

Optimalisasi Sistem Pengiriman *Products Oil* Untuk Wilayah Kepulauan: Studi Kasus Nusa Tenggara Barat

Putra Alhamda., Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.BA dan Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.
Jurusan Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: alhamdaputra08@gmail.com, mustakimachmad@gmail.com, pratiwi.wuryaningrum@gmail.com

Abstrak— **Kebutuhan akan *product oil* terus meningkat seiring meningkatnya mobilisasi di berbagai daerah tak terkecuali di Nusa Tenggara Barat. Pemerintah harus berpikir ulang mengingat penyebaran *demand* yang tidak merata dan mengingat *product oil* yang tidak bisa dicampur di dalam ruang muat. Saat ini pengiriman *product oil* ke wilayah Nusa Tenggara Barat dilakukan dengan menggunakan kapal tanker. Permasalahannya adalah apakah moda yang digunakan saat ini sudah paling optimum atau moda lain mampu menghasilkan *unit cost* yang lebih optimum. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perhitungan *unit cost* berdasarkan biaya yang dikeluarkan untuk melakukan pengiriman *Product oil* dari Terminal Transit BBM Manggis menuju Depot BBM Ampenan, Badas, dan Bima dengan menggunakan kapal tanker dan kapal *container*. Variabel yang paling berpengaruh adalah ukuran utama kapal dan yang berpengaruh terhadap ukuran utama adalah jumlah barang yang diangkut. Penggunaan metode optimasi dengan tujuan mencari *unit cost* minimum dengan batasan-batasan yang ada, metode optimasi menghasilkan *unit cost* kapal tanker sebesar Rp. 203,587.70 per KL yang 12% lebih murah dari kapal *container* Rp. 231,964.04 per KL. Biaya investasi pelabuhan merupakan komponen paling berpengaruh terhadap *unit cost*. Jika biaya investasi pelabuhan peti kemas diturunkan sebesar 17% maka *unit cost* yang dihasilkan oleh kapal *container* turun menjadi Rp. 196,802.35 per kilo liter atau lebih murah 3.3% dari kapal tanker.**

Kata kunci : *Product oil, Nusa Tenggara Barat, Optimasi, Kapal Container, Kapal Tanker*

I. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan dan teknologi di Indonesia, Bahan Bakar Minyak merupakan salah satu kebutuhan dasar yang tidak dipisahkan dari sektor industri maupun transportasi yang kebutuhannya terus meningkat setiap tahunnya. Tingginya mobilitas saat ini menyebabkan arus transportasi yang meningkat dan sangat dibutuhkan. Untuk itu perusahaan pelayaran pengirim minyak sebagai pihak pengelola dan pelaksana dalam mengusahakan pemenuhan kebutuhan masyarakat terhadap bahan bakar minyak harus mampu mengatur alokasi kebutuhan, persediaan, dan distribusi bahan bakar minyak ke seluruh Indonesia dengan optimal. Direktur Utama PT. Pertamina mengklaim bahwa pola distribusi Bahan Bakar Minyak di Indonesia adalah yang paling sulit di dunia karena terdiri dari lautan yang luas dan sangat banyak pulau sehingga pola distribusi cukup rumit seperti yang ada pada Gambar 1 [1].

Salah satu cara yang digunakan negara saat ini untuk

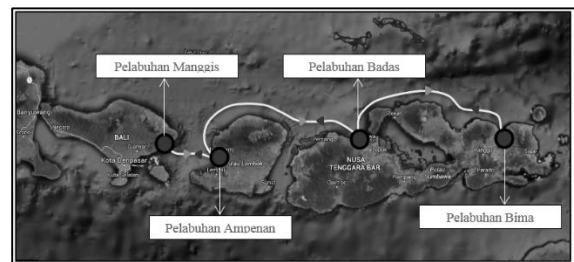
mempermudah pola distribusi bahan bakar minyak ke seluruh Indonesia adalah dengan melakukan pembagian zona wilayah (*zoning region*) pengiriman dari dan ke region tertentu. Surabaya membawahi Terminal BBM Unit Regional V yang terdiri dari Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Barat (NTB) dan Nusa Tenggara Timur (NTT).

