaya untuk biaya internal transportasi merupakan fungsi dari total semua biaya dan jumlah masing-masing jenis BBM yang diangkut.

$$Unit\ cost_i\ (Rp/Lt) = \frac{(Bunker\ cost + Port\ charges + TCH)}{Total\ cargo} \dots\dots\dots(11)$$

Setiap daerah Pemasaran memiliki besaran unit biaya yang berbeda, hal ini disebabkan karakteristik alur pelayaran setiap daerah yang beragam sehingga menyebabkan perbedaan waktu tempuh dan berdampak pada biaya operasional kapal.



Gambar 8. Rata-rata Unit Biaya Internal

Gambar 8 menunjukkan hasil analisis unit biaya internal dimana, daerah Pemasaran V memiliki unit biaya paling tinggi yaitu sebesar 649. Sedangkan unit biaya paling rendah terjadi pada pengangkutan BBM ke daerah Pemasaran III. Rata-rata unit biaya untuk mengangkut BBM ke semua daerah adalah sebesar 363 Rp/Lt.

**B. Analisis Biaya Eksternal Transportasi**

Bagian ini akan mengkuantifikasikan eksternalitas yang timbul akibat aktivitas pengangkutan BBM domestik lewat laut ke bentuk biaya eksternal. Ada tiga komponen biaya eksternal yang akan dihitung dalam bagian ini, seperti yang sudah disinggung pada bagian pendahuluan.

**Cost of Ship Utility**

Komponen biaya ini merupakan biaya yang harus ditanggung atas terjadinya deadfreight. Deadfreight sendiri adalah kondisi dimana kapal tidak dapat membawa muatan sebanyak kapasitasnya, akibat terbatasnya infrastruktur yang dalam hal ini adalah draft pelabuhan. Eksternalitas disini dilihat sebagai berapa selisih unit biaya yang terjadi saat kondisi normal dan kondisi deadfreight.

$$Cost\ of\ Ship\ Utility\ (Rp/Lt) = Unit\ cost_{i-deadfreight} - Unit\ cost_{i-normal} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana,

$$Unit\ cost_{i-deadfreight}\ (Rp/Lt) = \frac{Total\ cost}{Total\ cargo_{deadfreight}} \dots\dots\dots(13)$$

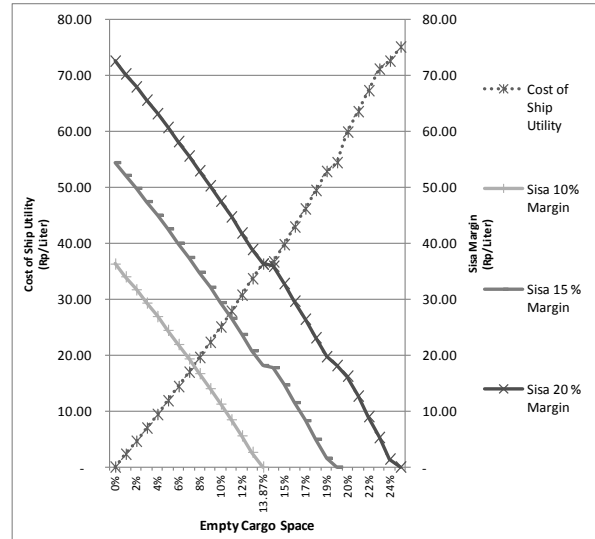
Dan

$$Unit\ cost_{i-normal}\ (Rp/Lt) = \frac{Total\ cost}{ECC} \dots\dots\dots(14)$$

Dari hasil analisis didapatkan bahwa rata-rata biaya atas utilitas armada untuk seluruh daerah Pemasaran sebesar 8.48 Rp/Liter. Seperti yang terlihat pada gambar berikut, dimana daerah Pemasaran II memiliki rata-rata biaya paling tinggi yaitu sebesar 34.74 Rp/Liter, menyusul daerah Pemasaran I sebesar 22.92 Rp/Liter.

