

# Perancangan Rute Transportasi Laut untuk Sumatran Ring dengan Pendekatan Riset Operasi dan Simulasi

Gilang Yandeza<sup>1,\*</sup>, Rikka Razak<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitas Muhammadiyah Malang dan Jl. Raya Tlogomas, Malang

\* E-mail : [gilangyandeza@gmail.com](mailto:gilangyandeza@gmail.com)

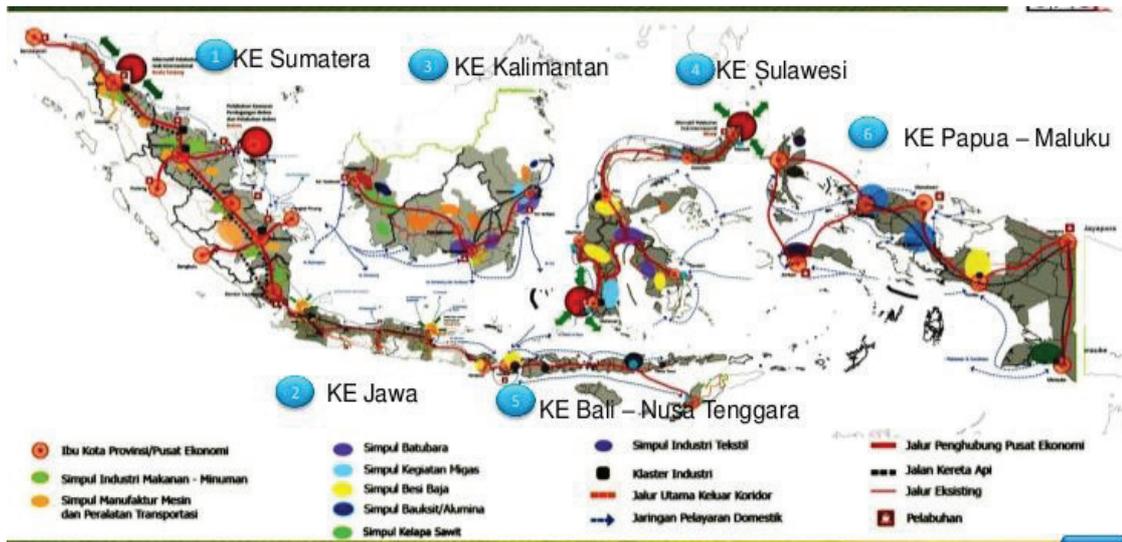
**Abstrak.** Pembangunan perekonomian Indonesia di masa mendatang memiliki tantangan yang cukup berat melihat dinamika ekonomi domestik dan global yang mengharuskan Indonesia senantiasa siap terhadap perubahan. Salah satu koridor ekonomi yang memiliki potensi besar adalah jalur transportasi laut. Pentingnya transportasi laut dinyatakan dalam RPJP Nasional 2005-2025 [1] yaitu transportasi merupakan salah satu mata rantai jaringan distribusi barang dan mobilitas penumpang yang berkembang. Salah satu yang berpotensi menjadi pusat produksi dan pengolahan hasil bumi serta menjadi lumbung energi nasional adalah pulau Sumatra. Namun, Pulau Sumatera memiliki permasalahan serius dalam hal pelabuhan laut yang kurang efisien dan mengakibatkan terganggunya proses pendistribusian lewat jalur laut. Pemilihan sistem *Sumatran Ring* mencakup perbaikan antara lain pemodelan pelayanan jaringan transportasi laut melalui regresi linear, perbaikan jaringan trayek melalui metode AHP serta pencarian rute terpendek dengan biaya terendah melalui algoritma penghitungan rute dan *linier programming*. Sistem ini diharapkan dapat mengoptimalkan jaringan transportasi laut serta pengembangan pelabuhan utama dalam meningkatkan pendistribusian barang atau jasa pada koridor Sumatra. Signifikansi dari penelitian ini adalah memperoleh alternatif perbaikan sistem pelabuhan di pulau sumatera. Untuk mencapai hal tersebut maka signifikansi yang akan dicapai adalah memperoleh variabel bebas dari pelayanan transportasi laut dan mengetahui kriteria jaringan trayek terbaik sehingga diperoleh rute terpendek dengan biaya terendah.

