

## **Model Evaluasi Trayek Kapal Tol Laut Untuk Maluku dan Papua Bagian Selatan**

(Evaluation Model of Tol Laut Route for Moluccas and Southern Papua)

**Irwan Tri Yunianto, Hasan Iqbal Nur, Eka Wahyu Ardhi, Bianca Prima Adhitya**

Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

**Abstrak:** Indonesia sebagai negara kepulauan mengharuskan Indonesia memiliki konektivitas yang memadai untuk meningkatkan kesejahteraan dan keseimbangan ekonomi. Program Tol Laut yang dimulai tahun 2016 merupakan program pemerintah yang dirancang untuk membuat konektivitas antar wilayah di Indonesia dengan perlayaran rutin dan terjadwal khususnya ke wilayah Indonesia Timur dan wilayah 3T (Terpencil, Terluar, dan Terdalam). Implementasi program tol laut harus dilakukan evaluasi dari pemerintah yang salah satunya adalah evaluasi pola operasi kapal. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model evaluasi trayek kapal program tol laut yang paling optimal dengan menggunakan metode optimalisasi armada kapal yang diskenariokan melalui jaringan transportasi *Multiport* dan *Hub-Spoke*. Jaringan kapal tol laut ke wilayah Maluku dan Papua bagian selatan yang optimal (minimum *Required Freight Rate* (RFR)) adalah pola operasi *Hub-Spoke* dengan pelabuhan pengumpul (*hub port*) di Saumlaki. Kebutuhan armada kapal untuk mendukung pola operasi *hub-spoke* ini adalah 1 (satu) unit kapal berkapasitas 296 TEUs, 3 (tiga) unit kapal berkapasitas 60 TEUs dan 1 (satu) unit kapal berkapasitas 87 TEUs dengan potensi penghematan subsidi adalah sebesar 50% dibandingkan dengan nilai subsidi tahun 2018 sebesar 119,21 miliar rupiah menjadi 59 ,46 miliar rupiah.

**Kata Kunci:** Perencanaan Trayek, Program Tol Laut, Tarif Pokok Minimum

**Abstract:** Indonesia as an archipelago state requires having an adequate connectivity to improve the welfare and the economic balance. Tol Laut programme which has been started since 2016 is a government strategy designed to create connectivity among regions in Indonesia within regular and scheduled shipping especially to Eastern Indonesia and remote island. Tol Laut programme implementation which required the government evaluations is operationl ship planning. The following research is aimed to generate the most optimised ship route evaluation in terms of tol laut by conducting optimization method which is schemed through Multiport and Hub-Spoke transportation network. The most optimised tol laut shipping network through South Maluku and Papua (minimum Required Freight Rate (RFR)) is operating the Hub-Spoke operation where the hub port is in Saumlaki. Requirement of fleets in order to support hub-spoke operational is that one unit of fleet with capacity 296 TEUs, three units of fleets with capacity 60 TEUs and one unit fleet with capacity 87 TEUs by having the potential for 50% subsidy savings compare to year 2018, cut down from IDR 119,21 billion to IDR 59,46 Billion.

**Keyword:** *Route Design, Tol Laut Program, Minimum Required Freight Rate*

### **Alamat Korespondensi:**

Irwan Tri Yunianto, Departemen Teknik Transportasi Laut, Gedung W Lt.3 Kampus ITS – Sukolilo, Surabaya.  
e-mail: irwan@seatrans.its.ac.id

## **PENDAHULUAN**

Indonesia sebagai negara maritim, memiliki pulau yang tersebar dengan kondisi perairan dan ketersediaan fasilitas pendukung yang berbeda-beda pada setiap wilayah. Kondisi antar pulau yang terpisah, kebutuhan yang beragam dan pusat perekonomian yang tidak merata menjadi faktor penghambat dalam upaya pening-

katan pemerataan kesejahteraan. Oleh karena itu, kesenjangan antar pulau di wilayah Indonesia tidak dapat dihindari yang berakibat pada disparitas harga yang merupakan konsekuensi dari biaya pengiriman ke luar Pulau Jawa khususnya Indonesia Timur menjadi tinggi.

Bagi negara kepulauan yang luas seperti Indonesia maka solusi untuk menurunkan

biaya logistik nasional dan meningkatkan kelancaran pergerakan penumpang dan distribusi barang yang ditentukan oleh seberapa baik berfungsinya angkutan laut. Keterhubungan/konektivitas antar wilayah merupakan elemen penentu kemajuan suatu wilayah. Salah satu program utama pemerintah yang sedang dijalankan sebagai upaya untuk meningkatkan keterhubungan atau konektivitas antar wilayah adalah melalui Tol Laut dengan penyediaan angkutan laut yang tetap dan teratur dari pusat perekonomian ke Pulau Terluar, Terdepan dan Tertinggal (3T).

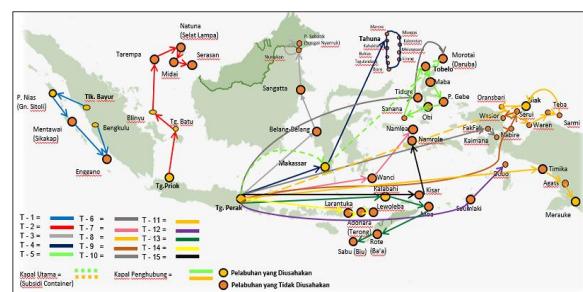


Sumber: Nusantara Maritime News, 2018

**Gambar 1. Trayek Tol Laut Tahun 2017**

Program Tol Laut diprakarsai oleh Presiden Republik Indonesia Joko Widodo sebagai solusi yang ditawarkan untuk mengurangi disparitas harga di Pulau Jawa dengan daerah 3T khususnya Indonesia Bagian Timur. Tol Laut diwujudkan dengan cara mendapatkan layanan pelayaran yang murah, rutin dan terjadwal, sehingga dapat merangsang pertumbuhan ekonomi di Indonesia Bagian Timur. Oleh karena itu, pemerintah sendiri yang turun langsung dalam membuat perencanaan dan memutuskan baik teknis maupun non teknis dalam pengoperasian tol laut.