Merujuk hasil analisis yang dilakukan terhadap biaya atas utilitas armada (cost of ship utility), bahwa komponen biaya ini nilainya tidak terlalu besar. Analisis sensitivitas dilakukan pada komponen biaya ini terhadap margin keuntungan yang didapatkan penyedia jasa angkutan setiap kali mengangkut BBM. Analisis sensitivitas dilakukan dengan mengukur bagaimana pengaruh setiap 1 % pertambahan ruang muatan

yang kosong pada setiap 1000 ton ECC akibat deadfreight terhadap sisa margin. Margin yang digunakan dalam analisis ini adalah sebesar 10%, 15% dan 20% dari unit biaya pengangkutan BBM. Variabel persentase ruang muat kosong divariasikan hingga mengetahui pada persentase berapa kekosongan ruang muat ini akan menghabiskan margin. Hasil analisis sensitivitas ini menemukan bahwa 13.87% ruang muat kosong akan mengurangi 10% margin dari unit biaya hingga nilai 0, 19.46% ruang muat kosong akan menghabiskan 15% margin dan 24.26% ruang muat kosong akan menghabiskan 20% margin keuntungan untuk setiap pengangkutan BBM domestik (Gambar 9).



Gambar 9. Sensitivitas Ruang Muat Kosong Terhadap Margin

**Congestion Cost**

Congestion cost yang dianalisis pada Tugas Akhir ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian eksplisit dan implisit. Keduanya merupakan biaya yang harus ditanggung akibat terjadinya kongesti yang terindikasi dengan adanya waktu tunggu (waiting time). Dari asal katanya, eksplisit berarti yang dapat terlihat. Biaya yang secara eksplisit timbul akibat kongesti dibagi menjadi dua dalam tahap perhitungan ini yaitu, demurrage dan daily operating cost. Sedangkan biaya implisit adalah biaya yang secara tidak langsung terjadi selama waiting time. Biaya implisit atas kongesti ini dijabarkan sebagai inventory carrying cost dalam tahap perhitungan biaya eksternal.

Dimana,

$$Demurrage\ (Rp) = (Total\ laytime + allowance - standar\ laytime) \times TCH \dots\dots\dots(15)$$

$$DOC = \frac{(Excess\ laytime \times bunker\ cost_{ME}) + (Excess\ laytime \times bunker\ cost_{AE})}{(Excess\ laytime \times port\ charges)} \dots\dots\dots(16)$$

dengan

$$Bunker\ Cost = (fuel\ use_{AE} \times density_{fuel\ AE}) \times load\ factor_{AE} \times fuel\ price \dots\dots\dots(17)$$

$$Bunker\ Cost = (fuel\ use_{ME} \times density_{fuel\ ME}) \times load\ factor_{ME} \times fuel\ price \dots\dots\dots(18)$$

$$Port\ charges = GT_{ship} \times Biaya\ tambat \dots\dots\dots(19)$$

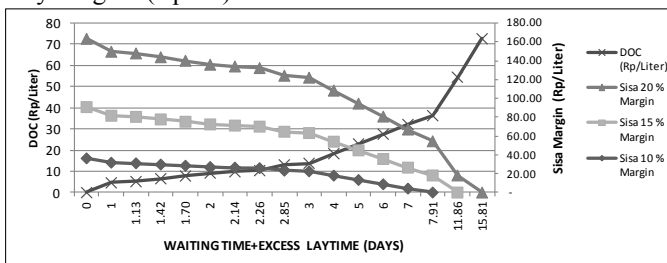
dan

$$Inventory\ carrying\ cost\ (Rp) = total\ cargo \times cargo\ value \times waiting\ time \times interest\ rate \dots\dots\dots(20)$$

Dari hasil analisis didapatkan bahwa rata-rata komponen

ICC untuk semua daerah Pemasaran adalah sebesar 388 Rp/Liter, sedangkan untuk komponen DOC adalah sebesar 133 Rp/Liter, rata-rata komponen *demmurage* memiliki nilai paling rendah yaitu sebesar 11.5 Rp/Liter. Nilai ICC tertinggi ada pada daerah Pemasaran III dengan nilai ICC rata-rata sebesar 1576 Rp/Liter. Hal ini disebabkan jumlah muatan yang harus menunggu lebih banyak, dimana daerah Pemasaran III salah satunya terdiri dari daerah Jakarta, yang merupakan daerah dengan waktu tunggu yang tinggi. Nilai DOC tertinggi ada pada daerah Pemasaran VIII hal ini disebabkan *waiting time* daerah Pemasaran tersebut lebih tinggi daripada daerah Pemasaran lain (akibat dari kecepatan bongkar muat yang lebih rendah) yang menyebabkan kapal yang datang harus menunggu (*waiting time* lebih besar) sehingga nilai rata-rata DOCnya menjadi sebesar 250 Rp/Liter. Sedangkan nilai rata-rata *demmurage* paling besar terletak pada daerah Pemasaran V yaitu sebesar 15.3 Rp/Liter, hal ini dipengaruhi oleh nilai TCH kapal-kapal yang digunakan untuk pengangkutan BBM ke daerah tersebut memiliki rata-rata lebih besar daripada kapal yang digunakan untuk pengangkutan ke daerah lain dan *excess laytime* yang lebih besar.