**Kata Kunci:** AHP, *Algoritma Rute*, *Linear Programming*, Pelabuhan Sumatra, Regresi Linear

## 1. Latar Belakang Masalah

Pembangunan perekonomian Indonesia di masa mendatang memiliki tantangan yang cukup berat melihat dinamika ekonomi domestik dan global yang mengharuskan Indonesia senantiasa siap terhadap perubahan. Kinerja sistem logistik nasional di Indonesia tergolong masih rendah, ini dapat dilihat dari hasil penelitian dan survey Global Competitiveness Index (GCI) [2] yang dilakukan oleh World Economy Forum pada tahun 200-2009 yang menempatkan Indonesia pada urutan ke 54 dari 131 negara yang disurvei. Kondisi logistik Indonesia tersebut dapat diperbaiki salah satunya dengan penguatan konektivitas nasional yang merupakan salah satu pilar utama dalam Master Plan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia selain pengembangan potensi ekonomi melalui pengembangan koridor ekonomi dan penguatan kemampuan SDM dan iptek nasional.

Pemerintah telah menetapkan Master plan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI), dan dalam rencana pembangunan tersebut ditetapkan pula enam koridor ekonomi, yaitu: 1) Sumatera, 2) Jawa, 3) Kalimantan, 4) Sulawesi, 5) Bali - Nusa Tenggara, dan 6) Papua - Kepulauan Maluku.



Gambar 1. Peta Koridor Ekonomi Indonesia [3]

Indonesia memiliki pusat-pusat pertumbuhan ekonomi yang tersebar di seluruh pelosok tanah air, interaksi antar ruang dan keterkaitan ekonomi antar pulau sangat ditentukan oleh peran dan tatanan transportasi nasional. Dengan kondisi geografis Negara Indonesia yang sebagian besar merupakan lautan yang memisahkan pulau-pulau, tidak dapat dielakkan lagi bahwa transportasi laut merupakan sarana transportasi utama untuk menjangkau dan menghubungkan pulau-pulau di wilayah nusantara sehingga dapat menciptakan konektifitas antar pulau di Indonesia.

Dalam Peraturan Pemerintah No.20 Tahun 2010 [4] dijelaskan bahwa angkutan laut dalam negeri meliputi kegiatan; trayek angkutan laut dalam negeri; pengoperasian kapal pada jaringan trayek; dan keagenan kapal angkutan laut dalam negeri. Kegiatan angkutan laut dalam negeri dilaksanakan dengan trayek tetap dan teratur serta dapat dilengkapi dengan trayek tidak tetap dan tidak teratur.

## 2. Metodologi

### 2.1. Metodologi Penulisan

Metode yang digunakan dalam karya ilmiah ini adalah deskriptif analitis, yaitu metode yang berisi tentang analisis permasalahan utama pada koridor ekonomi pulau sumatra yaitu dari segi transportasi dan jaringan distribusi jalur laut dan mencari solusi penyelesaian optimal yang dapat digunakan sebagai alternatif perbaikan dari masalah tersebut.

### 2.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam karya ilmiah ini adalah studi kepustakaan dan pengamatan yaitu mengamati perkembangan pelabuhan – pelabuhan di pulau Sumatra dari waktu ke waktu dan juga mempelajari melalui buku, internet serta media lainnya yang ada hubungannya dengan karya ilmiah ini.

### 2.3. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam karya ilmiah ini adalah dengan menggunakan model riset operasi dan simulasi serta analisis algoritma dan program linear dan juga AHP (*Anatical Hierarchi process*).

#### 2.4. Pengertian *Sumatran Ring*

Sistem *Sumatran Ring* adalah kombinasi metode *Operation Research* dan *Simulation* yang dapat digunakan sebagai alternative perbaikan di Pulau Sumatera. *Sumatran Ring* berarti cincin Sumatera. Jalur transportasi dan jaringan distribusi diilustrasikan seperti siklus yang mengelilingi pulau Sumatera. Hal ini berarti mengubah tatanan sistem transportasi dan jaringan distribusi laut yang sebelumnya masih bersifat linear dan parsial. Sistem ini dapat mengefektif dan mengefisienkan penggunaan sumber daya pelabuhan-pelabuhan di Pulau Sumatera.

#### 2.5. Perancangan Sistem *Sumatran Ring*

Untuk mewujudkan hal tersebut, maka penelitian ini mencoba untuk mengembangkan model matematis untuk *Sumatran Ring* menggunakan beberapa pendekatan riset operasi, seperti:

##### 2.5.1. Pemodelan Bangkitan/Tarikan Pergerakan

Penggunaan statistik deskriptif diperlukan untuk menganalisis kondisi ekonomi dan potensi wilayah koridor Sumatera serta untuk menentukan model bangkitan/tarikan pergerakan pada pelabuhan-pelabuhan yang merupakan simpul-simpul jaringan pelayaran linier [5]. Dalam memodelkan hubungan tersebut menggunakan model regresi berganda yang merupakan pengembangan lanjut dari model regresi tunggal dengan rumus umum sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_nX_n \quad (1)$$

Dalam penelitian ini, yang merupakan peubah tidak bebas (Y) adalah arus bongkar muat barang dan arus kunjungan kapal pada pelabuhan kajian. Sedangkan yang merupakan peubah bebas (X) adalah variable-variabel sosio-ekonomi wilayah *hinterland* antara lain: PDRB, penduduk, perdagangan, industri, pertanian, perkebunan, dan lain-lain.