Pada tahun 2018 terdapat 15 trayek Tol Laut dengan pelabuhan pangkalan di Teluk Bayur, Jakarta, Surabaya, Tahuna, Tobelo dan Biak.



Sumber: Indonesia Development Forum 2018, 2018

**Gambar 2. Trayek Tol Laut Tahun 2018**

Adapun detail Trayek Tol laut pada tahun 2018 adalah sebagai berikut:

**Tabel 1. Trayek Tol Laut Tahun 2018**

Kode	Pola	Jaringan Trayek
T - 1	<i>Multipoint</i>	Teluk Bayur – P. Nias (Gr. Sitolii) – Mentawai (Sikakap) – P. Enggano – Teluk Bayur
T - 2	<i>Multipoint</i>	Tanjung Priok – Tanjung Batu – Blinyu – Tarempa – Natuna (Selat Lampa) – Tanjung Priok
T - 3	<i>Multipoint</i>	Tanjung Perak – Belang Belang – Sangatta – Nunukan – Pulau Sebatik (Sungai Nyamuk) – Tanjung Perak
T - 4	<i>Hub-Spoke</i>	Tanjung Perak – Makassar – Tahuna – Tanjung Perak
T - 5	<i>Feeder</i>	Tahuna – Kahakitang – Buhias – Tagulandang – Biaro – Lirung – Melangoane – Kakorotan – Miangas – Marore – Tahuna
T - 6	<i>Multipoint</i>	Tobelo – Maba – P. Gebe – Obi – Sanana – Tobelo
T - 7	<i>Multipoint</i>	Tanjung Perak – Tidore – Morotai – Tanjung Perak
T - 8	<i>Multipoint</i>	Tanjung Perak – Wanci – Namlea – Tanjung Perak
T - 9	<i>Multipoint</i>	Biak – Oransbari – Waren – Sarmi – Biak
T - 10	<i>Crossing Vessel</i>	Tanjung Perak – Nabire – Serui – Wasior – Tanjung Perak
T - 11	<i>Multipoint</i>	Tanjung Perak – Fak-Fak – Kaimana – Tanjung Perak
T - 12	<i>Crossing Vessel</i>	Tanjung Perak – Timika – Agats – Merauke – Tanjung Perak
T - 13	<i>Multipoint</i>	Tanjung Perak – Saumlaki – Dobo – Tanjung Perak
T - 14	<i>Multipoint</i>	Tanjung Perak – Kalabahi – Moa – Rote (Ba'a) – Sabu (Biu) – Tanjung Perak
T - 15	<i>Multipoint</i>	Tanjung Perak – Larantuka – Adonara (Terong) – Lewoleba – Tanjung Perak

Program tol laut terbukti mengurangi disparitas harga di Indonesia bagian timur. Data harga komoditas pada tahun 2017 di daerah yang disinggahi kapal tol laut menunjukkan penurunan rata-rata sebesar 17.5% dibandingkan pada tahun sebelumnya.

**Tabel 2. Harga Komoditas di Pelabuhan Singgah Kapal Tol Laut**

Jenis Komoditi	Satuan	Harga Agu. 16	Harga Apr. 17	Penurunan (%)
<b>Larantuka</b>				
Daging Ayam Ras	Rp/kg	65,385	45,000	-31%
Tepung Terigu	Rp/kg	10,000	9,000	-10%
Besi Beton 10 mm	Rp/unit	54,500	52,500	-4%
<b>Fak-Fak</b>				
Beras	Rp/kg	13,000	10,000	-23%
<b>Marauke</b>				
Gula Pasir	Rp/kg	18,000	15,000	-17%
Minyak Goreng	Rp/kms	17,000	15,000	-12%
Semen Tonasa	Rp/zak	100,000	95,000	-5%
Besi Beton 12 mm	Rp/unit	112,000	103,000	-8%
Triplek 3 mm	Rp/lbr	65,000	59,000	-9%
Triplek 6 mm	Rp/lbr	100,000	94,500	-6%
<b>Kaimana</b>				
Beras	Rp/kg	12,000	11,000	-8%
Gula Pasir	Rp/kg	15,000	13,000	-13%
Telur Ayam Ras	Rp/kg	60,000	26,667	-56%
Semen Gresik	Rp/zak	81,250	65,000	-20%
<b>Natuna</b>				
Beras	Rp/kg	14,000	12,500	-11%
Gula Pasir	Rp/kg	17,000	14,000	-18%
<b>Kep. Aru (Dobo)</b>				
Gula Pasir	Rp/kg	18,750	15,000	-20%
Minyak Goreng	Rp/kms	17,938	16,000	-11%
Telur Ayam Ras	Rp/kg	53,750	52,500	-2%
Tepung Terigu	Rp/kg	12,000	10,000	-17%
<b>Moa</b>				
Beras	Rp/kg	14,500	11,500	-21%
Telur Ayam Ras	Rp/kg	40,000	32,000	-20%
Besi Beton 6 mm	Rp/unit	45,000	35,000	-22%
Besi Beton 8 mm	Rp/unit	65,000	55,000	-15%
Besi Beton 12 mm	Rp/unit	85,000	75,000	-12%
<b>Rata-rata</b>			<b>- 17.5%</b>	

Dalam pelaksanaannya setelah 3 tahun berjalan, pemerintah masih terus meninjau ulang program Tol Laut khususnya tinjauan pada pola operasi dan trayek kapal. Peninjauan ulang ini terus dilakukan oleh pemerintah, dengan harapan disparitas

harga yang terjadi di Indonesia dapat segera diminimalkan dengan penggunaan subsidi yang efisien.