Untuk Nusa Tenggara Barat terdapat Depot Ampenan yang bertugas melayani SPBU di wilayah NTB bagian barat. BBM depot Ampenan sendiri mendapatkan supply dari Terminal Transit BBM Manggis dan Terminal BBM Surabaya. Untuk pendistribusian BBM di Nusa Tenggara Barat sendiri cukup sulit karena geografis dari Nusa Tenggara Barat yang memiliki pulau terpisah pisah serta persebaran demand di tiap pulau tersebut dengan angka yang fluktuatif namun harus tetap dipenuhi agar tidak terjadi lonjakan harga Bahan Bakar Minyak di Nusa Tenggara Barat. Dalam hal ini, perlu dilakukan pengambilan data *demand* di masing-masing Depot BBM dan kuota BBM untuk masing-masing Depot Ampenan, Badas, dan Bima sehingga dapat dilakukan perhitungan untuk penggunaan alat angkut atau moda yang sesuai dan efisien untuk melayani distribusi *Product oil* di Nusa Tenggara Barat.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Identifikasi Masalah

Setelah menentukan permasalahan yang muncul yaitu studi perencanaan logistik *product oil* berikut kapal dan pelabuhannya.



Gambar 1 *Rute Pengiriman Products Oil Studi Kasus Nusa Tenggara Barat*

Dalam tahap ini diuraikan beberapa proses identifikasi terkait permasalahan dalam penelitian ini yaitu penentuan perencanaan logistik *product oil* di Nusa Tenggara Barat yang ada pada gambar 1 di atas.. Adapun beberapa identifikasi sebagai berikut:

1. Identifikasi *Fixed Cost*

Identifikasi bertujuan untuk mencari biaya yang dibebankan setiap tahunnya dari investasi kapal dan pelabuhan. Biaya ini berisi biaya-biaya seperti harga pembangunan kapal, dermaga, dan fasilitas pelabuhan yang memiliki umur ekonomis masing-

masing alat. Selain itu juga terdapat biaya asuransi, perawatan dan pajak.

2. Identifikasi *Variable Cost*

Variable cost yang dimaksudkan disini adalah biaya yang timbul akibat beralannya sistem pengiriman yang nilainya tidak tetap seperti biaya BBM kapal yang dihitung berdasarkan jumlah trip kapal, kebutuhan air bersih, makanan. Selain itu *variable cost* yang dihitung adalah besarnya biaya operasional pelabuhan yang hanya keluar ketika melayani proses bongkar muat.

B. Tahap Analisis

Pada tahap analisis ini dilakukan perhitungan mengenai distribusi *product oil* dan manajemen rantai pasok yang dilalui. Distribusi merupakan proses pemindahan barang-barang dari tempat produksi ke berbagai tempat atau daerah yang membutuhkan. Distribusi akan mencakup perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan arus bahan dengan memperoleh produk akhir dari tempat produksi dengan memperoleh keuntungan. Sebagian besar perusahaan menyatakan bahwa tujuan distribusi adalah membawa barang dalam jumlah tepat, pada waktu yang tepat, dan dengan biaya serendah mungkin.

Manajemen rantai pasok (*supply-chain management*) adalah pengintegrasian aktivitas pengadaan bahan dan pelayanan, perubahan menjadi barang setengah jadi dan produk akhir, serta pengiriman ke pelanggan. Tujuannya adalah untuk membangun sebuah rantai pemasok yang memusatkan perhatian untuk memaksimalkan nilai bagi pelanggan. Kunci bagi manajemen rantai pasokan yang efektif adalah menjadikan para pemasok sebagai "mitra" dalam strategi perusahaan untuk memenuhi pasar yang selalu berubah [2].

Saat ini, permasalahan optimasi memerlukan dukungan *software* dalam penyelesaiannya sehingga menghasilkan solusi yang optimal dengan waktu perhitungan yang lebih cepat. Untuk menyelesaikan suatu permasalahan biasanya dilakukan dengan mengubah masalah tersebut ke dalam model matematis terlebih dahulu untuk memudahkan penyelesaiannya. Keberhasilan penerapan teknik optimasi, paling tidak memerlukan tiga syarat, yaitu kemampuan membuat model, matematis dari permasalahan yang dihadapi, pengetahuan teknik optimasi, dan pengetahuan akan program komputer [3].

Pada tahap ini dilakukan analisis terkait penentuan ukuran kapal, fasilitas pelabuhan, biaya yang dikeluarkan beserta *unit cost* yang dihasilkan. Pada tahap ini dilakukan 2 analisis kapal yakni kapal tanker dan kapal container untuk mengangkut ketiga jenis *product oil* (premium, kerosene, solar).