##### 2.5.2. Pemodelan Persebaran Pergerakan

Pemodelan sebaran pergerakan bertujuan untuk memperkirakan besarnya pergerakan dari setiap zona asal ke setiap zona tujuan, yang dipengaruhi oleh besarnya bangkitan setiap zona asal dan tarikan setiap zona tujuan serta tingkat aksesibilitas sistem jaringan antarzona yang biasanya dinyatakan dengan jarak, waktu, atau biaya (Mc Nally, 2007) [6]. Salah satu metode untuk mendapatkan MAT adalah salah satu model dalam metode sintesis, yaitu model *gravity* (GR). Adapun persamaan yang dipergunakan adalah

$$T_{id} = A_i \times O_i \times B_d \times D_d \times f(C_{id}) \quad (2)$$

dimana:

$T_{id}$  adalah jumlah pergerakan dari zona asal  $i$  menuju ke zona tujuan  $d$

$A_i$  dan  $B_d$  adalah faktor penyeimbang

$O_i$  adalah jumlah pergerakan yang berasal dari zona asal  $i$

$D_d$  adalah jumlah pergerakan yang menuju ke zona tujuan  $d$

$f(C_{id})$  adalah fungsi hambatan/ukuran aksesibilitas antara zona  $i$  dan zona  $d$

##### 2.5.3. Analisis Kinerja Pelabuhan

Dalam perhitungan kinerja operasional suatu terminal pelabuhan, maka terdapat beberapa indikator terutama yang berkaitan dengan pelayanan kapal di dermaga, yaitu waktu pelayanan, pelayanan bongkar muat, serta utilitas tambatan.

Waktu pelayanan ini terdiri dari [7] :

- a. *Berthing time*, yaitu total waktu yang digunakan oleh kapal selama berada di tambatan.

$$BT = BWT + NOT \quad (3)$$

- b. *Berth working time* yaitu waktu yang direncanakan untuk melakukan kegiatan bongkar muat, yang terdiri dari *effective time* dan *idle time*.

$$BWT = BT - NOT \quad (4)$$

$$BWT = ET + IT \quad (5)$$

- c. *Not operation time*, yaitu waktu yang direncanakan untuk tidak bekerja (tidak melakukan kegiatan bongkar muat), seperti waktu istirahat yaitu 30 menit tiap *shift*.
- d. *Effective time*, yaitu waktu yang digunakan untuk melakukan kegiatan bongkar muat secara efektif.
- e. *Idle time*, yaitu waktu yang tidak digunakan untuk melakukan kegiatan bongkar muat atau waktu menganggur, seperti waktu menunggu muatan datang, waktu yang terbuang saat peralatan bongkar muat rusak.

#### 2.5.4. Analisis Hirarki Pelabuhan

Suatu teknik yang dapat digunakan untuk menganalisis hirarki suatu sistem adalah teknik *Analytic Hierarchy Process* (AHP). AHP adalah teknik yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang kompleks yang melibatkan banyak atribut. AHP didefinisikan sebagai metode yang menggunakan sejumlah faktor penting atau menggunakan multi atribut dalam pengambilan keputusan (Saaty, 2008) [8]. Faktor-faktor tersebut diorganisir dalam suatu struktur hirarki dari suatu tujuan umum untuk kriteria, sub kriteria dan alternatif dalam beberapa tingkatan. Teknik AHP menggunakan pendekatan nilai Eigen untuk melakukan perbandingan berpasangan.

Pada *Sumatran Ring*, teknik AHP digunakan untuk menentukan hirarki pelabuhan yang berpotensi sebagai pelabuhan hub yang merupakan simpul-simpul utama jaringan pelayaran liner pada koridor Sumatera.

#### 2.5.5. Pemodelan Jaringan

Perencanaan model jaringan adalah menyangkut pengaturan dan pemetaan dari elemen-elemen sebuah jaringan. Pemodelan jaringan pelayaran bertujuan mengoptimalkan desain jaringan untuk meminimalkan biaya dengan mempertimbangkan beberapa kendala operasional. Salah satu teori yang dapat digunakan dalam pengaturan suatu jaringan adalah teori *Graf*. Dimana Graf (*Graph*) [9] didefinisikan sebagai:

$$G = \{V, E\} \quad (6)$$

$V$  merupakan himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertices / node*) di gambarkan dalam titik-titik dan  $E$  adalah himpunan sisi-sisi (*edges / arcs*) digambarkan dalam garis-garis yang menghubungkan sepasang simpul.

