

3100096007853

TUGAS AKHIR (NA 1701)

PERENCANAAN OPTIMASI DISTRIBUSI BATUBARA UNTUK KONSUMSI PULAU JAWA

Rske
387.2
Bud
P-1

1996



Oleh :

ARIF BUDIMARTOYO

NRP. 490.410.0332

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	02-04-96
Terima Dari	H
No. Agenda Frp.	6203.

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

1996



JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN ITS

SURAT KEPUTUSAN TUGAS AKHIR (NA 1701)

No. : 17/PT12.FTK2/M/1995

Nama Mahasiswa : Arif Budimartoyo

Nomor Pokok : 4904100332

Tanggal diberikan tugas : 21 September 1995

Tanggal selesai tugas : 01 Maret 1996

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Setijoprajudo, MSE

2.

Uraian / judul tugas akhir yang diberikan :

#PERENCANAAN OPTIMASI DISTRIBUSI BATUBARA UNTUK KONSUMSI JAWA#

sOn

Surabaya, 07 Oktober 1995

Jurusan Teknik Perkapalan FTK-ITS



Tembusan :

1. Yth. Dekan FTK-ITS.
2. Yth. Dosen Pembimbing.
3. Arsip.

Setijopr
130 532 029.

TUGAS AKHIR (NA 1701)

**PERENCANAAN
OPTIMASI DISTRIBUSI BATUBARA
UNTUK KONSUMSI PULAU JAWA**

LEMBAR PENGESAHAN

7 Maret 1996

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Ir. SETIJOPRAJUDO, MSE
NIP 130 532 023



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

1996

ABSTRAK

Tulisan ini akan membahas perencanaan optimasi distribusi batubara dengan menggunakan jasa angkutan laut, berdasarkan kapasitas produksi, unit biaya transportasi, dan kebutuhan konsumen akan batubara. Konsumen akan difokuskan pada kebutuhan di Pulau Jawa. Konsumen batubara yang paling dominan adalah PLTU, dan Pabrik Semen. Optimasi akan melibatkan beberapa *point* (titik) jaringan transportasi dengan *supply dan demand* tertentu. Dipakai salah satu dari tiga metode penyelesaian awal pada program linier transportasi (*Vogel, North West corner's Rule, dan Least Cost Method*).

Target produksi batubara semakin meningkat pesat sejalan dengan kebutuhan konsumen untuk menghasilkan listrik dan semen yang semakin meningkat pula, membutuhkan perencanaan distribusi yang baik, ditinjau dari biaya maupun target yang harus dicapai dari masing-masing titik jaringan. Apalagi konsumen membutuhkan batubara secara kontinyu untuk proses produksinya. Produsen yang terletak di dua pulau Sumatera dan Kalimantan dan konsumen yang terletak di beberapa tempat di pulau Jawa, membutuhkan distribusi yang direncanakan secara menyeluruh melibatkan keduanya serta pelaku jasa transportasi.

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mendapatkan jaringan distribusi batubara sesuai dengan kebutuhan saat ini, yang dapat digunakan sebagai optimasi atas biaya transportasinya, sehingga target dapat dipenuhi dengan biaya transportasi yang minimal. Karena kebutuhan yang semakin meningkat, perencanaan yang menyeluruh ini akan dapat digunakan sebagai dasar dan pengembangan untuk perencanaan tahun-tahun berikutnya yang akan mudah dilakukan. Untuk selanjutnya akan dapat berguna bagi perusahaan pelayaran yang terkait, perusahaan tambang maupun konsumen mengetahui dari mana dan ke mana batubara didistribusikan secara optimal, selain itu dapat dipakai sebagai dasar dari pembuatan jadwal pengapalan batubara (*shipment schedule*) pada jaringan yang ditawarkan.

*dan sesungguhnya akhir itu lebih baik
bagimu dari permulaan..
(Adh Dhuhaa : 4)*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobil'amiin,

Ketika mulai berusaha mencari permasalahan untuk diajukan bagi proposal Tugas Akhir, saya sempat mencari hingga ke Perpustakaan Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Perhubungan (Balitbang Dephub), di jalan Merdeka Barat, Jakarta. Sampai akhirnya saya menemukan permasalahan distribusi batubara ini, didukung oleh bahan dari P.T. Pelayaran Bahtera Adhiguna, juga di Jakarta, bahwa perencanaan yang ada sekarang hanya melihat dari satu sisi saja, tidak merupakan perencanaan keseluruhan sistim distribusi batubara. Mereka hanya ingin agar kapal dapat laku (disewa) terserah untuk rute yang mana asal dapat dilayari. Hal inilah yang menarik untuk diangkat dalam permasalahan ini.

Puji syukur kami panjatkan pada Yang Kuasa, sehingga selesainya tulisan singkat ini, yang tidak ada arti tanpa rahmat yang diberikanNya selama penulisan. Sebagai buah rahmat dari Allah S.W.T., tulisan ini bukan saja akan menjadi prasyarat bagi kelulusan sarjana, tetapi dapat menjadi bekal pengetahuan yang berguna bagi semua.

Ucapan Terima Kasih

Banyak sekali dukungan, dorongan, maupun bantuan baik materi, data, juga semangat (*yang hampir hilang*) telah penulis terima selama ini. Maka dengan segala rendah hati saya ucapkan terima kasih, kepada puluhan pribadi-pribadi baik yang telah dengan tulus memberikannya.

Saya terutama ingin berterima kasih untuk kontribusi dan dukungan :

- Bapak serta Ibu tercinta, dan saudara-saudaraku dengan segala dorongannya.
- Ir. Setijoprajudo, MSE , dosen pembimbing Tugas Akhir, atas bimbingan serta pengarahan yang diberikan, hingga tulisan ini layak sebagai Tugas Akhir.
- Ir. Suyitno dan Ir. Achmad Zubaydi, MEng selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS.
- Ir. Tjuk Sukardiman, Sekretaris Badan Penelitian Dan Pengembangan Departemen Perhubungan, beserta Nyonya Maryam Ayuni, atas dukungannya.
- Ir. Bakti Setiawan, Staf Direktorat Batubara, Dirjen Pertambangan Dan Energi.
- Ir. Nonot Supono, Staf BP3 P.T. Pelayaran Bahtera Adhiguna.

Saya juga berterima kasih pada pribadi-pribadi yang dekat, terutama mental spiritual yang mereka berikan, tidak kalah penting dalam berperan :

- Rudi 'Kate' Widjanarko, Dwi 'Kluwek' Hendrato, Agus BS - Van Ledh, Ir. Arief Manies, dan Madiun Grup, terima kasih atas godaannya.
- Ir. Heru 'Kojie', *the entertainment must go on man!*, dan Nuning 'WisPer'.
- 'Tities' Trilestari, terima kasih atas semangatnya, banyak sekali pikiran-pikiran saya menjadi berubah.
- Tanti, *thanks to join type this text*.
- Rudi 'Kunam', Joelianto, dan kawan-kawan seperjuangan '90.

Banyak sekali kekurangan dalam tulisan ini, yang disebabkan oleh keterbatasan waktu, dan kemampuan. Saya berharap masih ada kritik dan saran pasca penulisan ini, sehingga kesempurnaan tulisan menjadi lebih dekat.

Surabaya, Maret 1996

Arif Budimartoyo

DAFTAR ISI

BAB I	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Permasalahan	3
1.3	Tujuan	4
1.4	Metodologi Penelitian	4
1.5	Batasan Masalah	6
BAB II	DASAR TEORI	8
2.1	Optimasi	9
2.2	Program Linier Untuk Model Transportasi	9
2.3	Pemecahan Masalah Transportasi	13
2.3.1	Teknik Transportasi	14
a.	Penentuan Pemecahan Awal	15
b.	Penentuan Variabel Masuk (Metode Pengali)	18
c.	Penentuan Variabel Keluar (Konstruksi Loop)	20
2.3.2	Pemecahan Awal Yang Diperbaiki	26
a.	Metode Unit Biaya Terendah (least Cost Method)	26
b.	Metode Pendekatan Vogel (Vogel Approximation Method)	27
2.4	Unit Biaya Transportasi	28

BAB III	DISTRIBUSI BATUBARA UNTUK KONSUMSI	
	PULAU JAWA	32
3.1	Produsen Batubara	32
3.2	Terminal Angkut, Bongkar, dan Fasilitasnya	35
	a. Terminal Angkut / Muat	35
	b. Pelabuhan Bongkar	39
3.3	Spesifikasi Kapal Pengangkut Batubara	41
3.4	Konsumen Batubara Di Pulau Jawa	45
BAB IV	PERHITUNGAN OPTIMASI DISTRIBUSI BATUBARA	49
4.1	Perhitungan Unit Biaya Transportasi	49
4.2	Penyelesaian Optimasi Distribusi Batubara	59
BAB V	ANALISA DAN EVALUASI	69
5.1	Aspek Teknis Operasional	70
	5.1.1 Jaringan Distribusi	70
	5.1.2 Jenis Kapal yang Digunakan	72
	5.1.3 Jumlah Kebutuhan Kapal	73
	5.1.4 Pengembangan Kapasitas Pelabuhan	76
5.2	Aspek Ekonomis	77
BAB VI	PENUTUP	81
6.1	Kesimpulan	81
6.2	Saran	82

DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	
Tarif Jasa Labuh dan Tambat Kapal Angkutan Dalam Negeri	86
Tarif Jasa Pemanduan Kapal Angkutan Laut Dalam Negeri	87
Tarif Jasa Penundaan Untuk Angkutan Laut Dalam Negeri	90
Technical Spesification Tarahan Port	92
Desain Anjungan Dermaga Batubara PLTU Paiton Untuk Ukuran Kapal	93
PLTU Suralaya	94
Ship Particulars MV Tarahan	95
MV Ambassador Principal Particulars	96
MV Kiukiang Career Principal Particulars	98
Freight rate Calculation Kapal-3 Tarahan - Ciwandan	99
Freight rate Calculation Tug & Barge Tarahan - Cilacap	100
Freight rate Calculation Tug & Barge Kertapati - Suralaya	101
Freight rate Calculation Kapal-2 Tarahan - Suralaya	102
Freight rate Calculation Kapal-3 P. Laut Utara - Suralaya	103
Freight rate Calculation Kapal-3 Tanjung Bara - Suralaya	104
Freight rate Calculation Tug & Barge Tarahan - Cirebon	105
Freight rate Calculation Tug & Barge P. Laut Selatan - Jateng	106
Freight rate Calculation Tug & Barge P. Laut Utara - Jateng	107
Freight rate Calculation Tug & Barge P. Laut Selatan - Tuban	108
Freight rate Calculation Tug & Barge P. Laut Utara - Gresik	109

Freight rate Calculation Kapal-3 Tanah Merah - Paiton	110
Freight rate Calculation Kapal-3 Tanjung Bara - Paiton	111
Peta Letak Terminal Muat dan Pelabuhan Biongkar	112
Peta Distribusi Batubara	113

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Data Awal Permasalahan	14
Tabel 2-2 Pemecahan Awal (Metode <i>North West Corner</i>)	16
Tabel 2-3 Pemecahan Awal Yang Lain	17
Tabel 2-4 Sebuah Loop Pada Iterasi ke-1	21
Tabel 2-5 Pemecahan Dasar Baru	23
Tabel 2-6 Kontruksi Loop Iterasi ke-2	24
Tabel 2-7 Kontruksi Loop Iterasi ke-3	24
Tabel 2-8 Hasil Akhir (Optimum)	25
Tabel 3-1 Produsen Batubara dan Rencana Produksi Tahun 1996	35
Tabel 3-2 Kapasitas Terminal Angkut / Muat	36
Tabel 3-3 Kapasitas Loading Tiap Terminal Muat	37
Tabel 3-4 Desain Anjungan Dermaga Batubara PLTU Paiton Untuk Ukuran Kapal	39
Tabel 3-5 Kapasitas Pelabuhan Bongkar	41
Tabel 3-6 Jenis dan Kapasitas Kapal	44
Tabel 3-7 Spesifikasi Tug & Barge	45
Tabel 3-8 Kualitas Batubara Untuk PLTU dan Pabrik Semen	46
Tabel 3-9 Konsumen Batubara P. Jawa dan Rencana Permintaan 1996	47
Tabel 4-1 Jarak Antara Point (titik) Jaringan Distribusi	51
Tabel 4-2 Unit Biaya Transportasi Atau Tarif Tambang per Ton	59

Tabel 4-3 Data Optimasi Distribusi Batubara	61
Tabel 4-4 Iterasi ke-1 Perhitungan Optimasi Distribusi Batubara	63
Tabel 4-5 Iterasi ke-2 Perhitungan Optimasi Distribusi Batubara	64
Tabel 4-6 Iterasi ke-3 Perhitungan Optimasi Distribusi Batubara	65
Tabel 4-7 Iterasi ke-4 Perhitungan Optimasi Distribusi Batubara	66
Tabel 4-8 Iterasi ke-5 Perhitungan Optimasi Distribusi Batubara	67
Tabel 5-1 Jumlah Kebutuhan Kapal	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Kebutuhan Batubara P. Jawa terhadap Kebutuhan Nasional (PLTU dan pabrik semen)	2
Gambar 2.1	Jaringan Transportasi	11
Gambar 3.1	Self Un-loading Vessel	43



BAB I
PENDAHULUAN

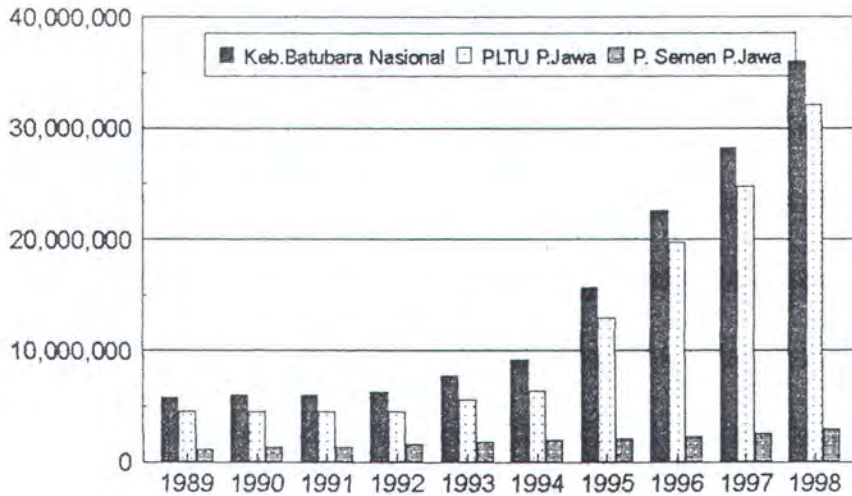
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi batubara memerlukan perencanaan yang matang, karena kebutuhan akan komoditi ini secara kontinyu ditargetkan oleh konsumen. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan Pabrik Semen adalah konsumen batubara yang paling besar, kebutuhan nasional tahun 1996 untuk PLTU adalah 21.300.625 ton dan untuk pabrik semen 3.570.400 ton. Sedangkan prosentase kebutuhan batubara untuk konsumsi Pulau Jawa terhadap kebutuhan nasional adalah 92 % untuk PLTU dan 65,6 % untuk pabrik semen untuk tahun yang sama.

Batubara ditambang di pertambangan Negara Bukit Asam (PTBA) di Sumatera Selatan dan beberapa Kontraktor Kerja Sama (KKS) di Kalimantan. PT.Bukit Asam terdiri dari pertambangan Tanjung Enim dan Ombilin. Dari Tanjung Enim didistribusikan melalui terminal angkut di Tarahan dan Kertapati, sedangkan dari Ombilin didistribusikan ke Teluk Bayur (Sumatera Barat). Batubara dari Ombilin tidak dikonsumsi di Pulau Jawa. Di Kalimantan terdapat beberapa KKS, seperti di Kalimantan Selatan terdapat PT. Arutmin di pertambangan Senakin dan Satui, yang didistribusikan melalui Pulau Laut. Di Kalimantan Timur terdapat PT.Kaltim Prima Coal (KPC), PT. Kideco Jaya Agung, dan didistribusikan di terminal angkut Sangatta, Tanah Merah, Balikpapan, dan Samarinda. Masing-masing pertambangan, terminal angkut, maupun terminal bongkar muat di Pulau Jawa memiliki



Gambar 1.1 Grafik kebutuhan batubara P.Jawa terhadap kebutuhan nasional (PLTU & Pabrik Semen)

kapasitas tertentu, dan akan berkembang sejalan dengan kebutuhan batubara yang semakin meningkat.

Dalam grafik di atas menunjukkan kebutuhan batubara nasional, PLTU di Pulau Jawa, dan Pabrik semen di pulau Jawa, dari tahun 1989 sampai dengan 1998. Tiga batang grafik tiap tahun mewakili, dari kiri : total kebutuhan nasional, kebutuhan PLTU, dan kebutuhan pabrik semen. Prosentase kenaikan total kebutuhan nasional untuk tahun 1995 ke tahun 1996 adalah 44,83 %, hal ini menunjukkan tingkat kenaikan kebutuhan yang besar dan bukan tidak mungkin pola distribusi yang ada sekarang sudah tidak relevan.

Target produksi batubara yang semakin meningkat seiring dengan target produksi listrik dan semen untuk konsumen PLTU maupun Pabrik Semen yang semakin meningkat pula, menyebabkan pola distribusi batubara menyesuaikan dan perlu untuk selalu direncanakan secara berkala. Sehingga kebutuhan kontinyu akan batubara tidak mengalami kemacetan atau stagnasi, jika sudah dipersiapkan perencanaannya.

1.2 Permasalahan

Perencanaan angkutan batubara yang dilakukan oleh Perusahaan Pelayaran yang melayani - seperti PT. Bahtera Adhiguna, atau Kontraktor dengan menyewa kapal berbendera luar - hanya melihat trayek mana yang dapat mereka peroleh dengan melalui tender dan kemudian kontrak selama waktu tertentu. Hal itu akan menyebabkan perencanaan kurang mempertimbangkan kondisi trayek, kondisi terminal angkut maupun bongkar, terhadap jenis kapal yang mereka miliki. Sehingga transportasi batubara terasa akan ragu untuk berkembang sesuai dengan kebutuhan yang semakin meningkat, karena perencanaan yang ditekankan per trayek dengan target dapat memperoleh tender menjadi cenderung ke uji coba (*trial*).

Di samping itu kontrak trayek selama waktu tertentu menjadi kurang fleksibel manakala kebutuhan batubara berubah pada saat belum direncanakan kembali jaringan distribusi yang baru.