Berikut adalah tahapan hingga keluar ukuran kapal dan biaya-biaya yang dihabiskan serta produk yang diangkut oleh masing-masing kapal :

1. Penentuan 3 titik depot BBM di Nusa Tenggara Barat sebagai *demand side* dan 1 Terminal Transit sebagai *supply side*.
2. Penentuan ukuran utama kapal beserta jumlah masing-masing muatan yang diangkut berdasarkan pola operasi *multiport* dengan menghitung waktu berlayar (*sea time*) dan waktu pelabuhan (*port time*) sehingga didapatkan frekuensi maksimum dan bisa didapatkan produksi kapal selama satu tahun.

3. Perhitungan biaya pelayaran (*voyage cost*) kapal dari pola rute *multiport* dari total pelabuhan yang masing-masing pola rute menghasilkan total jarak tempuh. Biaya pelayaran (*voyage cost*) ini merupakan komponen dari biaya variabel (*variable cost*).
4. Perhitungan biaya investasi kapal (*ship investment*) yang merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan kapal beserta biaya operasional kapal yang digunakan untuk pengiriman *product oil* di keempat pelabuhan (*fixed cost*).
5. Perhitungan biaya investasi pelabuhan (*port investment*) yang merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan pelabuhan beserta fasilitas yang digunakan untuk pengiriman *product oil* di keempat pelabuhan (*fixed cost*).
6. Perbandingan biaya total dan biaya satuan (*unit cost*) dari masing-masing kapal (tanker dan *container*)

Penentuan umlah dan jenis muatan yang diangkut oleh kapal agar minimum biaya dapat dilihat dari setiap biaya per unit (*unit cost*) dari pola rute *multiport*.

C. Model Matematis

Dengan pengembangan formulasi, berikut adalah model matematis yang dibuat dan harus diimplementasikan dalam *software* microsoft excel dengan variabel keputusan (*decision variable*). Persamaan yang digunakan dalam menentukan biaya total adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan Biaya Moda Kapal Tanker

Formulasi untuk menghitung biaya kapal dan pelabuhan curah untuk moda tanker adalah sebagai berikut :

$$TC = FC + VC + PC \dots\dots\dots(1)$$

Untuk perhitungan biaya unit adalah menggunakan formulasi sebagai berikut :

Obective Function :

$$Min \text{ Unit cost} = \frac{m \cdot FC + n \cdot VC}{n \cdot Py} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana : $FC = SC + PC$

$$SC = \frac{(P_{ST}(LPP \cdot B \cdot D_A \cdot C_{ST}))}{UE} \dots\dots\dots(3)$$

$$PC = DC + P_{iC} + E_{mC} + ReM_C + Tax \dots\dots\dots(4)$$

$$DC = (L_D + B_D) \cdot dc$$

$$L_D = ((m \cdot L_{OA}) + ((m-1) \cdot 15) + (2 \cdot 25))$$

$$L_{OA} = LPP \cdot 110\%$$

$$VC = S_{OC} + S_{VC} + P_{OC} \dots\dots\dots(5)$$

$$S_{OC} = n (S_{EMC} + TD + FW_C)$$

$$S_{VC} = M_{EC} + A_{EC}$$

$$M_{EC} = n (MCR \cdot SFOC \cdot t_S \cdot P_{MFO})$$

$$A_{EC} = n (MCR \cdot SFOC \cdot (t_S + t_P) \cdot P_{MDO})$$

$$P_{OC} = n (ABM_C)$$

Decision Variable :

$$LPP \text{ (Length of Perpendicular)}$$

Constraint :

$$LPP > 0 ; LPP \in 1,2,3\dots$$

$$X_{ij} \geq Dh_{j \cdot (t_S + t_P)}$$

$$Ts \leq LWS$$

Berikut merupakan model matematis yang digunakan untuk perhitungan ruang muat kapal tanker :

Objective Function 2 :

$$\text{Min } TD = \sum_{j=1}^3 (\sum_{i=1}^{10} |X_{ij} - D_j|) \cdot Dc \dots\dots(6)$$

Decision Variable :

$$X_i \rightarrow i = (1,2,3 \dots 10)$$

$$Y_{ij} \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \rightarrow j = (1,2,3)$$

Constraint :

$$\sum_{j=1}^3 Y_{ij} = 1 \rightarrow i = (1,2,3 \dots 10) \dots\dots\dots(7)$$

2. Perhitungan Biaya Moda Kapal Tanker

Formulasi untuk menghitung biaya kapal dan pelabuhan curah untuk moda tanker adalah sebagai berikut :

