

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

TUGAS AKHIR (MS 141501)

Oleh :

PUTRA ALHAMDA

4412 100 035

Dosen Pembimbing :

1. Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.BA
2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T, M.T



Jurusan Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



Rabu, 22 Juni 2016

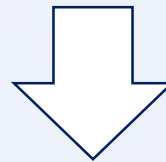
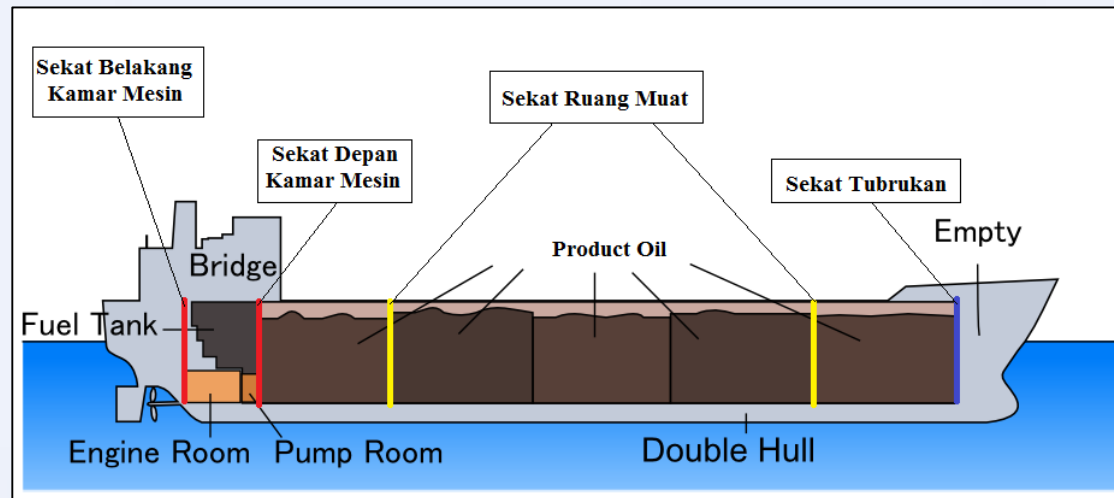
Latar Belakang



- Pengiriman Produk Oil untuk saat ini **tidak memiliki pola operasi**.
- Sering terjadi **pengiriman darurat** akibat tidak adanya pola operasi kapal
- Sering **terjadi kenaikan harga BBM** karena keterlambatan pengiriman.
- **Variasi jenis produk** yang menjadi demand semakin banyak.
- Masih adanya **alternatif moda** lain untuk pengiriman *product oil*



Latar Belakang



Rumusan Masalah



- Bagaimana **sistem distribusi** *product oil* ke Nusa Tenggara Barat?
- **Moda transportasi laut** jenis apa yang menghasilkan ***unit cost* lebih murah** antara kapal tanker dan kapal *container*?
- Pada saat apakah ***unit cost* moda terpilih** mampu **disaingi** oleh moda yang **tidak terpilih**?
- **Moda transportasi laut** jenis apa yang **paling optimum** yang harus digunakan untuk melayani distribusi *Product Oil* ke Nusa Tenggara Barat?



Tujuan



- Mengetahui **sistem distribusi** *product oil* ke Nusa Tenggara Barat saat ini.
- Menganalisis **moda transportasi laut** jenis apa yang menghasilkan **unit cost lebih murah** antara **kapal tanker** dan **kapal container**.
- Menganalisis pada saat apakah **unit cost moda terpilih** mampu **disaingi** oleh moda yang **tidak terpilih**.
- **Memutuskan moda transportasi laut** jenis apa yang **paling optimum** yang harus digunakan untuk melayani distribusi *Product Oil* ke Nusa Tenggara Barat?