## METODE PENELITIAN

Secara garis besar metode penelitian ini dibagi dalam 5 (lima) tahapan utama:

### 1. Pengumpulan Data

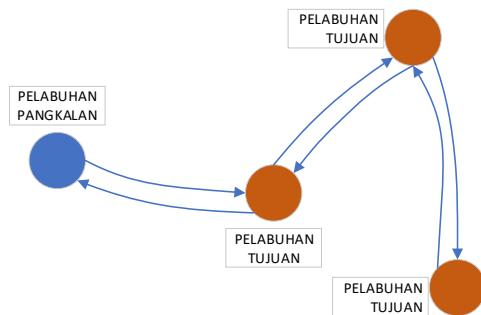
Pengumpulan data dalam penelitian dilakukan secara langsung (primer) maupun tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini berasaskan dari perusahaan terkait melalui survei secara langsung dan data sekunder yang dapat di akses publik secara langsung. Data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi:

- Permintaan (*demand side*), meliputi realisasi jumlah muatan berdasarkan asal dan tujuan;
- Penawaran (*supply side*), meliputi ukuran, kapasitas, kecepatan kapal dan realisasi frekuensi kapal sesuai dengan trayeknya;
- Pelabuhan singgah dan jaringan/trayek tol laut saat ini; dan
- Nilai subsidi per masing-masing trayek
- Standar komponen dan satuan biaya penyelenggaraan angkutan barang di laut

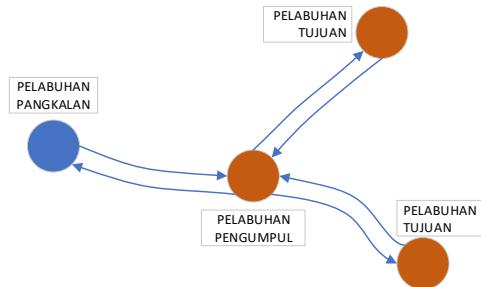
### 2. Model Optimisasi Jaringan

Tahap awal dalam menyusun model optimasi adalah dengan melakukan skenario perbandingan jenis pola operasi saat ini (*multiport*) dengan pola operasi skenario (*hub-spoke*). Analisis yang dilakukan pada tiap-tiap pola operasi tersebut meliputi spesifikasi kapal, rute perjalanan kapal, serta pengembangan pelabuhan pengumpul terpilih beserta penambahan fasilitasnya untuk pola operasi *hub-spoke*.

### A. Pola Operasi Multiport



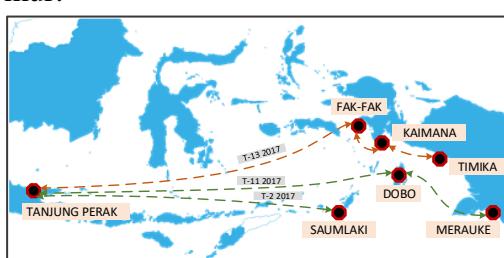
### B. Pola Operasi Hub-Spoke



**Gambar 3. Ilustrasi Pola Operasi Multiport dan Hub-Spoke**

Model evaluasi trayek kapal tol laut di wilayah Papua bagian selatan dan Maluku meliputi 3 trayek yakni yakni T-10, T-11 dan T-12 tahun 2018 dengan pelabuhan singgah di Pelabuhan Dobo, Saumlaki, Fak-Fak, Kaimana, Timika, dan Merauke.

Untuk penggunaan kapal pada pola operasi skenario (*Hub-Spoke*), *mother vessel* diasumsikan menggunakan kapal sewa berdasarkan ukuran kapal, sedangkan untuk *feeder vessel* menggunakan kapal yang sudah ada dan beroperasi di wilayah Indonesia Timur.



**Gambar 4. Jaringan Trayek Tol Laut ke Maluku dan Papua Bagian Selatan**

### 3. Model Matematis

Skenario pola operasi disusun menggunakan metode optimisasi *Non-Linear Programming* dengan hasil keluaran (*output*) rute dan penugasan spesifikasi kapal dengan minimum total biaya. Model matematis optimalisasi disusun berdasarkan pada Z (minimum total biaya) merupakan penjumlahan dari *Total Cost Mother Vessel* dengan *Total Cost Feeder Vessel*. Berikut adalah persamaannya:

$$\min RFR \quad Z = \sum_{j=1}^6 \sum_{k=1}^m \left( \frac{TC_{Jck}}{D_{fjx} s_j} \right) + \sum_{f=1}^n \left( \frac{TC_f}{D_{fx} s_{jf}} \right)$$

Dengan batasan sebagai berikut:

$$\sum_{k=1}^m C_k \geq D_i$$

$$T_k < T_d$$

$$Fd < Fk$$

$$L, B, H, T \geq L_{smin}, B_{smin}, H_{smin}, T_{smin}$$

$$L, B, H, T \leq L_{smax}, B_{smax}, H_{smax}, T_{smax}$$

Keterangan:

TC	: Total Cost
K	: Mother Vessel
j	: Pelabuhan Pengumpul
D	: Permintaan
s	: Jarak
f	: Feeder Vessel
c	: Crane Dermaga
n	: Jumlah Feeder Vessel
m	: Jumlah Mother Vessel
L	: Pajang Kapal (LPP)
B	: Lebar Kapal
H	: Tinggi Kapal
T	: Sarat kapal
Fd	: Frekuensi demand
T <sub>k</sub>	: Tinggi Sarat Kapal
T <sub>d</sub>	: Sarat Dermaga
F <sub>k</sub>	: Frekuensi Kapal
C <sub>k</sub>	: Kapasitas Kapal

### 4. Perhitungan Biaya Operasi Kapal

Secara teoritis komponen biaya kapal (*shipping cost*) dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian dengan rincian sebagai berikut:

- Biaya Operasi (*Operating Cost*) adalah biaya tetap (*fixed cost*) yang

terkait dengan biaya harian kapal untuk operasi, biaya ini terdiri atas komponen-komponen sebagai berikut:

- Gaji awak kapal (*crew*)
  - Biaya perbekalan (*stores & consumables*)
  - Biaya pemeliharaan (*running repair*)
  - Biaya pelumas
  - Biaya asuransi
  - Biaya administrasi
- b. Biaya Perjalanan (*Voyage Cost*) adalah biaya tidak tetap (*variable cost*) yang hanya timbul pada saat kapal sedang beroperasi. Komponen biaya perjalanan ini adalah sebagai berikut:
- Biaya bahan bakar (*fuel cost*) yang nilainya tergantung pada daya mesin yang digunakan baik mesin induk maupun motor bantu, *specific fuel oil consumption*, kecepatan kapal dan harga bahan bakar.
  - Biaya layanan pelabuhan (*port charges*) adalah semua biaya yang timbul selama kapal berada di area pelabuhan seperti labuh, pandu, tunda, sandar.
- c. Biaya Layanan Bongkar/Muat (*Cargo Handling Cost*) adalah biaya yang timbul ketika kapal sedang melakukan proses bongkar atau muat barang di pelabuhan. Biaya ini termasuk dalam kategori biaya tidak tetap.
- d. Biaya Modal (*Capital Cost*) adalah biaya tetap (*fixed cost*) yang terkait dengan biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan atau pembelian.

Besarnya biaya ini akan sangat ditentukan oleh:

- Harga kapal
- Sumber pendanaan
- Besar pinjaman, tenor dan bunga pinjaman
- Mata uang yang digunakan

e. Biaya Pemeliharaan Rutin (*Periodic Maintenance Cost*) adalah biaya pemeliharaan kapal yang terjadwal (*docking*). Biaya ini termasuk dalam kategori biaya tetap (*fixed cost*) dan umumnya besarnya tergantung pada:

- Umur kapal
- Kebijakan pemeliharaan
- Peraturan klasifikasi

## 5. Analisis Komparasi Pola Operasi

Tahap selanjutnya adalah analisis perbandingan alternatif pola operasi yang optimal untuk program tol laut dengan RFR paling minimum. Setelah terpilih pola operasi yang memiliki RFR lebih paling minimum, dilakukan analisis resiko dari pola operasi tersebut untuk mengetahui resiko apa saja yang kemungkinan terjadi dan biaya yang timbul dari resiko tersebut. Kemudian tahap terakhir adalah melakukan analisis subsidi untuk tiap pola operasi, dimana penurunan subsidi tersebut dapat mempengaruhi hasil pemilihan pola operasi kapal tol laut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari tahun 2017 dan tahun 2018 trayek kapal tol laut yang melayani pelabuhan di Maluku dan Papua bagian selatan mengalami perubahan rute. Perubahan trayek tol laut dan alternatif trayek yang diusulkan dalam analisis ini tergambar dalam tabel berikut ini:

**Tabel 3. Perbandingan Pola Operasi**

Trayek Tahun 2017	Trayek Tahun 2018	Usulan Pola Operasi
T-2 (Surabaya-Saumlaki)	T-10 (Surabaya-Fak-Fak-Kaimana)	Mother Vessel (Surabaya-Hub)
T-11 (Surabaya-Fak-Fak-Kaimana-Timika)	T-11 (Surabaya-Timika-Merauke)	Feeder Vessel (Hub-Tujuan 1)
T-13 (Surabaya-Dobo-Merauke)	T-12 (Surabaya-Saumlaki-Dobo)	Feeder Vessel (Hub-Tujuan 2)
		Feeder Vessel (Hub-Tujuan 3)
		Feeder Vessel (Hub-Tujuan 4)

### 1. Trayek Tol Laut (*Multiport*) 2017

Pada tahun 2017, pola operasi untuk tujuan Fak-Fak, Kaimana, Dobo, Saumlaki, Timika dan Merauke menggunakan Pola Multiport. Keenam titik tersebut pun terbagi menjadi beberapa trayek yakni T-11 (Surabaya-Dobo-Merauke), T-13 (Surabaya-Fak-Fak-Kaimana-Timika), dan T-2 (Saumlaki). Untuk titik tujuan saumlaki masih tergabung dengan T-2 yang mayoritas tujuannya adalah daerah di Nusa Tenggara Timur.