Objective Function :

$$\text{Min } \text{Unit cost} = \frac{TC}{TCC} \dots\dots\dots(8)$$

$$\text{Min } \text{Unit Cost} = \frac{m \cdot FC + n \cdot VC}{n \cdot Py}$$

Dimana : $FC = S_C + P_C$

$$S_C = \frac{(P_{ST}(LPP \cdot B \cdot D_A \cdot C_{ST}))}{UE}$$

$$S_C = \frac{(P_{ST}((0.0879 \cdot Py + 62.312) \cdot (0.0107 \cdot Py + 12.304) \cdot (0.0055 \cdot Py + 5.7182) \cdot C_{ST}))}{UE}$$

$$P_C = D_C + ITC + HMC_C + CFS_C + LPE_C + ReMC + Tax + Emp_C + OT_C$$

$$D_C = (L_D + B_D) \cdot d_C$$

$$L_D = ((m \cdot LOA) + ((m-1) \cdot 15) + (2 \cdot 25))$$

$$LOA = LPP \cdot 110\%$$

$$LPP = (0.0879 \cdot Py + 62.312)$$

$$ITC = IT \cdot it_C$$

$$IT = 2 \cdot Payload$$

$$CFS = 0.3 \cdot Py$$

$$LPE = (Py \cdot IT_{Dim}) / 4 \text{ Tear}$$

$$VC = S_{OC} + S_{VC} + P_{OC}$$

$$S_{OC} = n (S_{EMC} + TD + FW_C)$$

$$S_{VC} = ME_C + AE_C$$

$$ME_C = n (MCR \cdot SFOC \cdot t_S \cdot P_{MFO})$$

$$AE_C = n (MCR \cdot SFOC \cdot (t_S + t_P) \cdot P_{MDO})$$

$$P_{OC} = n (ABM_C)$$

Decision Variable :

Payload

Constraint :

$$X_{ij} \geq Dh_j \cdot (t_S + t_P)$$

$$Ts \leq LWS$$

III. DATA SETS

A. Supply-Demand Side

Dalam penelitian ini 3 (lima) pelabuhan yang digunakan sebagai demand side adalah Depot BBM

Ampenan di Kota Ampenan, Depot BBM Badas di Kota Badas dan Depot BBM Bima di Kota Bima. Selain itu juga terdapat Terminal Transit BBM di Karangasem, Bali sebagai supply side.

Selain itu juga telah diketahui bagaimana matriks jarak dari supply side menuju demand side yang ada pada tabel 1 dibawah ini. Berikut adalah table jarak yang menggambarkan jarak antar pelabuhan asal dan tujuan dimana pelabuhan asal (origin) adalah Manggis di Bali dan pelabuhan tujuan (destination) adalah Ampenan, Badas, dan Bima. Jika rute yang dipakai adalah rute multiport maka jarak yang ditempuh adalah 492 nautical miles untuk setiap roundtrip.

Tabel 1. Tabel Jarak antar Pelabuhan

O/D	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis	-	30 Nm	123 Nm	214 Nm
Ampenan	30 Nm	-	115 Nm	194 Nm
Badas	123 Nm	115 Nm	-	101
Bima	214 Nm	194 Nm	101 Nm	-

Sumber : Terminal Transit BBM Manggis 2016

4.2 Volume Kebutuhan Product oil di Ampenan – Badas – Bima

Kebutuhan product oil di Ampenan, Badas, dan Bima ditentukan berdasarkan konsumsi dari masing-masing daerah yang dilayani oleh masing-masing depot BBM di daerah tersebut. Dengan didapatkannya data per tahun yang dimiliki TBBM Manggis maka dapat ditentukan model untuk mengatur pengiriman BBM ke Ampenan, Badas, dan Bima.

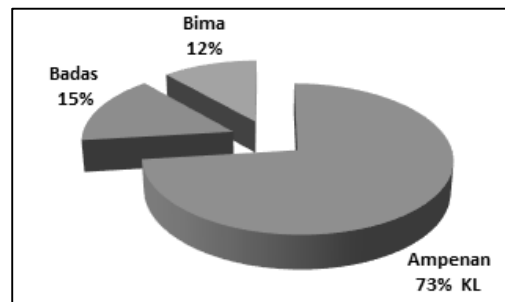
Berikut adalah kebutuhan BBM di Ampenan, Badas, dan Bima dimana ketiga daerah ini disuplai oleh Terminal Transit BBM Manggis, Bali.