Untuk itu bagaimana merencanakan pola distribusi secara lebih mendekati kepada kondisi seluruh trayek yang memungkinkan dalam satu perhitungan

perencanaan merupakan permasalahan dalam penulisan ini. Di samping itu perencanaan harus mempertimbangkan biaya transportasi sehingga pola distribusi yang dihasilkan akan memiliki total biaya transportasi yang paling optimum.

1.3 Tujuan

Tujuan penulisan ini adalah merencanakan pola distribusi batubara untuk konsumsi Pulau Jawa, dengan mempertimbangkan unit biaya transportasi yang memungkinkan untuk tiap trayeknya. Trayek yang ada tidak selalu dimiliki oleh jenis kapal yang sama, karena dipertimbangkan kapasitas terminal angkut dan terminal bongkar, loading rate, fasilitas, dan kapasitas stock pilenya. Dengan demikian jaringan pola distribusi yang didapatkan akan merupakan pendekatan yang paling baik untuk dapat mencapai biaya transportasi yang optimum.

1.4 Metodologi Penelitian

Metodologi dalam penulisan ini akan menggunakan dasar teori Program Linier guna mengoptimasikan distribusi batubara tersebut. Program Linier yang digunakan adalah untuk aplikasi Transportasi dengan berbagai cara penyelesaiannya, tetapi akan dipilih salah satu cara yang dianggap paling baik. Untuk mempermudah perhitungan optimasi ini akan dibantu dengan menggunakan *software* (TORA) sertaan buku *Operation Research* karangan Hamdy Taha.

Distribusi batubara ini mempunyai faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu variabel jarak antara tiap lokasi *supply* dan *demand* / permintaan, unit biaya

transportasi tiap trayek, besarnya kapasitas penawaran, kapasitas permintaan, kapasitas angkutan, dan fasilitas yang ada di tiap pelabuhan.

Karena pembahasan distribusi batubara di sini mempertimbangkan beberapa trayek yang memungkinkan dengan fasilitas dan kapasitas pelabuhan yang berbeda-beda, maka jenis dan kapasitas kapal juga akan terdiri dari beberapa macam. Tetapi berdasarkan fasilitas dan kapasitas tiap pelabuhan, akan ditawarkan tiga jenis kapal dan satu jenis ponton / barge yang digunakan, dengan kapasitas DWT masing-masing dan trayek-trayek tertentu yang dapat dilayani. Sehingga kemudian dapat ditentukan besarnya unit biaya transportasi tiap trayek.

Data-data didapatkan dari **Direktorat Batubara Departemen Pertambangan dan Mineral**, **Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Perhubungan**, dan dari **PT. Pelayaran Bahtera Adhiguna**. Data berupa target produksi batubara, target kebutuhan batubara untuk PLTU dan pabrik semen, fasilitas dan kapasitas terminal angkut dan pelabuhan bongkar, data spesifikasi utama kapal yang digunakan, dan data-data pendukung lainnya. Data-data kemudian dirangkum sehingga dapat digunakan untuk penyelesaian problem ini dengan acuan pada data yang paling baru didapatkan (1996), sehingga merupakan realitas yang paling dekat.

Analisa dari pembahasan masalah ini akan ditinjau dari sisi teknis dan ekonomis. Analisa ekonomis sengaja tidak dibahas secara mendetail karena banyak aspek di luar lingkup disiplin ilmu penulis, sehingga mungkin akan sangat terbatas.

1.5 Batasan Masalah

Tulisan ini tentunya akan mempunyai pembahasan yang terarah dan berusaha berpusat pada permasalahan optimasi distribusi batubara. Untuk itu akan diberikan batasan-batasan masalah yang akan membantu, antara lain :

- Perencanaan distribusi batubara di sini hanya akan membahas *network* / jaringan untuk transportasi laut. Transportasi batubara dengan moda angkutan lain seperti kereta api, atau ban berjalan yang mengangkut batubara dari pertambangan ke terminal angkut dianggap sudah optimal.
- Kebutuhan batubara yang ditargetkan tidak termasuk kebutuhan batubara untuk industri kecil, rumah tangga, dan sebagainya, dengan asumsi prosentasi-nya kecil jika dibandingkan dengan konsumen batubara besar baik PLTU maupun Pabrik Semen.
- Jumlah penawaran batubara di lokasi sumber tidak melibatkan produsen batubara kecil baik swasta maupun KUD karena prosentasi-nya yang kecil, di samping itu mereka tidak banyak yang mendistribusikan produksinya ke luar pulau.
- Diasumsikan tidak akan terjadi kerusakan sarana bongkar muat yang akan menimbulkan stagnasi pada rantai distribusi batubara.
- Pemilihan jenis, kapasitas, dan spesifikasi utama kapal dilakukan pada kapal-kapal yang beroperasi saat ini dan merupakan kapal yang mampu beroperasi dan merapat di pelabuhan-pelabuhan yang ada.
- Pembahasan tidak akan memasukkan batasan-batasan dari pihak berkepentingan lain yang berupa kontrak trayek untuk kapal tertentu, sehingga perencanaan ini akan lebih fleksibel.

- Perusahaan-perusahaan yang terkait diasumsikan mempunyai komitmen yang sama terhadap perencanaan distribusi batubara secara keseluruhan ini.
- Perencanaan distribusi batubara ini tidak membahas sampai dengan penjadwalan pengapalannya (*shipment schedules*).



BAB II
DASAR TEORI

BAB II

DASAR TEORI

Begitu banyak subyek pembahasan dengan nama *Operation Research* (Riset Operasi - OR) tercantum dalam halaman pendahuluan sebagai dasar teori dari teks-teks ilmiah dengan beberapa prinsip yang diberikannya. Bentuk *Operation Research* yang diperkenalkan pada sekitar pertengahan Perang Dunia II, memang merupakan pemecahan masalah yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang sulit sekalipun. Dengan pendekatan secara ilmiah (*scientific approach*), dapat menjadikan teknik ini sebagai pemecah permasalahan untuk para manajer maupun kalangan pengambil keputusan. Aplikasinya dapat meliputi¹ :

- Konstruksi matematika, ekonomi, dan statistik, atau model dari problema kontrol dan keputusan untuk mengatasi situasi yang kompleks dan tidak menentu.
- Menganalisa hubungan yang menentukan probabilitas pada masa akan datang, untuk pemilihan keputusan, dan memikirkan tindakan yang layak untuk keefektifan dalam tujuannya untuk mengevaluasi keuntungan beberapa tindakan alternatif.

Dari banyak metode yang ada di *Operation Research* untuk mengatasi semua aplikasi tersebut di atas, dalam tulisan ini dipilih Program Linier untuk Transportasi sebagai dasar teori optimasi. Pada Bab ini akan menguraikan optimasi itu sendiri, teori program linier transportasi, beberapa metode penyelesaian awal yang ada,

¹ Wagner, Harvey M., *Principles Of Operations Research*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1975, hal. 2

dan terakhir menjelaskan unit biaya transportasi sebagai bobot / acuan dalam optimasi meminimalkan biaya transportasi.

2.1 Optimasi

Model *Operation Research* didesain untuk mengoptimalkan fungsi obyektif yang diberikan dengan beberapa batasan atau *constraints*. Optimasi secara umum berfungsi untuk memaksimumkan, atau meminimumkan fungsi obyektif. Ini berarti dalam satu permasalahan yang sama para analis dapat menghasilkan dua model yang berbeda dengan kriteria obyektif yang berbeda pula. Sebagai contoh analis A memilih untuk memaksimumkan profit atau keuntungan sedang analis B meminimumkan biaya atau cost. Dua kriteria di atas tidak sama pengertiannya meskipun dengan *constraint* yang sama, dua model mungkin tidak menghasilkan solusi yang sama optimalnya.

Pada permasalahan biaya operasional, biasanya optimasi mencari biaya yang paling minimum, sehingga profit akan didapatkan dari efektifitas operasional. Dalam distribusi batubara, biaya operasional dapat diterjemahkan ke dalam unit biaya transportasi. Optimasi distribusi di sini mencakup meminimalkan total biaya transportasi dalam satu jaringan distribusi batubara yang ditawarkan.

2.2 Program Linier Untuk Model Transportasi²

Model Transportasi adalah berdasarkan Program Linier yang dapat dipecahkan dengan Metode Simplex Reguler. Tetapi bentuk model yang lebih khusus

² Taha, Hamdy, *Operation Research an Introduction*, Departement of Industrial Engineering University of Arkansas, Fayetteville, MacMilan Publishing Company, New York.

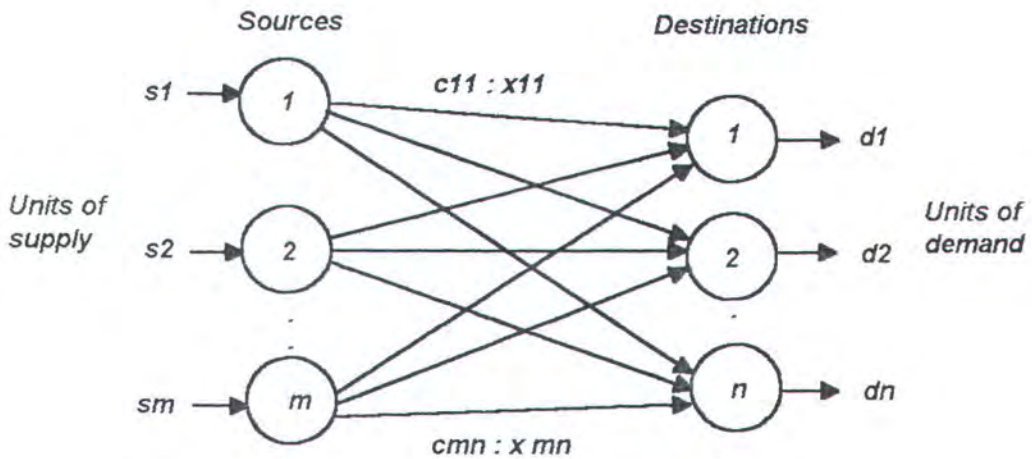
mengikuti perkembangan prosedur penyelesaian, disebut teknik transportasi, yang efektif dikerjakan dengan menggunakan bantuan komputer.

Model Transportasi mempunyai pengertian secara langsung adalah mencari hasil yang paling baik dalam perencanaan transportasi terhadap komoditi tunggal dari beberapa lokasi sumber ke beberapa lokasi tujuan. Data dari model terdiri dari:

1. Kapasitas supply atau penawaran pada tiap lokasi sumber dan jumlah kebutuhan atau demand pada tiap lokasi tujuan.
2. Unit biaya transportasi jenis komoditi dari tiap lokasi sumber ke tiap lokasi tujuan.

Karena terdiri dari satu macam komoditi, lokasi tujuan dapat menerima permintaan lebih dari satu lokasi sumber. Tujuan dari model adalah untuk menentukan jumlah yang harus dikapalkan dari tiap lokasi sumber ke tiap lokasi tujuan, sehingga total biaya transportasi menjadi minimum.

Asumsi dasar dari model adalah biaya transportasi yang terjadi pada suatu rute berbanding lurus dengan jumlah unit yang ditransportasikan. Definisi dari unit transportasi akan tergantung pada komoditinya.



Gambar 2.1 Jaringan Tansportasi

Gambar di atas menjelaskan model transportasi sebagai jaringan dengan m sumber dan n tujuan. Sebuah lokasi sumber atau sebuah lokasi tujuan dinyatakan oleh sebuah titik. Garis panah yang menghubungkan sumber dan tujuan menyatakan rute transportasi. Jumlah supply di lokasi sumber i adalah s_i dan permintaan di lokasi tujuan j adalah d_j . Unit biaya transportasi antara sumber i dan tujuan j adalah c_{ij} .

Model Program Linier dari problema transportasi tersebut menjadi :

Minimum $Z = \sum \sum c_{ij} x_{ij}$

dengan batasan :

$$\sum x_{ij} \leq s_i, \quad i=1,2,\dots,m$$

$$\sum x_{ij} \geq d_j, \quad j=1,2,\dots,n$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ untuk semua } i \text{ dan } j$$

Batasan pertama mempunyai syarat jumlah pengapalan dari sumber tidak boleh melebihi dari supply, sedang batasan kedua mempunyai syarat jumlah pengapalan menuju lokasi tujuan paling tidak harus mencukupi permintaan.

Model di atas berarti jumlah total supply $\sum s_i$ harus sekurang-kurangnya sama dengan jumlah total permintaan $\sum d_j$. Pada saat total supply sama dengan total permintaan ($\sum s_i = \sum d_j$), hal ini disebut model transportasi berimbang (balanced transportation model). Berbeda dengan model di atas maka persamaan batasan menjadi :

$$\begin{aligned} \sum x_{ij} &= s_{ij} & i = 1, 2, \dots, m \\ \sum x_{ij} &= d_{ij} & j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Pada kenyataannya supply dan permintaan tidak selalu harus sama. Namun, model transportasi selalu dalam keadaan berimbang, karena sangat berguna untuk memodelkan permasalahan sehingga didapatkan solusi yang paling mendekati ideal.

Penguraian rumusan di atas didapatkan :

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} &= a_1 \\ & x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} &= a_2 \\ & & & x_{m1} + x_{m2} + \dots + x_{mn} &= a_m \\ x_{11} &+ x_{21} &+ \dots &+ x_{m1} &= b_1 \\ & x_{1n} &+ \dots &+ x_{2n} &+ \dots &+ x_{mn} &= b_n \end{aligned}$$

Dan jika disajikan dalam bentuk tabel adalah sebagai berikut :

	T_1	T_2	...	T_j	...	T_n	s
A_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	...	c_{1j} x_{1j}	...	c_{1n} x_{1n}	s_1
A_2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	...	c_{2j} x_{2j}	...	c_{2n} x_{2n}	s_2
...
A_i	c_{i1} x_{i1}	c_{i2} x_{i2}	...	c_{ij} x_{ij}	...	c_{in} x_{in}	s_i
...
A_m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}	...	c_{mj} x_{mj}	...	c_{mn} x_{mn}	s_m
d	d_1	d_2	...	d_j	...	d_n	$\sum S_i = \sum d_j$

di mana :

x_{ij} = jumlah komoditi yang harus diangkut dari lokasi sumber i ke lokasi tujuan j .

c_{ij} = unit biaya transportasi komoditi batubara dari sumber i ke tujuan j .

s_i = banyak komoditi supply yang tersedia.

d_j = banyak komoditi permintaan.

A_m = lokasi asal.

T_n = lokasi tujuan.

2.3 Pemecahan Masalah Transportasi

Dalam bagian ini kami memperkenalkan perincian untuk pemecahan model transportasi. Metode ini menggunakan langkah-langkah metode simplek secara

langsung dan hanya berbeda dalam perincian penerapan kondisi optimalitas dan kelayakan.

2.3.1 Teknik Transportasi

Langkah-langkah dasar dari tehnik transportasi adalah

- *Langkah 1* : Tentukan pemecahan awal yang layak
- *Langkah 2* : Tentukan variabel masuk dari diantara variabel non dasar. Jika semua variabel masuk memenuhi kondisi optimalitas (dari metode simplek), berhenti; jika tidak, lanjutkan ke langkah 3
- *Langkah 3* : Tentukan variabel keluar (dengan menggunakan kondisi kelayakan) dari di antara variabel-variabel dalam pemecahan dasar saat ini; lalu temukan pemecahan dasar baru. Kembali ke langkah 2

Langkah-langkah ini akan dipertimbangkan secara terinci. Alat penjelasannya adalah masalah dalam tabel 2-1. Biaya unit transportasi C_{ij} adalah dalam dollar. Penawaran dan permintaan diketahui dalam jumlah unit.

Tabel 2-1 Data Awal Permasalahan

		Tujuan				Penawaran
		1	2	3	4	
Sumber	1	x_{11} 10	x_{12} 0	x_{13} 20	x_{14} 11	15
	2	x_{21} 12	x_{22} 7	x_{23} 9	x_{24} 20	25
	3	x_{31} 0	x_{32} 14	x_{33} 16	x_{34} 18	5
Permintaan		5	15	15	10	

a. Penentuan Pemecahan Awal

Definisi umum dari model transportasi dalam bagian 2.1 mengharuskan bahwa $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$. Persyaratan ini menghasilkan satu persamaan dependen, yang berarti bahwa model tersebut hanya memiliki $M + n - 1$ variabel dasar. Jadi, seperti dalam metode simpleks, pemecahan dasar yang layak harus mencakup $m + n - 1$ variabel dasar.

Biasanya, jika model transportasi dirumuskan sebagai sebuah tabel simpleks, kita perlu memanfaatkan variabel buatan untuk memperoleh pemecahan awal. Tetapi, ketika tabel transportasi dipergunakan, pemecahan dasar awal yang layak dapat diperoleh secara mudah dan langsung. Kami menyajikan prosedur yang disebut peraturan sudut barat laut (*North west-corner rule*) untuk maksud ini. Dua prosedur lainnya, yang disebut metode biaya terendah (*Least cost*) dan pendekatan Vogel, disajikan dalam Bagian 2.3.2. Prosedur ini biasanya memberikan pemecahan awal yang lebih baik dalam arti bahwa nilai fungsi tujuan yang bersangkutan adalah lebih kecil.

Metode sudut barat laut memulai dengan mengalokasikan jumlah maksimum yang dapat diijinkan oleh penawaran dan permintaan ke variabel x_{11} (variabel yang berada di sudut barat laut dari tabel). Kolom (baris) yang sudah dipenuhi lalu disilang, yang menunjukkan bahwa variabel sisanya dalam kolom (baris) yang disilangkan tersebut adalah sama dengan nol. Jika sebuah kolom dan sebuah baris dipenuhi secara bersamaan, hanya satu (salah satunya) yang disilang. Kondisi ini menjamin penentuan variabel dasar nol, jika ada, secara otomatis. (Lihat Tabel 2-2 untuk ilustrasi.)

Tabel 2-2 Pemecahan Awal

	1	2	3	4	
1	5	10			15
2		5	15	5	25
3				5	5
	5	15	15	10	

Setelah menyesuaikan jumlah penawaran dan permintaan untuk semua baris dan kolom yang belum disilang, jumlah maksimum yang layak dialokasikan ke elemen pertama yang belum disilang di kolom (baris) yang baru. Proses ini diselesaikan ketika tepat satu baris atau satu kolom belum disilang.

Prosedur yang baru dijabarkan di atas sekarang diterapkan untuk contoh dalam tabel 2-1.