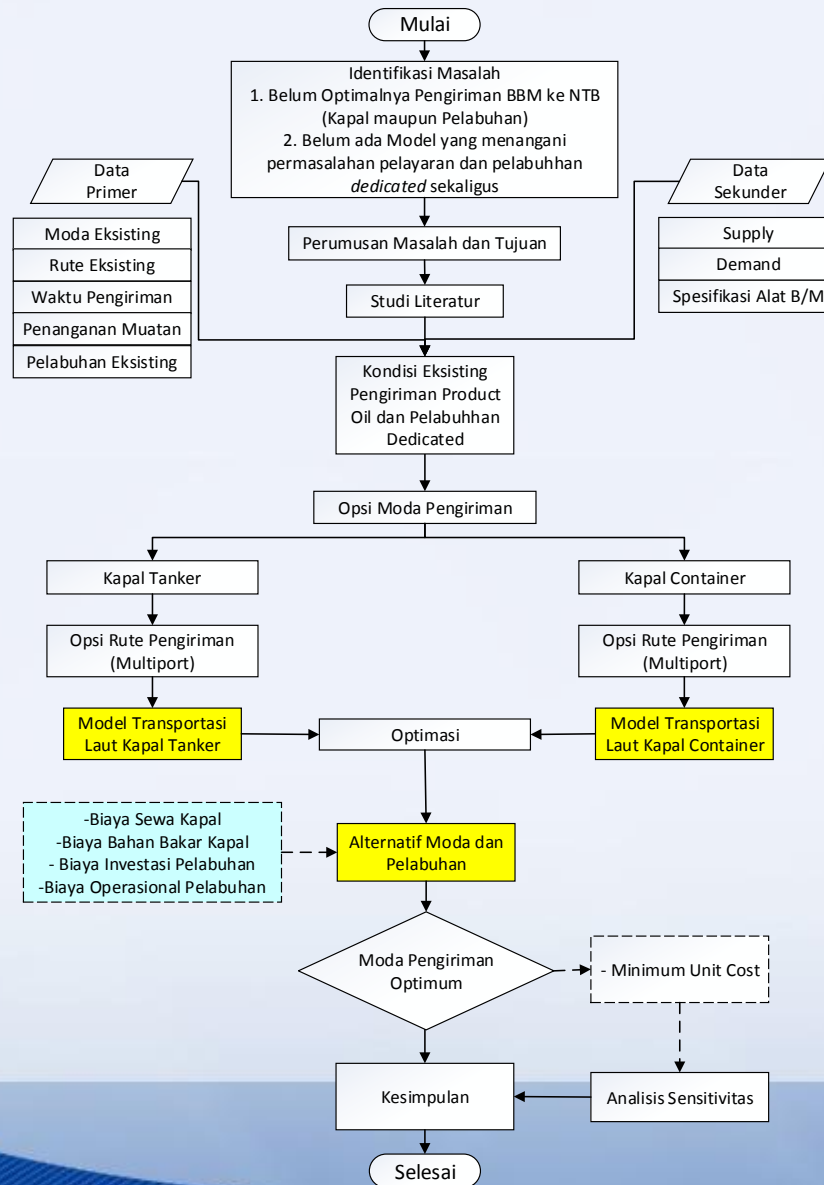


Batasan Masalah

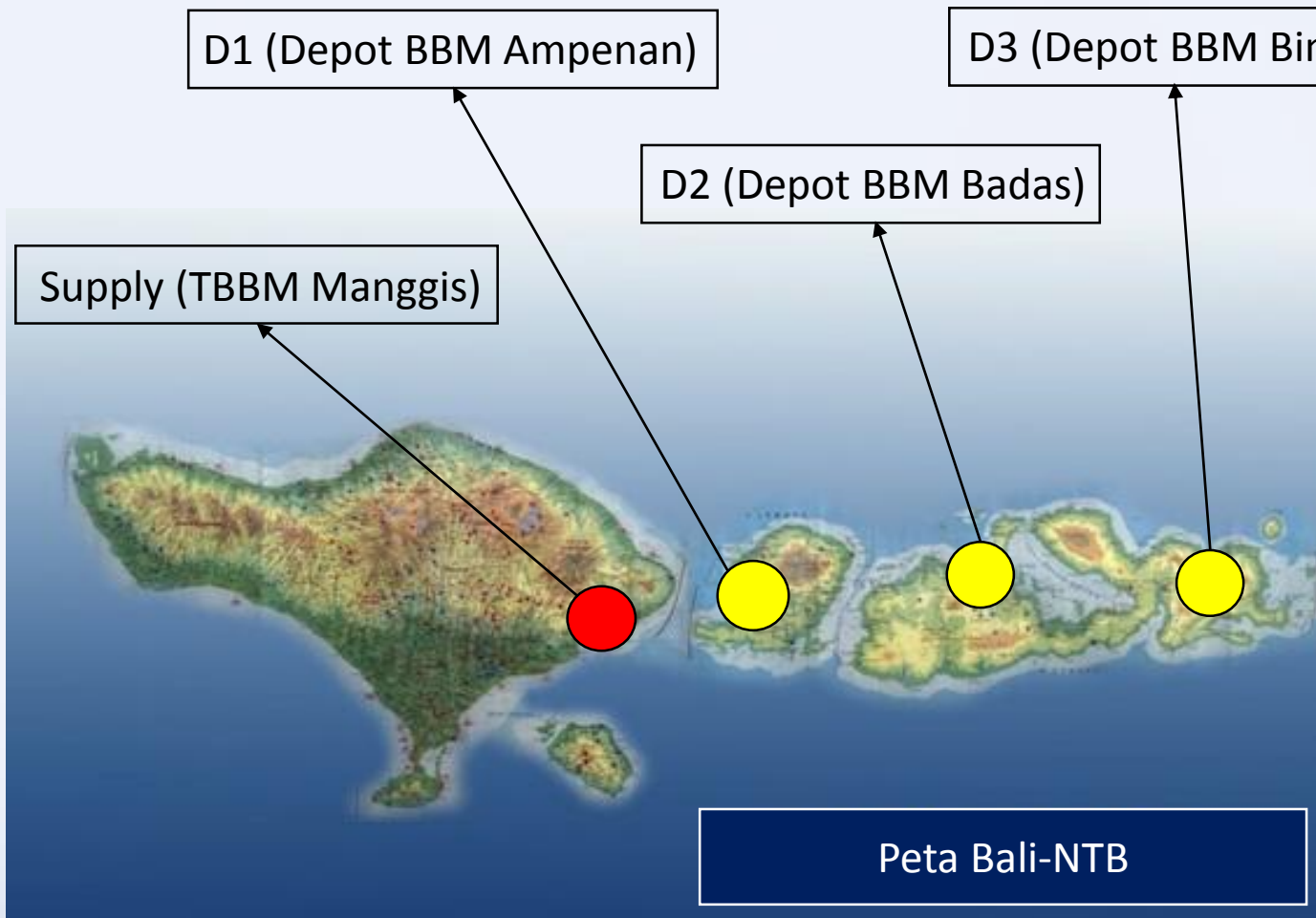


- Komoditi yang akan diteliti adalah *Product Oil* jenis **Premium, Solar, dan Kerosene**.
- Daerah yang diteliti adalah daerah **supply di Terminal Manggis** Bali dan Depot daerah **tujuan di Ampenan, Badas, dan Bima**.
- Alternatif bentuk kemasan yang digunakan adalah **Curah (*Tanker*) dan ISO-Tank**.
- Alternatif jenis moda yang digunakan adalah **Kapal Tanker dan Kapal *Container***.
- Data yang dipakai adalah **data demand** tahunan yang didapatkan dari **hasil survey** di Terminal Transit BBM Manggis.
- **Pelabuhan** yang melakukan pengiriman saat ini **dianggap belum ada** agar kedua moda (tanker dan *Container*) dapat bersaing mulai dari awal proses pengiriman dan peralatan bongkar muat yang belum tersedia.

