

Penilaian Model Logistik Untuk Aplikasi Angkutan Multimoda :
Studi Kasus Angkutan Cair Petrokimia dari Tuban ke wilayah Jawa dan Sumatera

Saut Gurning

Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS),

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya, 60111

E-mail: sautg@its.ac.id

Abstract

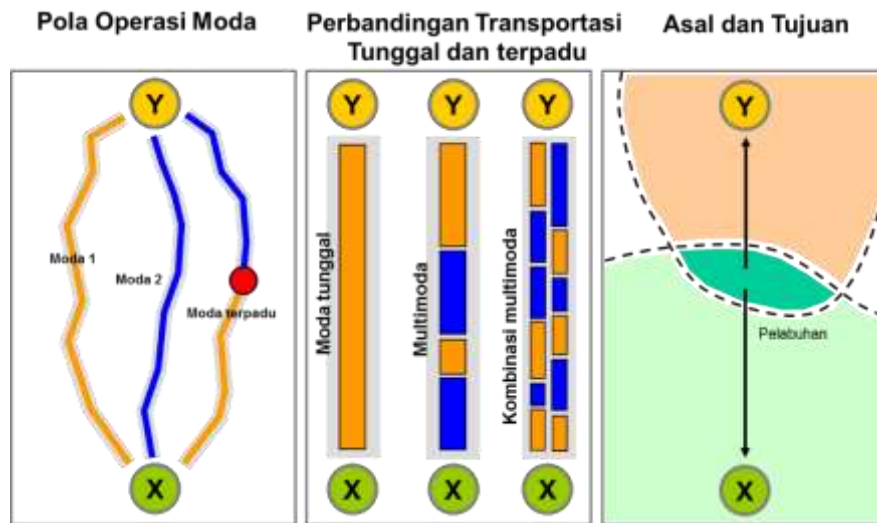
The application of multimodal in transporting cargoes of Indonesia may potentially reduce logistic costs and time as transport scenarios of stages and routes selected give lower quantity of logistics parameters. However, the transport scenarios should consider four determinant factors such as, fulfil the targeted volume of cargoes to be transported, achieve the optimised logistic costs and time, the sequence of transportation schedule, consider the availability and appropriateness of transport networks and its infrastructures using road, rail and sea-transport modes including ports, inland terminal and railway facilities. In this paper, two transportation cases of petro-chemical and steel products are examined from various possible scenarios not only from points to points in Java, as well as one destination in North Sumatera. The results inform that the compromised approach in achieving the targeted total volume to be distributed in combination with the optimised logistic parameters of time, costs and schedules.

Keywords: *Petro-chemical, steel transport, multimodal, logistics modeling, assessment*

Abstrak

I. Angkutan Multi Moda dan Pemilihan Moda Transportasi di Indonesia Eksis

Secara mendasar, berdasar *United Nations* (UN) di tahun 1980 menghasilkan sebuah konvensi yang dikenal dengan *United Nations Convention on International Multimodal Transport of Goods* yang menyatakan bahwa transportasi terpadu atau dikenal dengan sebutan multimoda merupakan layanan transportasi minimal dengan dua moda angkutan namun dengan satu pengaturan baik dokumen, tarif maupun penjadwalan oleh operator multimoda dari lokasi asal ke wilayah tujuan dari barang atau penumpang. Lebih lanjut, Gambar 1 di bawah ini mengilustrasikan perbandingan aplikasi dari satu moda angkutan dengan opsi multimoda dari titik asal X ke wilayah tujuan Y yang terpisah dengan perairan melalui sebuah pelabuhan sebagai penghubung.



Gambar 1. Ilustrasi pola angkutan moda tunggal (unimoda) dan multimoda Diadaptasi dari Rodrique (2005).

Secara praktis untuk wilayah perdagangan di Indonesia, kegiatan multimoda sebenarnya bukan kegiatan yang baru. Sebab berbagai kegiatan perdagangan domestik dan internasional Indonesia dilakukan dengan format multimoda. Lebih lanjut, seara fundamental kegiatan multimodal di Indonesia memiliki definisi yang serupa melalui berbagai perangkat regulasi di bawah kementerian perhubungan. Baik dalam dokumen Peraturan Kementrian Perhubungan 49 tahun 2005 tentang Sistem Transportasi Nasional (Sistranas) maupun Peraturan Pemerintah nomor 8 tahun 2011 mendefinisikan angkutan multimoda sebagai Angkutan barang dengan menggunakan paling sedikit 2 (dua) moda angkutan yang berbeda atas dasar 1 (satu) kontrak sebagai dokumen angkutan multimoda ke suatu tempat diterimanya barang oleh badan usaha angkutan multimoda ke suatu tempat yang ditentukan untuk penyerahan barang kepada penerima barang angkutan multimoda.

Terkait dengan teknis operasional keterpaduan daru angkutan multimodal juga diatur dalam berbagai aturan lainnya seperti untuk jalan raya adalah Undang-Undang 22/ 2009, tentang lalu-lintas angkutan jalan keterpaduan antar moda diatur pada bagian ke lima angkutan multimoda pasal 165. Untuk angkutan laut adalah Undang-Undang 17/2008, tentang pelayaran yang diatur pada bagian kesepuluh tentang angkutan multimoda terdiri dari pasal 50 ayat 1,2. pasal 51 ayat 1,2, pasal 52, pasal 53 ayat 1 dan 2, pasal 54 dan pasal 55. Selanjutnya untuk angkutan udara adalah Undang-Undang nomor 1/2009 tentang penerbangan yang secara khusus mengatur pola multimoda pada paragraf 11 khususnya pasal 182, pasal 187, 188, 189, 190 dan 191 (Kemenhub 2009). Sedangkan untuk kereta api, khususnya lewat Undang-Undang 23/2007 tentang perkeretaapian khususnya pada pasal 147

ayat 1, 2, dan 3. Sedangkan tujuan utama mengaplikasikan konsep multimoda ini sebenarnya adalah untuk menyediakan layanan *one stop service*, dengan target utama adalah diberikannya *single seamless service* (S4) dengan pola *single operator, single tariff, single track and trace* serta *single document* untuk angkutan barang (Gurning, 2016).