Untuk mengetahui lebih lanjut apa dampak komponen biaya kongesti selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas dari biaya kongesti terhadap *margin*. Analisis sensitivitas dilakukan pada komponen biaya ini terhadap *margin* keuntungan yang didapatkan penyedia jasa angkutan setiap kali mengangkut BBM. Analisis sensitivitas dilakukan dengan mengukur bagaimana pengaruh pertambahan 1 hari *waiting time+excess laytime* (pertambahan biaya kongesti setiap pertambahan satu hari tunggu) pada setiap muatan (kL) yang diangkut terhadap *margin*. *Margin* diasumsikan 10%, 15% dan 20% dari unit biaya angkut (Rp/kL).



Gambar 10. Sensitivitas *Waiting time+Excess Laytime* terhadap *Margin*

Gambar 10 adalah hasil analisis sensitivitas dan ditemukan bahwa, jika kapal yang mengangkut BBM menghabiskan 2 hari (1.13 dan 1.7 hari dibulatkan menjadi 2 hari sewa) *waiting time+excess laytime* maka nilai *demmurage*-nya akan mengurangi baik 10% maupun 15% *margin* hingga nilai 0 Rp. Sedangkan pada kondisi 20% *margin*, 3 hari (2,26 hari dibulatkan menjadi 3 hari sewa) akan menyebabkan nilai *demmurage* menghabiskan nilai *margin*. Untuk komponen ICC didapatkan bahwa, 1,42 hari *waiting time+excess laytime* akan menghabiskan 10% *margin* pada pengangkutan BBM domestik. 2,14 hari akan menyebabkan nilai ICC menghabiskan 15% *margin* dan 2,85 hari akan menghabiskan 20% *margin*. Sedangkan untuk komponen DOC, butuh waktu *waiting time+excess laytime* lebih panjang untuk menghabiskan *margin*. Hal ini disebabkan konsumsi bahan

bakar dan biaya pelabuan yang kecil jika dibagi dengan muatan yang diangkut. Dimana 7,91 hari *waiting time+excess laytime* akan membuat nilai DOC menghabiskan 10% *margin*, 11,86 hari akan menghabiskan 15% *margin* dan 15,81 hari akan menghabiskan 20% *margin* dari pengangkutan BBM domestik.

### Air Pollution Cost

Bagian ini menghitung tentang seberapa besar polusi udara yang terjadi akibat aktivitas angkutan laut BBM domestik. Sebelum mengkuantifikasi komponen eksternalitas ini menjadi biaya. Perlu diukur polusi udara mana yang memberikan pengaruh paling besar. Dari perhitungan polusi udara yang dapat dihasilkan oleh satu kapal per gerakan per jam, komponen polusi CO2 yang memberikan pengaruh paling besar. Detil data dan hasil perhitungan masing-masing terdapat pada lampiran. Polusi udara merupakan fungsi dari penggunaan daya mesin, jenis bahan bakar, dan lama penggunaan mesin. Berikut adalah perumusan yang digunakan untuk menghitung polusi udara [2].