Diagram Alir Penelitian



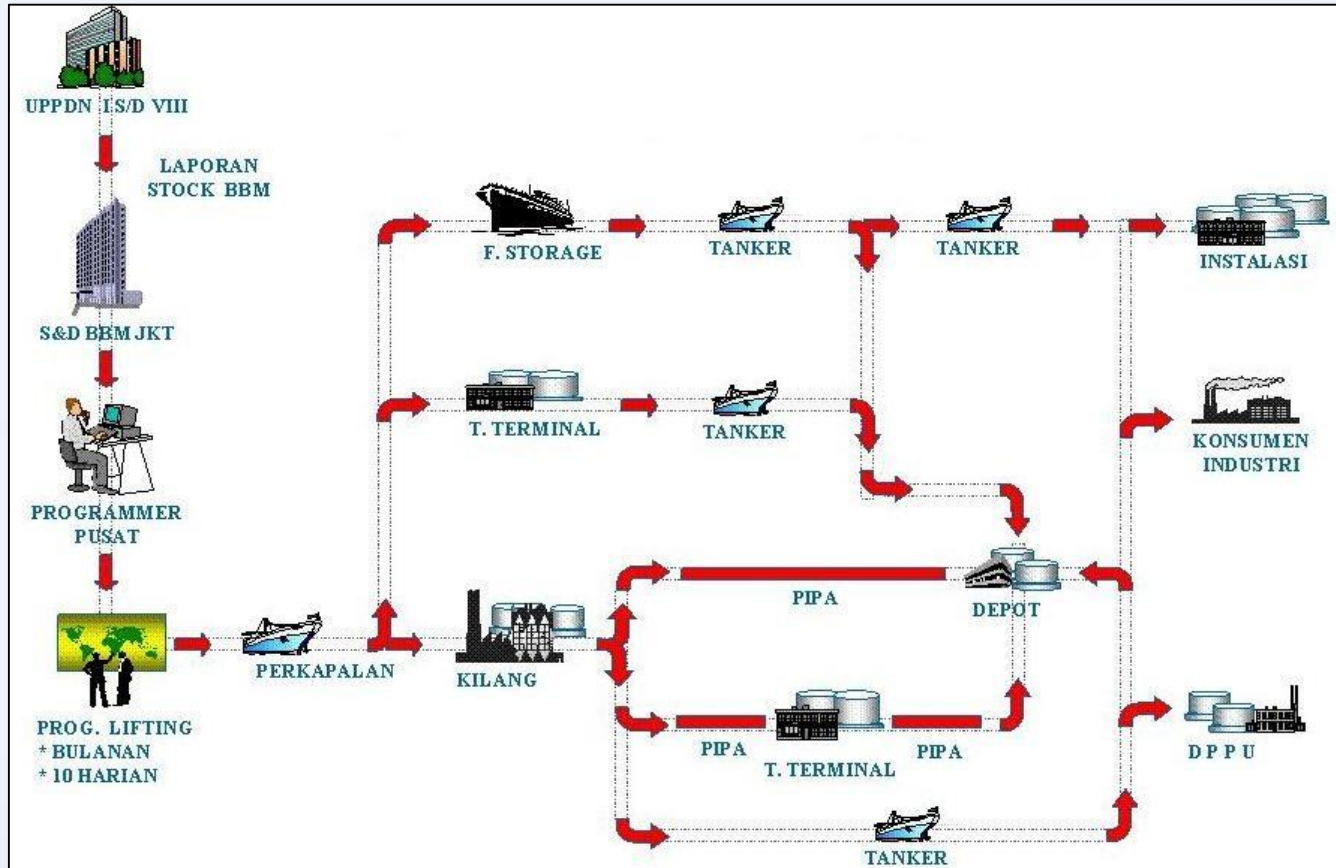
Peta Distribusi *Product Oil*



Objek Pelabuhan

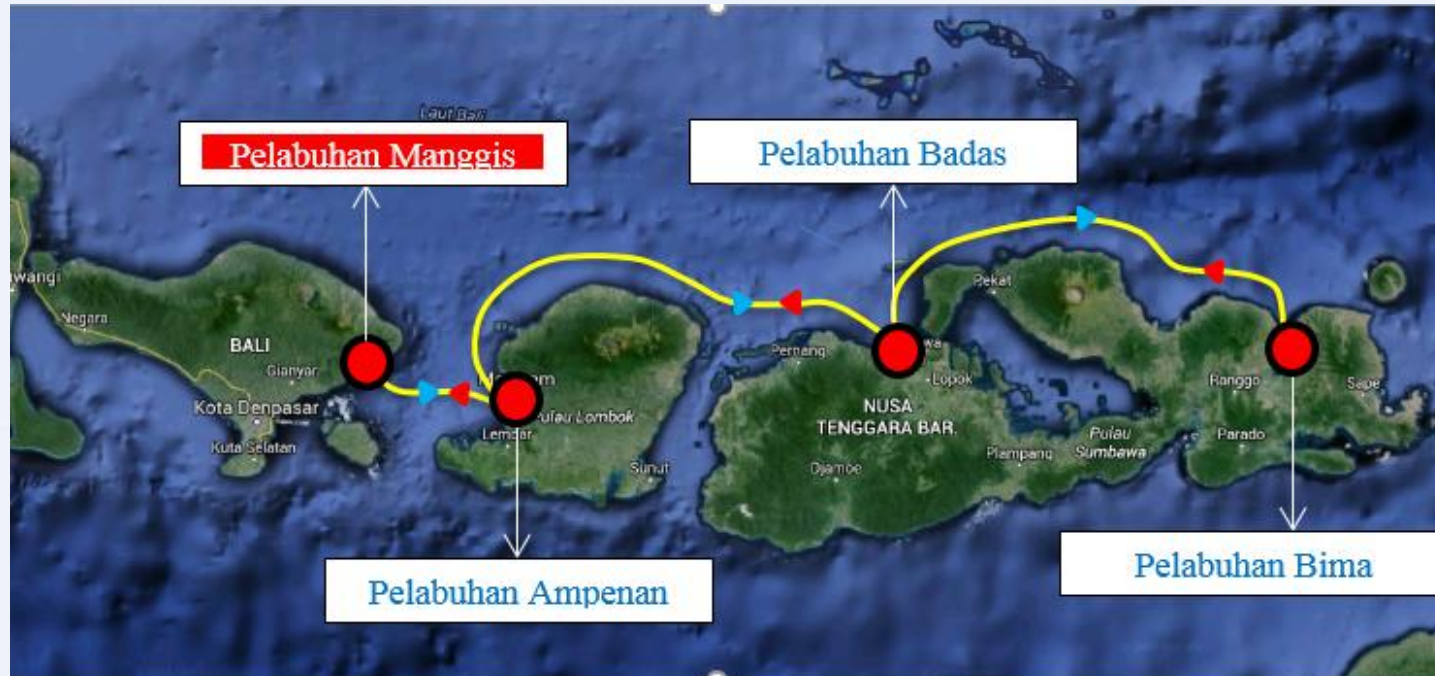


Pola Pengiriman *Product Oil*



Sumber : Pertamina Hilir

Rute dan Jarak

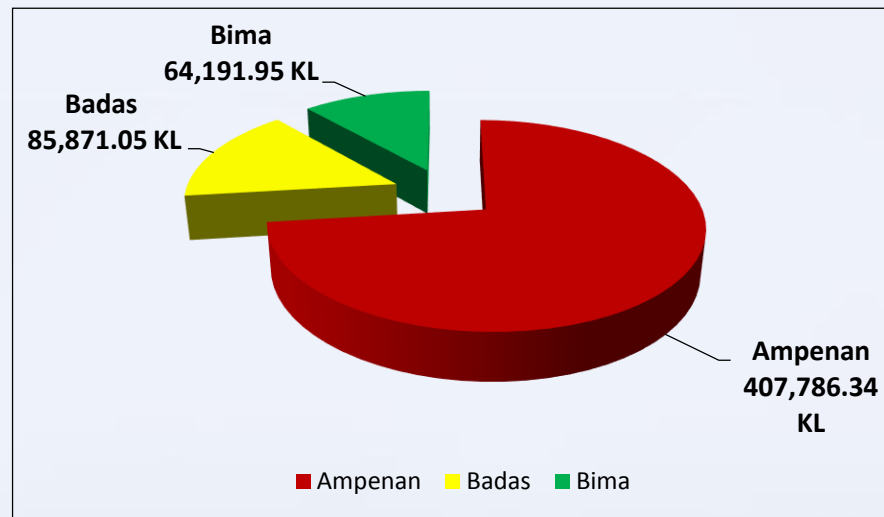


O/D	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis	-	30 Nm	123 Nm	214 Nm
Ampenan	30 Nm	-	115 Nm	194 Nm
Badas	123 Nm	115 Nm	-	101
Bima	214 Nm	194 Nm	101 Nm	-