**Gambar 5. Trayek Tol Laut Tahun 2017**

Ketiga trayek tersebut dilayani oleh KM Mentari Perdana di T-11, KM Freedom di T-13 dan KM Mentari Perkasa di T-2. Berikut adalah spesifikasi ketiga kapal tersebut:

**Tabel 4. Spesifikasi Kapal Tol Laut 2017**

Item	KM. Mentari Perdana	KM. Freedom	KM. Mentari Perkasa
LOA	108,63 m	105,35 m	84,57 m
B	16,40 m	16,80 m	15,00 m
H	8,00 m	8,25 m	7,30 m
Mesin	2.113 KW	2.113 KW	1.268 KW
Pay-load	199 TEUS	192 TEUS	130 TEUS

Crane	2 x 10 B/H	2 x 10 B/H	2 x 10 B/H
-------	------------	------------	------------

Kemudian dari trayek dan armada kapal tersebut, dilakukan perhitungan operasi dan biaya dalam 1 (satu) tahun, sehingga menghasilkan ringkas sebagai berikut:

### 2. Ringkasan Trayek Tahun 2017

Trayek Tol Laut	RTD	Frekuensi	Total Biaya
	hari	Kali/thn	Jt-Rp/thn
T-11	18	19	64.582,40
T-13	19	18	60.228,83
T-2	8	21	43.421,58
			<b>TOTAL BIAYA</b>
			<b>168.232,81</b>

Dalam pelaksanaan tol laut tahun 2017 ke wilayah Maluku dan Papua bagian selatan memerlukan total biaya yang dikeluarkan untuk 3 (tiga) trayek sebesar 168,23 miliar rupiah per tahun.

### 2. Trayek Tol Laut (*Multiport*) 2018

Pada tahun 2018, trayek tol laut mengalami perubahan dibandingkan tahun 2017. Berikut ilustrasi trayek pada tahun 2018.

**Gambar 6. Trayek Tol Laut Tahun 2018**

Pola operasi untuk tujuan Fak-Fak, Kaimana, Dobo, Saumlaki, Timika dan Merauke menggunakan Pola *Multiport*. Keenam pelabuhan singgah tersebut terbagi menjadi trayek T-10 (Surabaya-Fak-Fak-Kaimana), T-11 (Surabaya –Timika-Merauke), dan T-12 (Surabaya-Saumlaki-Dobo).

Armada kapal yang digunakan T-10 adalah KM. Mentari Perdana, T-11 dengan KM.

Kedung Mas, dan T-12 dengan KM. Meratus Sumba. Berikut adalah spesifikasi armada kapal tersebut.

**Tabel 6. Spesifikasi Kapal Tol Laut 2018**

Item	KM. Kedung Mas	KM. Meratus Sumba
LOA	105,35 m	84,57 m
B	16,80 m	15,00 m
H	8,25 m	7,30 m
Mesin	2.113 KW	1.268 KW
<i>Payload</i>	192 TEUS	130 TEUS
<i>Crane</i>	2 x 10 B/H	2 x 10 B/H
Catatan: Spesifikasi KM Mentari Perdana sudah dijelaskan pada Tabel 4.		

Sama halnya analisis pada tahun 2017, hasil analisis pada tahun 2018 adalah sebagai berikut:

**Tabel 7. Ringkasan Trayek Tahun 2018**

Trayek Tol Laut	RTD	Frekuensi	Total Biaya
	hari	Kali/thn	Jt-Rp/thn
T-10	18	19	58.949,89
T-11	19	18	66.041,27
T-12	18	19	45.280,11
<b>TOTAL BIAYA</b>			<b>170.355,42</b>

Total biaya pelaksanaan tol laut tahun 2018 ke wilayah Maluku dan Papua bagian selatan sebesar 170,36 miliar rupiah per tahun.

### 3. Pola Operasi Skenario *Hub-Spoke*

Dari tahun ke tahun pelaksanaan program tol laut, pemerintah telah melakukan evaluasi berupa pemilihan perusahaan pelayaran sebagai operator tol laut, pemberian subsidi, dan yang paling sering adalah trayek dan pola operasi. Pada tahun 2018 ini, pemerintah telah membuat skema rute dan pola operasi tol laut baru. Dari tahun 2017 yang berjumlah 13 rute, di tahun 2018 memiliki 15 rute dengan pelabuhan singgah berbeda dari tahun-tahun sebelumnya. Selain jumlah operasi yang berubah pola operasi tol laut juga sudah meng-implementasikan pola operasi *Multiport*, *Hub-Spoke*, dan *Ship to ship*. Pola operasi *Hub-Spoke* tersebut terdapat pada pola operasi Trayek-5 dan Trayek-8.

Pada penelitian ini akan dilakukan penerapan pola operasi Hub-Spoke untuk Trayek-10, Trayek-11, dan Trayek-12 dengan menjadikan 3 (tiga) trayek tersebut menjadi 1 (satu) trayek. Berikut adalah konsep dan rute pola operasi *Hub-Spoke* dengan variasi skenario berikut:

**Tabel 8. Variasi Skenario Pola *Hub-Spoke***

Skenario 1	<i>Hub</i>	Fak-Fak
	<i>Feeder</i>	A. Kaimana, B. Dobo, C. Saumlaki dan D. Timika - Merauke
Skenario 2	<i>Hub</i>	Kaimana
	<i>Feeder</i>	A. Fak-Fak, B. Dobo, C. Saumlaki dan D. Timika - Merauke
Skenario 3	<i>Hub</i>	Dobo
	<i>Feeder</i>	A. Fak-Fak, B. Kaimana, C. Saumlaki dan D. Timika - Merauke
Skenario 4	<i>Hub</i>	Saumlaki
	<i>Feeder</i>	A. Fak-Fak, B. Kaimana, C. Merauke dan D. Dobo – Timika
Skenario 5	<i>Hub</i>	Timika
	<i>Feeder</i>	A. Merauke, B. Dobo, C. Saumlaki dan D. Fak-Fak - Kaimana
Skenario 6	<i>Hub</i>	Merauke
	<i>Feeder</i>	A. Fak-Fak, B. Dobo, C. Saumlaki dan D. Timika - Kaimana