Tabel 2. Kebutuhan Product oil masing-masing Daerah per Tahun

Depot	Premium (Liter)	Solar (Liter)	Kerosene (Liter)	Total (Liter)
Ampenan	187,864.27	216,013.23	3,908.84	407,786.34
Badas	19,373.66	46,574.22	19,923.18	85,871.05
Bima	21,178.57	32,593.69	10,419.69	64,191.95
Total	228,416.50	295,181.13	34,251.71	557,849.34

Sumber : Data Realisasi Pengapalan Terminal Transit BBM Manggis

Berikut adalah data permintaan dari ketiga depot BBM di Ampenan, Badas, dan Bima dalam bentuk pie diagram dimana Ampenan memiliki permintaan Product oil paling besar 407.786,34 KL, Badas 85.871,05 KL, dan Bima sebesar 64.871,95 KL. Jika diubah dalam bentuk persen Ampenan memiliki permintaan 73%, Badas 15% dan Bima 12% sesuai dengan berita yang dikutip oleh kompas pada tahun 2015. Tingginya permintaan Product oil di Ampenan disebabkan oleh tingginya mobilitas di Nusa Tenggara Barat bagian barat seperti sektor wisata dan tingginya jumlah populasi di Nusa Tenggara Barat bagian barat terutama di Kota Mataram.



Gambar 1 Proporsi Permintaan Product oil di Ampenan-Badas-Bima

Diagram di atas menggambarkan bahwa permintaan terbesar dari Product oil di masing-masing depot Ampenan, Badas, dan Bima. Proporsi yang sangat besar diambil oleh Depot Ampenan di Nusa Tenggara Barat bagian barat dimana

disana terdapat Kota Mataram dan banyak objek wisata dan menyebabkan daerah ini lebih maju daripada daerah lain di Nusa Tenggara Barat.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN PENGIRIMAN PRODUCTS OIL

A. Perhitungan Biaya Total (Total Cost)

Dalam menghitung biaya total dapat dilakukan dengan menjumlahkan biaya tetap (*fix cost*) kapal dan pelabuhan dengan biaya variabel (*variable cost*) dari kapal dan pelabuhan. Dalam penelitian ini biaya ini biaya tetap adalah biasa pembangunan kapal yang didapat dari hasil perhitungan berat baja, mesin, dan perlengkapan kapal yang dihitung sehingga didapatkan harga kapal dan kemudian dibagi sesuai umur ekonomis kapal sehingga didapatkan biaya tetap kapal per tahunnya. Selain itu biaya tetap yang harus dikeluarkan adalah biaya investasi pelabuhan yang besarnya sesuai dengan ukuran kapal yang terpilih. Sedangkan biaya variabel terdiri dari biaya-biaya pelayaran (*voyage cost*), dan biaya operasional pelabuhan (*port operating cost*). Karena komponen biaya tersebut bisa ada karena adanya muatan yang diangkut (bersifat *variable*).

B. Hasil Optimasi

Dalam penelitian Tugas Akhir ini, model optimasi menggunakan pola rute *multiport* dengan menggunakan kapal tanker sebagai opsi satu dan kapal *container* sebagai opsi kedua sehingga dapat dibandingkan *unit cost* yang lebih murah dimiliki oleh kapal tanker atau *container*.

1. Kapal Tanker

Ukuran kapal tanker yang terpilih adalah : Sehingga didapatkan ukuran utama yang optimum menurut solver tabel adalah :

- LPP = 105 m
- B = 18,01 m
- H = 8,23 m
- T = 6,78 m
- DWT = 7.992 DWT
- Payload = 8.933 KL

Data ukuran utama diatas didapatkan oleh solver dengan melakukan perhitungan minimum *unit cost* yang beralasan bersamaan dengan perhitungan untuk ruang muat kapal yang dihitung oleh optimasi *combinatorial* solver microsoft excel.

Berikut adalah tabel hasil kombinasi jenis *product oil* dan volume yang harus diangkut dalam ruang muat kapal tanker 7.992 DWT.