Permintaan *Product Oil*



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 : Terminal Transit BBM Manggis Bali

Permintaan Masing-Masing Depot

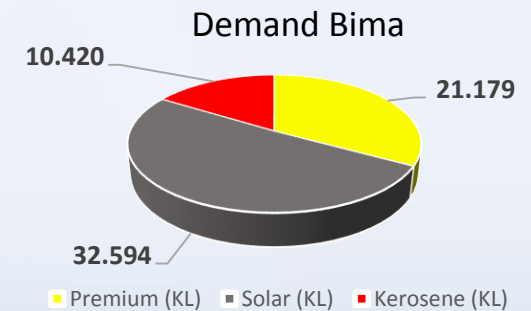
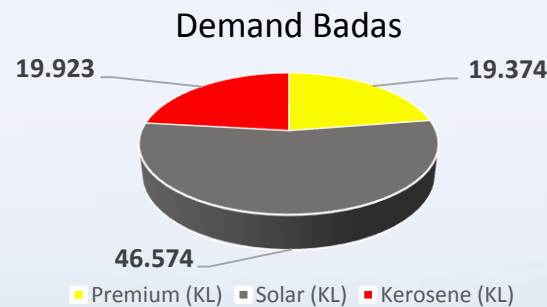
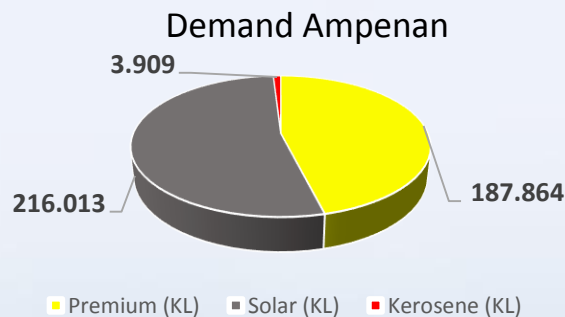
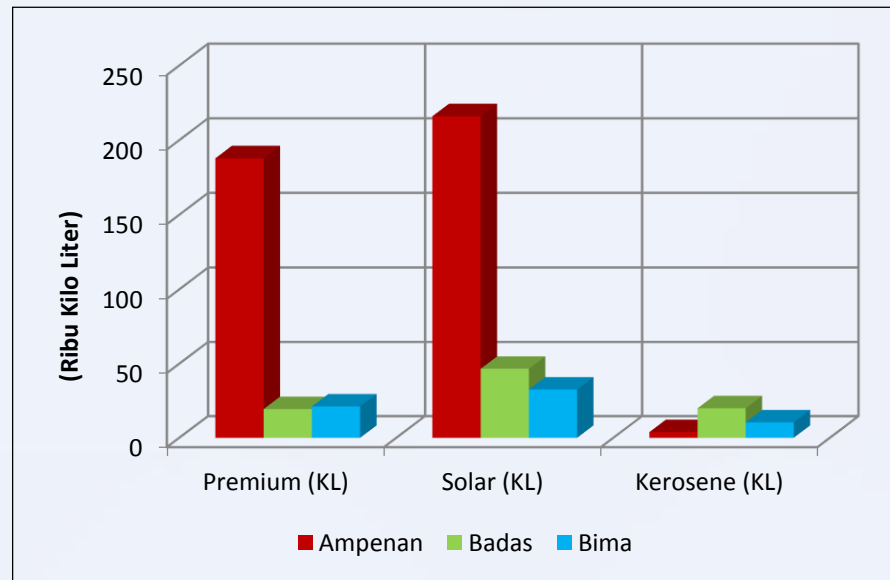
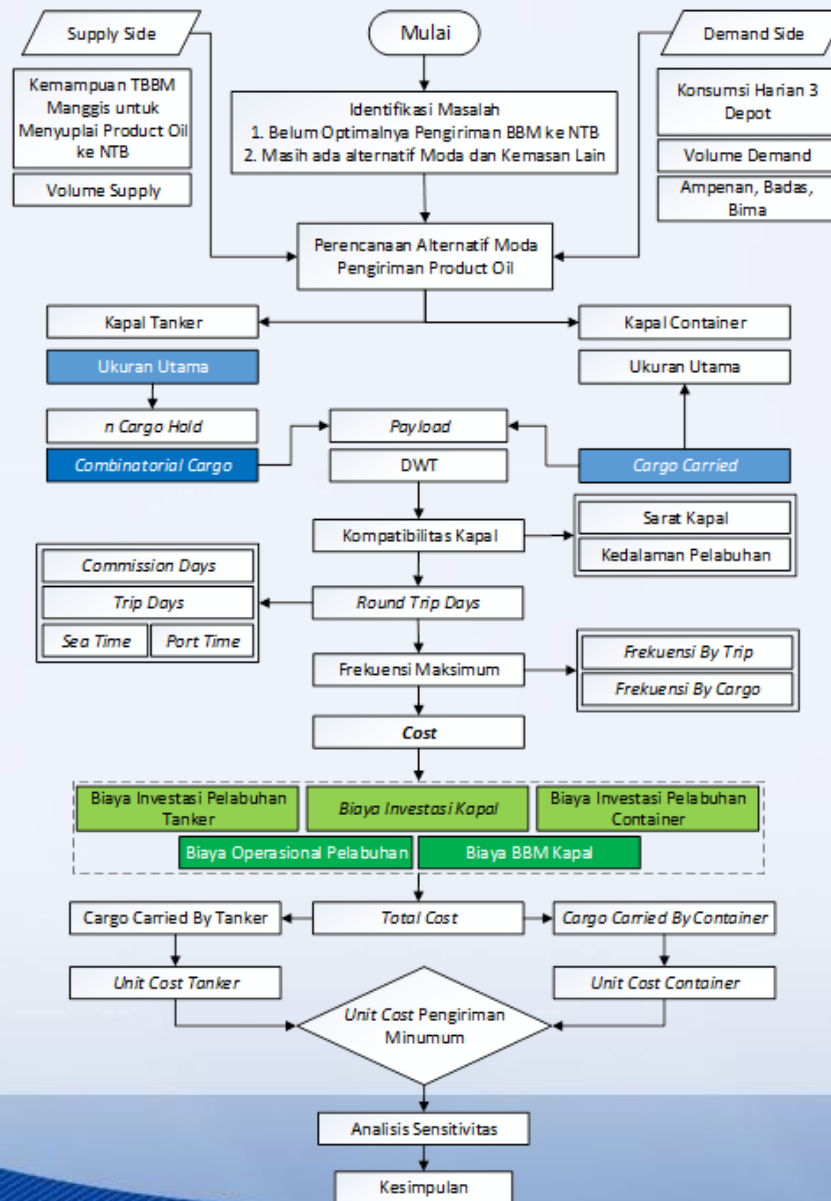