Secara praktis, pelaksanaan transportasi ataupun logistik di Indonesia masih didominasi oleh ego aplikasi unimoda. Sulitnya penerapan ataupun pembagian moda (*mode-sharing*) angkutan Ferry penyeberangan di Jawa masih diakibatkan oleh besarnya dominasi penggunaan moda transportasi darat berbasis truk untuk kegiatan angkutan barang di Pulau Jawa. Efek dari dominasi unimoda ini secara faktual telah membebani fasilitas dan kapasitas jalan di Pantai Utara Jawa, di samping juga menimbulkan masalah kemacetan, ketidakseimbangan kargo berangkat dan balik serta inefisiensi angkutan barang itu sendiri dari pusat produksi hingga ke pemilik barang di Jawa. Demikian juga dengan sulitnya penerapan angkutan kereta api dari dan ke Pelabuhan termasuk lemahnya penerapan pelabuhan kering (*dry-port*) di Indonesia memberikan dampak pada lamanya proses angkutan barang dan pada akhirnya memberikan konsekuensi semakin tingginya nilai besaran biaya logistik nasional. Jadi dengan berbagai kasus empirik di atas secara faktual memberikan indikasi kuat bahwa aplikasi bahkan ego penerapan unimoda di Indonesia memberikan dampak negatif berupa inefisiensi angkutan kargo, lamanya waktu tempuh, persoalan *congestion* dan *imbalance of cargo*, rusaknya jalan atau fasilitas angkutan, dan pada akhirnya tingginya biaya logistik nasional.

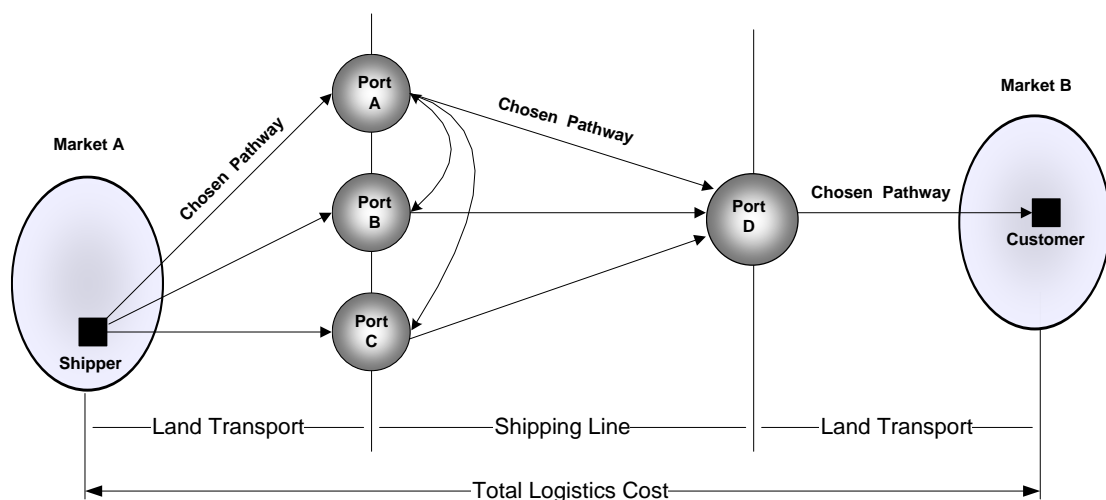
Dalam paper ini, temuan menarik telah didapat bahwa dengan penerapan angkutan multi-moda yang termasuk kegiatan pembagian moda (*mode-sharing*) ditambah dengan proses koordinasi antar operator angkutan barang serta pemilik dan penerima barang telah menimbulkan proses angkutan barang yang efisien dari aspek waktu tempuh, mengurangi efek keterlambatan, menghilangkan kongesti, mengurangi beban angkutan terhadap fasilitas angkutan, meminimalkan ketidakseimbangan kargo hingga meminimalkan total waktu dan biaya logistik.

Lebih lanjut, aplikasi transportasi barang berpola multimoda atas berbagai kargo umum, curah kering, curah cair dan juga *break-bulk* dapat menjadi sebuah pilihan praktis dan logis dari proses perdagangan domestik dan internasional termasuk di wilayah Indonesia. Secara fundamental, pemilihan yang optimum atas berbagai skenario transportasi yang tidak unimoda itu pada akhirnya perlu mempertimbangkan mana skenario yang menghasilkan waktu dan parameter logistik yang paling rasional yaitu murah, aman, mampu memenuhi kapasitas

angkut yang diharapkan, sesuai rentang waktu dan jadwal, serta barang yang tidak mengalami kerusakan selama proses pengangkutan (lihat Gambar 2 di bawah).

II. Analisa Literatur

Bila pola transportasi dari lokasi ke lokasi (*premise to premise*) atau juga dikenal dengan *door-to-door* yang menjadi modus dari perjalanan angkutan barang dengan menggunakan berbagai opsi moda transportasi baik darat (truk dan kereta api), serta laut. Maka penilaian awal perlu dilakukan terkait dengan asumsi; berapa kuantitas barang yang dihasilkan dalam satuan waktu di lokasi produksi, lokasi pengiriman atau distribusi yang diinginkan, besaran distribusi barang yang akan dikirimkan yang secara akumulatif sebanding dengan target penjualan atau produksi awal, berbagai pilihan moda angkutan yang dimiliki per satuan pengiriman atau pengangkutan (*shipment*), opsi variasi alat angkut yang akan dipilih termasuk kapasitasnya dari unit truk, gerbong kereta api, atau kapal yang akan diutilisasi per satu trip pengiriman. Selanjutnya, penilaian lanjut perlu dilakukan untuk melihat berbagai pilihan rute yang mungkin dari berbagai aplikasi moda, termasuk mempertimbangkan kapasitas layanan bongkar-muat barang dari pelabuhan (di dermaga, lokasi penumpukan atau gudang), terminal darat atau truk (di stasiun, lokasi parkir termasuk lokasi antrian dan satuan waktu yang dibutuhkan untuk pemindahan barang dari dan ke atas truk (*lift-off* dan *lift-on, Lo-Lo*), dan kapasitas layanan angkutan kereta api (kapasitas angkut gerbong, jumlah gerbong satu lokomotif, serta kapasitas *Lo-Lo* alat bongkar-muat dari dan ke gerbong yang akan diutilisasi).