1. $x_{11} = 5$, yang menyilang kolom 1. Jadi tidak ada alokasi lebih lanjut dapat dibuat dalam kolom 1. Jumlah yang tersisa dalam baris 1 adalah 10 unit.
2. $x_{12} = 10$, yang menyilang baris 1 dan meninggalkan 5 unit dan kolom 2
3. $x_{22} = 5$, yang menyilang kolom 2 dan meninggalkan 20 unit di baris 2
4. $x_{23} = 15$, yang menyilang kolom 3 dan meninggalkan 5 unit di baris 2
5. $x_{24} = 5$, yang menyilang baris 2 dan meninggalkan 5 unit di kolom 4
6. $x_{34} = 5$, yang menyilang baris 3 atau kolom 4. Karena hanya ada satu baris atau satu kolom yang tetap belum disilang, proses ini berakhir.

Pemecahan dasar awal yang dihasilkan diberikan dalam tabel 2-2. Variabel dasar adalah $x_{11} = 5$, $x_{12} = 10$, $x_{22} = 5$, $x_{23} = 15$, $x_{24} = 5$, dan $x_{34} = 5$. Variabel sisanya adalah nondasar di tingkat nol. Biaya transportasi yang bersangkutan dengannya adalah

$$5 \times 10 + 10 \times 0 + 5 \times 7 + 15 \times 9 + 5 \times 18 = \$ 410$$

Ketika baik sebuah kolom maupun baris terpenuhi secara bersamaan, variabel berikutnya yang harus ditambahkan ke pemecahan dasar akan dipastikan berada ditingkat nol. Tabel 2-3 mengilustrasikan hal ini ketika kolom 2 dan baris 2 dipenuhi secara bersamaan. Jika kolom 2 disilang, x_{23} menjadi dasar di tingkat nol dalam langkah berikutnya, karena penawaran sisanya untuk baris 2 adalah sekarang nol. (Kasus ini diperlihatkan dalam Tabel 2-3). Jika baris 2 disilang, x_{32} akan menjadi variabel dasar nol.

Tabel 2-3 Pemecahan Awal Yang Lain

	1	2	3	4		
1	5	5			10	5
2		5	0		5	0
3			8	7	15	15
	5	10	8	7		
						5

Pemecahan awal dalam Tabel 2-2 dan 2-3 mencakup jumlah variabel dasar yang seperti seharusnya, yaitu, $m + n - 1 = 6$. Peraturan sudut barat laut selalu menghasilkan jumlah variabel dasar seperti yang seharusnya.

b. Penentuan Variabel Masuk (Metode Pengali)

Variabel masuk ditentukan dengan menggunakan kondisi optimalitas dari metode simpleks. Pertama-tama akan disajikan mekanika metode ini dan lalu menyediakan penjelasan yang terinci tentang prosedur yang didasari oleh teori dualitas. Metode lainnya, yang disebut prosedur batu loncatan (*stepping-stone procedure*), juga tersedia untuk menentukan variabel masuk. Walaupun perhitungan dalam kedua metode ini tepat setara, metode batu loncatan memberikan kesan bahwa prosedur ini sepenuhnya tidak berkaitan dengan metode simpleks.

Dalam metode pengali kita mengkaitkan pengali u_i dan v_j dengan baris i dan kolom j dari tabel transportasi. Untuk setiap variabel dasar x_{ij} dalam pemecahan saat ini, pengali u_i dan v_j harus memenuhi persamaan berikut ini :

$$u_i + v_j = c_{ij} \text{ untuk setiap variabel dasar } x_{ij}$$

Persamaan ini menghasilkan $m + n - 1$ persamaan (karena hanya terdapat $m + n - 1$ variabel dasar) dengan $m + n$ pengali yang tidak diketahui. Nilai-nilai pengali dapat ditentukan dari persamaan ini dengan memberikan nilai sembarangan pada salah satu pengali (biasanya u_1 ditetapkan sama dengan nol) dan lalu memecahkan $m + n - 1$ persamaan dengan $m + n - 1$ pengali yang tidak diketahui. Setelah hal itu dilakukan, evaluasi terhadap setiap variabel nondasar x_{pq} diketahui.

$$c_{pq} - u_p - v_q = c_{pq} \text{ untuk setiap variabel nondasar } x_{pq}$$

Nilai-nilai ini akan sama tanpa bergantung pada pilihan sembarang nilai u_j . Variabel dengan \bar{c}_{pq} yang paling positif lalu dipilih sebagai variabel masuk (bandingkan dengan kondisi optimalitas minimisasi dari metode simpleks).

Jika kita menerapkan prosedur ini pada variabel-variabel nondasar dalam tabel 2-2 (pemecahan saat ini), persamaan yang berkaitan dengan variabel dasar diketahui :

$$x_{11} : u_1 + v_1 = c_{11} = 10$$

$$x_{12} : u_1 + v_2 = c_{12} = 0$$

$$x_{22} : u_2 + v_2 = c_{22} = 7$$

$$x_{23} : u_2 + v_3 = c_{23} = 9$$

$$x_{24} : u_2 + v_4 = c_{24} = 20$$

$$x_{34} : u_3 + v_4 = c_{34} = 18$$

Dengan membiarkan $u_1 = 0$, nilai pengali secara berturut-turut ditentukan sebagai $v_1 = 10$, $v_2 = 0$, $u_2 = 7$, $v_3 = 2$, $v_4 = 13$, dan $u_3 = 5$. Jadi evaluasi variabel non dasar diketahui sebagai berikut :

$$x_{13} : \bar{c}_{13} = u_1 + v_3 - c_{13} = 0 + 2 - 20 = -18$$

$$x_{14} : \bar{c}_{14} = u_1 + v_4 - c_{14} = 0 + 13 - 11 = 2$$

$$x_{21} : \bar{c}_{21} = u_2 + v_1 - c_{21} = 7 + 10 - 12 = 5$$

$$x_{31} : \bar{c}_{31} = u_3 + v_1 - c_{31} = 5 + 10 - 0 = \underline{15}$$

$$x_{32} : \bar{c}_{32} = u_3 + v_2 - c_{32} = 5 + 0 - 14 = -9$$

$$x_{33} : \bar{c}_{33} = u_3 + v_3 - c_{33} = 5 + 2 - 16 = -9$$

Karena x_{31} memiliki c_{pq} yang paling positif, variabel ini dipilih sebagai variabel masuk.

Persamaan $u_i + v_j = c_{ij}$ yang kita gunakan untuk menentukan pengali, memiliki struktur yang begitu sederhana sehingga sebenarnya kita tidak perlu menuliskannya secara eksplisit. Biasanya jauh lebih sederhana untuk menentukan pengali secara langsung dari tabel transportasi dengan mencatat bahwa u_i dari baris i dan v_j dari kolom j sama dengan c_{ij} ketika baris i dan kolom j berpotongan di sebuah sel yang memuat variabel dasar x_{ij} . Setelah u_i dan v_j ditentukan, kita dapat menghitung c_{pq} untuk semua x_{pq} nondasar dengan menambahkan u_p dari baris p dan v_q dari kolom q dan lalu mengurangi c_{pq} dalam sel di titik potong baris p dan kolom q .

c. Penentuan Variabel Keluar (Konstruksi Loop).

Langkah ini setara dengan penerapan kondisi kelayakan dalam metode simpleks. Tetapi, karena semua koefisien batasan dalam model transportasi semula adalah nol atau 1, rasio (positif) dari kondisi kelayakan akan selalu memiliki penyebut yang sama dengan 1. Jadi nilai variabel dasar akan secara langsung memberikan rasio yang bersangkutan.

Untuk maksud penentuan rasio minimum, kita mengembangkan loop tertutup untuk variabel masuk saat ini (x_{31} dalam iterasi saat ini). Loop berawal dan berakhir di variabel nondasar yang ditunjukkan. Loop ini terdiri dari segmen horizontal dan vertikal (yang tersambung) yang ujung-ujungnya haruslah variabel dasar, kecuali untuk titik-titik akhir yang berkaitan dengan variabel masuk. Ini

berarti bahwa setiap elemen sudut dari loop ini haruslah sebuah sel yang memuat sebuah variabel dasar. Tabel 2-4 mengilustrasikan sebuah loop untuk variabel masuk x_{31} dengan diketahui pemecahan dasar dalam Tabel 2-2.

Loop ini dapat didefinisikan dalam bentuk variabel dasar sebagai $x_{31} \rightarrow x_{11} \rightarrow x_{12} \rightarrow x_{22} \rightarrow x_{24} \rightarrow x_{34} \rightarrow x_{31}$.

Tidak menjadi masalah apakah loop tersebut ditelusuri searah atau berlawanan arah dengan jarum jam. Amati bahwa untuk satu pemecahan dasar tertentu, hanya satu loop yang unik yang dapat dikembangkan untuk setiap variabel nondasar.

Tabel 2-4 Sebuah Loop pada Iterasi ke-1

	1	2	3	4	
		10	0	20	11
1	5	10			15
	-	+			
	12	7	9	20	
2		5	15	5	25
		-		+	
	0	14	16	18	
3	x_{31}			5	5
	+			-	
	5	15	15	10	

Kita dapat melihat dari Tabel 2-4 bahwa jika x_{31} (variabel masuk) dinaikkan dengan satu unit maka, untuk mempertahankan kelayakan dari pemecahan, variabel dasar sudut dari loop x_{31} harus disesuaikan sebagai berikut. Turunkan x_{11}

dengan satu unit, naikkan x_{12} dengan satu unit, turunkan x_{22} dengan satu unit, naikkan x_{24} dengan satu unit, dan akhirnya turunkan x_{34} dengan satu unit. Proses ini diringkaskan dengan tanda plus (+) dan minus (-) diakhir sudut-sudut yang sesuai dalam tabel 2-4. Perubahan ini akan mempertahankan batasan penawaran dan permintaan tetap dipenuhi.

Variabel keluar dipilih dari diantara variabel-variabel sudut dari loop ini yang akan menurun ketika variabel masuk x_{31} meningkat melewati tingkat nol. Ini ditunjukkan dalam tabel 2-4 dengan variabel dalam kotak-kotak yang diberi label dengan tanda minus (-). Dari Tabel 2-4, x_{11} , x_{22} , dan x_{34} adalah variabel dasar yang akan menurun ketika x_{31} meningkat. Variabel yang memiliki nilai terkecil lalu dipilih sebagai variabel keluar, karena variabel itu akan menjadi variabel pertama yang mencapai nilai nol dan setiap penurunan lebih lanjut akan menyebabkan nilainya menjadi negatif (bandingkan kondisi kelayakan dari metode simpleks dimana variabel keluar dikaitkan dengan rasio minimum). Dalam contoh ini tiga variabel (-), x_{11} , x_{22} , dan x_{34} memiliki nilai yang sama (= 5), di mana salah satu dari ketiganya dapat dipilih sebagai variabel ke luar. Anggaplah bahwa x_{34} diambil sebagai variabel keluar, lalu nilai x_{31} dinaikkan atau diturunkan dengan 5 bergantung pada apakah variabel itu memiliki tanda + atau - yang berkaitan dengannya). Pemecahan yang baru ini diringkaskan dalam Tabel 2-5. Biaya barunya adalah $0 \times 10 + 15 \times 0 + 0 \times 7$ pemecahan awal dalam tabel 2-2 dengan $410 - 335 = \$ 75$, yang sama dengan jumlah unit yang diberikan untuk x_{31} (= 5) dikalikan dengan c_{31} (= \$ 15).

Pemecahan dasar dalam Tabel 2-5 bersifat degenerasi, karena variabel dasar x_{11} dan x_{22} adalah nol. Tetapi, deregenerasi tidak memerlukan ketentuan

khusus, dan variabel dasar yang nol diperlakukan sama seperti variabel dasar positif lainnya.

Tabel 2-5 Pemecahan Dasar Baru

	1	2	3	4	
1	0	15			15
2		0	15	10	25
3	5				5
	5	15	15	10	

Pemecahan dasar baru dalam tabel 2-5 sekarang diperiksa untuk melihat optimalitasnya dengan menghitung pengali baru seperti diperlihatkan dalam Tabel 2-6. Nilai c_{pq} diketahui berdasarkan angka di sudut barat daya dari setiap sel non-dasar. Variabel nondasar x_{21} dengan c_{pq} positif yang terbesar memasuki pemecahan. Loop tertutup yang berkaitan dengan x_{21} memperlihatkan bahwa x_{11} atau x_{22} dapat menjadi variabel keluar. Kita dapat secara sembarangan memilih untuk meninggalkan pemecahan.

Tabel 2-6 Konstruksi Loop Iterasi ke-2

	$v_1 = 10$	$v_2 = 0$	$v_3 = 2$	$v_4 = 13$	
$u_1 = 0$	0	15			15
	10	0	20	11	
	-	+	-18	2	
$u_2 = 7$	12	7	9	20	25
	x_{21}	0	15	10	
	5	-			
$u_3 = -10$	0	14	16	18	5
	5				
		-24	-24	-15	
	5	15	15	10	

Tabel 2-7 Konstruksi Loop Iterasi ke-3

	$v_1 = 5$	$v_2 = 0$	$v_3 = 2$	$v_4 = 13$	
$u_1 = 0$		15			15
	10	0	20	11	
	-5	-	-18	2	
	12	7	9	20	
$u_2 = 7$	0	0	15	10	25
		+		-	
$u_3 = -5$	0	14	16	18	5
	5				
		-19	-19	-10	
	5	15	15	10	

Tabel 2-7 memperlihatkan pemecahan dasar baru yang mengikuti dari Tabel 2-6 (x_{21} masuk dan x_{11} keluar). Nilai-nilai baru u_p , v_j dan c_{pq} dihitung kembali.

Tabel 2-7 memberikan x_{14} dan x_{24} sebagai variabel masuk dan variabel keluar, secara berturut-turut. Dengan melakukan perubahan ini dalam Tabel 2-7, kita memperoleh pemecahan baru dalam Tabel 2-8. Karena semua c_{pq} dalam Tabel 2-8, tidak positif, pemecahan optimum telah dicapai (bandingkan dengan kondisi optimalitas minimisasi dari metode simpleks).

Pemecahan optimal diringkaskan sebagai berikut. Kirimkan 5 unit dari (sumber) 1 ke tujuan (2) dengan biaya $5 \times 0 = \$ 0$, 10 unit dari 1 ke 4 dengan $10 \times 11 = \$ 110$, 10 unit dari 2 ke 2 di $10 \times 7 = \$ 70$, 15 unit dari 2 ke 3 di $15 \times 9 = \$ 135$, dan 5 unit dari 3 ke 1 di $5 \times 0 = \$ 0$. Biaya transportasi total dari jadwal ini adalah \$ 315.

Tabel 2-8 Hasil Akhir (Optimum)

	$v_1 = 5$	$v_2 = 0$	$v_3 = 2$	$v_4 = 11$	
$u_1 = 0$	10	0	20	11	15
	-5		-18		
$u_2 = 7$	12	7	9	20	25
	0	10	15	-2	
$u_3 = -5$	0	14	16	18	5
	5	-19	-19	-12	
	5	15	15	10	

2.3.2 Pemecahan Awal Yang Diperbaiki

Metode sudut barat laut (*Northwest Corner*) yang disajikan dalam bagian 2.3.1 tidak selalu menghasilkan pemecahan awal yang baik untuk model transportasi. Dalam bagian ini, disajikan dua prosedur yang menentukan pemecahan awal dengan memilih rute yang murah (*cheap*) dari model tersebut.

a. Metode Unit Biaya Terendah (*Least Cost Method*)

Penyelesaian berdasarkan unit biaya terendah memiliki prosedur sebagai berikut :

Isikan ke dalam sel sebanyak mungkin variabel yang mempunyai unit biaya terendah pada tabel.

Coretlah baris atau kolom yang sudah penuh / memuaskan, yakni apabila jumlah volume lokasi asal terdistribusi semuanya ke lokasi tujuan.

Sesudah mengatur pendistribusian penyediaan dan permintaan pada sel di atas ternyata ada yang tidak habis terbagi, maka ulangi proses tersebut dengan memberikan / mengisi sebanyak mungkin variabel pada sel yang mempunyai unit biaya terendah.

Kemudian dihitung total biaya yang terendah dengan cara menjumlahkan perkalian antara masing-masing volume dengan unit biaya setiap sel yang berisi di dalam tabel.

b. Metode Pendekatan Vogel (*Vogel Approximation Method* - VAM)

Metode ini merupakan heuristik dan memberikan awal solusi yang lebih baik daripada dua metode yang terdahulu. Pada kenyataannya, VAM dapat menghasilkan optimum, atau mendekati optimum. Langkah-langkah dalam prosedur metode ini adalah sebagai berikut :

Urutan 1 : Evaluasi harga Penalty setiap baris (kolom) yakni selisih antara unit biaya kedua terendah dengan unit biaya terendah setiap sel.

Urutan 2 : Identifikasikan baris atau kolom yang mempunyai Penalty terbesar. Alokasikan sebanyak mungkin variabel pada sel yang mempunyai biaya terendah pada baris (kolom) yang mempunyai Penalty terbesar tadi sebanyak penyediaan atau permintaan. Apabila baris dan kolom secara simultan telah memenuhi, salah satu baris (kolom) tersebut dicoret dan diberikan tanda nol. Setiap baris atau kolom dengan nol penyediaan atau permintaan, tidak akan digunakan untuk langkah berikutnya.

Urutan 3 :

Butir 1 : Apabila secara pasti suatu baris atau kolom tetap tak dapat dicoret, stop.

Butir 2 : Apabila hanya satu baris (kolom) dengan penyediaan (permintaan) yang positif tetap tidak dapat dicoret, tentukan basis variabel pada baris (kolom) dengan cara Unit Biaya Terendah.

Butir 3 : Apabila seluruh baris dan kolom yang tidak dicoret mempunyai persediaan dan permintaan nol, tentukan basis variabel yang bernilai nol dengan metode Unit Biaya Terendah, kemudian stop.

Butir 4 : Selanjutnya, hitung kembali harga Penalty yang tidak dicoret pada baris dan kolom, kemudian kembali ke butir 2. (Ingat bahwa baris dan kolom yang dinyatakan sebagai persediaan dan permintaan bernilai nol, tidak boleh digunakan dalam menghitung Penalty ini).

Dari tiga metode di atas akan dipilih satu metode yang paling baik dalam menjawab permasalahan ini, yaitu Metode Pendekatan Vogel. Dengan demikian kita tinggal mencari harga-harga penalti baris yaitu persediaan suplai batubara yang ada di lokasi sumber, ada 8 (delapan) lokasi sumber. Kemudian harga-harga penalti kolom yaitu kebutuhan konsumen pada tiap-tiap lokasi tujuan, ada 8 (delapan) lokasi tujuan. Dan unit biaya transportasi untuk tiap-tiap trayek dengan jenis dan kapasitas kapal tertentu tiap trayeknya.