Diagram Alir Perhitungan



Model Matematis Shipping Cost Kapal Tanker



Objective Function :

$$\text{Min}_z = \frac{TC}{TCC}$$

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

Dimana : $FC = S_C + P_C$

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

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

Decision Variable :

LPP

Constraint :

$LPP = \text{integer}$

$X_{ij} \geq Dh_j \cdot (t_s + t_p)$

$Ts \leq LWS$

Dimana :

Z = Unit Cost

TC = Total Cost

TCC = Total Cargo Carried

m = Jumlah Kapal

n = Jumlah Frekuensi

FC = Fixed Cost

VC = Variable Cost

X_{ij} = Volume muatan ruang muat i dengan jenis muatan j

Ts = Sarat kapal

Dh_j = Demand harian muatan j

Model Matematis Kombinasi Jenis Produk dan Volume Ruang Muat



Objective Function :

$$\text{Min } TD = \sum_{j=1}^3 \left(\sum_{i=1}^{10} |X_{ij} Y_{ij} - D_j| \right) \cdot DC$$

Decision Variable :

$X_{ij} \rightarrow i = (1, 2, 3 \dots 10)$

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

Constraint :

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

Dimana :

TD = Total Denda Kelebihan atau kekurangan pengiriman

j = Jenis Kargo

i = Ruang muat

$X_{ij} Y_{ij}$ = Volume muatan ruang muat ke i Binarry muatan ke j

D_j = Demand muatan j

DC = Harga Denda

Model Matematis Shipping Cost Kapal Container



Objective Function :

$$\text{Min}_Z = \frac{TC}{TCC}$$

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

Dimana : $FC = S_C + P_C$

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

Decision Variable :

Py

Constraint :

$LPP = \text{integer}$

$$X_{ij} \geq Dh_j \cdot (t_s + t_p)$$

$$Ts \leq LWS$$

Dimana :

Z = Unit Cost

TC = Total Cost

TCC = Total Cargo Carried

m = Jumlah Kapal

n = Jumlah Frekuensi

FC = Fixed Cost

VC = Variable Cost

X_{ij} = Volume muatan ruang muat i dengan jenis muatan j

Ts = Sarat kapal

Dh_j = Demand harian muatan j

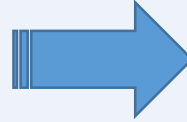
t_s = Sea Time

t_p = Port Time

Analisis Ukuran Utama Kapal Tanker



Ukuran utama kapal tanker
optimum : LPP= 105 m



Dari regresi didapatkan rasio perbandingan :

101	Rp 413.425	Rp 231.592.246.997
102	Rp 433.311	Rp 242.732.025.315
103	Rp 439.429	Rp 246.159.606.091
104	Rp 442.803	Rp 248.049.649.724
105	Rp 203.447	Rp 114.638.478.989
106	Rp 205.051	Rp 115.542.095.590
107	Rp 207.118	Rp 116.707.133.082
108	Rp 208.790	Rp 117.648.849.034

- $L / B = 5.83$
- $B / H = 2.19$
- $L / T = 15.5$

Sehingga didapatkan ukuran utama :

- $B = 18.19$ m
- $H = 8.31$ m
- $T = 6.84$ m
- $DWT = 8.266$ Ton
- $Payload = 9.238$ KL

Analisis Kombinasi Ruang Muat Kapal Tanker



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

- Ruang muat dan kapasitas dengan LPP = 105 m
- *Decision variable* menghasilkan volume yang akan diangkut sesuai jenis *cargo* dengan *objective function minimum cost*.

Data Set Pelabuhan Curah Cair



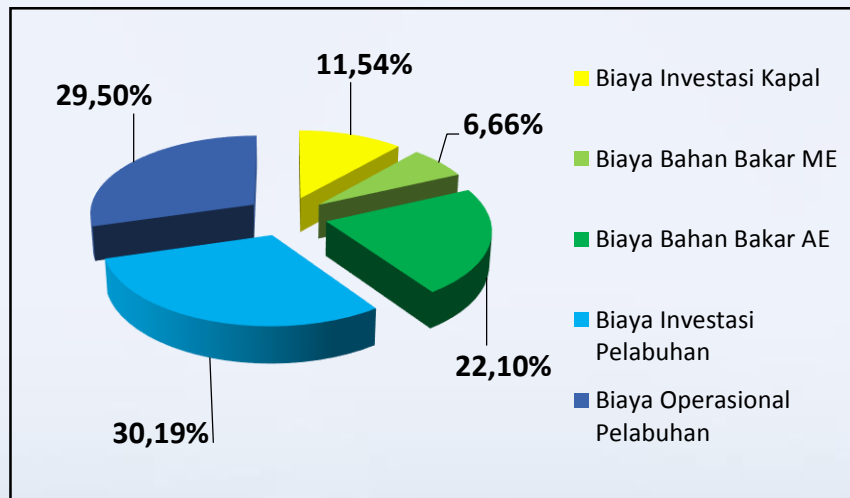
Investasi	Satuan	Harga Tahun 2016
Dermaga Curah Cair	m ²	Rp 17.661.844
Pipa	m	Rp 1.200.000
Pompa BBM	bh	Rp 927.500.000
Breasting Dolphin	bh	Rp 374.500.000
Lapangan Parkir Umum	m ²	Rp 1.773.786
Perkantoran	m ²	Rp 6.000.000
Fasilitas Umum	m ²	Rp 5.000.000
Pengolahan Limbah	m ²	Rp 5.000.000
Bunker BBM	m ²	Rp 5.000.000
Rumah Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	m ²	Rp 5.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	m ²	Rp 5.000.000
Gardu Induk Listrik	m ²	Rp 5.000.000
Tanah	m ²	Rp 15.000.000
Loading Arm	bh	Rp 650.000.000
Flow Meter	bh	Rp 11.700.000
Tangki BBM (Silo) Kapasitas 1.000 KL	bh	Rp 910.000.000
Tangki BBM (Silo) Kapasitas 3.000KL	bh	Rp 1.560.000.000
Tangki BBM (Silo) Kapasitas 5.000 KL	bh	Rp 1.950.000.000
Tangki BBM (Silo) Kapasitas 10.000 KL	bh	Rp 2.470.000.000
Genset 2.000 KW	bh	Rp 3.380.000.000

- Data Kementerian Pekerjaan Umum.
- Digunakan untuk Perhitungan Biaya Investasi Pelabuhan Curah Cair

Analisis Biaya Kapal Tanker dan Pelabuhan Curah Cair



Jenis Biaya	Biaya		
Biaya Investasi Kapal	Rp	13.335.080.481	/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	34.886.751.524	/Year
Biaya Operasional Pelabuhan	Rp	34.087.995.794	/Year
Biaya Kekurangan Pengiriman	Rp	-	/Year
Total Cost =		Rp115.542.095.604	/Year



- Komponen biaya terbesar adalah biaya investasi pelabuhan sebesar 30,19%
- Komponen biaya terkecil adalah biaya bahan bakar ME dari kapal sebesar 6,66%.