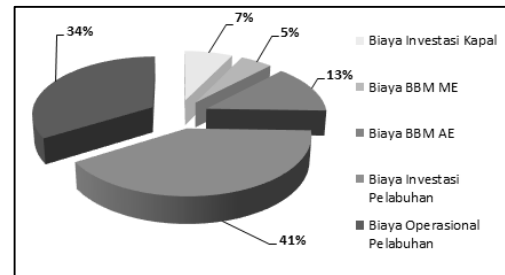
Tabel 3 Hasil Kombinasi Jenis dan Volume Product oil Terangkut

No	Kapasitas Tiap Cargo Hold	Kombinasi Cargo		
		Criteria	Volume	Jenis Cargo
1	CARGO HOLD 1 P	893,27 KL	>= 893,27 KL	2
2	CARGO HOLD 1 S	893,27 KL	>= 519,64 KL	3
3	CARGO HOLD 2 P	893,27 KL	>= 758,64 KL	1
4	CARGO HOLD 2 S	893,27 KL	>= 806,41 KL	1
5	CARGO HOLD 3 P	893,27 KL	>= 893,27 KL	2
6	CARGO HOLD 3 S	893,27 KL	>= 893,27 KL	2
7	CARGO HOLD 4 P	893,27 KL	>= 832,21 KL	1
8	CARGO HOLD 4 S	893,27 KL	>= 777,14 KL	1
9	CARGO HOLD 5 P	893,27 KL	>= 805,03 KL	2
10	CARGO HOLD 5 S	893,27 KL	>= 893,27 KL	2

Berikut adalah hasil analisis dari biaya-biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan sistem pengiriman menggunakan kapal tanker :

Tabel 4 Biaya Total Sistem Moda Tanker

Jenis Biaya	Biaya	
Biaya Investasi Kapal	Rp	13,073,392,699 /Year
Biaya Bahan Bakar ME	Rp	7,700,724,443 /Year
Biaya Bahan Bakar AE	Rp	25,531,543,363 /Year
Biaya Investasi Pelabuhan	Rp	34,647,518,230 /Year
Biaya Operasional Pelabuhan	Rp	33,831,672,248 /Year
Biaya Denda Pengiriman	Rp	- /Year
Total Cost	Rp	114,633,438,514 /Year



Gambar 3 Proporsi Biaya Sistem Moda Tanker

Dari *total cost* pada tabel 4 didapatkan *unit cost* untuk pengiriman *product oil* menggunakan moda kapal tanker sebesar Rp. 203.587.70 per kilo liter.

2. Kapal Container

Hasil dari optimasi menggunakan Microsoft Excel dengan metode GRG – Non linear mendapatkan hasil payload yang harus diangkut adalah 322 TEUs. Sehingga didapatkan ukuran utama kapal *Container* yang akan digunakan sebagai berikut :

- LPP = 90.62 m
- B = 15.75 m
- H = 7.49 m
- T = 5.94 m

Ukuran utama di atas akan membawa ISO-Tank *container* dengan jumlah muatan :

- Premium : 231 TEUs
- Solar : 52 TEUs
- Kerosene : 39 TEUs

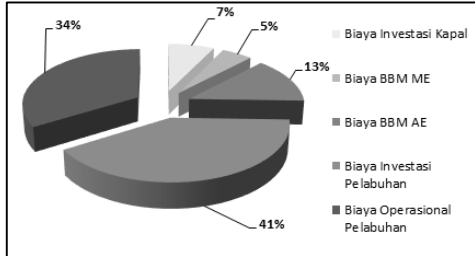
Tabel 5 Hasil Optimasi Product oil yang Dikirim

Depot	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)
Ampenan	2.597	2.867	57
Badas	277	678	284
Bima	303	469	149
Payload	3.176	4.014	490

Decision variable di atas didapatkan dari hasil perhitungan biaya (*fixed cost* dan *variable cost* kapal dan pelabuhan) yang menghasilkan *unit cost* (*objective function*) paling murah untuk kapal *container*. Berikut adalah analisis hasil perhitungan biaya yang dilakukan yang terdiri dari biaya investasi kapal, biaya bahan bakar kapal, biaya investasi pelabuhan, dan biaya operasional pelabuhan.

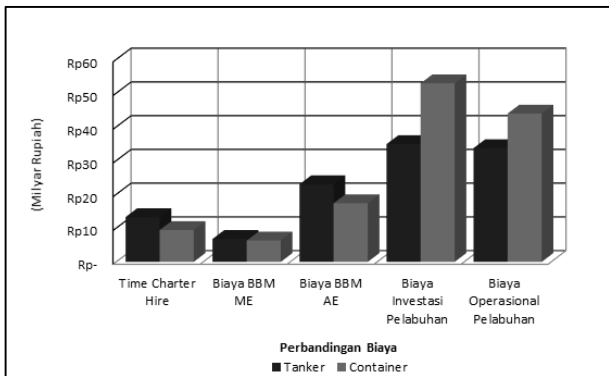
Tabel 6 Biaya Total Sistem Moda Container