Setelah mengetahui konsep dan rute dari pola operasi *hub-spoke* tersebut. Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap masing-masing skenario yang meliputi perhitungan biaya pengiriman, pemilihan armada kapal, dan pengembangan pela-buhan pengumpul (*hub port*). Berikut adalah total biaya untuk pola operasi *Hub-Spoke* dari masing-masing skenario:

**Tabel 9. Total Biaya Skenario 1 – 6**

Skenario	Hub Port	Total Biaya (Jt-Rp/thn)
Skenario 1	Fak-Fak	172,503.81
Skenario 2	Kaimana	168,248.54
Skenario 3	Dobo	164,781.77
Skenario 4	Saumlaki	163,903.11
Skenario 5	Timika	200,389.99
Skenario 4	Saumlaki	163,903.11
Skenario 6	Merauke	231,250.57

Hasil analisis menunjukkan bahwa skenario yang memiliki total biaya paling minimum

adalah skenario 4 dengan pelabuhan Saumlaki sebagai lokasi pelabuhan pengumpul terpilih dengan total biaya operasi kapal sebesar 163,88 miliar rupiah per tahun. Hasil skenario 4 tersebut terdiri dari pola operasi yang diilustrasikan sebagai berikut.



**Gambar 7. Pola Operasi Skenario 4**

Pada skenario 4 ini, armada kapal yang optimum digunakan adalah 1 (satu) unit *mother vessel* berkapasitas 296 TEUs untuk angkutan Surabaya – Saumlaki dan 3 (tiga) unit *feeder vessel* berkapasitas 60 TEUs untuk Pelabuhan Saumlaki, Fak-fak, Saumlaki, Kaimana, Saumlaki dan Merauke serta 1 (satu) *feeder vessel* berkapasitas 87 TEUs unit untuk Pelabuhan Dobo-Timika. Berikut adalah spesifikasi armada kapal hasil optimisasi pada skenario 4.

**Tabel 10. Spesifikasi Kapal Skenario 4**

Item	Satuan	Mother Vessel	feeder vessel	
LPP	M	96,48	73,67	65,00
B	M	15,31	13,25	11,00
H	M	9,01	6,4	6,40
T	M	6,91	5,15	4,30
Deadweight	Ton	7.316	1.355	1.916
Payload	TEUs	296	60	87
Daya Mesin	Kw	2.178	759	1.053
Jumlah	Unit	1	3	1

Operasional armada kapal *mother vessel* untuk memenuhi permintaan muatan tol laut tahun 2018 adalah 27 kali *Round-Trip* dengan waktu satu kali round-trip adalah selama 13 hari. Sedangkan pola operasi

angkutan *feeder* ke Pelabuhan Fak-Fak adalah selama 3,6 hari per round-trip, ke Pelabuhan Kaimana selama 4,1 hari per round-trip, ke Pelabuhan Merauke selama 4,4 hari per round-trip dan ke Pelabuhan Dobo – Timika selama 7,1 hari per round-trip dengan jumlah frekuensi per trayeknya sebanyak 27 kali per tahun.

Dengan terpilihnya Pelabuhan Saumlaki menjadi pelabuhan pengumpul maka diperlukan biaya untuk pengembangan pelabuhan yang dapat disetarakan dalam satu tahun (*annual value*) sebesar 13,47 milyar. Total biaya tersebut digunakan untuk mengembangkan infrastruktur di Pelabuhan Saumlaki sebagai berikut.

**Tabel 11. Kebutuhan Pengembangan Hub**

Item	Satuan	Jumlah
Dermaga Petikemas	m <sup>2</sup>	2.168
Jib Crane 15 b/h	unit	1
Rubber Tyred Crane	unit	1
Reach Stacker	unit	2
Truck	unit	4
Trestle	m <sup>2</sup>	140
Perkerasan Lap. Penumpukan	m <sup>2</sup>	3.145
Tanah & Pembersihan	m <sup>2</sup>	3.145
Lap. Parkir Umum	m <sup>2</sup>	500
Lap. Parkir Truk Petikemas	m <sup>2</sup>	500
Perkantoran	m <sup>2</sup>	250
Fasilitas Umum	m <sup>2</sup>	150
Bunker BBM	m <sup>2</sup>	150
Rumah Pompa	m <sup>2</sup>	150
Gedung Pemadam Kebakaran	m <sup>2</sup>	150
Gardu Induk Listrik	m <sup>2</sup>	150

Pengembangan Pelabuhan Saumlaki sebagai dampak terpilihnya sebagai pelabuhan pengumpul yaitu penambahan alat bongkar muat, penambahan *crane* dermaga, perbaikan fasilitas lapangan penumpukan dan pembangunan fasilitas umum lainnya.