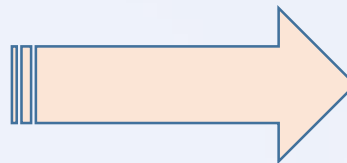
Analisis Ukuran Utama Kapal Container



Depot	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)	Total (KL)	ISO-Tank	
Ampenan	2.597	2.867	57	6.645	231	TEUs
Badas	277	678	284	1.206	52	TEUs
Bima	303	469	149	865	39	TEUs
Payload	3.176	4.014	490	7.680	322	TEUs

Decision variable → Regresi linear :

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



fixed cost dan variable cost
kapal container.

- Payload = 322 TEUs
- DWT = 7.232 Ton

Data Set Pelabuhan Peti Kemas



Investasi	Satuan	Harga Tahun 2016
Dermaga Petikemas	m ²	Rp 17.661.844
Mobile Crane	bh	Rp 91.000.000.000
Perkerasan Lapangan Penumpukan Petikemas	m ²	Rp 1.668.729
CFS	m ²	Rp 5.000.000
Gudang Cargo (Warehouse)	m ²	Rp 5.000.000
Lapangan Parkir Umum	m ²	Rp 1.773.786
Lapangan Parkir Truk Petikemas	m ²	Rp 1.773.786
Perkantoran	m ²	Rp 6.000.000
Fasilitas Umum	m ²	Rp 5.000.000
Pengolahan Limbah	m ²	Rp 5.000.000
Bunker BBM	m ²	Rp 5.000.000
Rumah Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	m ²	Rp 5.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	m ²	Rp 5.000.000
Gardu Induk Listrik	m ²	Rp 5.000.000
Tanah	m ²	Rp 15.000.000
Truck Petikemas	bh	Rp 543.400.000
Reach Stacker	bh	Rp 2.080.000.000
ISO-Tank Container (21 KL)	bh	Rp 130.000.000
ISO-Tank Container (24 KL)	bh	Rp 221.000.000

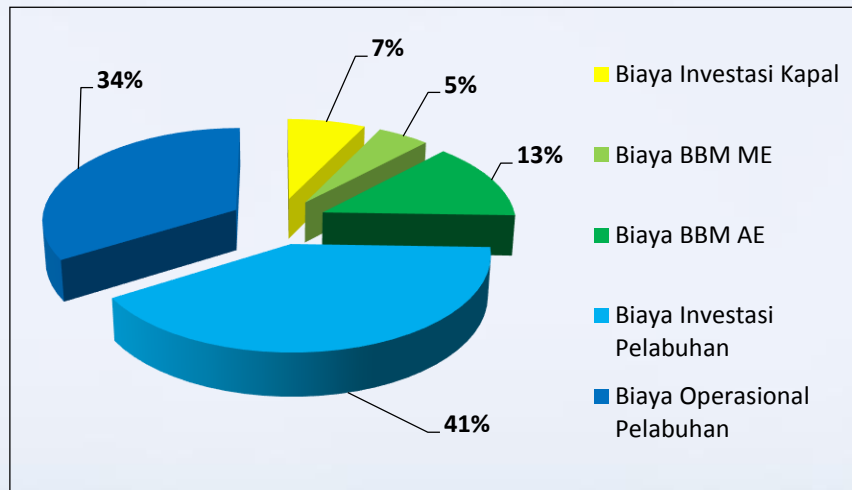
- Data Kementerian Pekerjaan Umum.
- Digunakan untuk Perhitungan Biaya Investasi Pelabuhan Peti Kemas