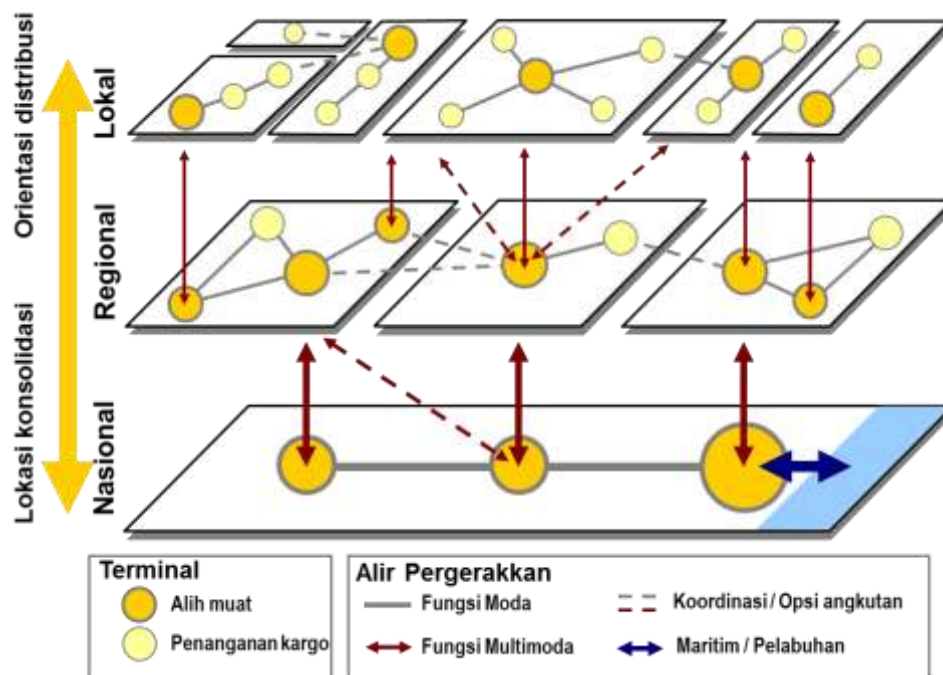


Gambar 2. Total biaya logistik dengan proses pengangkutan multimoda.
Sumber: Magala dan Sammons (2008)

Selanjutnya, dari berbagai opsi rute yang ditawarkan perlu kembali dinilai apakah memungkinkan melakukan proses pengangkutan sesuai dengan target kuantitas serta jadwal produksi, pengiriman serta waktu tempuh jarak yang dibutuhkan. Untuk angkutan darat, rute jalan yang dipilih apakah memiliki densitas kendaraan yang rasional atau cocok dengan pilihan kendaraan, lebar jalan, kapasitas muat yang akan menjadi beban jalan, keamanan serta waktu tempuh yang diharapkan. Untuk angkutan laut, perlu dipertimbangkan tipe dan kapasitas kapal yang dipilih (kapal, tongkang atau Ro-Ro misalnya untuk barang atau kontainer, jadwal kedatangan dan keberangkatan, kapasitas angkut, draft, panjang dan lebar kapal), alur pelayaran termasuk alur pelabuhan yang dipilih (apakah dapat disandari oleh kapal dengan kapasitas dan dimensi yang dipilih), kapasitas pelabuhan termasuk panjang dermaga, draft kolam dan alur pelabuhan, peralatan pelabuhan yang tersedia termasuk kapasitas bongkar-muat baik di lini 1, lini 2 dan lini 3, serta aksesibilitas dari dan ke pelabuhan (Guy dan Urli 2006). Sementara untuk angkutan kereta api, penilaian perlu dilakukan dengan memperhatikan jumlah kereta api yang didedikasikan untuk angkutan barang, jumlah rangkaian gerbong dalam satu lokomotif kereta api, kapasitas angkut per gerbong, kapasitas Lo-Lo dari dan ke gerbong, jarak tempuh sesuai dengan jalur rel kereta api, jumlah persimpangan, waktu tempuh serta waktu tunggu atau delay akibat pengaturan yang sama dengan kereta api penumpang.

Eksplorasi dan implementasi multimoda bukanlah hal baru dalam mendukung operasi kepelabuhan secara global. Di negara-negara Arab seperti Yordania, Siria dan Lebanon (Serag dan El-Tony 2013) khusus untuk perdagangan ekspor-impor juga sedang mengaplikasikan pola multimoda untuk menurunkan total biaya logistik perdagangan luar negeri dari tiga negara tersebut. Sementara Aeronietis *et al* (2011) menyimpulkan bahwa aplikasi multimoda memiliki daya kompetisi yang cenderung lebih baik dibanding dengan moda angkutan darat di kawasan Eropa khususnya pada wilayah pelabuhan-pelabuhan Polandia dan Belgia yang memiliki level densitas angkutan jalan raya yang lebih dibanding dengan moda lainnya. Di Asia berdasarkan studi penelusuran Hanaoka dan Regmi (2011) dinyatakan bahwa opsi multimoda banyak ditemukan memberikan dukungan pengoperasian pelabuhan kering (*dry-port*) untuk sejumlah kawasan industri berada jauh dari pusat kota atau pelabuhan. Dari ketiga elaborasi dan aplikasi di atas, dapat dinyatakan bahwa dominan trafik kontainer merupakan orientasi utama dari implementasi multimoda dan hanya Beresfor, Pettit dan Liu (2011) yang mencoba mengaplikasikan pola multimoda untuk rantai suplai biji besi dari Australia ke Indonesia.

Lebih lanjut, proses implementasi dari pola multimoda dilakukan melalui pembagian wilayah nasional, regional dan lokal (Sambracos dan Maniati 2012) yang didukung oleh infrastruktur seperti pelabuhan, kawasan kondolidasi barang (*distbution center*) dan terminal multimoda, dan dukungan kebijakan ekonomi baik oleh pemerintah daerah maupun nasional. Gambar 3 di bawah ini menunjukkan bagaimana proses operasional layanan multimoda dapat dilakukan dan tentunya dengan persyaratan pemenuhan infrastruktur yang terkait hingga koneksi atau aksesibilitasnya ke wilayah operasi jasa kepalabuhanan.



Gambar 3. Korelasi angkutan multimoda dengan terminalisasi dan pergerakan barang Diadaptasi dari Rodrique (2012).

III. Studi Kasus Pengangkutan Produk Petrokimia

Sebuah unit usaha produk petrokimia (Propylene dan Polyethylene) yang berlokasi di Tuban bertujuan untuk mengangkut berbagai produk ke berbagai destinasi pasar baik di Jawa Timur, Jawa Barat, Jakarta, Cilegon, dan Medan-Sumatera Utara sesuai dengan Gambar lokasi supply dan demand produk dari lokasi Terminal BBM Tuban atau disebut TPPI dalam paper ini.