2.4 Unit Biaya Transportasi

Dalam masalah optimasi linier untuk transportasi dibutuhkan sejumlah penawaran dan permintaan, selain juga unit biaya transportasi yang akan merupakan bobot dari tiap persamaan / trayek. Tiap trayek mempunyai unit biaya sendiri yang tidak sama satu dengan yang lain, dan dalam rumus program linier unit biaya transportasi, dilambangkan dengan c_{ij} , merupakan faktor pengali terhadap

variabel jumlah komoditi yang diangkut, dilambangkan dengan x_{ij} , sehingga perkalian keduanya akan menjadi biaya transportasi, yang dilambangkan dengan z .

Biaya transportasi ditentukan oleh banyak faktor seperti jaringan, teknologi, perencanaan operasi, tingkat pelayanan dan volume lalu lintas, yang semuanya harus dispesifikasikan dulu sebelum biaya ini diestimasi³. Dalam permasalahan transportasi batubara di sini faktor-faktor tadi dapat diartikan sebagai :

- Jaringan adalah kondisi rute / trayek, jarak antara lokasi sumber ke lokasi tujuan.
- Teknologi adalah jenis kapal yang digunakan, kapasitas angkutnya, spesifikasi kapal seperti kecepatan, lebar, panjang, sarat, fasilitas bongkar muat, dan sebagainya.
- Perencanaan operasi merupakan sistem transportasi yang akan diterapkan dan ini mencakup kondisi umum perencanaan distribusi batubara ini.
- Tingkat pelayanan adalah fasilitas-fasilitas yang mendukung bongkar muat batubara, dengan kapasitas dan kecepatannya, juga termasuk stock pile.
- Volume lalu lintas adalah besarnya jumlah komoditi batubara yang ditransportasikan dari lokasi sumber ke lokasi tujuan.

Untuk mencari unit biaya transportasi dilakukan perhitungan *Freight Rate Calculation* yang akan secara detail ditampilkan pada sub bab perhitungan unit biaya transportasi, dalam Bab IV. Perhitungan ini dilakukan tiap trayek dengan kapal tertentu, sehingga akan didapatkan daftar freight rate per ton untuk seluruh

³ Taha, Hamdy, *Operation Research an Introduction*, Departement of Industrial Engineering University of Arkansas, Fayetteville, MacMilan Publishing Company, New York.

trayek yang ditawarkan. Freight Rate Calculation adalah biaya angkut tambang dari terminal muat ke pelabuhan tujuan. Didapatkan dari pembagian total biaya per siklus rute, dari terminal muat ke pelabuhan tujuan, kembali lagi ke terminal muat, dengan kapasitas angkut produktif dari kapal. Total biaya per siklus perjalanan terdiri dari⁴ :

- Biaya Bahan Bakar (*Fuel Oil Cost*) per siklus
- Biaya Pelabuhan (*Port Cost*)
- Biaya Sewa Carter (*Time Charter*)
- Biaya Manajemen dan Pendukung (*Management Fee & Over head*)
- Keuntungan (*Profit*)

Sedang untuk menghitung biaya-biaya tersebut terlebih dahulu dihitung waktu siklus dari rute kapal (*cycle time of voyage*). Waktu siklus terdiri dari waktu⁴ :

1. Di Pelabuhan muat, yaitu :
 - *Loading* (waktu pemuatan komoditi).
 - *Harbour steaming* (waktu yang dibutuhkan kapal untuk olah gerak saat pemberangkatan).
 - *Mooring / Unmooring*
 - *Draft survey*
2. Berlayar dalam kondisi muatan ke lokasi tujuan.
3. Di Pelabuhan tujuan, yaitu :
 - *Harbour steaming*
 - *Mooring / unmooring*

⁴ Sumber Freight Rate Calculation, PT. Pelayaran Bahtera Adhiguna, Jakarta

- *Draft survey*
 - *Discharging* (Bongkar muat).
4. Berlayar kembali ke lokasi asal dalam kondisi kosong.
 5. Deviasi (waktu cadangan yang dimanfaatkan untuk isi provisiun atau bahan bakar dan sebagainya).

Waktu tiap-tiap item dijumlah dan dibagi dengan 24 jam sehingga didapatkan *cycle days* dari rute kapal bersangkutan.

Di samping perhitungan di atas juga harus diketahui data-data utama kapal dan data pendukung antara lain :

- Kecepatan muat (*Nominal Loading Rate*) per jam
- Jarak rute dalam Mil laut (*Nautical Mil*)
- Gross Register Ton (GRT)
- Kapasitas angkut produktif (*Anticipated Carrying Capacity*)
- Kecepatan bongkar muatan (*Discharging Rate*) per jam
- Konsumsi bahan bakar per hari
- Harga bahan bakar

Perhitungan Freight Rate akan disajikan dalam lembaran untuk tiap rute dengan jenis dan kapasitas kapal yang sesuai.



BAB III
DISTRIBUSI BATUBARA
UNTUK PULAU JAWA

BAB III

DISTRIBUSI BATUBARA

UNTUK KONSUMSI PULAU JAWA

Seperti telah diuraikan pada rumusan permasalahan dalam Bab Satu, bahwa pola distribusi batubara untuk saat ini perlu untuk direncanakan kembali sesuai dengan kebutuhan konsumen yang semakin meningkat. Dan perencanaan yang diharapkan adalah dengan meninjau pola distribusi secara menyeluruh, mengoptimalkan jaringan yang ada dengan meminimalkan biaya transportasi.

Untuk melihat permasalahan secara lebih detail, akan diuraikan kondisi dan situasi yang ada dengan meninjau satu per satu komponen-komponen yang terlibat dalam masalah ini. Uraian di bawah akan menggambarkan kondisi secara umum dari pertambangan batubara, terminal angkut dan bongkar muatnya, kemudian spesifikasi kapal yang akan dipilih untuk melayani, serta bagaimana konsumen batubara yang ada di Pulau Jawa. Dengan mengambil data-data pada tahun 1996, maka kondisi yang ada merupakan perencanaan yang baik untuk diterapkan pada permasalahan 'Perencanaan Optimasi Distribusi Batubara' di sini.

3.1 Produsen Batubara

Di Indonesia terdapat dua pulau sebagai sumber batubara yang besar perannya dalam mensuplai kebutuhan nasional, yaitu pulau Kalimantan dan Sumatera. Hampir seluruh kebutuhan batubara diambil dari kedua pulau tersebut.

Pulau Jawa juga memiliki sumber batubara, tetapi sangat kecil prosentasenya dalam kontribusi terhadap kebutuhan nasional. Padahal kebutuhan batubara sebagian besar adalah dari konsumen di Pulau Jawa, sehingga transportasi laut untuk batubara berperan penting.

Batubara yang terdapat di tiap pertambangan mempunyai spesifikasi dan kualitas yang berbeda, terutama untuk batubara dari pulau Sumatera dengan batubara dari pulau Kalimantan. Hal ini juga akan mempengaruhi pola jaringan distribusi batubara, karena persyaratan konsumen yang berbeda-beda pula. Sehingga distribusi akan dipengaruhi dan dibatasi untuk batubara yang tidak dapat disuplai oleh produsen tertentu dalam memenuhi persyaratan konsumen. Tetapi pada dasarnya batubara dari pulau Sumatera, tepatnya di pertambangan PT Bukit Asam memiliki spesifikasi yang terbaik dan memenuhi persyaratan seluruh konsumen. Berikutnya adalah batubara dari pulau Kalimantan, tepatnya di Kalimantan Timur dan Selatan. Dan spesifikasi batubara dari produsen-produsen tersebut dapat digunakan untuk seluruh konsumen yang terlibat dalam jaringan ini.

Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, batubara disediakan oleh banyak produsen yang tersebar di dua pulau Sumatera dan Kalimantan. Produsen batubara mengelola pertambangan dengan beberapa jenis usaha. Sehingga pertambangan batubara dibedakan menjadi 4 (empat) jenis pertambangan, yaitu :

1. Tambang milik negara (*state owned*)

Pertambangan ini merupakan badan usaha milik negara, dan total saham adalah milik negara.

Tambang ini terdapat di Sumatera Selatan yaitu di Bukit Asam. PT Bukit Asam mempunyai dua unit tambang, yaitu Ombilin dan Tanjung Enim.

2. Tambang Kontrak Kerja Sama (KKS)

Pertambangan ini merupakan kerja sama antara pemerintah dengan kontraktor yang mempunyai kontrak untuk mengolah batubara dalam kurun waktu tertentu. Tambang batubara sebagian besar berbentuk KKS dan ada banyak kontraktor yang beroperasi saat ini yang akan terus bertambah. Rata-rata hasil produksinya adalah 2.608.601,4 ton (realisasi) dalam tahun 1994.

3. Tambang Perusahaan Swasta (*private companies*)

Merupakan perusahaan swasta murni yang beroperasi mengolah pertambangan batubara. Tambang jenis ini memiliki kapasitas produksi yang kecil setelah tambang milik negara dan KKS. Rata-rata produksinya adalah 341.855,19 ton (realisasi) dalam tahun 1994. Semua perusahaan jenis ini tidak dilibatkan karena memiliki kapasitas produksi yang kecil kontribusinya terhadap kebutuhan nasional.

4. Tambang Koperasi (*cooperative units*)

Pertambangan batubara jenis ini memiliki bentuk usaha koperasi dan mempunyai kapasitas produksi yang paling kecil, dengan rata-rata produksi tiap koperasi 35.638,19 ton (realisasi) dalam tahun 1994. Hasil tambang koperasi biasanya dikonsumsi untuk kebutuhan lokal (dalam pulau). Sehingga tambang koperasi juga tidak dilibatkan dalam distribusi ini.

Produsen batubara yang akan dilibatkan dalam jaringan distribusi ini disajikan dalam bentuk tabel di bawah, di samping terdapat rencana produksi untuk konsumen dalam negeri dalam tahun 1996.

Tabel 3-1 Produsen Batubara dan Rencana Produksi Tahun 1996¹

No.	Perusahaan Tambang	Rencana Produksi tahun 1996 (ton)
	MILIK NEGARA	
1	PTBA - TANJUNG ENIM	6,945,000
	KKS	
2	PT ARUTMIN INDONESIA	6,500,000
3	PT KALTIM PRIMA COAL	7,000,000
4	PT TANITO HARUM	1,000,000
5	PT MULTI HARAPAN UTAMA	877,000
6	PT KIDECO JAYA AGUNG	2,000,000
	TOTAL PENAWARAN 1996	24,322,000

3.2 Terminal Angkut, Bongkar dan Fasilitasnya

a. Terminal Angkut / Muat

Untuk mendistribusikan batubara, komoditi ini harus diangkut dari mulut tambang ke terminal muat dengan menggunakan kereta api, atau tongkang untuk yang melewati sungai, akan tetapi bagian rantai distribusi ini tidak dibahas. Terminal muat adalah pelabuhan khusus batubara yang mempunyai kapasitas stock yard, kapasitas loading per jam, dan kemampuan menerima kapal dengan

¹ Sumber data dari PT. (Persero) BUKIT ASAM, Sumatra Selatan

kapasitas tertentu. Data-data tersebut dirangkum dalam spesifikasi teknik pelabuhan.

Berdasarkan kapasitas terminal muat akan dipilih kapal dengan kapasitas yang dapat memenuhi persyaratannya. Fasilitas yang ada di pelabuhan muat dapat dipakai untuk menentukan jenis peralatan bongkar muat kapal, di samping fasilitas yang ada di pelabuhan bongkar.

Berikut adalah data-data spesifikasi teknis pelabuhan muat yang ada dan akan dilibatkan dalam distribusi batubara ini.

Tabel 3-2 Kapasitas Terminal Angkut / Muat²

No.	Terminal Muat	Lokasi	Kapasitas maksimum kapal	Kapasitas Stock Yard (ton)
1	Tanjung Bara (PT. KALTIM PRIMA COAL)	Sangatta, KalTim	180.000 DWT	500,000
2	Pulau Laut (PT. ARUTMIN)	Pulau Laut, KalSel	120.000 DWT	500,000
3	Tanah Merah (PT. KIDECO JAYA AGUNG)	Tanah Merah, KalTim	60.000 DWT	260,000
4	Indonesia Bulk Terminal (PT. ARUTMIN)	Pulau Laut, KalSel	150.000 DWT	1,600,000
5	Tarahan (PT. BUKIT ASAM)	Tarahan, Sumatra Selatan	40.000 DWT	310,000
6	Kertapati (PT. BUKIT ASAM)	Palembang, SumSel	7.000 DWT (Barge)	50,000
7	Bloro (PT. MULTI HARAPAN UTAMA)	Samarinda, KalTim	6.000 DWT (Barge)	75,000
8	Loa Tebu (PT. TANITO HARUM)	Samarinda, KalTim	6.000 DWT (Barge)	50,000

² Sumber data dari PT. Pelayaran Bahtera Adhiguna, Jakarta

Tabel 3-3 Kapasitas Loading Tiap Terminal Muat³

No.	Terminal Muat	Kapasitas Loading
1	Tanjung Bara (PT. KALTIM PRIMA COAL)	10.000 ton/hari
2	Pulau Laut (PT. ARUTMIN)	1.000 ton/jam
3	Tanah Merah (PT. KIDECO JAYA AGUNG)	1.000 ton/jam
4	Indonesia Bulk Terminal (PT ARUTMIN)	10.000 ton/hari
5	Tarahan (PT. BUKIT ASAM)	2.000 ton/hour
6	Kertapati (PT. BUKIT ASAM)	500 ton/jam
7	Bloro (PT. MULTI HARAPAN UTAMA)	6.000 ton/hari
8	Loa Tebu (PT. TANITO HARUM)	6.000 ton/hari

Tiap pelabuhan memiliki fasilitas masing-masing yang tidak semuanya sama, karena belum ada standarisasi fasilitas pelabuhan batubara, sehingga perlu dipertimbangkan dalam menentukan jenis dan kapasitas kapal. Berikut adalah salah satu contoh spesifikasi teknis pelabuhan muat batubara Tarahan.

Technical Spesification Tarahan Port⁴

Berth

1. Type : Jetty construction having 2 (two) dholphins and 4 (four) bolders
2. Length : 174 M

³ Sumber data dari Direktorat Jendral Perhubungan Laut, Jakarta

⁴ Sumber data dari PT. Pelayaran Bahtera Adhiguna, Jakarta

3. Designed strenght : Max 40.000 Dwt Vessel with draft max 12 M

Draft : 12 M

Tidal rise : 0,70 - 1 M

Loading facility

1. Number of loader : 1 (one) ship loader

2. Out - reach : 31,350 M, actual working for loading 18,70 M

3. Nominal loading : Depend of vessel construction and vessel DWT

4. Actual loading : 2.000 MT/hour up to 3.500 MT/hour

5. Working hours : 24 hours nonstop no meal hours

Max. acceptable size of vessel

1. LOA : 200 M

2. Beam : 30 M

3. Draft : 12 M

4. DWT : max. 40.000 DWT

b. Pelabuhan Bongkar

Di samping terminal muat, terdapat terminal / pelabuhan bongkar di tempat tujuan pendistribusian batubara. Seperti halnya terminal muat, pelabuhan bongkar juga memiliki kapasitas *stock yard*, kapasitas maksimum kapal, dan fasilitas bongkar dengan kapasitas un-loading per jam. Hal ini juga menentukan pemilihan jenis dan kapasitas kapal, karena tiap pelabuhan memiliki spesifikasi yang berbeda-beda. Berikut adalah contoh spesifikasi teknis pelabuhan bongkar khusus batubara di Paiton, Probolinggo⁵ :

Tabel 3-4 Desain Anjungan Dermaga Batubara PLTU Paiton Untuk Ukuran Kapal

TYPE KAPAL	Panjang (m)	Lebar (m)	Moulded Depth (m)	Draft	
				Max. (m)	Min. (m)
Bulk Coal Carrier					
- 80.000 Dwt	247	38,2	19,2	13,9	4,4
- 40.000 Dwt	208	30,2	15,8	11,4	3,7
(termasuk Self Unloading Vessel)					
- 10.000 Dwt	140	18,7	10,5	8,1	2,3
- 6.000 Dwt Coal Barge	130	18	8,5	8	1
- Tug boat	29	7,8	-	3	-
- Pilot Launch	15	-	1	2	-
- Line Handling	10	-	-	2	-

Dilengkapi dengan Un-loading Jetty Batubara

- Pembangunan unloading Jetty Batubara di Paiton telah direncanakan untuk dapat disandari kapal, 2 buah kapal dengan ukuran 40.000 Dwt dan atau dapat

⁵ Sumber data dari PT (Persero) BUKIT ASAM, Sumatera Selatan

disandari sebuah kapal dengan ukuran 80.000 Dwt guna mencukupi sarana kebutuhan 8 unit PLTU Paiton.

- Untuk tahap pertama dalam kaitan pembangunan PLTU unit 1 dan 2 akan diselesaikan dermaga unloading Jetty yang dapat disandari kapal 12.000 Dwt dan 40.000 Dwt.
- Pada anjungan dermaga batubara di Paiton dilengkapi dengan 4 buah unloaders batubara dan 2 buah conveyors, dengan kapasitas masing-masing 1.750 Ton/jam.
- Dermaga batubara tersebut direncanakan untuk dapat disinggahi kapal dengan ukuran dari 10.000 Dwt sampai dengan 80.000 Dwt dan 6.000 Ton Coal barge.
- Kemampuan daya tampung stock pile batubara sebanyak 438.000 ton.
- Karakteristik batubara bahan bakar PLTU Paiton spesifikasinya terletak antara batubara produksi Bukit Asam dan Kalimantan Senakin, sehingga semua batubara yang mempunyai spec. terletak antara kedua spec. batubara tersebut akan digunakan sebagai bahan bakar PLTU Paiton.

Spesifikasi teknis pelabuhan bongkar khusus batubara di Suralaya, Jawa Barat⁶ :

Pelabuhan Bongkar Batubara PLTU Suralaya

- Kapasitas peralatan bongkar / muat baik di pelabuhan Tarahan maupun di pelabuhan Suralaya adalah 4.000 Ton/jam.

⁶ Sumber data dari PT (Persero) BUKIT ASAM, Sumatera Selatan

- Kapasitas sandar dermaga Tarahan sampai dengan 40.000 Dwt dan untuk pelabuhan khusus Suralaya adalah 40.000 Dwt guna mencukupi sarana kebutuhan unit 1 s/d 7 PLTU Suralaya.
- Kemampuan stock pile di PLTU Suralaya adalah 800.000 Ton.
- Karakteristik batubara bahan bakar PLTU Suralaya spesifikasinya sesuai dengan batubara produksi tambang PT. Bukit Asam, sehingga hampir keseluruhan kebutuhan batubara PLTU Suralaya dipasok dari PT. Bukit Asam.