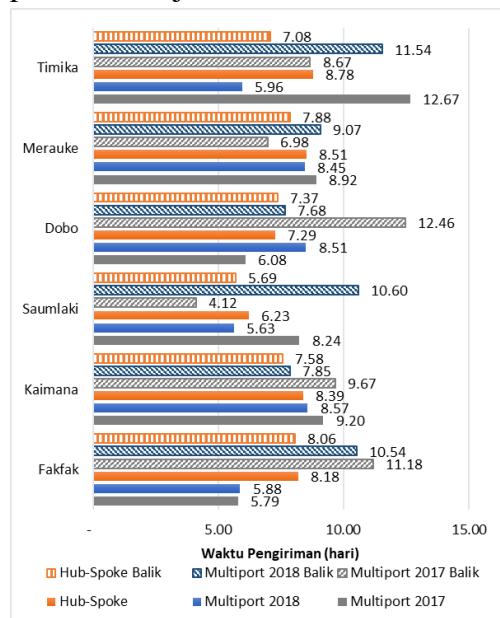
#### 4. Perbandingan *Multipoint* dengan *Hub-Spoke*

Perbandingan *Hub-Spoke* dengan *Multipoint* meliputi 3 (tiga) aspek, yakni perbandingan waktu pengiriman, kapasitas terpasang, dan

*required freight rate.* Perbandingan ini dilakukan guna mengetahui pola operasi yang paling optimal untuk tol laut.

#### a. Perbandingan waktu pengiriman

Berikut hasil analisis komparasi waktu pengiriman ke masing-masing pelabuhan tujuan.



**Gambar 8. Perbandingan Waktu Kirim**

Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu pengiriman untuk setiap pelabuhan tujuan pada pola operasi *Hub-Spoke* relatif lebih lama jika dibandingkan dengan pola operasi saat ini. Hal ini dikarenakan pola operasi *Hub-Spoke* harus melakukan *double handling* muatan di pelabuhan pengumpul.

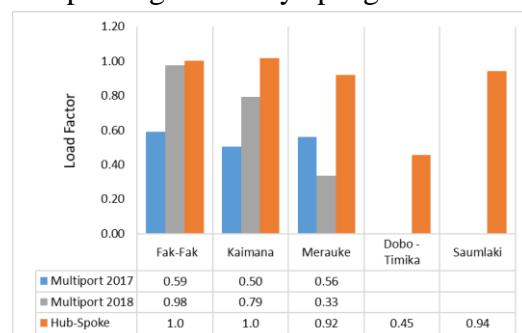
#### b. Perbandingan kapasitas terpasang

Perbandingan kapasitas terpasang digunakan untuk mengetahui kapasitas maksimum armada kapal yang digunakan mampu membawa muatan hingga berapa banyak. Karena armada kapal tol laut merupakan jasa pengangkutan petikemas maka kapasitas terpasang dinyatakan satuan TEUs.Nm dalam satu satuan waktu.

Keterangan	Satuan	Trayek 2017	Trayek 2018	Hub-Spoke
Kapal Beroperasi	Unit	3	3	5
Frekuensi	RT/thn	18	19	27
Konektivitas	TEU. Nm/thn	711.780	921.967	439.404

**Gambar 9. Kapasitas Terpasang**

Berdasarkan pada hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas terpasang lebih rendah, tetapi *load factor* kapal relatif lebih tinggi. Hal ini menunjukkan pola operasi *Hub-Spoke* lebih optimal baik dalam segi utilitas ruang muat kapal maupun segi unit biaya pengiriman.



#### c. Required Freight Rate (RFR).

Perbandingan RFR dilakukan untuk mengetahui minimum tarif/*freight* pengangkutan (tanpa margin profit) dari pola operasi yang memiliki RFR paling rendah. Perbandingan RFR sendiri dilakukan dengan cara menghitung biaya Rp/TEUs.Nm dari tiap-tiap pola operasi yang akan dibandingkan dikalikan dengan jarak antar pelabuhan.

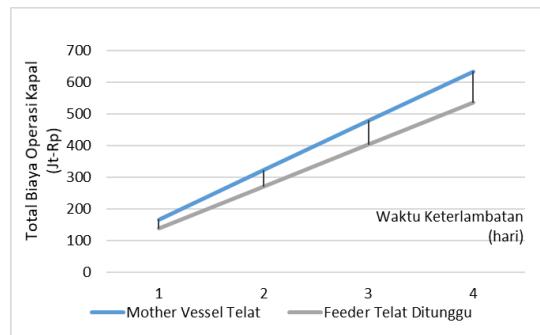
Dari perhitungan RFR, dapat diketahui bahwa biaya pengiriman adalah secah berikut:

- Surabaya - Fakfak sebesar 13,74 juta rupiah per TEUs;
- Surabaya – Kaimana sebesar 13,64 juta rupiah per TEUs;
- Surabaya – Saumlaki sebesar 9,5 juta rupiah per TEUs;
- Surabaya – Merauke sebesar 17,60 juta rupiah per TEUs;

- Surabaya – Dobo sebesar 11,79 juta rupiah per TEUs; dan
- Surabaya – Timika sebesar 13,30 juta rupiah per TEUs

## 5. Analisis Risiko

Analisis resiko perlu dilakukan untuk mengetahui dampak yang akan terjadi jika diterapkan pola operasi *Hub-Spoke*. Risiko tertinggi dari pola operasi *Hub-Spoke* adalah keterlambatan yang terbagi menjadi 2 (dua) kondisi yakni *Mother Vessel* terlambat datang dan *Feeder Vessel* terlambat datang.



**Gambar 10. Grafik Risiko Keterlambatan**

Gambar tersebut menjelaskan mengenai potensi biaya yang timbul akibat keterlambatan. Dapat dilihat bahwa jika *Mother Vessel* terlambat, maka potensi biaya yang timbul akan semakin besar tiap harinya. Sedangkan jika *Feeder Vessel* telat dan ditunggu *Mother Vessel*, maksimal hari menunggunya hanya 1 (satu) hari.