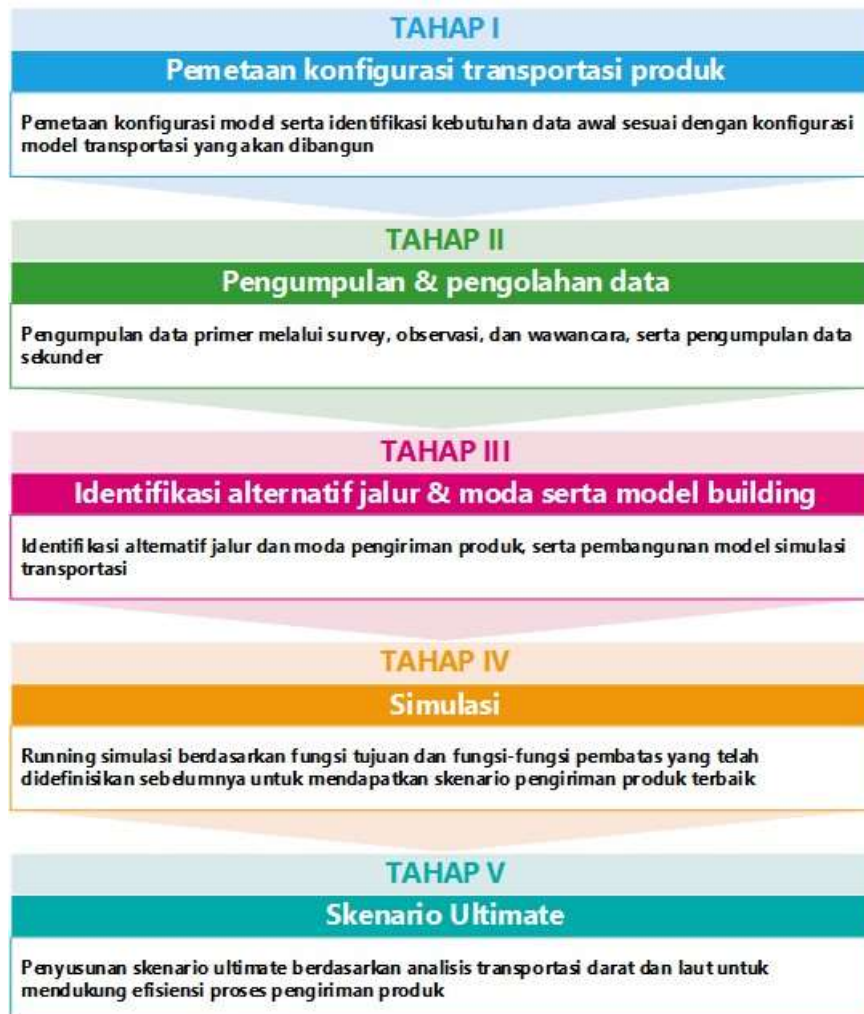


Gambar 4. Lokasi supply dan demand produk petrokimia
 Sumber: Gurning et.al (2017)

Diagram di bawah menunjukkan bahwa network mapping untuk transportasi produk Propylene dan Polyethylene terdiri dari:

- a. 1 titik origin;
- b. 17 titik destinasi;
- c. 3 stasiun kereta api, yang terdiri dari 1 stasiun kereta asal, dan 2 stasiun kereta api destinasi;
- d. 9 titik pelabuhan, yang terdiri dari 4 pelabuhan asal, dan 5 pelabuhan destinasi;
- e. 45 arc / path moda truk;
- f. 2 arc / path moda kereta api;
- g. 21 arc / path moda kapal laut

yang optimal. Penyelesaian pekerjaan model logistik dan transportasi multimodal ini dilakukan melalui beberapa tahapan seperti yang ditunjukkan pada diagram alir berikut ini:



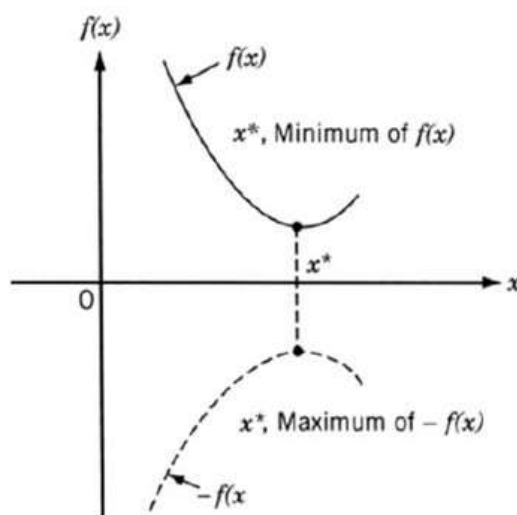
Gambar 6. Pendekatan dan pentahapan proses penilaian model logistik

Tahap I – Pemetaan konfigurasi model dan identifikasi kebutuhan data. Tahap pertama dalam penyelesaian pekerjaan ini adalah memetakan konfigurasi sistem transportasi produk sebagai dasar pengembangan model optimasi & simulasi. Tahap II – Pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan kondisi jalur dan moda transportasi. Pengumpulan data primer dilakukan dengan metode observasi dan wawancara langsung dengan pihak terkait di lapangan, seperti: operator pelabuhan, pengemudi truk, operator kereta api, dan lainnya. Sedangkan data sekunder akan didapatkan dari dokumen-dokumen resmi yang diterbitkan oleh pihak berwenang, dalam hal ini: pemerintah, operator pelabuhan,

jasa marga, dan lainnya. Data yang terkumpul kemudian akan diolah untuk menjadi dasar pertimbangan dalam identifikasi alternatif jalur dan moda transportasi produk.

Tahap III – Identifikasi alternatif jalur & moda transportasi dan model building. Identifikasi alternatif jalur & moda transportasi dilakukan berdasarkan konfigurasi model transportasi dan data serta informasi yang terkumpul. Kombinasi antara alternatif jalur dan moda transportasi dengan konfigurasi model akan menjadi kerangka dasar pembangunan model simulasi. Model yang telah lengkap. Tahap IV – Simulasi Running model dapat dilakukan setelah data terkumpul lengkap, model simulasi akan mencari skenario transportasi terbaik berdasarkan fungsi tujuan dan fungsi pembatas yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahap V – Skenario ultimate penyusunan skenario ultimate dilakukan dengan memberikan usulan perbaikan atau perubahan pada skenario eksisting. Usulan skenario ultimate diberikan berdasarkan analisis kebutuhan sarana, prasarana, dan infrastruktur transportasi baik laut maupun darat.

Optimasi juga dilakukan dalam pentahapan penilaian model logistik dan merupakan salah satu bagian dari riset operasi yang mempelajari tentang teknik-teknik dan algoritma optimalisasi penyelesaian masalah sebagai bagian dari sistem penunjang keputusan. Tujuan dari metode optimas ini adalah meminimalkan upaya yang diperlukan atau memaksimalkan manfaat yang didapat. Jika dilihat pada grafik berikut, jika titik x berkaitan dengan nilai minimum fungsi $f(x)$, titik yang sama juga berkaitan dengan nilai maksimum dari negatif fungsi tersebut $-f(x)$.