Analisis Biaya Kapal *Container* dan Pelabuhan *Container*

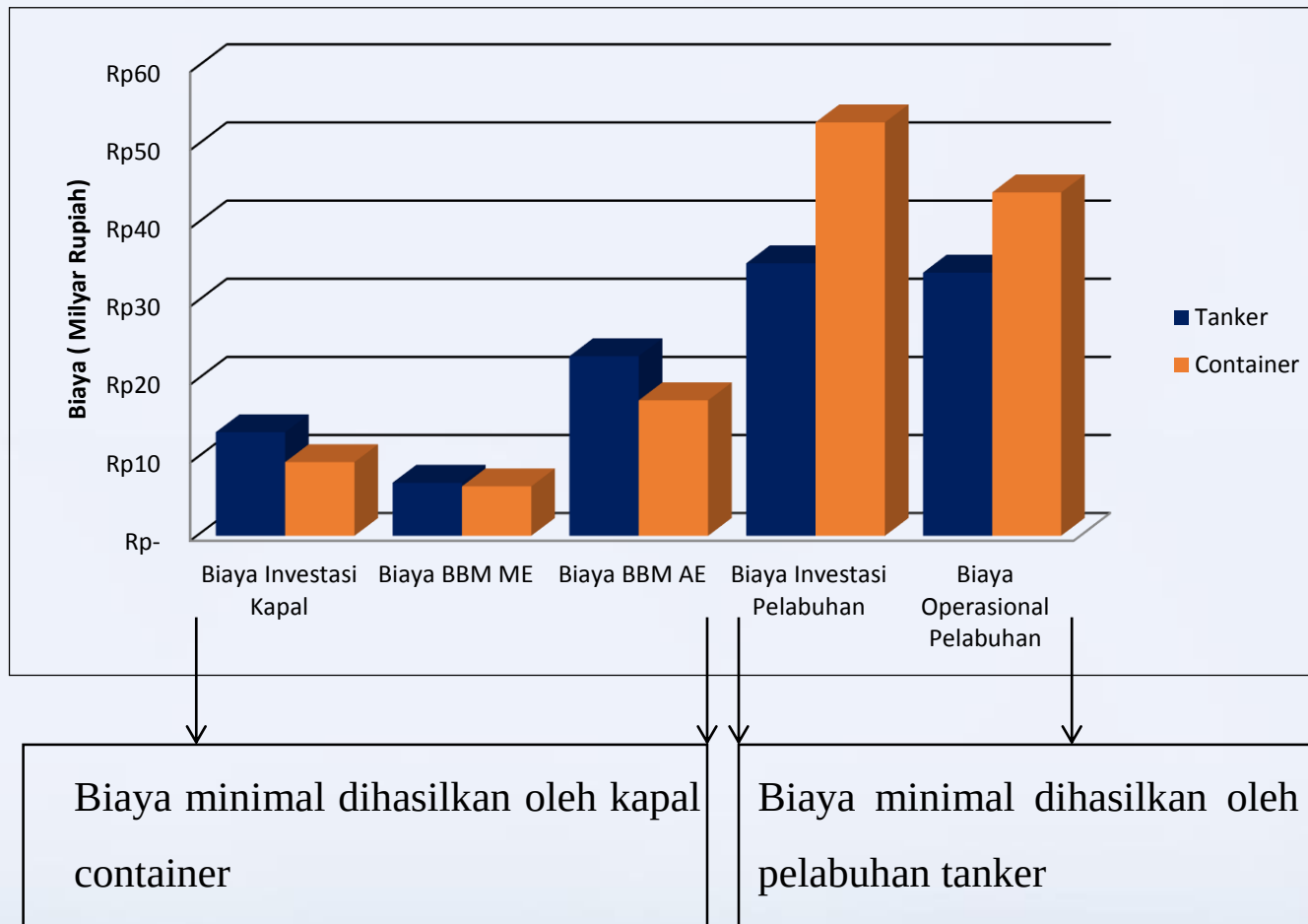


Jenis Biaya	Biaya		
Biaya Investasi Kapal	Rp	9.445.040.018	/Year
Biaya Bahan Bakar ME	Rp	6.344.090.216	/Year
Biaya Bahan Bakar AE	Rp	17.371.748.103	/Year
Biaya Investasi Pelabuhan	Rp	52.933.750.240	/Year
Biaya Operasional Pelabuhan	Rp	43.972.560.917	/Year
Total Cost =		Rp130.067.189.493	/Year

- Komponen biaya terbesar adalah biaya investasi pelabuhan sebesar 41%
- Komponen biaya terkecil adalah biaya bahan bakar ME dari kapal sebesar 5%.



Perbandingan Biaya Antar Moda

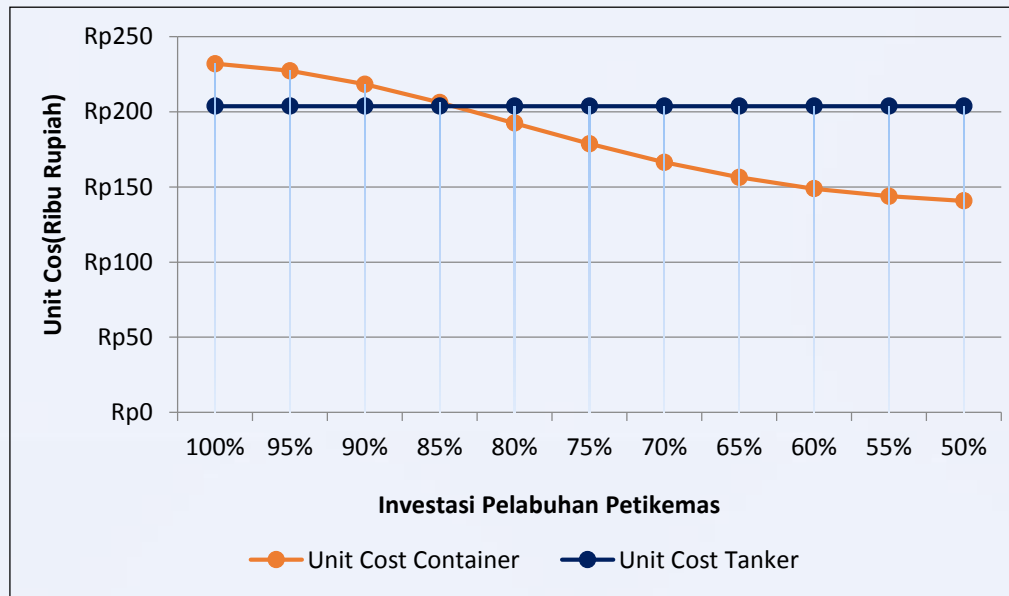


Perbandingan Biaya Antar Moda



- *unit cost container* → Rp. 231,998.28 per KL
- *unit cost tanker* → Rp. 203,756.79 per KL.
- *unit cost container* 12% lebih mahal dari *unit cost* kapal tanker

Analisis Sensitifitas Penurunan Biaya Investasi Pelabuhan



- Grafik analisis sensitifitas pengurangan biaya investasi pelabuhan peti kemas per 5%
- Hasilnya *unit cost* kapal container akan menjadi lebih murah jika biaya investasi pelabuhann peti kemas dikurangi sebesar 17%.
- Keputusan yang diambil untuk mengurangi biaya investasi pelabuhan adalah dengan mengganti alat bongkar muat dari HMC menjadi *crane* kapal dan dilakukan perhitungan ulang.

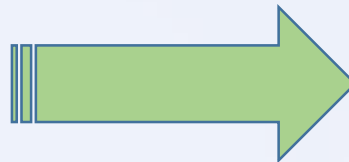
Analisis Ukuran Utama Kapal Container Baru



Depot	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)	Total (KL)	ISO-Tank	
Ampenan	2.806	3.227	58	6.645	254	TEUs
Badas	289	696	298	1.206	54	TEUs
Bima	316	487	156	865	40	TEUs
Payload	3.412	4.409	512	8.333	348	TEUs

Decision variable → Regresi linear :

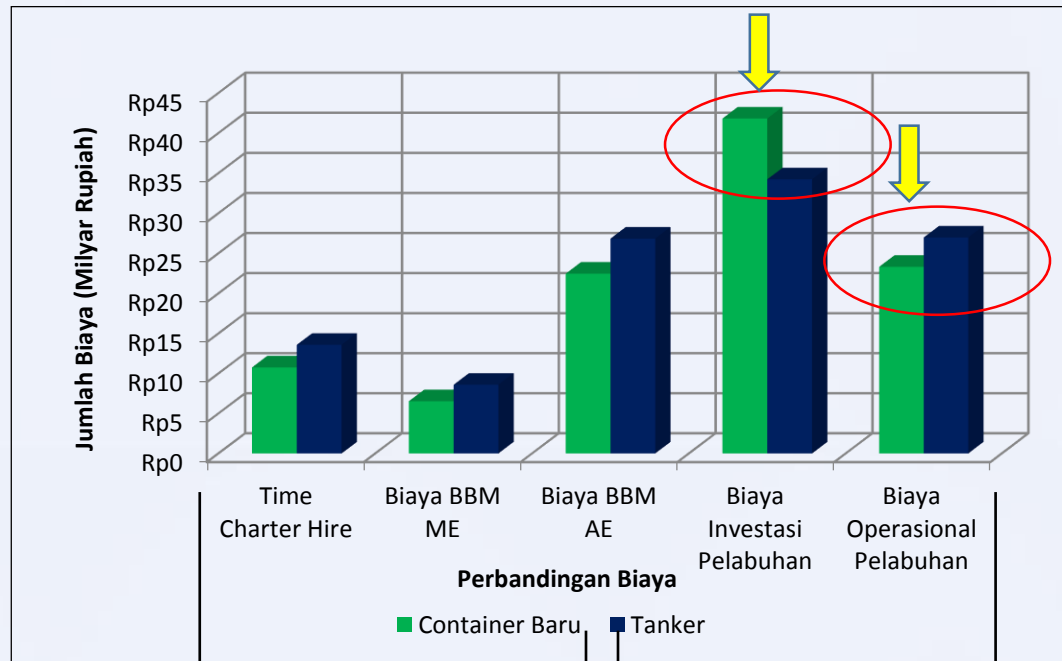
- LPP = 92.2 m
- B = 15.94 m
- H = 7.59 m
- T = 6.01 m



fixed cost dan variable cost
kapal container.