Metode yang digunakan untuk memodelkan jaringan trayek yang optimal adalah metode rute terpendek. Dalam pencarian rute terpendek, penghitungan dapat dilakukan dengan beberapa macam algoritma. Secara garis besar algoritma penghitungan rute terpendek dibagi menjadi dua kelas berdasarkan metode pemberian labelnya, yaitu algoritma *label setting* dan algoritma *label correcting*. Algoritma *dijkstra* adalah salah satu algoritma penghitungan rute terpendek kelas *label Setting*, sedangkan pada kelas *label correcting* terdapat algoritma *floyd* dan algoritma *two-queues*.

#### 2.5.6. Model Optimasi Jaringan

Optimasi adalah salah satu ilmu dalam matematika yang fokus untuk mendapatkan nilai minimum atau maksimum secara sistematis dari suatu fungsi peluang, maupun pencarian nilai lainnya dalam berbagai kasus.

Model optimasi dapat digunakan dalam optimasi jaringan trayek diantaranya Model Pemrograman Linier [10]. Bentuk umum model pemrograman linear adalah memaksimalkan/meminimumkan

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (7)$$

Langkah-langkah perumusan model pemrograman linear adalah menentukan variable-variabel keputusan, merumuskan fungsi tujuan, dan merumuskan batasan-batasan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Solusi yang didapatkan dari model memiliki beberapa kekurangan dan kelebihan. Aspek-aspek yang menjadi resiko dari penerapan model bagi pelabuhan adalah sebagai berikut :

- a. Penerapan model menuntut pelabuhan harus dapat menjamin setiap kapal dapat dimuat dengan kapasitas maksimum yang dimasukkan ke dalam model. Sehingga sesuai jumlah pengiriman sesuai dengan jumlah permintaan.
- b. Kapal-kapal yang digunakan harus dalam kondisi baik, sehingga waktu tempuh berlayar kapal tidak bertambah dari waktu yang telah dimasukkan ke dalam model. Sehingga, tidak terjadi perbedaan yang sangat jauh dari hasil model dengan realisasi nantinya.
- c. Penelitian ini bersifat studi literatur. Hasil dari penelitian ini ditujukan sebagai saran untuk alternatif perbaikan rute transportasi laut.

### 4. Kesimpulan

Peran transportasi laut pada koridor Sumatera sangat besar, namun masih menghadapi kendala pada ketersediaan dan kualitas sarana dan prasarana serta lemahnya integrasi jaringan transportasi multimoda antar-wilayah, oleh karena itu dengan penerapan sistem *Sumatran Ring* diharapkan dapat memberikan suatu konsep tatanan jaringan transportasi laut yang optimal serta strategi pengembangan pelabuhan-pelabuhan utama dalam mendukung keterhubungan antar pusat-pusat pertumbuhan, dimana nantinya diharapkan mampu meningkatkan pelayanan angkutan laut dalam negeri yang sesuai dengan kebutuhan pada koridor Sumatera. Sehingga dengan metode tersebut distribusi pada jalur laut (pelabuhan) menjadi lebih stabil.

### 5. Daftar Referensi

- [1] Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2011. *Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi 2011-2025*. Cetakan Pertama.
- [2] World Economic Forum, 2008. *The Global Competitiveness Report 2008-2009*.
- [3] Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 20 Tahun 2006. *Tentang Cetak Biru Pengembangan Sistem Logistik Nasional*.
- [4] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 2010. *Angkutan di Perairan*.
- [5] Agarwal, Richa and Ergun, O. 2008. *Ship Scheduling and Network Design for Cargo Routing in Linier Shippng*. Transportation Science.
- [6] Sulistyorini and Tamin. 2007. *Kajian Lanjut Pengembangan Model Simultan*
- [7] Jinca, M. Y., 2011. *Transportasi Laut*. Brilliant International, Surabaya.
- [8] Raga,Paulus. *Evaluasi Keterpaduan Jaringan Prasarana dan Sarana Transportasi Pulau Sulawesi*. Jurnal Transportasi Vol.20 No.12 Tahun 2008.
- [9] Tamin, O.Z., 2000. *Perencanaan Pemodelan Transportasi*. ITB, Bandung.
- [10] Ronen, David. *Cargo Ship Routing and Scheduling: Survey of models and Problem*. MO 63121 U.S.A. 1982.