Jenis Biaya	Biaya	
Biaya Investasi Kapal	Rp 9,445,040,018	/Year
Biaya Bahan Bakar ME	Rp 6,344,090,216	/Year
Biaya Bahan Bakar AE	Rp 17,371,748,103	/Year
Biaya Investasi Pelabuhan	Rp 52,933,750,240	/Year
Biaya Operasional Pelabuhan	Rp 43,972,560,917	/Year
Total Cost =	Rp 130,067,189,493	/Year



Gambar 4 Proporsi Biaya Sistem Moda Container

Sama seperti kapal tanker, biaya operasional paling besar adalah Pelabuhan Manggis, disusul Pelabuhan Ampenan, Badas, dan Bima. Hal ini dikarenakan jumlah muatan yang dilayani oleh pelabuhan paling banyak adalah berturut-turut di Manggis sebagai Pelabuhan Asal, disusul Ampenan, Badas, dan Bima

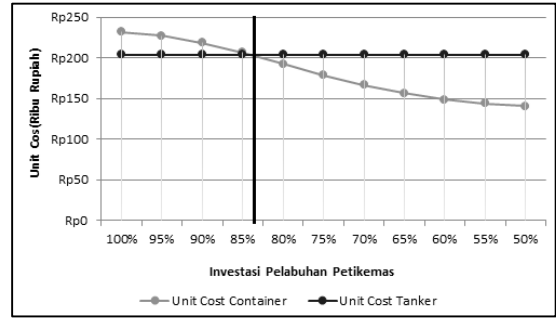


Gambar 5 Perbandingan Biaya Antar Moda (Tanker-Container)

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan perbedaan *unit cost* antara kapal tanker dan kapal *container* sebesar Rp 26,947.54 per KL atau selisih 12%. Selisih ini bisa dikatakan cukup besar mengingat pengiriman yang akan dilakukan adalah ratusan ribu kiloliter *product oil* per tahunnya.

3. Kapal Container Baru

Terlihat jelas dari diagram di atas bahwa biaya investasi dari pelabuhan peti kemas sangat tinggi dan biaya tersebut harus dikurangi agar kapal petikemas mampu bersaing dengan kapal tanker. Dalam penelitian ini cara menekan biaya tersebut adalah dengan cara mengganti alat dengan nilai investasi yang besar dengan alat yang berfungsi sama namun memiliki biaya investasi yang lebih murah.



Gambar 6 Perbandingan Biaya Antar Moda (Tanker-Container)

Grafik diatas menunjukkan perpotongan *unit cost* tanker dan *container* terjadi pada saat biaya investasi pelabuhan petikemas dikurangi sebesar 17% (garis hitam tegak lurus) dan *unit cost container* mampu menyaingi *unit cost* kapal tanker yang ada pada hasil analisis perhitungan biaya dibawah.

Tabel 6 Biaya Total Sistem Moda Container Baru

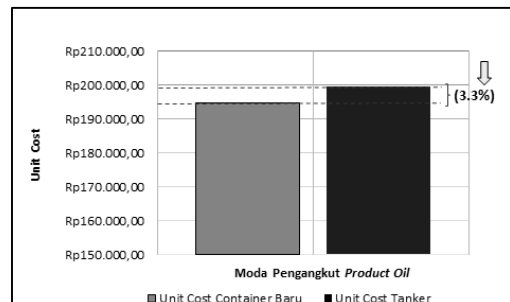
Jenis Biaya	Biaya	
Biaya Investasi Kapal	Rp 9,829,863,927	/Year
Biaya Bahan Bakar ME	Rp 5,822,658,143	/Year
Biaya Bahan Bakar AE	Rp 19,276,110,032	/Year
Biaya Investasi Pelabuhan	Rp 40,899,957,534	/Year
Biaya Operasional Pelabuhan	Rp 34,044,412,034	/Year
Total Cost	Rp 109,873,001,671	/Year

Dari hasil perhitungan biaya kapal *container* baru yang telah dilakukan didapatkan perbedaan *unit cost* antara kapal tanker dan kapal *container* sebesar Rp 6,760.61 per KL atau 3.3% dengan *unit cost* yang lebih murah adalah moda kapal *container* baru. Dengan data kapal pembandingan yang sama dan dengan rumus regresi yang sama dengan perhitungan kapal *container* sebelumnya maka *solver* microsoft excel mendapatkan hasil ukuran utama sebagai berikut :