- Payload = 348 TEUs
- DWT = 8.333 Ton

Analisis Biaya Kapal *Container* dan Pelabuhan *Container* Baru



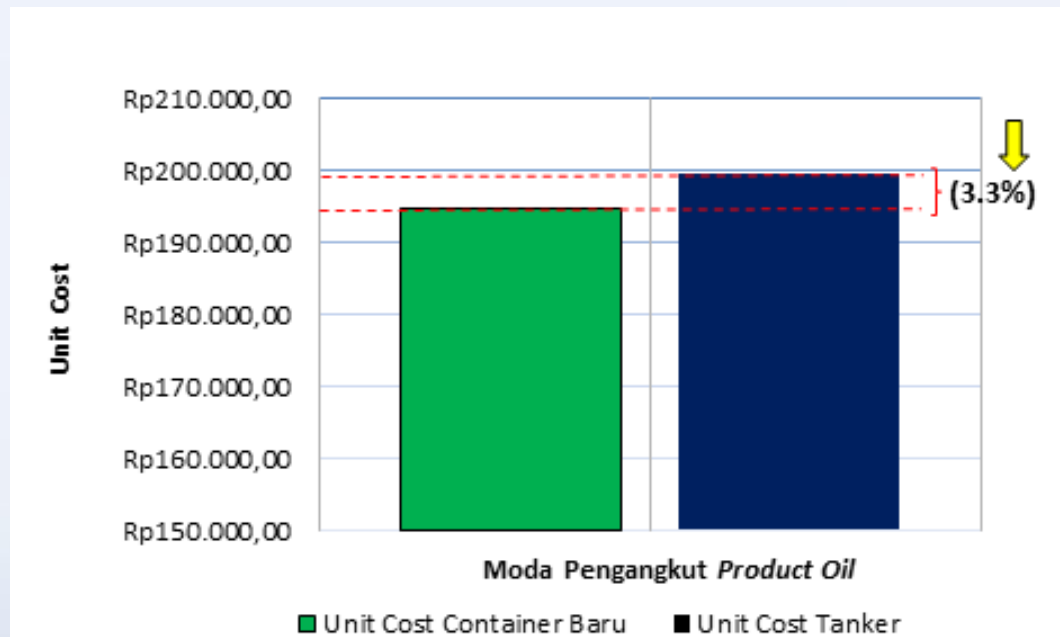
Biaya minimal dihasilkan oleh kapal container

Biaya pelabuhan container menurun dari sebelumnya

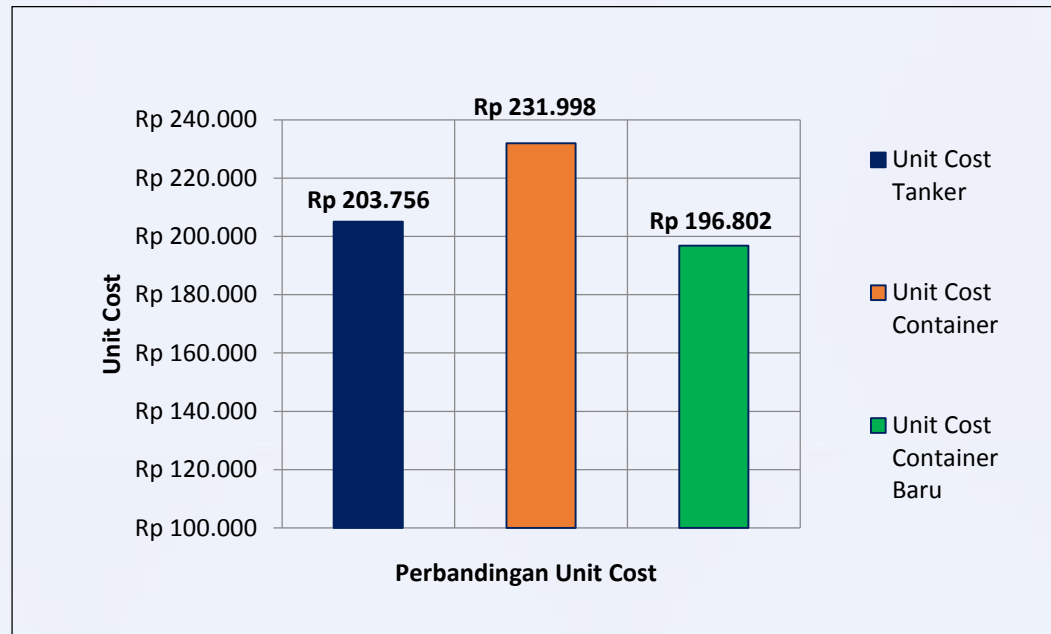
Analisis Biaya Kapal *Container* dan Pelabuhan *Container* Baru



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 =		Rp130.067.189.493	/Year



Hasil Perhitungan



Perbandingan dari ketiga perhitungan moda yang disajikan pada grafik di atas menghasilkan *unit cost* minimum dihasilkan oleh kapal *container* baru dengan *unit cost* sebesar Rp. 196,802 per KL yang lebih murah 4% dari *unit cost* tanker yang sebelumnya lebih murah dengan *unit cost* sebesar Rp. 205,051 per KL.



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. Kapal tanker menghasilkan unit cost lebih murah dari kapal container yaitu Rp. 203,756 berbanding Rp. 231,998. Selisih antara kedua unit cost adalah 12%.
3. Unit cost dari kapal container akan lebih murah dari kapal container ketika biaya investasi pelabuhan dikurangi sebesar 17% dengan cara mengganti alat bongkar muat dari HMC menjadi crane kapal.
4. Moda yang paling optimum untuk melakukan pengiriman adalah kapal container (menggunakan crane kapal) dengan unit cost sebesar Rp. 196,802. Unit cost ini lebih murah 4% dari kapal tanker.