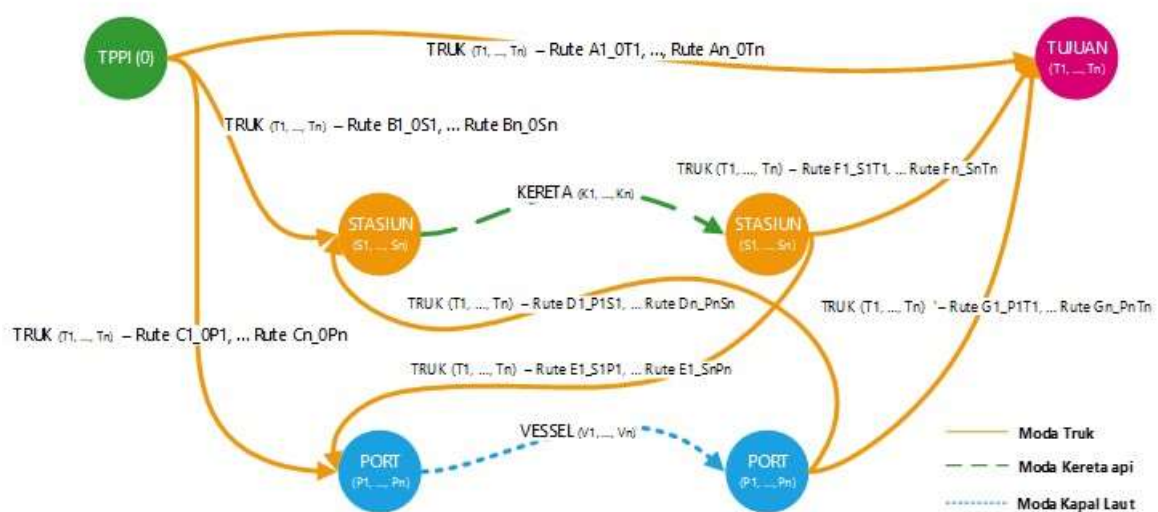
Gambar 7. Proses optimasi dari berbagai pendekatan riset operasi yang dipilih

V. Hasil Pemodelan Logistik

V.1. Konfigurasi Model

Konfigurasi model dibangun untuk memudahkan proses identifikasi kebutuhan data dan penyusunan alternatif jalur dan moda transportasi. Konfigurasi model ini juga akan menjadi dasar pedoman dalam pembangunan model transportasi. Konfigurasi model transportasi produk petrokimia Pertamina untuk Studi ini dapat ditunjukkan pada Gambar 8 berikut. Jalur menggambarkan rute yang mungkin ditempuh dari setiap titik ke titik lain dengan menggunakan moda tertentu. Pada konfigurasi model di atas, jalur digambarkan sebagai arch atau garis yang menghubungkan dua titik tertentu. Titik menggambarkan lokasi tertentu yang bisa berupa TPPI (pada titik awal atau 0), Stasiun (S), Pelabuhan (P), dan Tujuan (T).

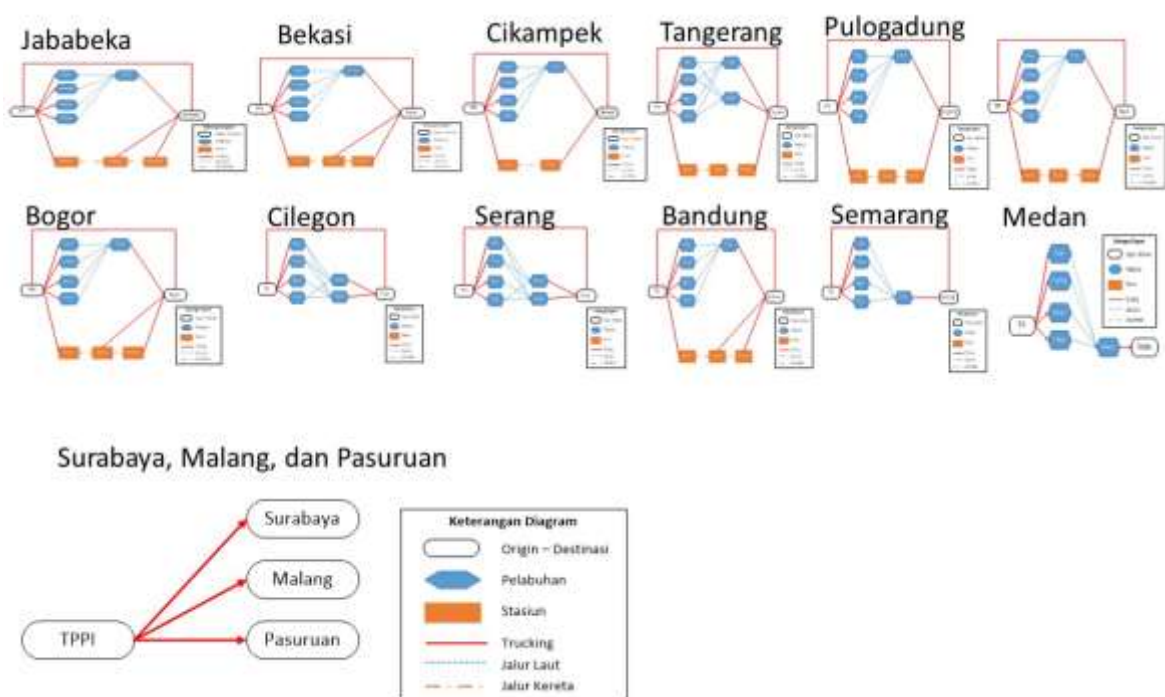
Jika terdapat lebih dari satu alternative untuk setiap jenis titik, maka diberi indeks berurut 1, 2, 3, ..., n-1, n (ada n alternatif). Entitas menggambarkan moda yang dapat dipilih untuk melintasi setiap jalur. Untuk jalur darat, terdapat dua kategori entitas yang dapat digunakan yaitu Truk dan Kereta Api. Kereta Api hanya dapat melintasi jalur yang menghubungkan dua titik stasiun sedangkan truk dapat melintasi semua jalur darat kecuali yang dilalui Kereta Api. Di sisi lain, jalur laut hanya dapat dilewati oleh entitas Kapal. Jalur laut adalah jalur yang menghubungkan antara dua titik pelabuhan.