Tabel 3-5 Kapasitas Pelabuhan Bongkar⁷

No.	Pelabuhan bongkar	Kapasitas Stock (ton)	Kapasitas maksimum kapal (ton)	Kapasitas Unloading
1	Suralaya (PLTU Suralaya)	800,000	40,000	15,000 ton/hari
2	Cirebon (PT Semen Cibinong)	50,000	6,000	2,000 ton/hari
3	Jawa Tengah (PLTU Swasta)		6,000	2,000 ton/hari
4	Gresik (PT Semen Gresik I&II)		6,000	2,000 ton/hari
5	Tuban (PT Semen Gresik III)		6,000	2,000 ton/hari
6	Paiton (PLTU Paiton)	438,000	80,000	1,750 ton/jam
7	Cilacap (PT Semen Nusantara)		6,000	2,000 ton/hari
8	Ciwandan (PT Krakatau Steel)		40,000	10,000 ton/hari

3.3 Spesifikasi Kapal Pengangkut Batubara

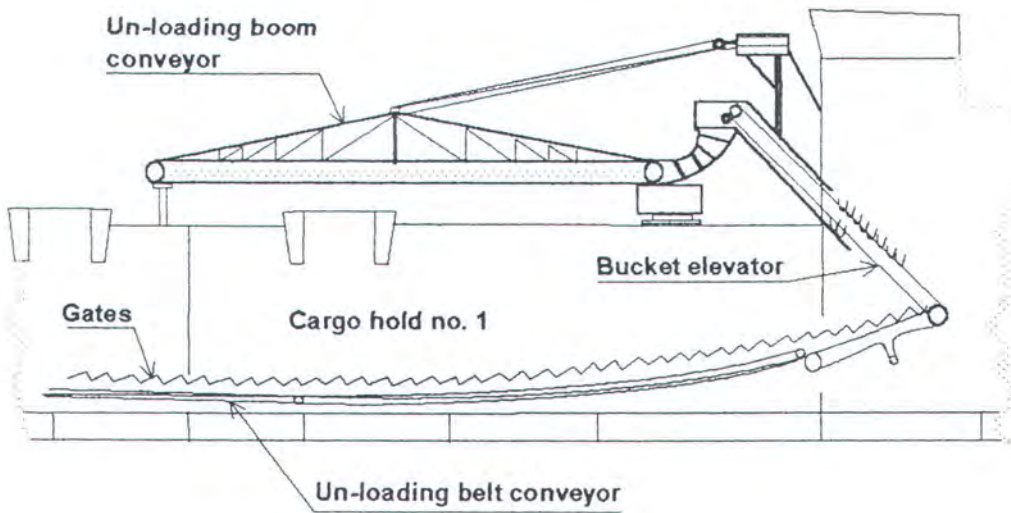
Untuk mengangkut batubara digunakan kapal khusus pengangkut batubara yang akan disesuaikan jenis dan kapasitasnya terhadap rute, terminal muat, dan pelabuhan tujuan. Di sini ditawarkan 3 (tiga) jenis kapal pengangkut batubara, dan

⁷ Sumber data dari PT Pelayaran Bahtera Adhiguna dan Direktorat Jendral Perhubungan Laut, Jakarta

satu jenis tug & barge / tongkang, untuk mengantisipasi pelabuhan yang tidak dapat disinggahi kapal tersebut.

Ada tiga macam fasilitas bongkar muat pada kapal pengangkut batubara yang terdiri dari :

- **Self Un-loading Vessel**, kapal dengan fasilitas bongkar sendiri tanpa bantuan conveyor di pelabuhan bongkar, dengan kecepatan unloading tertentu. Sepanjang ruang muata kapal ini dipasang *unloading belt conveyor* di bagian bawah, sehingga batubara secara terus-menerus dibawa oleh *gates* atau mangkuk yang digerakkan conveyor menuju ke ruang muat paling belakang. Untuk selanjutnya mangkuk akan memindahkan batubara ke *bucket elevator* untuk dibawa ke atas geladak utama kapal. Kemudian batubara akan diterima conveyor lagi yang akan mengalirkannya ke pelabuhan (conveyor, stock yard, atau truk) dengan *unloading boom conveyor* yang dapat berputar dengan radius 90° , baik ke kiri atau ke kanan kapal. Kapal jenis ini adalah kapal yang paling mahal biaya carternya, tetapi memiliki kecepatan bongkar muat yang paling baik.



Gambar 3.1 Self Un-loading Vessel⁸

- **Grabe Fitted Vessel**, adalah kapal dengan fasilitas bongkar muat *grabe* (pencengkeram) yang terpasang.
- **Gearless Vessel**, kapal tanpa peralatan bongkar muat sendiri dan hanya menggunakan fasilitas yang ada di pelabuhan. Kapal jenis ini lebih murah biaya carternya untuk kapasitas yang sama dengan *Grabe Fitted*, sehingga banyak dipilih dengan catatan peralatan bongkar di pelabuhan tujuan ada dan baik.

Perlu diketahui bahwa rata-rata kapal pengangkut batubara yang ada di dunia mempunyai kapasitas paling banyak antara 35.000 DWT sampai dengan 47.000.DWT. Sehingga untuk mencarter kapal dengan kapasitas pada range ini

⁸ Immer, *Material Handlings*, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1953

tidak sulit, PT. Pelayaran Bahtera Adhiguna telah pernah mencarter seperti MV.Riambel (47.983 DWT), MV. Western Glory (38.888 DWT), MV. Livanita (40.000.DWT), dan MV. Western Bell (42.003 DWT) untuk melayani distribusi batubara dari Kalimantan ke Paiton. Juga MV. Ambassador (31.000 DWT) untuk Tarahan ke Suralaya¹⁰.

Dengan mempertimbangkan kondisi rute, terminal muat dan pelabuhan bongkar, maka jenis dan kapasitas kapal yang dipakai disajikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 3-6 Jenis dan Kapasitas Kapal⁹

No.	Data	Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3
1	Jenis	Self Un-loading	Self Un-loading	Gearless vessel
2	CDWT	11.096 ton	31.000 ton	40.000 ton
3	GRT	9.000 RT	19.578 RT	23.500 RT
4	Kapasitas angkut (Anticipated carrying cap.)	10.000 ton	31.000 ton	40.000 ton
5	Kecepatan kondisi muat	12 knot	14 knot	13 knot
6	Kecepatan kondisi kosong	12 knot	14 knot	13 knot
7	Kecepatan bongkar muat sendiri (self unloading rate)	2.000 ton/jam	3.500 ton/jam	-
8	Kapal	KM TARAHAN	MV AMBASSADOR	MV. LIVANITA

Spesifikasi teknis yang lebih detail dari kapal-kapal tersebut dapat dilihat pada lembar lampiran.

⁹ Sumber data dari PT Pelayaran Bahtera Adhiguna, Jakarta

Sedangkan Tug & Barge yang ditawarkan adalah :

Tabel 3-7 Spesifikasi Tug & Barge¹⁰

No.	Data	Tug & Barge
1	CDWT	6.000 ton
2	GRT	5.000 RT
3	Kapasitas angkut (Anticipated carrying capacity)	6.000 ton
4	Kecepatan kondisi muat	6 knot
5	Kecepatan kondisi kosong	7 knot

Tug & Barge tersebut akan digunakan untuk transportasi batubara dari terminal muat ke pelabuhan bongkar / tujuan yang memiliki kemampuan menerima kapal dengan kapasitas maksimum 6.000 ton, berhubung tidak adanya kapal pengangkut batubara dengan kapasitas DWT 6.000 ton. Seperti di terminal muat : Bloro dan Loa Tebu (Kalimantan Timur, Samarinda) serta Kertapati (Sumatera Selatan, Palembang). Dan di pelabuhan bongkar Cirebon (Jawa Barat). Sehingga konsumen di pelabuhan tersebut dapat tetap terpenuhi kebutuhannya.

3.4 Konsumen Batubara Di Pulau Jawa

Batubara dikonsumsi oleh pabrik-pabrik besar yang membutuhkan bahan bakar untuk memanasi ketel. Dipilih batubara karena komoditi ini mempunyai nilai kalor yang lebih tinggi daripada arang kayu, akan tetapi lebih rendah daripada nilai kalor HSD (solar), residu, kerosin, dan gas bumi. Konsumen dominan adalah

¹⁰Sumber data dari PT Pelayaran Bahtera Adhiguna, Jakarta

PLTU dan pabrik semen seperti telah kita ketahui. Dari proyeksi kapasitas listrik nasional tahun 2000, pemakaian sumber energi batubara akan diperkirakan tetap lebih besar daripada tenaga air, sedang peranan minyak sebagai sumber energi akan semakin kecil (20% - 61%)¹¹.

Konsumen memberikan persyaratan untuk kualitas batubara yang mereka gunakan. Untuk bahan bakar pada PLTU dan Pabrik Semen diperlukan batubara dengan kualitas tertentu seperti tabel berikut :

Tabel 3-8 Kualitas Batubara untuk PLTU dan Pabrik Semen¹²

ANALISIS DAN PENGUJIAN	KUALITAS BATUBARA YANG DIPERLUKAN UNTUK	
	PLTU	PABRIK SEMEN
Total kadar air (%)	< 15	< 15
Abu (%)	< 20 a.d.	< 15 - 20 a.d.
Zat terbang (%)	< 24 dmmf	< 25 dmmf
Karbon tertambat	-	-
Nilai Kalor Kkal/kg	> 5,025 a.d.	> 5,75 - 5,95 a.d.
Belerang total (%)	< 2 - 5 a.d.	< 2 a.d.
Indeks muai bebas	-	-
Indeks gerus Hardgrove	> 50 -55	> 50 -55
Titik leleh abu C	-	-
Tipe Gray King Coke	-	-
Nitrogen (N) %	-	0,8 - 1,1 dmmf
Fosfor (P) %	-	-
Khlor (Cl) %	< 0,1 a.d.	0,1 - 0,3 a.d.
Analisis abu (P2O5) %	< 6 - 8	-
Distribusi ukuran	-	-
Ukuran maksimum (mm)	35 - 40	35 - 40
Ukuran minimum (mm)	-	-
Kandungan batubara halus (<0,5 mm) %	25 - 30	25 - 30

¹¹Seminar Energi Nasional 1974 KNI - WEC, Jakarta 1974

¹²Proceedings, Simposium Ilmu pengetahuan dan teknologi masalah pangan, energi, dan kependudukan vol 14, No 1/2, ITB 1981

Di antara persyaratan kualitas batubara yang diperlukan oleh pembangkit listrik dan pabrik semen, batubara PT Bukit Asam memenuhi persyaratan yang baik kecuali zat terbang dan nitrogennya sedikit agak tinggi. Sehingga batubara PT. Bukit Asam dapat digunakan oleh pembangkit listrik atau untuk pabrik semen. Pada kenyataannya hampir keseluruhan batubara PT Bukit Asam digunakan oleh PLTU Suralaya, karena spesifikasinya yang sesuai. Sedangkan batubara dari produsen lainnya, terutama pada 7 (tujuh) produsen lain yang terlibat dalam jaringan mempunyai spesifikasi yang cukup baik dan dapat diterima dan digunakan oleh konsumen di pulau Jawa lainnya, baik PLTU maupun pabrik semen.

Berikut ini adalah daftar konsumen batubara di Pulau Jawa dengan jumlah rencana permintaan batubara pada tahun 1996 disajikan dalam bentuk tabel :

Tabel 3-9 Konsumen Batubara Pulau Jawa dan Rencana Permintaan tahun 1996

No.	Pelabuhan Bongkar / Konsumen	Rencana Permintaan tahun 1996 (ton)
1	Suralaya (PLTU Suralaya)	7,875,000
2	Cirebon (PT Semen Cibinong)	1,328,000
3	Jawa Tengah (PLTU Swasta)	3,375,000
4	Gresik (PT Semen Gresik I&II)	257,140
5	Tuban (PT Semen Gresik III)	328,570
6	Paiton (PLTU Paiton)	7,312,500
7	Cilacap (PT Semen Nusantara)	136,000
8	Ciwandan (PT Krakatau Steel)	1,125,000
TOTAL PERMINTAAN 1996		21,737,210

Pada tabel tersebut terdapat konsumen bukan PLTU dan Pabrik Semen, tetapi Pabrik Baja Krakatau Steel yang terletak di Cilegon Jawa Barat. Karena pabrik ini membutuhkan batubara dalam jumlah yang besar, maka bisa dilibatkan dalam jaringan distribusi ini. Pelabuhan bongkar PT. Krakatau Steel terletak di Ciwandan, Jawa Barat, sebelah utara PT. Krakatau Steel.

Perlu diketahui bahwa kebutuhan batubara setelah tahun 1996 akan terus meningkat pesat, dengan bertambahnya unit-unit pengembangan atau baru dari PLTU maupun Pabrik Semen. Seperti dalam tahun 1997 PLTU Suralaya bertambah satu unit (unit 7) 600 MW dengan kebutuhan batubara 1.687.500 ton. PLTU Swasta di Jawa Tengah bertambah satu unit (unit 3) 600 MW dengan kebutuhan batubara 1.687.500 ton. Dan juga PLTU Paiton Swasta satu unit (unit 6) 600 MW dengan kebutuhan batubara 1.687.500 ton. Selain di luar Jawa juga PLTU Ujung Pandang mulai beroperasi (unit 1) dengan kapasitas 65 MW dan PLTU swasta di Pontianak (unit 3) dengan kapasitas 25 MW. Begitu pula pada tahun 1998 dan seterusnya kebutuhan batubara masih akan bertambah terus.



BAB IV
PERHITUNGAN OPTIMASI
DISTRIBUSI BATUBARA

BAB IV

PERHITUNGAN OPTIMASI DISTRIBUSI BATUBARA

4.1 Perhitungan Unit Biaya Transportasi

Unit biaya transportasi akan dihitung dengan dasar perhitungan *Freight Rate Calculation* khusus untuk kapal pengangkut batubara yang digunakan PT.Pelayaran Bahtera Adhiguna. Telah disinggung sedikit komponen biaya dalam Bab dua, maka perhitungan secara detail akan diuraikan dalam bagian ini.

Perlu diketahui terlebih dahulu, terdapat ketentuan tentang tarif dasar jasa pelabuhan yang ditetapkan oleh Menteri Perhubungan seperti dalam lampiran.

Tarif jasa pelabuhan terdiri dari :

- Jasa Labuh (*Anchorage dues*). Tergantung pada jenis kapal, baik kapal niaga maupun bukan kapal niaga.
- Jasa Tambat (*Quay dues*). Tergantung pada jenis penambatan kapal baik pada beton, breasting Dolphin dan pelampung atau cukup ditambat di pinggiran.
- Jasa Pandu (*Piloted in / out*). Tergantung pada kota pelabuhan dan pada Gross Register Tonnase (GRT) kapal.
- Jasa Tunda (*Tug assistance*). Tergantung pada GRT kapal.
- Jasa Dermaga. Dikenakan pada pelabuhan umum dan tergantung pada jenis barang baik berupa barang ekspor, impor, barang antar pulau, barang

kebutuhan pokok pangan, hewan, atau petikemas. Tidak dikenakan pada angkutan khusus batubara di pelabuhan khusus batubara.

- Jasa Penumpukan. Dikenakan pada penumpukan di dermaga umum tergantung pada jenis dan letak gudang untuk barang, kontainer atau tempat penyimpanan hewan. Tidak dikenakan pada angkutan khusus batubara di pelabuhan khusus batubara.

Dalam bab ini ditampilkan tarif khusus yang dikenakan pada kapal batubara yang akan digunakan, disadur dari ketetapan Menteri Perhubungan. Sehingga untuk tiga kapal dengan kapasitas dan GRT yang berbeda maka :

- Jasa Labuh (*Anchorage dues*)

Untuk kapal Niaga angkutan laut dalam negeri = Rp. 40 per GRT / 10 hari.

Kapal 1 : 9.000 GRT = Rp. 360.000 / 10 hari

Kapal 2 : 19.578 GRT = Rp. 783.120 / 10 hari

Kapal 3 : 23.500 GRT = Rp. 940.000 / 10 hari

- Jasa Tambat (*Quay dues*)

Untuk kapal bertambat di beton, kayu atau besi pada pelabuhan khusus batubara = Rp. 32 per GRT / etmal

Kapal 1 : 9.000 GRT = Rp. 246.330 / etmal

Kapal 2 : 19.578 GRT = Rp. 535.850 / etmal

Kapal 3 : 23.500 GRT = Rp. 643.200 / etmal

- Jasa Tunda (*Tug assistance*)

Kapal 1 : 9.000 GRT = Rp. 429.000 / jam (8.001 s/d 14.000 GRT)

Kapal 2 : 19.578 GRT = Rp. 909.000 / jam (18.001 s/d 75.000 GRT)

Kapal 3 : 23.500 GRT = Rp. 909.000 / jam (18.001 s/d 75.000 GRT)

Variabel yang mempengaruhi besarnya unit biaya transportasi adalah jarak rute, yaitu jarak antara titik suplay dan titik demand pada rute yang dimaksud. Jarak tiap rute berbeda sehingga dari 8 (delapan) lokasi sumber dan 8 (delapan) lokasi tujuan didapatkan tabel jarak sebagai berikut.

Tabel 4-1 Jarak antar *point* (titik) jaringan distribusi

Jarak dalam Mil Laut (Nautical Mil)	Ciwandan	Suralaya	Cirebon	Jawa Tengah	Tuban	Gresik	Paiton	Cilacap
Tanjung Bara (KPC)	1,164	1,144	1,051	916	788	773	970	1,254
Bloro (MHU)	995	975	736	601	567	537	541	867
Loa Tebu (TANITO)	995	975	736	601	567	537	541	867
Tanah Merah (KIDECO)	870	850	686	551	502	487	501	827
P.Laut Utara (ARUTMIN)	690	670	532	397	348	333	347	673
P.Laut Selatan Indonesia Bulk Terminal (ARUTMIN)	670	650	512	377	328	313	327	653
Tarahan (PTBA)	62	60	272	407	497	512	650	365
Kertapati (PTBA)	305	285	323	458	623	638	1,011	608

Di sini akan ditampilkan salah satu perhitungan mencari Unit biaya transportasi untuk satu contoh kapal yang akan digunakan. Hasil seluruh perhitungan dari trayek yang ditawarkan akan disajikan dalam bentuk tabel *Freight Cost* (tarif tambang).