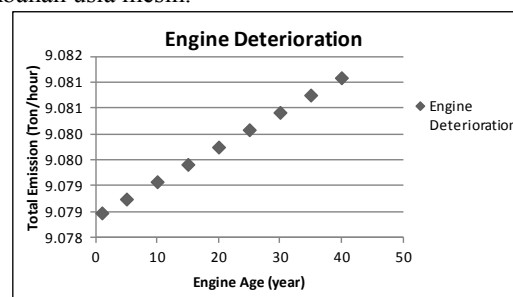
$$\text{Air pollution cost (Rp)} = \text{Emission (ton)} \times \text{pollutant price (Rp/ton)} \dots (21)$$

Dimana,

$$\text{Emission} = \text{Emission factor} \times \text{engine power} \times \text{loading factor} \times \text{hours} \times (1 + \text{Deterioration} \times \frac{\text{Engine Age}}{\text{Engine life time}}) \dots (22)$$

Dari hasil analisis biaya akibat polusi udara ini, diketahui bahwa daerah Pemasaran VIII memiliki rata-rata biaya polusi udara paling tinggi yaitu sebesar 70.4 Rp/Liter muatan BBM yang diangkut ke daerah tersebut. Sedangkan rata-rata biaya polusi udara paling rendah ada pada daerah Pemasaran III yaitu sebesar 30.4 Rp/Liter. Rata-rata seluruh daerah Pemasaran memiliki biaya polusi udara yang harus ditanggung sebesar 41.8 Rp/Liter.

Analisis sensitivitas awal yang dilakukan untuk komponen biaya ini adalah sensitivitas antara pertambahan tingkat polusi yang dihasilkan mesin dengan pertambahan umur penggunaan mesin. Lalu analisis sensitivitas yang kedua dilakukan dengan melihat hubungan pertambahan umur mesin dan lama pemakaian mesin terhadap polusi yang dihasilkannya. Gambar 11. menunjukkan hasil analisis pertama dan didapatkan bahwa peningkatan umur mesin tidak membawa pengaruh signifikan pada jumlah polutan CO2 yang dihasilkannya. Dimana hanya terjadi peningkatan 0,000067 Ton/Jam CO2 setiap 1 tahun pertambahan usia mesin.

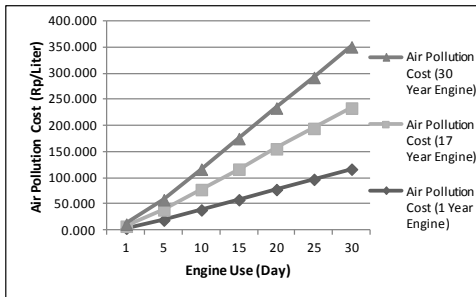


Gambar 11. Hasil Sensitivitas Usia Mesin dengan Polusi Udara

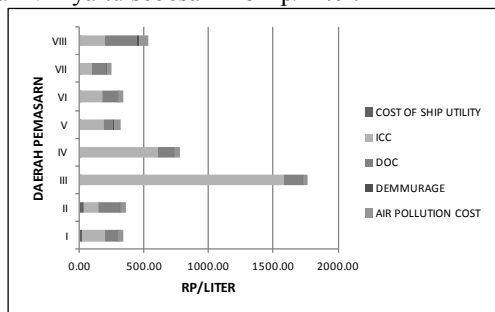
Hasil analisis kedua dijelaskan pada Gambar 12. RTD maksimal yang digunakan adalah 30 hari dan umur maksimal kapal adalah 40 tahun dengan nilai tengah 17 tahun. Asumsi



ini digunakan sesuai dengan kondisi eksisting. Pertambahan hari penggunaan mesin juga tidak berpengaruh signifikan terhadap polusi yang dihasilkannya. Hal ini senada dengan hasil analisis satu yang juga mendapatkan tidak signifikannya pertambahan polusi akibat pertambahan umur mesin. Dapat dilihat pada tabel berikut bahwa 1 hari penggunaan mesin berumur 1 tahun akan menghasilkan 3,904 Rp/Liter biaya polusi udara. 3,905 Rp/Liter untuk mesin berumur 17 dan 40 tahun.



Gambar 12. Sensitivitas RTD, Umur Mesin dengan Biaya atas Polusi Udara Total unit biaya eksternal masing-masing daerah dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Terlihat bahwa unit Pemasaran III memiliki unit biaya eksternal paling tinggi, hal ini disebabkan karena unit Pemasaran tersebut memiliki unit ICC yang jauh lebih tinggi dengan daerah lain, unit biaya eksternal pada daerah ini adalah 1763 Rp/Liter muatan yang diangkut. Sedangkan unit biaya eksternal paling kecil adalah daerah Pemasaran VII yaitu sebesar 248 Rp/Liter.