Gambar 8. Konfigurasi moda transportasi yang dipilih

V.2. Simulasi Model Logistik

Simulasi berbagai konfigurasi logistik dilakukan guna mendapatkan pola terbaik terpilih untuk proses pengangkutan produk petrokimia dari daerah asal ke daerah tujuan guna memenuhi target volume dan jadwal atau waktu pengangkutan setiap tahunnya. Pemilihan dilakukan atas probabilitas rute, moda transportasi, alat angkut, serta memperhatikan fasilitas dan jaringan infrastruktur yang dapat diutilisasi dalam proses pengangkutan ini. Gambar 9 di bawah ini menunjukkan hasil rute yang dipilih sebagai hasil simulasi model logistik berbagai moda transportasi.



Gambar 9. Simulasi logistik berbagai route dan kargo atas pilihan moda transportasi

Sementara salah satu rujukan parameter yang menjadi faktor determinan simulasi yaitu biaya logistik yang didapat berdasarkan hasil survey dan secara agregat dirata-ratakan atas seluruh operator penyedia jasa logistik baik angkutan truk, angkutan kereta, agen atau perusahaan pelayaran serta perusahaan ekspedisi muatan kapal laut – EMKL (*freight-forwarding*). Disamping parameter biaya, parameter total waktu yang terdiri dari waktu tempuh, waktu bongkar-muat baik di stasiun kereta api, pelabuhan dan terminal truk termasuk berbagai potensi waktu tunggu, delay atau kemacetan telah dimasukkan dalam proses analisa. Data-data tersebut disamping data primer juga dikumpulkan dari data ITS (2014). Sehingga pada akhirnya kombinasi nilai waktu dan biaya yang menjadi preferensi

pemilihan rute, moda, serta tipe peralatan angkutan bahan petrokimia dari lokasi TPPI ke berbagai wilayah destinasi (lihat Tabel 1 di bawah).

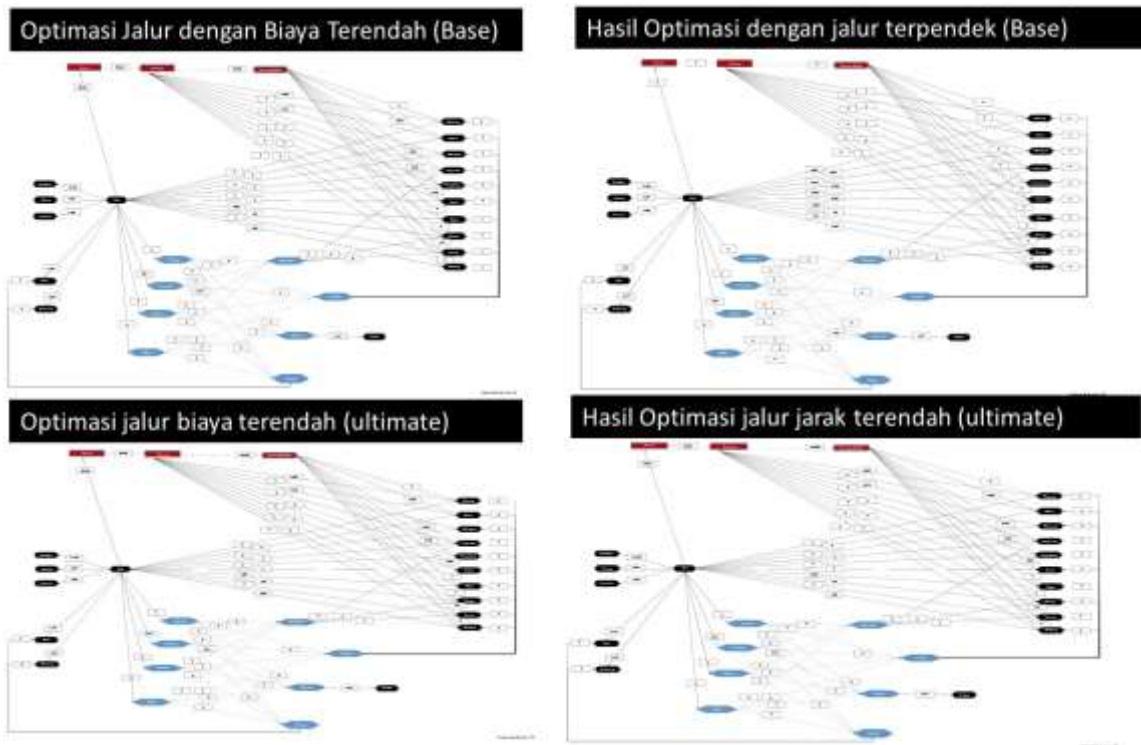
Tabel 1. Kuantitas biaya angkutan (Rp)/ton serta waktu tempuh (jam) kargo yang diangkut per ton

BIAYA	TPPI	Tuban	T. Lamong	Manyar	T. Perak	T. Priok	Kalimas	Cikarang	Kp. Bandan	Jababeka
TPPI	100,00	100,00	2,75	2,75	2,75	100,00	2,75	100,00	100,00	8,00
Tuban	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T. Lamong	2,75	100,00	100,00	100,00	100,00	9,17	100,00	100,00	100,00	100,00
Manyar	2,75	100,00	100,00	100,00	100,00	11,17	100,00	100,00	100,00	100,00
T. Perak	2,75	100,00	100,00	100,00	100,00	9,67	100,00	100,00	100,00	100,00
T. Priok	100,00	100,00	9,17	11,17	9,67	100,00	100,00	100,00	100,00	1,50
Kalimas	2,75	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	2,75	2,75	100,00
Cikarang	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	2,75	100,00	-	0,99
Kp. Bandan	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	2,75	-	100,00	1,65
Jababeka	8,00	100,00	100,00	100,00	100,00	1,50	100,00	0,99	1,65	100,00

WAKTU	TPPI	Tuban	T. Lamong	Manyar	T. Perak	T. Priok	Kalimas	Cikarang	Kp. Bandan	Jababeka
TPPI	100,00	100,00	7,00	4,00	6,00	100,00	7,00	100,00	100,00	37,00
Tuban	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T. Lamong	7,00	100,00	100,00	100,00	100,00	42,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Manyar	4,00	100,00	100,00	100,00	100,00	42,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T. Perak	6,00	100,00	100,00	100,00	100,00	45,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T. Priok	100,00	100,00	42,00	42,00	45,00	100,00	100,00	100,00	100,00	6,00
Kalimas	7,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	15,00	20,00	100,00
Cikarang	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	15,00	100,00	5,00	0,40
Kp. Bandan	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	20,00	5,00	100,00	8,00
Jababeka	37,00	100,00	100,00	100,00	100,00	6,00	100,00	0,99	1,65	100,00