Contoh perhitungan *Freight Rate Calculation* :

Kapal : GEARLESS VESSEL
 DWT : 40.000 DWT
 Dari : TANJUNG REDEP
 Ke : SURALAYA

Data-data kapal :

- Nominal Loading Rate : 6.000 Ton/day
(Kecepatan pemuatan)
- Sailing Distance : 1.110 NM
(Jarak pelayaran)
- Gross Register Ton (GRT) : 23.500 RT
- Anticipated Carrying Capacity : 40.000 Ton
(Kapasitas efektif kapal)
- Speed in Loading Condition : 13 Knot
(Kecepatan kondisi muat)
- Speed in Light Condition : 13 Knot
(Kecepatan kondisi kosong)
- Discharging Rate : 625 Ton/hours
(Kecepatan bongkar muat)
- Currency 1 Dolar : Rp. 2.355,00 (asumsi)

Perhitungan *Cycle Time of Voyage* (Waktu trayek 1 siklus)

▪ Di Pelabuhan / Terminal Muat

$$1. \text{ Loading} = \frac{\text{Anticipated carrying cap.}}{(\text{Nom. loading rate} \times 24)} = \frac{40.000}{6.000 \times 24} = 160,00 \text{ Jam}$$

2. Harbour Steaming = 2,00 Jam (asumsi)
3. Mooring/Unmooring = 2,00 Jam (asumsi)
4. Draft Survey = 1,00 Jam (asumsi)
- Berlayar (berangkat) = $\frac{\text{Sailing distance}}{\text{Speed in load cond.}} = \frac{1.110}{13} = 85,38 \text{ Jam}$
- Di Pelabuhan Bongkar / Tujuan
5. Harbour Steaming = 2,00 Jam (asumsi)
6. Mooring/Unmooring = 2,00 Jam (asumsi)
7. Draft Survey = 1,00 Jam (asumsi)
8. Discharging = $\frac{\text{Anticipated carrying cap.}}{\text{Discharging rate}} = \frac{40.000}{625} = 64,00 \text{ Jam}$
- Berlayar (kembali) = $\frac{\text{Sailing distance}}{\text{Speed in light cond.}} = \frac{1.110}{13} = 85,38 \text{ Jam}$
- Deviasi (bunker, dll.) = 6,00 Jam (asumsi)

Total Berlayar = $85,38 + 85,38 + (\text{poin } 2 + 5) + 0,5 \times \text{Deviasi}$
 $= 177,6 \text{ Jam} = \frac{177,6}{24} = 7,4 \text{ Hari}$

Di Pelabuhan = $(\text{poin } 1+3+4+6+7+8+ (0,5 \times \text{Deviasi}))$
 $= 233,00 \text{ Jam} = \frac{233,00}{24} = 9,71 \text{ Hari}$

1 Cycle = $177,6 + 233,00 = 410,6 \text{ Jam} = 17,1 \text{ Hari}$

Hal ini berarti dalam satu siklus perjalanan (satu kali berangkat dan kembali lagi), diperlukan waktu 17,1 hari, yaitu 7,4 hari berlayar dan 9,71 hari di pelabuhan.

Perhitungan Biaya Bahan Bakar

Keterangan Konsumsi Bahan bakar / hari :

<u>Berlayar</u>	: MFO (<i>Marine Fuel Oil</i>)	= 31,58 KL
	: MDO (<i>Marine Diesel Oil</i>)	= 2,50 KL
<u>Di Pelabuhan</u>	: MFO	= 0,00 KL
	: MDO	= 2,50 KL

Konsumsi Bahan Bakar per Cycle : MFO = $31,58 \times 7,4$ = 233,69 KL
 : MDO = $(2,5 \times 7,4) + (2,5 \times 9,71)$ = 42,77 KL
 (7,4 hari berlayar dan 9,71 hari di pelabuhan)

Harga Bahan Bakar per Ton : MFO = Rp. 356.560,00
 : MDO = Rp. 488.560,00

Berat Jenis : MFO = 0,85
 : MDO = 0,85

Biaya Bahan Bakar per Cycle = Konsumsi per Cycle x BJ x harga BB per ton
 MFO = $233,69 \times 0,85 \times 356.560$ = Rp. 70.825.830
 MDO = $42,77 \times 0,85 \times 488.560$ = Rp. 17.761.355
 Total = Rp. 88.587.184,5 = \$ 37.616,64

Perhitungan Biaya Pelabuhan / Port charges

Warf duration = 9,71 hari

Jasa Tunda = 23.500 GRT = Rp. 909.000 / jam

1. Jasa Labuh = Rp. 40 (tarif) x GRT x lama berlabuh / 10 hari
 = $40 \times 23.500 \times 10 / 10$ = Rp. 940.000 = \$ 399,15

2. Jasa Tambat	= Rp. 32 (tarif) x GRT x durasi tambat	
	= 32 x 23.500 x 9,71	= Rp. 7.301.920 = \$ 3.100,6
3. Jasa Pandu	= Jasa Pandu untuk pelabuhan tersebut 501 s/d 1.000 GRT Rp.33.300, lebih dari 1.000 GRT kelebihan s/d 500 GRT ditambah Rp. 12.010. Jadi untuk kapal dengan 32.500.GRT, dikenakan biaya pandu = Rp. 573.772 atau \$243,64	
4. Jasa Tunda	= Lama penundaan x Rp. 909.000	
	= (Harbour Steaming + Mooring /Unmooring) x Rp. 909.000	
	= (2+2) x 909.000 = Rp. 3.636.000	= \$ 1.543,95
5. Clearance in /out (administrasi)		= \$ 150,00
6. Agency commission (Komisi keagenan)		= \$ 250,00
7. Boat Service (pelayanan)		= \$ 150,00
8. Tlx /Fax /Phone call, etc. (komunikasi)		= \$ 150,00
9. Hatch cleaning (pembersihan palkah)		= \$ 600,00
<hr/>		
Sub Total	= jumlah poin 1 - 9	= \$ 6.587,34
Total (dua pelabuhan termasuk VAT)		= \$ 13.833,414

Perhitungan Biaya Carter (Time Charter)

Time charter rate untuk kapal ini \$ 9.000 per hari.

Biaya carter = Total hari satu siklus x time charter rate x 1,1

$$= 17,1 \times 9.000 \times 1,1 = \$ 169.290$$

INDIKASI PERHITUNGAN TARIF TAMBANG PER TON

a. Biaya carter	= \$ 169.290
b. Biaya Bahan Bakar	= \$ 37.616,64
c. Biaya Pelabuhan	= \$ 13.833,414
d. Biaya Manajemen & Over Head	= (a+b+c) x 5 % = \$ 11.037
e. Profit (Keuntungan)	= (a+b+c+d) x 5 % = \$ 11.588,85

Total Biaya = \$ 243.365,904

$$\text{FREIGHT PER TON} = \frac{\text{Total biaya}}{\text{Anticipated carrying cap.}} = \frac{243.365,904}{40.000}$$

$$= \$ 6,08$$

Hal ini berarti kapal jenis Gearless 40.000 DWT dengan trayek Tanjung Redep (Kalimantan Timur) ke Suralaya mempunyai unit biaya / tarif transportasi batubara \$6,08 per ton. Untuk mengetahui biaya transportasinya maka kita tinggal mengalikan dengan jumlah batubara yang akan diangkut dengan kapal dalam trayek tersebut. Unit biaya transportasi ini tentu akan berlainan untuk tiap trayek (jarak berbeda), apalagi dengan jenis kapal yang berbeda.

Perhitungan unit biaya transportasi, di sini karena terdapat beberapa jenis kapal maka dilakukan perhitungan untuk semua unit biaya tiap jenis kapal yang merupakan alternatif yang mungkin bagi tiap trayek. Sebagai contoh untuk melayani trayek Tanjung Bara - Paiton terdapat alternatif yang baik adalah kapal 2 dan

kapal 3, yaitu *Self Un-Loading Vessel* - 31.000 DWT, dan *Gearless Vessel* - 40.000 DWT, karena terminal angkut dan pelabuhan bongkar mempunyai kemampuan untuk disandari kapal-kapal ini, di samping trayek mempunyai jarak yang jauh (970 Mil laut). Maka dilakukan perhitungan unit biaya transportasi untuk kedua kapal alternatif tersebut. Begitu pula untuk trayek-trayek yang lain, tetapi seperti trayek Boro - Cirebon, karena kemampuan pelabuhan yang hanya dapat disandari kapal 6.000 DWT, maka trayek ini hanya dapat dilayani satu pilihan yaitu *Tug & Barge* - 6.000 DWT. Langkah selanjutnya adalah penentuan jenis kapal yang cocok untuk melayani trayek-trayek yang ada. Prioritas penentuan kapal adalah didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan :

- Dapat merapat di pelabuhan asal maupun tujuan.

Kapasitas terminal angkut maupun pelabuhan bongkar harus menjadi pertimbangan pemilihan alternatif kapal. Karena jika pelabuhan tidak dapat disandari hanya akan menambah biaya transportasi, setelah ada transshipment.

- Jarak trayek dan lama perjalanan satu siklus.

Jarak trayek sebenarnya secara langsung akan mempengaruhi lama perjalanan dan besarnya unit biaya, tetapi secara tidak langsung merupakan pertimbangan bagi pemilihan jenis kapal. Misalkan untuk jarak trayek dekat, seperti Tarahan - Suralaya, diperlukan kapal *Self Un-Loading* agar siklus perjalanan pendek di samping kapal jenis ini akan lebih murah bila jarak trayek dekat (*Time charter*-nya mahal). Sebaliknya untuk jarak yang jauh lebih baik digunakan kapal *Gearless* dengan kapasitas yang besar, karena

perjalanan lama, kapal harus mampu membawa komoditi dalam jumlah yang lebih banyak dan biaya transportasinya tetap murah (Time charter-nya murah). Tetapi jika jarak jauh dilakukan dengan Tug & Barge, meskipun Time charter-nya sangat murah, karena perjalanan sangat lama maka total unit biaya akan membesar, di samping kapasitas yang kecil. Kecuali jika salah satu terminal angkut atau bongkar hanya dapat disandari Tug & Barge.

- Unit biaya transportasi.

Besarnya unit biaya transportasi merupakan pertimbangan yang penting karena unit biaya adalah bobot dari perhitungan optimasi ini. Unit biaya akan mempengaruhi biaya transportasi yang dihasilkan, oleh karena itu unit biaya yang rendah lebih baik.

Seluruh perhitungan tiap trayek dapat dilihat pada lampiran perhitungan unit biaya transportasi. Untuk merangkum seluruh perhitungan unit biaya transportasi tiap trayek dari jaringan transportasi 8 x 8 (yang banyak sekali), maka dapat dilihat dalam Freight Rate Table berikut. Unit biaya transportasi akan digunakan sebagai bobot dalam meminimalkan biaya transportasi dalam perhitungan penyelesaian optimasi distribusi batubara.

Tabel 4-2 Unit Biaya Transportasi Atau Tarif Tambang Per Ton (*Freight Rate*)

Unit biaya transportasi (<i>Freight Rate</i>) dalam \$ per ton	Ciwandan	Suralaya	Cirebon	Jawa Tengah	Tuban	Gresik	Paiton	Cilacap
Tanjung Bara (KPC)	5.86	5.43	10.77	9.65	8.58	8.45	4.49	12.46
Bloro (MHU)	9.48	9.23	8.31	7.19	6.9	6.65	5.8	9.4
Loa Tebu (TANITO)	9.48	9.23	8.31	7.19	6.9	6.65	5.8	9.4
Tanah Merah (KIDECO)	4.44	4.01	7.58	6.46	6.05	5.93	2.63	8.76
P. Laut Utara (ARUTMIN)	3.93	3.5	6.3	5.18	4.77	4.64	2.73	7.48
P. Laut Selatan-Indonesia Bulk Terminal (ARUTMIN)	4.65	4.22	6.28	5.15	4.74	4.62	2.85	7.45
Tarahan (PTBA)	2.03	3.15	4.08	5.21	5.96	6.08	5.01	4.86
Kertapatl (PTBA)	3.52	3.27	8	5.79	7.16	7.29	9.22	7.04

4.2 Penyelesaian Optimasi Distribusi Batubara

Penyelesaian awal optimasi ini akan memilih menggunakan metode pendekatan Vogel, karena metode ini yang paling mendekati optimum dan biasanya memiliki iterasi yang lebih sedikit dibanding dua metode yang lain. Seperti telah dijelaskan dalam Bab dua tentang cara penyelesaiannya, maka dalam bab ini akan langsung dapat dikerjakan perhitungannya. Sebagai pendukung

perhitungan, di sini penulis akan menggunakan perangkat lunak program *operation research* yang umum digunakan, yaitu TORA, produksi dari Universitas Arkansas, Fayetteville, New York, sebuah *software operation research* sertaan pada buku karangan Hamdy Taha tersebut. Dalam bab ini juga akan ditampilkan perhitungan dari program untuk tiap iterasi dalam bentuk tabel. Maka tabel data optimasi yang akan dihitung dapat disajikan sebagai berikut.

Dalam tabel terlihat unit biaya transportasi tiap-tiap trayek dalam US dolar, dan pada kolom *Supply* terdapat jumlah persediaan tiap-tiap lokasi asal dalam ribuan ton, sedang pada baris *Demand* terdapat jumlah permintaan tiap-tiap lokasi tujuan juga dalam ribuan ton.

Tabel 4-3 Data Optimasi Distribusi Batubara

(dalam \$ dan ribuan ton)	Ciwan-dan	Sura-laya	Cire-bon	Jawa Tengah	Tuban	Gresik	Paiton	Cilacap	<i>SUPPLY</i>
Tanjung Bara (KPC)	5.86	5.43	10.77	9.65	8.58	8.45	4.49	12.46	7,000
Bloro (MHU)	9.48	9.23	8.31	7.19	6.9	6.65	5.8	9.4	877
Loa Tebu (TANITO)	9.48	9.23	8.31	7.19	6.9	6.65	5.8	9.4	1,000
Tanah Merah (KIDECO)	4.44	4.01	7.58	6.46	6.05	5.93	2.63	8.76	2,000
P. Laut Utara (ARUTMIN)	3.93	3.5	6.3	5.18	4.77	4.64	2.73	7.48	3,500
P. Laut Selatan (ARUTMIN)	4.65	4.22	6.28	5.15	4.74	4.62	2.85	7.45	3,000
Tarahan (PTBA)	2.03	3.15	4.08	5.21	5.96	6.08	5.01	4.86	5,945
Kertapatl (PTBA)	3.52	3.27	8	5.79	7.16	7.29	9.22	7.04	1,000
DEMAND	1,125	7,875	1,328	3,375	328.57	257.14	7,312	136	

Jumlah persediaan dalam tabel tersebut ternyata tidak sama (lebih besar) dari jumlah permintaannya, maka kondisi ini merupakan model transportasi tidak berimbang. Situasi yang tidak berimbang ini berarti bahwa tidak semua permintaan di pusat distribusi dapat dipenuhi. Tujuan kita adalah merumuskan ulang

model transportasi ini dengan cara yang mendistribusikan kelebihan jumlah secara optimal di antara pusat-pusat distribusi.

Karena Penawaran lebih besar daripada permintaan, sebuah lokasi tujuan buatan atau *dummy destination* dapat ditambahkan dengan kapasitas total sama dengan selisih penawaran dan permintaan tadi. Tujuan *dummy* tersebut diijinkan, dalam kondisi normal, untuk menerima batubara dari sumber batubara. Secara fisik, jumlah yang dikirimkan ke tujuan *dummy* akan mewakili jumlah kelebihan di lokasi sumber tersebut.

Satu-satunya informasi yang belum terdapat untuk penyelesaian model ini adalah unit biaya transportasi dari lokasi sumber ke tujuan *dummy*. Karena tujuan tersebut sebenarnya tidak ada, pengiriman fisik tidak terjadi dan unit biaya transportasinya adalah nol.

Penyelesaian awal dengan metode pendekatan Vogel dipilih sehingga akan didapatkan variabel dasar sejumlah $m+n-1 = 8+9-1 = 16$ buah termasuk pada *dummy destination* dan disajikan dalam tabel sebagai berikut pada baris ke dua tiap selnya dan dicetak tebal (bold).

Penyelesaian perhitungan optimasi selanjutnya adalah penentuan variabel masuk dan variabel keluar (konstruksi loop) sebagai iterasi pertama. Begitu juga seterusnya iterasi dilakukan sampai tidak ada c_{pq} yang positif yang berarti kondisi optimum dicapai.

Iterasi 1

Iterasi pertama akan menghasilkan tabel sebagai berikut :

Tabel 4-4 Iterasi ke-1 Perhitungan Optimasi Distribusi Batubara

(dalam \$ dan ribuan ton)	Ciwan-dan	Sura-laya	Cire-bon	Jawa Tengah	Tuban	Gresik	Paiton	Cilacap	dummy demand	SUPPLY
Tanjung Bara (KPC)	5.86 -1.55	5.43 3519	10.77 -4.41	9.65 -0.66	8.58 203	8.45 257	4.49 2312	12.46 -5.32	0 709	7000 0
Bloro (MHU)	9.48 -5.17	9.23 -3.8	8.31 -1.95	7.19 1.8	6.9 1.68	6.65 1.8	5.8 -1.31	9.4 -2.26	0 877	877 0
Loa Tebu (TANITO)	9.48 -5.17	9.23 -3.8	8.31 -1.95	7.19 1.8	6.9 1.68	6.65 1.8	5.8 -1.31	9.4 -2.26	0 1000	1000 0
Tanah Merah (KIDECO)	4.44 -1.99	4.01 -0.44	7.58 -3.08	6.46 0.67	6.05 0.67	5.93 0.66	2.63 2000	8.76 -3.48	0 -1.86	2000 -1.86
P. Laut Utara (ARUTMIN)	3.93 -3.43	3.5 -1.88	6.3 -3.75	5.18 3375	4.77 125	4.64 0.00	2.73 -2.05	7.48 -4.15	0 -3.81	3500 -3.81
P. Laut Selatan (ARUTMIN)	4.65 -1.98	4.22 -0.43	6.28 -1.56	5.15 2.2	4.74 2.2	4.62 2.19	2.85 3000	7.45 -1.95	0 -1.64	3000 -1.64
Tarahan (PTBA)	2.03 1125	3.15 3356	4.08 1328	5.21 1.5	5.96 0.34	6.08 0.09	5.01 -2.8	4.86 136	0 -2.24	5945 -2.28
Kertapatl (PTBA)	3.52 -1.37	3.27 1000	8 -3.8	5.79 1.04	7.16 -0.74	7.29 -1.00	9.22 -6.89	7.04 -2.06	0 -2.16	1000 -2.16
DEMAND	1125 4.314	7875 5.43	1328 6.36	3375 8.99	328.57 8.58	257.14 8.45	7312 4.49	136 7.14	2,586	

Variabel masuk dipilih pada baris-kolom dari rute Pulau Laut Selatan - Tuban dengan nilai c_{pq} yang paling positif 2,2.