Gambar 13. Total Biaya Eksternal per Daerah Pemasaran

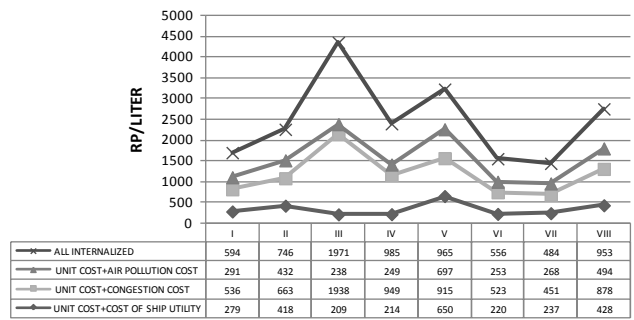
**C. Analisis Internalisasi Biaya Eksternal**

Internalisasi dilakukan dengan langkah sederhana memasukkan biaya eksternal transportasi kondisi eksisting ke dalam biaya internal transportasi kondisi eksisting. Nilai internalisasi ini merupakan fungsi dari total biaya internal dan total biaya eksternal terhadap total angkutan.

$$Unit\ cost_{ie} \left( \frac{Rp}{lt} \right) = \frac{(Demurrage + DOC + ICC + Air\ Poll.\ cost)}{Total\ cargo} + Unit\ cost_i \dots (23)$$

Dari hasil analisis didapatkan sama seperti perhitungan unit biaya internal dengan kondisi semua biaya eksternal diinternalisasi (Gambar 14), daerah Pemasaran III memiliki unit biaya internalisasi paling tinggi yaitu sebesar 1971 Rp/liter sedangkan unit Pemasaran VII memiliki unit biaya internalisasi paling rendah yaitu sebesar 484 Rp/Liter. Pada gambar di bawah terlihat bahwa biaya atas utilitas kapal memberikan pengaruh paling kecil pada keseluruhan nilai internalisasi, sedangkan komponen biaya kongesti memberi pengaruh paling besar. Daerah Pemasaran III memiliki komponen biaya kongesti yang paling besar sejalan dengan

komponen biaya polusi udara yang paling besar juga. Hal ini disebabkan waktu tunggu yang tinggi di daerah tersebut.



Gambar 14. Efek Internalisasi Masing-masing Komponen Biaya Eksternal

**V. KESIMPULAN/RINGKASAN**

Kesimpulan yang dapat ditarik dari pengerjaan tugas akhir ini antara lain :

1. Rata-rata unit biaya internal transportasi untuk seluruh daerah Pemasaran adalah sebesar 363 Rp/Lt.
2. Angkutan laut BBM domestik memberikan biaya internal dan biaya eksternal yang harus ditanggung pemilik angkutan. Dimana nilai biaya eksternal (kuantifikasi eksternalitas ke dalam unit biaya) lebih besar daripada biaya internal. Dimana rata-rata unit biaya eksternal untuk seluruh daerah Pemasaran adalah sebesar 583 Rp/Liter. Dengan komposisi 92 % dari biaya eksternal tersebut merupakan komponen biaya kongesti, 7% biaya polusi udara dan hanya 1% biaya atas utilitas armada.
3. Internalisasi seluruh biaya eksternal akan menyebabkan pembengkakan terhadap unit cost sebesar rata-rata 2 kali lipat untuk daerah Pemasaran I, II, V, VI, VII, VIII, 5 kali lipat untuk daerah Pemasaran IV dan 10 kali lipat untuk daerah Pemasaran III. Pertambahan nilai yang tinggi pada daerah Pemasaran III disebabkan oleh komponen biaya kongesti, dimana komponen biaya ini dipengaruhi oleh waktu tunggu kapal. Namun dengan internalisasi semua biaya eksternal baik eksplisit maupun implisit diperhitungkan sehingga mengurangi risiko pengeluaran di luar rencana.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Firmanto Hadi, S.T., M.Sc atas bimbingan selama penelitian. Ucapan terima kasih juga ditujukan pada karyawan dan staff PT. Pertamina (Persero) yang memberikan bantuan informasi data yang diperlukan untuk melakukan penelitian.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Maibach, M. et al., 2008. *Handbook on estimation of external costs in the transport sector*, Delft: CE-publications.  
 [2] Entec, 2002. *Ship Emissions*, s.l.: Entec.