V.3. Optimasi Model Logistik

Model matematis dipilih menjadi instrumen optimasi karena dianggap dapat memberikan hasil atau luaran yang dapat terukur secara kuantitatif. Proses pemodelan optimasi selanjutnya akan menggunakan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel dengan tambahan pemrograman Visual Basic for Application, karena ada beberapa operasi yang tidak bisa dilakukan dengan menggunakan fitur-fitur built-in Microsoft Excel. Tampilan antarmuka pengguna model optimasi yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini. Hasil optimasi yang dijalankan dengan dasar model matematis dan dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel dilakukan dengan skenario dasar (bila tidak ada intervensi data serta pola distribusi) dan skenario ultimate dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2042 (bila ada skenario intervensi pemerintah dan dunia usaha atas fasilitas infrastruktur model pilihan utama khususnya di Tuban, Perak, Priok, Banten, Tanjung Emas, dan Belawan). Optimasi dilakukan dengan beberapa fungsi tujuan yakni biaya, jarak, dan waktu.



Gambar 10. Optimasi berbagai route atas jarak dan waktu baik untuk skenario *base* dan *ultimate*

V.4. Rekomendasi Model Logistik Multimoda Studi Kasus

Setelah proses penilaian (*assessment*) model logistik dari angkutan produk petrokimia dari Tuban ke berbagai destinasi sesuai dengan target kuantitas distribusi dari lokasi produksi dan volume per tahunnya ke berbagai wilayah destinasi di Jawa dan Sumatera, maka skenario logistik angkutan multimoda dapat diberikan berdasarkan stase noda barang dengan total biaya dan waktu yang dibutuhkan. Serta total kuantitas barang yang dapat diangkut. Dalam rekomendasi ini faktor determinan lain terkait ketersediaan, kapasitas serta tipe angkutan dan pola urutan atau jadwal pengiriman (*shipments*) telah menjadi tahapan yang diproses dalam simulasi dan optimasi. Rekomendasi ini tentu berdasarkan asumsi berbagai pengukuran kinerja, lokasi dan penerapan tarif yang dilakukan operator berdasarkan tahun pengukuran (BPS¹ 2014; BPS² 2014).

Sehingga untuk masa mendatang, sejumlah data input perlu disesuaikan sehingga dapat menghasilkan skenario pengiriman berbasis multimoda yang optimal yang telah mempertimbangkan faktor dan kuantitas biaya, waktu dan jadwal logistik (produksi, penyimpanan, pengiriman, dan distribusi ke lokasi akhir) dari produk petrokimia. Dari Tabel 2 dapat direkomendasikan bahwa Kereta Api dan Truk menjadi moda yang dapat dipilih

secara optimal dibanding angkutan laut (yang hanya leg awal ke Belawan) akibat daya saing biaya dan waktu dari angkutan moda darat & kereta api.

Tabel 2. Rekomendasi waktu (jam) dan biaya (Rp/ton) terendah dari skenario base

Destinasi	Moda	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4	Node 5	Quantity Through
Jababeka/Cikarang Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang 2.750.000		Jababeka/Cikarang 990.000	6.986 6.490.000
Bekasi Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang 2.750.000	Kampung Bandan 2.750.000	Bekasi 1.100.000	6.986 9.350.000
Cikampek Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang 2.750.000	-	Cikampek 1.650.000	6.986 7.150.000
Tangerang Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang -	Kampung Bandan 2.750.000	Tangerang 2.750.000	2.575 8.250.000
Pulogadung Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang -	Kampung Bandan 2.750.000	Pulogadung 1.650.000	6.986 7.150.000
Kapuk Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang -	Kampung Bandan 2.750.000	Kapuk 2.530.000	6.986 8.030.000
Bogor Biaya	Direct Trucking	TPPI				Bogor 8.250.000	6.986 8.250.000
Cilegon Biaya	Direct Trucking	TPPI				Cilegon 8.250.000	736 8.250.000
Serang Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang	Kampung Bandan 2.750.000	Serang 2.530.000	736 8.030.000
Bandung Biaya	Direct Trucking	TPPI				Bandung 7.920.000	1.693 7.920.000
Semarang Biaya	Direct Trucking	TPPI				Semarang 3.300.000	4.413 3.300.000
Solo Biaya	Direct Trucking	TPPI				Solo 3.850.000	2.722 3.850.000
Surabaya Biaya	Direct Trucking	TPPI				Surabaya 2.750.000	11.766 -
Malang Biaya	Direct Trucking	TPPI				Malang 3.850.000	1.472 3.850.000
Pasuruan Biaya	Direct Trucking	TPPI				Pasuruan 3.300.000	1.839 3.300.000
Medan	Laut	TPPI	Teluk Lamong 2.750.000	Belawan 17.200.000		Medan -	3.677 19.950.000
Jumlah Jumlah Biaya							73.545 481.059.160.000

Destinasi	Moda	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4	Node 5	Quantity Through
Jababeka/Cikarang Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang 2.750.000		Jababeka/Cikarang 990.000	3.912 6.490.000
Bekasi Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang 2.750.000	Kampung Bandan 2.750.000	Bekasi 1.100.000	3.912 9.350.000
Cikampek Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang 2.750.000	-	Cikampek 1.650.000	1.442 7.150.000
Tangerang Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang -	Kampung Bandan 2.750.000	Tangerang 2.750.000	3.912 8.250.000
Pulogadung Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang -	Kampung Bandan 2.750.000	Pulogadung 1.650.000	3.912 7.150.000
Kapuk Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang -	Kampung Bandan 2.750.000	Kapuk 2.530.000	3.912 8.030.000
Bogor Biaya	Direct Trucking	TPPI				Bogor 8.250.000	3.912 8.250.000
Cilegon Biaya	Direct Trucking	TPPI				Cilegon 8.250.000	412 8.250.000
Serang Biaya	Kereta Api	TPPI	Kalimas 2.750.000	Cikarang	Kampung Bandan 2.750.000	Serang 2.530.000	412 8.030.000
Bandung Biaya	Direct Trucking	TPPI				Bandung 7.920.000	948 7.920.000
Semarang Biaya	Direct Trucking	TPPI				Semarang 3.300.000	2.471 3.300.000
Solo Biaya	Direct Trucking	TPPI				Solo 3.850.000	1.524 3.850.000
Surabaya Biaya	Direct Trucking	TPPI				Surabaya 2.750.000	6.589 -
Malang Biaya	Direct Trucking	TPPI				Malang 3.850.000	824 3.850.000
Pasuruan Biaya	Direct Trucking	TPPI				Pasuruan 3.300.000	1.030 3.300.000
Medan	Laut	TPPI	Teluk Lamong 2.750.000	Belawan 17.200.000		Medan -	2.059 19.950.000
Jumlah Jumlah Biaya							41.183 272.094.210.000