Iterasi 2

Tabel 4-5 Iterasi ke-2 Perhitungan Optimasi Distribusi Batubara

(dalam \$ dan ribuan ton)	Ciwan -dan	Sura- laya	Cire- bon	Jawa Tengah	Tuban	Gresik	Paiton	Cilacap	dummy demand	SUPPLY
Tanjung Bara (KPC)	5.86 -1.55	5.43 3519	10.77 -4.41	9.65 -2.86	8.58 -2.2	8.45 257	4.49 2515	12.46 -5.32	0 709	7000 0
Bloro (MHU)	9.48 -5.17	9.23 -3.8	8.31 -1.95	7.19 -0.4	6.9 -0.52	6.65 1.8	5.8 -1.31	9.4 -2.26	0 877	877 0
Loa Tebu (TANITO)	9.48 -5.17	9.23 -3.8	8.31 -1.95	7.19 -0.4	6.9 -0.52	6.65 1.8	5.8 -1.31	9.4 -2.26	0 1000	1000 0
Tanah Merah (KIDECO)	4.44 -1.99	4.01 -0.44	7.58 -3.08	6.46 -1.53	6.05 -1.53	5.93 0.66	2.63 2000	8.76 -3.48	0 -1.86	2000 -1.86
P. Laut Utara (ARUTMIN)	3.93 -1.23	3.5 0.23	6.3 -1.55	5.18 3375	4.77 125	4.64 2.2	2.73 0.15	7.48 -1.95	0 -1.61	3500 -1.61
P. Laut Selatan- (ARUTMIN)	4.65 -1.98	4.22 -0.43	6.28 -1.56	5.15 0.00	4.74 203	4.62 2.19	2.85 2797	7.45 -1.95	0 -1.64	3000 -1.64
Tarahan (PTBA)	2.03 1125	3.15 3356	4.08 1328	5.21 -0.7	5.96 -1.86	6.08 0.09	5.01 -2.8	4.86 136	0 -2.28	5945 -2.28
Kertapatl (PTBA)	3.52 -1.37	3.27 1000	8 -3.8	5.79 -1.16	7.16 -2.94	7.29 -1.00	9.22 -6.89	7.04 -2.06	0 -2.16	1000 -2.16
DEMAND	1125 4.314	7875 5.43	1328 6.36	3375 8.99	328.57 6.79	257.14 6.38	7312 4.49	136 7.14	2,586	

Variabel masuk dipilih pada baris-kolom dari rute Pulau Laut Utara - Gresik dengan nilai c_{pq} yang paling positif 2,2.

Iterasi 3

Tabel 4-6 Iterasi ke-3 Perhitungan Optimasi Distribusi Batubara

(dalam \$ dan ribuan ton)	Ciwan -dan	Sura- laya	Cire- bon	Jawa Tengah	Tuban	Gresik	Paiton	Cilacap	dummy demand	SUPPLY
Tanjung Bara (KPC)	5.86 -1.55	5.43 3519	10.77 -4.41	9.65 -0.66	8.58 -2.2	8.45 132	4.49 2640	12.46 -5.32	0 709	7000 0
Bloro (MHU)	9.48 -5.17	9.23 -3.8	8.31 -1.95	7.19 1.8	6.9 -0.52	6.65 1.8	5.8 -1.31	9.4 -2.26	0 877	877 0
Loa Tebu (TANITO)	9.48 -5.17	9.23 -3.8	8.31 -1.95	7.19 1.8	6.9 -0.52	6.65 1.8	5.8 -1.31	9.4 -2.26	0 1000	1000 0
Tanah Merah (KIDECO)	4.44 -1.99	4.01 -0.44	7.58 -3.08	6.46 0.67	6.05 -1.53	5.93 0.66	2.63 2000	8.76 -3.48	0 -1.86	2000 -1.86
P. Laut Utara (ARUTMIN)	3.93 -3.43	3.5 -1.88	6.3 -3.75	5.18 3375	4.77 -2.2	4.64 125	2.73 -2.05	7.48 -4.15	0 -3.81	3500 -3.81
P. Laut Selatan- (ARUTMIN)	4.65 -1.98	4.22 -0.43	6.28 -1.56	5.15 2.2	4.74 328	4.62 2.19	2.85 2672	7.45 -1.95	0 -1.64	3000 -1.64
Tarahan (PTBA)	2.03 1125	3.15 3356	4.08 1328	5.21 1.5	5.96 -1.86	6.08 0.09	5.01 -2.8	4.86 136	0 -2.28	5945 -2.28
Kertapatl (PTBA)	3.52 -1.37	3.27 1000	8 -3.8	5.79 1.04	7.16 -2.94	7.29 -1.00	9.22 -6.89	7.04 -2.06	0 -2.16	1000 -2.16
DEMAND	1125 4.314	7875 5.43	1328 6.36	3375 8.99	328.57 6.38	257.14 8.45	7312 4.49	136 7.14	2,586	

Variabel masuk dipilih pada baris-kolom dari rute Pulau Laut Selatan - Jateng dengan nilai c_{pq} yang paling positif 2,2.

Iterasi 4

Tabel 4-7 Iterasi ke-4 Perhitungan Optimasi Distribusi Batubara

(dalam \$ dan ribuan ton)	Ciwan-dan	Suralaya	Cirebon	Jawa Tengah	Tuban	Gresik	Paiton	Cilacap	dummy demand	SUPPLY
Tanjung Bara (KPC)	5.86 -1.55	5.43 3519	10.77 -4.41	9.65 -2.86	8.58 -2.2	8.45 -2.2	4.49 2772	12.46 -5.32	0 709	7000 0
Bloro (MHU)	9.48 -5.17	9.23 -3.8	8.31 -1.95	7.19 -0.4	6.9 -0.52	6.65 -0.4	5.8 -1.31	9.4 -2.26	0 877	877 0
Loa Tebu (TANITO)	9.48 -5.17	9.23 -3.8	8.31 -1.95	7.19 -0.4	6.9 -0.52	6.65 -0.4	5.8 -1.31	9.4 -2.26	0 1000	1000 0
Tanah Merah (KIDECO)	4.44 -1.99	4.01 -0.44	7.58 -3.08	6.46 -1.53	6.05 -1.53	5.93 -1.54	2.63 2000	8.76 -3.48	0 -1.86	2000 -1.86
P. Laut Utara (ARUTMIN)	3.93 -1.23	3.5 0.23	6.3 -1.55	5.18 3243	4.77 0.00	4.64 257	2.73 0.15	7.48 -1.95	0 -1.61	3500 -1.61
P. Laut Selatan (ARUTMIN)	4.65 -1.98	4.22 -0.43	6.28 -1.56	5.15 132	4.74 328	4.62 -0.01	2.85 2540	7.45 -1.95	0 -1.64	3000 -1.64
Tarahan (PTBA)	2.03 1125	3.15 3356	4.08 1328	5.21 -0.7	5.96 -1.86	6.08 -2.11	5.01 -2.8	4.86 136	0 -2.28	5945 -2.28
Kertapatl (PTBA)	3.52 -1.37	3.27 1000	8 -3.8	5.79 -1.16	7.16 -2.94	7.29 -3.2	9.22 -6.89	7.04 -2.06	0 -2.16	1000 -2.16
DEMAND	1125 4.314	7875 5.43	1328 6.36	3375 6.79	328.57 6.38	257.14 6.25	7312 4.49	136 7.14	2,586	

Variabel masuk dipilih pada baris-kolom dari rute Pulau Laut Utara - Suralaya dengan nilai c_{pq} yang paling positif 0,23.

Iterasi 5

Dalam iterasi ke-5 didapatkan perhitungan yang paling optimum dalam optimasi

Tabel 4-8 Iterasi ke-5 Perhitungan Optimasi Distribusi Batubara

(dalam \$ dan ribuan ton)	Ciwan -dan	Sura- laya	Cire- bon	Jawa Tengah	Tuban	Gresik	Paiton	Cilacap	dummy demand	SUPPLY
Tanjung Bara (KPC)	5.86 -1.55	5.43 979	10.77 -4.41	9.65 -2.54	8.58 -1.88	8.45 -1.88	4.49 5312	12.46 -5.32	0 709	7000 0
Bloro (MHU)	9.48 -5.17	9.23 -3.8	8.31 -1.95	7.19 -0.08	6.9 -0.2	6.65 -0.08	5.8 -1.31	9.4 -2.26	0 877	877 0
Loa Tebu (TANITO)	9.48 -5.17	9.23 -3.8	8.31 -1.95	7.19 -0.08	6.9 -0.2	6.65 -0.08	5.8 -1.31	9.4 -2.26	0 1000	1000 0
Tanah Merah (KIDECO)	4.44 -1.99	4.01 -0.44	7.58 -3.08	6.46 -1.21	6.05 -1.21	5.93 -1.22	2.63 2000	8.76 -3.48	0 -1.86	2000 -1.86
P. Laut Utara (ARUTMIN)	3.93 -1.55	3.5 2540	6.3 -1.87	5.18 703	4.77 0.00	4.64 257	2.73 -0.17	7.48 -2.27	0 -1.93	3500 -1.93
P. Laut Selatan- (ARUTMIN)	4.65 -2.3	4.22 -0.75	6.28 -1.88	5.15 2672	4.74 328	4.62 -0.01	2.85 -0.32	7.45 -2.27	0 -1.96	3000 -1.96
Tarahan (PTBA)	2.03 1125	3.15 3356	4.08 1328	5.21 -0.38	5.96 -1.54	6.08 -1.79	5.01 -2.8	4.86 136	0 -2.28	5945 -2.28
Kertapati (PTBA)	3.52 -1.37	3.27 1000	8 -3.8	5.79 -0.84	7.16 -2.62	7.29 -2.88	9.22 -6.89	7.04 -2.06	0 -2.16	1000 -2.16
DEMAND	1125 4.314	7875 5.43	1328 6.36	3375 7.11	328.57 6.7	257.14 6.57	7312 4.49	136 7.14	2,586	

dengan penyelesaian awal metode pendekatan Vogel ini (kondisi ini ditunjukkan bahwa tidak ada C_{pq} yang positif).

Dari tabel diketahui bahwa ternyata kondisi optimal terjadi jika distribusi batubara dilakukan dari terminal muat Tanjung Bara sebanyak 979.000 ton didistribusikan ke Suralaya, dan 5.312.000 ton didistribusikan ke Paiton. Kemudian dari terminal muat Tanah Merah sebanyak 2.000.000 ton didistribusikan juga untuk mencukupi kebutuhan di Paiton. Dari terminal muat Pulau Laut Utara sebanyak 2.540.000 ton didistribusikan ke Suralaya, 703.000 ton ke PLTU Jateng, dan 257.000 ton didistribusikan ke Gresik. Dari terminal muat Pulau Laut Selatan sebanyak 2.672.000 ton didistribusikan ke PLTU Jateng, dan 328.000 ton didistribusikan ke Tuban / Pabrik Semen Gresik unit III. Sedangkan dari terminal muat Tarahan sebanyak 1.125.000 ton didistribusikan ke Ciwandan, 3.356.000 ton dikirim ke Suralaya, kemudian 1.328.000 ton batubara untuk kebutuhan di Cirebon, dan 136.000 ton untuk P.Semen Gresik unit I&II di pelabuhan Gresik. Dan dari terminal muat Kertapati sebanyak 1.000.000 ton untuk mencukupi sisa kebutuhan di Suralaya.

Gambaran jaringan distribusi ini mencukupi kebutuhan di Pulau Jawa baik pabrik semen maupun PLTU dan juga pabrik baja Krakatau Steel. Terlihat bahwa terdapat over supply akibat dari ketidak berimbangan model, yaitu suply dari terminal muat Tanjung Bara sebanyak 709.000 ton, dari terminal muat Bloro sebanyak 877.000 ton sama dengan kapasitas produksinya sehingga dari sumber ini tidak dikonsumsi untuk P.Jawa khususnya untuk konsumen PLTU dan pabrik semen, begitu pula dari sumber Loa Tebu sebanyak 1.000.000 ton.



BAB V
ANALISA DAN EVALUASI

BAB V

ANALISA DAN EVALUASI

Setelah memperhatikan secara mendalam hasil pengumpulan data dan informasi dalam Bab Tiga, serta penggunaan sarana dan prasarana transportasi dalam perhitungan optimasi distribusi batubara yang telah dijabarkan dalam Bab Empat, dan disertai dengan memperhatikan kembali dasar pemikiran yang teruang dalam Bab Satu, kiranya sudah saatnya untuk mengadakan analisa dan evaluasi permasalahan. Memang disadari sepenuhnya bahwa materi yang tercantum pada Bab Empat berikut lampirannya tidak selengkap dan sama persis dengan apa yang diharapkan pada penelitian yang mendalam dan mendetail, terutama bila hasil dari suatu penelitian memang sesungguhnya untuk dilaksanakan atau digunakan dalam praktek secara langsung, akan tetapi dari hasil perhitungan tersebut sudah dapat mewakili argumentasi yang seharusnya ada dan terukur.

Analisa dan evaluasi ini akan mencoba mengangkat hasil akhir dari optimasi distribusi batubara seperti ditawarkan dari beberapa lokasi sumber yang ada, guna memenuhi kebutuhan permintaan batubara di beberapa lokasi konsumen di Pulau Jawa pada masa 1996 - 1997, setidaknya dapat menjadi acuan bagi tahun-tahun selanjutnya.

Analisa dan evaluasi ini terutama dititik beratkan pada aspek teknis operasional yang bakal terjadi, dan aspek ekonomi meskipun sedikit dan terbatas pada pembahasan berapa biaya optimal yang terjadi saja.

5.1 Aspek Teknis Operasional

5.1.1 Jaringan Distribusi

Optimasi distribusi batubara ini menghasilkan jaringan distribusi seperti yang telah digambarkan dalam bentuk tabel pada Bab Empat. Secara teks dapat dijelaskan bahwa kondisi optimal dari total biaya transportasi dicapai dengan 13 variabel jumlah komoditi (x_{ij}) yang didistribusikan pada 13 rute fisik optimal dengan jumlah total sama dengan jumlah permintaan sebanyak 21.736.710 ton batubara. Mengulang penjelasan tabel iterasi ke-5 (optimal) dalam Bab Empat secara sederhana dijelaskan pola distribusinya adalah sebagai berikut :

Rute	Jumlah Komoditi	Jenis Kapal
Tanjung Bara - Suralaya	979.000 ton	Gearless Vessel 40.000 DWT
Tanjung Bara - Paiton	5.312.000 ton	Gearless Vessel 40.000 DWT
Tanah Merah - Paiton	2.000.000 ton	Gearless Vessel 40.000 DWT
Pulau Laut Utara - Suralaya	2.540.000 ton	Gearless Vessel 40.000 DWT
Pulau Laut Utara - Jateng	703.000 ton	Tug & Barges 6.000 DWT
Pulau Laut Utara - Gresik	257.000 ton	Tug & Barges 6.000 DWT
Pulau Laut Selatan - Jateng	2.672.000 ton	Tug & Barges 6.000 DWT
Pulau Laut Selatan - Tuban	328.000 ton	Tug & Barges 6.000 DWT
Tarahan - Ciwandan	1.125.000 ton	Self Un-loading 31.000 DWT
Tarahan - Suralaya	3.356.000 ton	Self Un-loading 31.000 DWT
Tarahan - Cirebon	1.328.000 ton	Tug & Barges 6.000 DWT
Tarahan - Cilacap	136.000 ton	Tug & Barges 6.000 DWT
Kertapati - Suralaya	1.000.000 ton	Tug & Barges 6.000 DWT

Dari pola jaringan distribusi optimum yang terjadi, tidak ada distribusi batubara yang dilakukan dari lokasi sumber di Loa Tebu dan Bloro, hal itu karena ketidak-berimbangan model (jumlah penawaran lebih besar daripada permintaan). Distribusi dari lokasi tersebut ke tujuan *dummy* sama dengan jumlah persediaan batubara yang terdapat pada kedua lokasi (Loa Tebu sebanyak 1 juta ton dan Bloro sebanyak 877 ribu ton). Masih ada sisa komoditi akibat dari ketidak-berimbangan model ini yang ada di Tanjung Bara, tidak didistribusikan (didistribusikan ke tujuan *dummy*) sebanyak 709 ribu ton, sehingga total *over supply* (kelebihan) batubara sebanyak 2,586 juta ton. Kelebihan persediaan batubara ini bisa dialokasikan untuk konsumen nasional yang kecil (industri kecil), konsumsi dalam pulau, atau untuk menambah jumlah persediaan khusus bagi ekspor batubara.

Hal yang penting untuk dipikirkan dalam pola distribusi ini adalah bahwa distribusi akan sangat tergantung pada fasilitas yang ada, seperti *loader* dan *unloader*. Jika peralatan yang dimaksud mengalami kemacetan atau kerusakan maka rantai distribusi akan terganggu dan target produksi tentu akan tidak tercapai. Seperti halnya yang terjadi pada *Belt Conveyor unloader* di PLTU Suralaya yang mengalami kerusakan pada tahun 1992, mengakibatkan stagnasi distribusi pada lokasi sumber di Tarahan karena kapal tidak dapat melakukan *discharging*, dan akibatnya pula PLTU Suralaya sempat mengalami gangguan. Meskipun hal tersebut juga di atasi dengan pengadaan bantuan distribusi yang dilakukan dengan menggunakan Tug & Barge 6.000 DWT dari Kertapati.

Begitu pula rantai angkutan dari mulut tambang ke pelabuhan / terminal muat, jika mengalami gangguan maka juga akan mempengaruhi rantai distribusi selanjutnya. Seperti halnya kita mengasumsikan bahwa angkutan batubara dengan menggunakan kereta api dari Tanjung Enim ke Tarahan dan ke Kertapati adalah sudah efektif dan lancar. Jadi hal-hal semacam demikian juga perlu untuk dipikirkan jika kita ingin meninjau pola distribusi ini secara lebih realistis.