Kemudian resiko berikutnya adalah *lost opportunity voyage*. Resiko ini adalah resiko yang timbul akibat utilitas dari *Feeder Vessel* yang terbilang rendah jika dibandingkan dengan frekuensi maksimal yang dapat dioperasikan dalam satu tahun. Kondisi ini tersebut terjadi karena frekuensi realisasi *Feeder Vessel* mengikuti jumlah frekuensi dari *Mother Vessel* yang mana jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan frekuensi maksimal *Feeder Vessel*.

## 6. Analisis Subsidi

Sebagai konsep *transport promote the trade*, pemberian subsidi tol laut diharapkan dapat menutupi kekurangan biaya operasi kapal dan tujuan tol laut untuk mengurangi disparitas harga dapat tercapai. Pemberian subsidi tol laut dibagi menjadi 2 (dua) jenis yaitu: subsidi kapal yang besarnya didapatkan dari sekian persen total biaya pelayaran yang dikeluarkan oleh pihak pelayaran dan subsidi muatan yang besarnya didapatkan dari selisih antara tarif pengiriman per petikemas yang dikeluarkan pemerintah dengan tarif pengiriman per yang ditetapkan.

**Tabel 12. Analisis Subsidi Tol Laut**

Pelabuhan	Subsidi (Jt-Rp/tahun)		
	Tahun 2017	Tahun 2018	Hub-Spoke
Fakfak	14.403,86	18.573,36	13.163,79
Kaimana	18.564,25	21.798,84	12.669,30
Saumlaki	9.449,82	11.374,31	9.740,91
Merauke	16.396,00	31.961,89	7.469,30
Dobo	28.752,86	12.666,73	11.703,21
Timika	8.787,55	22.830,41	4.713,77
<b>TOTAL</b>	<b>96.354,34</b>	<b>119.205,54</b>	<b>59.460,28</b>

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, jika pada pola operasi *Hub-Spoke* tersebut menggunakan armada kapal yang sesuai hasil optimasi yang telah dijelaskan sebelumnya maka kebutuhan subsidi sebesar 59,46 miliar rupiah. Dibandingkan dengan pola operasi *multiport* tahun 2017, pola operasi *Hub-Spoke* memiliki potensi penghematan sebesar 38%, sedangkan jika dibandingkan *multiport* tahun 2018, dapat menurunkan subsidi hingga 50%.

## KESIMPULAN

Hasil model perencanaan jaringan trayek tol laut untuk wilayah Maluku dan Papua adalah menggunakan pola jaringan hub-spoke sebagai berikut.

1. Lokasi pelabuhan pengumpul (*hub port*) yang optimal berada di Pelabuhan Saumlaki.

2. Diperlukan 1 (satu) unit kapal berkapasitas 296 TEUs untuk mendistribusikan muatan dari Surabaya ke Saumlaki (*Hub*) dengan jumlah frekuensi sebanyak 27 kali per tahun;
3. Armada kapal feeder yang diperlukan ke masing-masing pelabuhan akhir adalah:
  - a. Kapal petikemas berkapasitas 60 TEUs sebanyak 3 (tiga) unit untuk tujuan Saumlaki – Fak-Fak, Saumlaki – Kaimana dan Saumlaki – Merauke; dan
  - b. Kapal petikemas berkapasitas 87 TEUs untuk tujuan Saumlaki Dobo dan Timika.
4. Resiko yang dapat terjadi akibat pola operasi Hub-Spoke adalah keterlambatan kapal dan utilitas armada yang tidak optimal.
5. Dibandingkan dengan nilai subsidi tahun 2018, potensi penghematan jaringan hub-spoke ini adalah sebesar sebesar 50% dibandingkan dengan nilai subsidi tahun 2018 sebesar 119,21 miliar rupiah menjadi 59 ,46 miliar rupiah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdy Kurniawan, D. R. (2017). *Design Kapal Feeder Tol Laut T-5*. Jakarta Pusat: Badan Litbang Perhubungan.
- Bazaraa, Mokhtar S. dkk. (1997). *Linear Programming and Network Flows*. Canada. John Wiley & Sons. Inc.
- Handoko, C. W. (2019). *Melanjutkan Konektivitas, Membuka Jalur Logistik dan Menekan Disparitas Harga. Focus Group Discussion Tol Laut*. Surabaya: Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.
- Hsu, Chaug-Ing. (2006). *Routing, ship size, and sailing frequency decision-making for a maritime hub-and-spoke container network*. Science Direct: 902.
- Indonesia, P. P. (2017). *Implementasi Kebijakan Program Tol Laut dan Tol Udara*. Jakarta: PT. PELNI.
- Meny, M. (2018). *Indonesia Development Forum 2018*. Jakarta
- Sarkis, J., & Sundarraj, R. (2002). *Hub Location at Digital Equipment Corporation: A Comprehensive Analysis of Qualitative and Quantitative Factors*. European Journal of Operational Research, 137, 336-347.
- Stopford, Martin. (1997). *Maritime Economic*. London. Routledge.
- Sumadi, B. K. (2017). *Konektivitas Untuk Peningkatan Layanan Logistik*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Transportasi, D. (2015). *Implementasi Tol Laut 2015-2019*. Jakarta: Bappenas.
- Zhen, J. (2015). *Hub-and-spoke network design for container shipping along the Yangtze River*. Kowloon, Hongkong: science direct. W.-K. Chen, *Linear Networks and Systems (Book style)*. Belmont, CA: Wadsworth (1993) 123–135