VI. Kesimpulan

Dari paper ini dapat disimpulkan bahwa aplikasi multimoda dapat menjadi pola yang direkomendasikan untuk meminimalisasi persoalan keterbatasan fasilitas darat dan armada, ketidakseimbangan kargo, tingginya waktu tunggu termasuk kongesti serta rendahnya kapasitas angkut tahunan unimoda hingga pada konsekuensinya tingginya total waktu dan biaya logistik yang selama ini menjadi modus dominan di Indonesia. Studi kasus transportasi kargo petrokimia dapat diselesaikan dengan penilaian model logistik terbaik atas berbagai pilihan angkutan multimoda yang tersedia dari lokasi asal ke lokasi destinasi akhir dari pembeli kargo. Rekomendasi akhir dari model logistik berbasis multimoda yang terbaik tergantung dari koordinasi, dukungan data inputan bersama serta pembagian moda berbagai operator atau penyedia jasa unimoda dari keseluruhan proses pengangkutan dan distribusi. Ini berarti juga bahwa besaran nilai biaya dan waktu logistik tergantung atas respon atau kontribusi dari berbagai penyedia jasa tersebut (ITS 2011).

Di masa mendatang, kegiatan penelitian atau penelusuran seperti ini dapat dikembangkan untuk mengoptimasi total biaya logistik bila dibandingkan dengan praktek empiris dari unit usaha sebanding dalam skala nasional maupun internasional asalkan proses perbandingan dapat secara rasional dapat dilakukan dengan berbagai asumsi yang sebanding. Termasuk moda angkutan lain seperti udara dan juga pipa dapat juga menjadi isu pengembangan yang dapat dilakukan untuk menelusuri aplikasi angkutan multimoda di Indonesia.

REFERENSI

- Anthony Beresford, Stephen Pettit and Yukuan Liu.** "Multimodal Supply Chains : Iron Ore from Australia to China." *Supply Chain Management: An International Journal* 16:1(2011): 32-42.
- Aroenietis, Pauwels, et al.** "Port Hinterland Connections : A comparative Study of Polish and Belgian Cases." *Pocedia Social and Behavioral Sciences* 20 (2011): 59-68.
- Badan Pusat Statistik.** *Bongkar Muat Barang Antar Pulau dan Luar Negeri di Pelabuhan Indonesia Tahun 1988-2012.* By BPS office. Feb 2013. 24 April 2014.
<http://bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=2&tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&otab=20>
- Badan Pusat Statistik.** *Total Barang Dalam Negeri Yang Dibongkar di 5 Pelabuhan Utama.* By BPS office. Sept 2013. 25 Oktober 2014.,
<http://bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=2&tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&otab=20>
- Badan Pusat Statistik.** *Total Barang Dalam Negeri Yang Dimuat di 5 Pelabuhan Utama.* By BPS office. Sept 2014. 25 Oktober 2014.

http://bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=2&tabel=1&daftar=1&id_subyek=17¬ab=21

- Evangelos Sambracos and Mariana Maniati.** “Competitiveness between Short Sea Shipping and Road Freight Transport in Mainland Port Connection : The Case of two Greek Ports.” *Maritime Policy & Management: The Flagship Journal of International Shipping and Port Research* 39:3(2012): 321-337.
- Gurning, R.O.S.** “Pentingnya Transportasi Terpadu untuk Mendukung Pelabuhan dalam Meningkatkan Pembangunan Ekonomi Indonesia.” *Jurnal Hukum Bisnis* 33:5(2014): 124-134.
- Gurning, R.O.S., Gunarta, IBK., Widyastuti, H., and Andrian.** “Survey pengangkutan produk petrokimia dari Tuban ke wilayah Jawa dan Sumatera”, *Laporan Survey*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) ITS. Surabaya. 2016
- Guy, E. and Urli, B.** “Port Selection and multi-criteria analysis : An application to the Montreal-New -York alternative.” *Maritime Economics & Logistics* 8:2(2006): 169-186.
- Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan Komisi Pengawas Persaingan Usaha.** *Penelitian Tingkat Kompetisi Pelabuhan Belawan, Priok, Perak dan Makassar*. By Saut Gurning, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. 2014
- Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan PT. Krakatau Bandar Samudera.** *Eksplorasi Tingkat Kontainerisasi*. By Saut Gurning, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. 2011
- Kementerian PPN/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.** 2012. *Master Plan Percepatan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI)*. By Kementerian PPN/Bapenas. Feb 2013. 24 April 2014. <http://www.bappenas.go.id>
- Kementerian Perhubungan Indonesia.** *Rencana Induk Pelabuhan*. Kemenhub, Jakarta-Indonesia, 2014.
- Kementerian Perhubungan Indonesia.** *Undang-Undang 17 tahun 2008 tentang Pelayaran*. Kemenhub, Jakarta-Indonesia, 2009.
- Magala, Mateus and Sammons, Adrian.** “New Approach to port Choice Modelling.” *Maritime Economics & Logistics* 10:March/June(2008): 9-34.
- Rodrique, J.P.** *Concept: Transportation Modes*. Transport Geography. Hofstra University, Hempstead, NY, 11549 USA, By Hofstra University office. Nov 2005. 12 April 2014. <http://people.hofstra.edu/geotrans>
- Rodrique, Jean. P.** “The Geography of Global Supply Chains: Evidence from Third Party Logistics”. *Journal of Supply Chain Management, special issue on Global Sourcing: Other Voices*, 48:3(2012) : 15-23.
- Serag, M.S and Al-Tony, F.E.** “Modelling International Freight Transport through the P and Lands of Arabs Countries.” *Alexandria Engineering Journal* 52:6(2013): 433-445.
- Shinya Hanaoka and Madan B. Regmi.** “Promoting Intermodal Freight Transport through the Development of Dry Ports in Asia: An Environmental Perspective.” *IATSS* 35:1(2011): 16-23.
- United Nations.** *United Nations Convention on International Multimodal Transport of Goods*. By UN office. 24 May 1980. 23 November 2014. https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XI-E-1&chapter=11&lang=en