- LPP = 92.20 m
- B = 15.94 m
- H = 7.59 m
- T = 6.01 m

Jumlah muatan (*decision variable*) yang akan dibawa dengan ukuran utama diatas adalah :

- Premium : 248 TEUs
- Solar : 53 TEUs
- Kerosene : 39 TEUs



Gambar 7 Perbandingan Biaya Satuan Antar Moda (Tanker-Container)

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan penelitian yang telah diselesaikan dalam Tugas Akhir ini maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem distribusi *Product oil* saat ini dilakukan dengan menggunakan kapal tanker dengan tipe *small tanker I* dan *small tanker II* dengan range DWT 1.000 hingga 6.500 DWT. Kapal yang digunakan sebagai berikut dengan rute *multiport* yang tidak beraturan (tidak ada pola operasi kapal).
2. Model transportasi laut untuk pengiriman *Product oil* dengan rute *multiport* dari Terminal Transit BBM Manggis, di Bali ke Depot Ampenan, Badas, dan Bima di Nusa Tenggara Barat menghasilkan pengiriman dengan *unit cost* paling murah adalah dengan menggunakan :
 - Kapal yang digunakan untuk melakukan pengiriman adalah kapal tanker 7.992 DWT.
 - Jumlah kapal yang digunakan sebanyak 1 unit untuk memenuhi *demand* di 3 tujuan.
 - Waktu tempuh 4.47 hari untuk satu *roundtrip*.
 - Biaya yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp. 46,154,248,036 untuk biaya pengadaan dan operasional kapal dan Rp. 68,497,190,478 untuk pengadaan dan operasional pelabuhan.
 - Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp 114,633,438,514 per tahun dan menghasilkan *Unit cost* sebesar Rp. 203,587.70 per kilo liter *Product oil*.
3. Sedangkan kapal *Container* yang digunakan untuk melakukan pengiriman *product oil* adalah:
 - Kapal container *payload* 322 TEUs
 - Memiliki waktu tempuh 4.2 hari untuk satu *roundtrip*.
 - Biaya yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp. 33,141,678,337 untuk pengadaan dan operasional kapal dan Rp. 96,906,311,157 untuk pengadaan dan operasional pelabuhan.
 - Biaya total Rp 130,067,189,493 per tahun dan menghasilkan *Unit cost* Rp. 231,998.28 per kilo liter *Product oil* lebih mahal 12% dari kapal tanker.
4. *Unit cost* dari moda yang tidak terpilih yaitu kapal *Container* mampu menghasilkan *Unit cost* yang lebih murah dari kapal tanker pada saat biaya investasi pelabuhan petikemas diturunkan sebesar 17%. Cara yang dilakukan adalah dengan mengganti alat bongkar muat *harbour mobile crane* menjadi *crane* kapal. Hal ini menyebabkan kerugian dari sisi produktifitas bongkar muat yang menurun dari 25 Box/ Crane menjadi 16 Box/ Crane. Namun setelah dilakukan perhitungan dengan moda *Container* dengan alat bongkar muat *crane* kapal menghasilkan *unit cost* Rp. 196,802.35 per kilo liter atau lebih murah 3.3% dari *Unit cost* yang dihasilkan kapal tanker.
5. Dari hasil perhitungan moda yang lebih optimum untuk digunakan adalah kapal *Container* dengan *payload* 348 TEUs dengan *unit cost* Rp. 196,802.35 per kilo liter yang lebih murah 3.3% dibandingkan dengan kapal

tanker 7.992 DWT yang menghasilkan *unit cost* Rp.203,587.70 per kilo liter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA, Ibu Pratiwi Wuryaningrum, S.T, M.T. dan Bapak Firmanto Hadi, S.T., M.Sc., atas bimbingan selama penelitian. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada seluruh civitas akademik Jurusan Transportasi Laut dan Teknik Perkapalan serta semua pihak yang turut membantu dalam pengajaran tugas ini terutama PT. Pertamina Persero OMR V Terminal Transit BBM Manggis, Karangasem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] (2016, Maret). Diambil kembali dari PT. PERTAMINA Persero: www.pertamina.com
- [2] (Heizer dan Render (2005), *Supply Chain Management*. Jakarta : Ganesha Exact Bandung.
- [3] Dalam B. Santosa, dan P. Willy (2011), *Metoda Metaheuristik Konsep dan Implementasi*. Surabaya : Guna Widya
- [4] (2016, Maret). Diambil kembali dari BPH Migas Indonesia: www.bphmigas.com