5.1.2 Jenis Kapal Yang Digunakan

Masalah pemilihan jenis kapal sebenarnya sudah dijelaskan dalam Bab Tiga mengenai pertimbangan-pertimbangan yang dimasukkan. Pada dasarnya pemilihan tersebut sudah sesuai dengan kriteria ekonomis, dan layak dalam arti mampu mengangkut target jumlah batubara tersebut dalam kurun waktu tahun 1996 - 1997 dengan jumlah *shipment* dan kapal yang sesuai. Seperti kita ketahui ada tiga pilihan kapal khusus batubara, yaitu Self Un-loading 11.096 DWT, Self Un-loading 31.000 DWT, dan Gearless Vessel 40.000 DWT, serta alternatif Tug & Barge 6.000 DWT sebagai antisipasi pelabuhan-pelabuhan yang kecil.

Seperti pada rute Tanah Merah - Paiton sebenarnya semua jenis kapal yang ditawarkan dapat digunakan dalam rute ini. Tetapi mengingat pertimbangan bahwa untuk kapal Self Un-loading mahal biaya carternya, apalagi jika kapasitas yang lebih kecil (11.096 DWT) yang berarti berakibat jumlah *shipment* lebih banyak, kemudian untuk Tug & Barges 6.000 DWT yang murah biaya carternya tetapi membutuhkan waktu operasi (*cycle time*) yang sangat lama karena rute yang jauh, dengan kecepatan yang lambat, di samping kapasitas yang sangat kecil berakibat

jumlah *shipment* yang banyak, maka perhitungan unit biaya transportasi dipilih untuk kapal Self Un-loading 31.000 DWT dan Gearless 40.000 DWT saja. Dengan perbedaan hasil perhitungan unit biaya transportasi tiap-tiap kapal seperti berikut :

Rute distribusi batubara Tanah Merah - Paiton

- Self Un-loading 31.000 DWT cost : \$ 4.73 per ton 1 cycle : 5,31 hari
- Gearless Vessel 40.000 DWT cost : \$ 2,63 per ton 1 cycle : 6,5 hari

Sehingga kebijaksanaan akhirnya memilih kapal Gearless 40.000 DWT untuk melayani rute ini, karena lebih murah dan lama perjalanan satu siklus tidak berbeda terlalu jauh.

Begitu pula untuk pemilihan kapal pada rute-rute yang lain, dengan pertimbangan pada aspek-aspek ekonomis dan layak atau sesuai dengan kondisi baik jarak, fasilitas terminal muat dan pelabuhan bongkar. Sehingga pada rute-rute distribusi yang ditawarkan sudah merupakan kapal pilihan yang paling sesuai.

5.1.3 Jumlah Kebutuhan Kapal

Proses distribusi tidaklah berawal dari pemilihan kapal, dan berhenti pada penentuan jumlah komoditi yang didistribusikan saja, tetapi mengingat jumlah unit yang didistribusikan adalah besar (dalam kurun waktu 1996 - 1997) maka jumlah armada untuk melayani tiap rutennya juga dapat diketahui. Informasi tiap-tiap rute di samping unit biaya transportasi terdapat lama waktu satu siklus perjalanan, kapasitas angkut, dan jumlah total komoditi yang akan didistribusikan dalam kurun waktu

satu tahunan tersebut. dari informasi tersebut kebutuhan armada kapal dapat diketahui :

- *Shipment* (pengapalan) dalam 1 tahun = $\frac{\text{jumlah komoditi yang diangkut}}{\text{kapasitas angkut kapal}}$
- Kemampuan *shipment* (pengapalan) satu kapal dalam satu tahun = $\frac{\text{commision day dalam satu tahun}}{\text{lama perjalanan satu siklus operasional}}$
- Jumlah kapal yang dibutuhkan = $\frac{\text{Shipment (pengapalan)}}{\text{kemampuan shipment 1 kapal dalam 1 tahun}}$

Sebagai contoh perhitungan pada rute Pulau Laut Selatan - Jateng yang menggunakan Tug & Barge 6.000 DWT dengan *cycle time* 9 hari perjalanan. Maka untuk *commision day* selama 355 hari dalam satu tahun,

- *Shipment* (pengapalan) dalam satu tahun = $\frac{2.672.000 \text{ ton}}{6.000 \text{ DWT}} = 445,3 \text{ kali}$
- Kemampuan shipment satu kapal dalam satu tahun adalah = $\frac{355 \text{ hari}}{9 \text{ hari}} = 39,4 \text{ kali}$
- Jumlah kapal yang dibutuhkan = $\frac{445,3}{39,4} = 11,3 = 12 \text{ unit Tug \& Barge 6.000 DWT}$

Jadi pada rute Pulau Laut Selatan - Jateng dibutuhkan 12 unit Tug & Barge 6.000.DWT sehingga kebutuhan akan dapat dipenuhi.

Pada jaringan ini setelah dihitung berdasarkan perhitungan di atas, maka gambaran kebutuhan armada untuk tiap rute yang dipakai adalah :

Rute	Kapal	Jumlah unit dibutuhkan
Tanjung Bara - Suralaya	Gearless Vessel 40.000 DWT	1 unit
Tanjung Bara - Paiton	Gearless Vessel 40.000 DWT	5 unit
Tanah Merah - Paiton	Gearless Vessel 40.000 DWT	1 unit
Pulau Laut Utara - Suralaya	Gearless Vessel 40.000 DWT	2 unit
Pulau Laut Utara - Jateng	Tug & Barges 6.000 DWT	3 unit
Pulau Laut Utara - Gresik	Tug & Barges 6.000 DWT	1 unit
Pulau Laut Selatan - Jateng	Tug & Barges 6.000 DWT	12 unit
Pulau Laut Selatan - Tuban	Tug & Barges 6.000 DWT	2 unit
Tarahan - Ciwandan	Self Un-loading 31.000 DWT	1 unit
Tarahan - Suralaya	Self Un-loading 31.000 DWT	1 unit
Tarahan - Cirebon	Tug & Barges 6.000 DWT	5 unit
Tarahan - Cilacap	Tug & Barges 6.000 DWT	1 unit
Kertapati - Suralaya	Tug & Barges 6.000 DWT	3 unit

Jadi jika dibutuhkan informasi kebutuhan kapal seluruhnya berdasarkan jenisnya dapat ditulis dalam bentuk tabel berikut.

Tabel 5-1 Jumlah Kebutuhan Kapal

Jenis Kapal	Jumlah
Self Un-loading 11.096 DWT	-
Self Un-loading 31.000 DWT	2 unit
Gearless Vessel 40.000 DWT	9 unit
Tug & Barge 6.000 DWT	27 unit

Ternyata kebutuhan kapal untuk pola distribusi ini didominasi oleh kapal jenis Tug & Barge 6.000 DWT, hal ini dikarenakan masih banyak pelabuhan yang masih minim kapasitas muatnya untuk dapat menampung kapal dengan ukuran yang besar.

5.1.4 Pengembangan Kapasitas Pelabuhan

Mengenai prospek ke masa depan, terdapat rencana pengembangan fasilitas pelabuhan bongkar seperti di PLTU Suralaya yang menurut rencana akan ditambah dengan fasilitas yang dapat menampung kapal sampai dengan 40.000.DWT berikut unit unloading baru berkapasitas 2.000 ton/jam. Begitu pula pada terminal muat di Tarahan akan ditambah kapasitas pelabuhannya sampai dengan 40.000 DWT, berikut loader untuk satu kapal lagi dengan kecepatan loading 2.000 ton/jam.

Untuk pelabuhan bongkar di PLTU Paiton memang sudah direncanakan untuk melayani kebutuhan 8 unit PLTU (sekarang sampai unit 4 yang efektif bekerja). Sehingga fasilitas bongkar muatnya juga dipasang bertahap dan tentu saja masih akan ditambah jumlah unloader-nya dengan kapasitas masing-masing unloader 1.750 ton/jam.

Seperti juga meningkatnya kebutuhan akan batubara, maka jika fasilitas sudah semakin tidak memenuhi maka perlu dikembangkan fasilitas tersebut sesuai dengan kebutuhan yang ada. Dengan fasilitas seperti loader maupun unloader dan juga kapasitas pelabuhan baik terminal muat maupun bongkar yang baik maka akan meningkatkan kinerja distribusi batubara ini menjadi efektif.

5.2 Aspek Ekonomis

Dari hasil optimasi distribusi yang telah ada, diketahui bahwa terdapat 13 variabel (x_{ij}) jumlah komoditi yang dikirimkan pada ke-13 rute tersebut, tidak termasuk komponen *dummy*, seperti disebutkan dalam aspek teknis operasional. Sehingga adanya unit biaya transportasi, dalam hal ini *freight rate* tiap rute, maka dengan cara mengalikannya dengan jumlah tonase komoditi yang diangkut / dibawa akan didapatkan biaya transportasi dari distribusi ini tiap rute maupun total dari seluruhnya. Maka hasilnya akan dapat ditulis sebagai berikut :

Rute	FRC	Jumlah Komoditi	Biaya Transportasi
Tanjung Bara - Suralaya	\$ 5,43	979 ribu ton	\$ 5.315.970
Tanjung Bara - Paiton	\$ 4,49	5.312 ribu ton	\$ 23.850.880
Tanah Merah - Paiton	\$ 2,63	2.000 ribu ton	\$ 5.260.000
Pulau Laut Utara - Suralaya	\$ 3,5	2.540 ribu ton	\$ 8.890.000
Pulau Laut Utara - Jateng	\$ 5,18	703 ribu ton	\$ 3.641.540
Pulau Laut Utara - Gresik	\$ 4,64	257 ribu ton	\$ 1.192.480
Pulau Laut Selatan - Jateng	\$ 5,15	2.672 ribu ton	\$ 13.760.800
Pulau Laut Selatan - Tuban	\$ 4,74	328 ribu ton	\$ 1.554.720
Tarahan - Ciwandan	\$ 2,03	1.125 ribu ton	\$ 2.283.750
Tarahan - Suralaya	\$ 3,15	3.356 ribu ton	\$ 10.571.400
Tarahan - Cirebon	\$ 4,08	1.328 ribu ton	\$ 5.418.240
Tarahan - Cilacap	\$ 4,86	136 ribu ton	\$ 660.960
Kertapati - Suralaya	\$ 3,27	1.000 ribu ton	\$ 3.270.000
Jumlah		21.736 ribu ton	\$ 85.670.740

Jumlah total biaya transportasi yang terjadi tersebut adalah minimum, seperti diketahui dalam perhitungan tersebut terdapat 5 (lima) kali iterasi yang tiap kali iterasi akan menghasilkan biaya transportasi yang lebih baik. Sebagai gambaran peningkatan optimalisasi biaya transportasi pada tiap iterasi adalah :

Iterasi 1 : \$ 87.495.539

Iterasi 2 : \$ 87.048.937

Iterasi 3 : \$ 86.773.937

Iterasi 4 : \$ 86.483.539

Iterasi 5 : \$ 85.670.740 (optimal)

Ini berarti biaya transportasi tersebut berkurang untuk tiap iterasi, sehingga didapatkan hasil paling optimal, dalam kasus ini sebesar \$ 85.670.740.

Analisa ekonomi dari segi biaya dapat dijelaskan bahwa dengan minimumnya total biaya transportasi yang terjadi pada jaringan yang ditawarkan, akan berakibat antara lain menurunnya biaya perolehan pada konsumen. Di mana biaya perolehan ini terdiri dari biaya pengadaan barang / komoditi ditambah dengan harga barang / komoditi itu sendiri. Penurunan biaya perolehan akan berakibat pada penurunan biaya produksi, sehingga efektifitas dan keuntungan bisa didapatkan dari sana. Sedang keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan angkutan transportasi batubara adalah dapat membantu efektifnya distribusi batubara nasional dengan optimalnya pola distribusi ini. Di samping pola distribusi yang sudah terencana akan mengurangi biaya kebocoran yang terjadi jika ada kesalahan - kesalahan dari kurangnya perencanaan dan persiapan pada proses distribusi. Dan dengan perencanaan ini kapal yang dioperasikan akan memiliki trayek yang jelas sehingga mengurangi resiko 'menganggurnya' kapal pada saat menunggu kontrak trayek diusahakan.

Analisa ekonomi dari segi distribusi dapat dijelaskan pula bahwa dengan rantai distribusi yang optimal dapat meningkatkan kemungkinan barang / komoditi

dapat dikirim tepat waktu, sehingga secara umum akan membantu kelancaran produksi pada konsumen batubara ini yang merupakan industri hulu (memproduksi listrik dan semen). Industri semen dan listrik sangat sensitif pada kondisi perekonomian nasional. Dan jika hal ini dilanjutkan yang berarti kita akan memasuki bagaimana pengaruhnya terhadap kondisi perekonomian makro yang sudah di luar batasan penulisan ini.



BAB VI
PENUTUP

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan secara umum dari tulisan ini adalah jaringan distribusi optimal yang ditawarkan layak untuk dijadikan perencanaan untuk memenuhi kebutuhan batubara khususnya di Pulau Jawa, walaupun tidak menutup kemungkinan untuk dipakai sebagai acuan bagi distribusi secara nasional maupun ekspor. Secara lebih merinci dapat ditarik kesimpulan antara lain :

- Model transportasi ini tidak berimbang dengan *over supply* sebesar 2,586 juta ton batubara mengakibatkan sejumlah *supply* batubara di beberapa lokasi sumber tidak ikut didistribusikan (Bloro 0,877 juta ton, Loa Tebu 1 juta ton, dan Tanjung Bara bersisa 0,709 juta ton batubara).
- Transportasi batubara, khususnya untuk melayani kebutuhan di Pulau Jawa, masih membutuhkan kapal pengangkut batubara yang banyak, terlihat dari banyaknya kebutuhan kapal didominasi alternatif Tug & Barge.
- Terminal muat dan pelabuhan bongkar masih banyak yang hanya berkapasitas sampai dengan 6.000 DWT sehingga hanya kapal alternatif Tug & Barge yang dapat berlabuh dan bongkar muat. Akibatnya membutuhkan jumlah armada yang banyak, dan perjalanan lama dalam hasil optimasi distribusi yang diperoleh dibutuhkan 27 buah Tug & Barge 6.000 DWT.

- Pola distribusi optimal yang ditawarkan memberikan keuntungan antara lain
 1. Biaya transportasi pada jaringan produsen - konsumen batubara yang minimum (sebesar \$ 85.670.740), dapat mengurangi biaya perolehan yang terdiri dari biaya pengadaan barang / komoditi ditambah harga barang / komoditi itu sendiri. Dan akan berpengaruh pada penurunan biaya produksi sehingga keuntungan perusahaan dapat diambil dari sana.
 2. Rantai distribusi yang terencana secara keseluruhan melibatkan beberapa perusahaan berkepentingan akan membantu kelancaran produksi dengan target barang / komoditi yang tepat waktu maupun kuantitasnya sehingga industri hulu ini akan stabil dalam memproduksi.
 3. Bagi perusahaan angkutan batubara akan mendapatkan perencanaan yang penting untuk dapat mengalokasikan kapalnya dengan baik sehingga resiko tidak beroperasinya kapal dapat dihindari. Sehingga kebocoran-kebocoran biaya tidak tertentu akibat kurangnya perencanaan dapat dikurangi.

6.2 Saran

Di akhir bagian dari tulisan ini dapat diberikan saran-saran untuk kesempurnaan sistem yang ditawarkan sebagai pilihan pola distribusi batubara untuk konsumsi di Pulau Jawa. Saran-saran tersebut muncul selama dalam penelitian akibat dari kurangnya hal-hal yang mendukung, antara lain :

- Perlunya pengembangan pelabuhan-pelabuhan yang memiliki daya tampung kapal yang kecil atau terbatas sampai dengan 6.000 DWT, tetapi membutuhkan batubara yang termasuk besar jumlahnya. Seperti halnya di pelabuhan Cirebon dengan kebutuhan batubara 1,328 juta ton, dan Jateng dengan kebutuhan 3,375 juta ton. Karena hal ini akan berpengaruh terhadap biaya transportasi yang terjadi.
- Segera diselesaikannya penambahan fasilitas pelabuhan yang ada di Tarahan dan Suralaya, mengingat dua jarak pelabuhan ini yang sangat dekat dan kapasitas tampung pelabuhan yang seimbang, sangat efektif jika pada rute tersebut dapat didistribusikan sebanyak mungkin sesuai dengan kebutuhan batubara di PLTU Suralaya yang semakin meningkat.
- Dialokasikannya produksi batubara yang tersedia di terminal muat Loa Tebu (PT. TANITO HARUM) dan di Bloro (PT. MULTI HARAPAN UTAMA) untuk konsumsen dengan jarak dekat, misal ke Ujung Pandang. Karena dengan kapasitas pelabuhan yang hanya mampu menampung kapal sampai dengan 6.000 DWT, tidak efektif jika produksi didistribusikan ke konsumen dengan jarak jauh (Pulau Jawa).

Pada akhir bagian ini dengan segala rendah hati penulis akan menampung segala kritik dan saran dari pihak luar, sehingga lebih sempurnanya perencanaan distribusi batubara ini. Semoga perencanaan distribusi batubara yang kami tawarkan akan dapat menjadi salah satu pertimbangan penting dan menjadi alternatif

bagi pihak pengambil keputusan, yang mempercayakannya pada *Operation Research* sebagai pemecahan masalah, yang terkait dengan permasalahan ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Immer, **Material Handling**, McGraw - Hill Book Company, Inc., New York, 1953.
2. Munir, Chairuddin, **Penelitian Optimasi Transportasi Batubara dari Tanjung Enim, Sawah Lunto dan Kalimantan Timur**, Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Perhubungan, Jakarta, 1983.
3. Taha, Hamdy A., **Operations Research**, Departement of Industrial Engineering, University of Arkansas, Fayetteville, MacMilan Publishing Company, New York..
4. Wagner, Harvey M, **Principles of Operation Research**, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1975.



LAMPIRAN

Keputusan Menteri Perhubungan

Nomor : KM 65 tahun 1994

Tanggal : 19 Oktober 1994

Lampiran I : (Salinan)

**TARIF JASA LABUH DAN TAMBAT KAPAL
ANGKUTAN LAUT DALAM NEGERI**

No.	JENIS JASA	PELABUHAN	PELABUHAN	KETERANGAN
		UTAMA	LAINNYA	
		Rp.	Rp.	
I	JASA LABUH			
	a. KAPAL NIAGA			
	- Kapal Angkutan Laut Dalam Negeri	44	40	Per GRT / 10 hari
	- Pelayaran Rakyat	32	30	Per GRT / 10 hari
	- Kapal melakukan kegiatan tetap di perairan pelabuhan.	210	200	Per GRT / bulan almanak
	b. KAPAL BUKAN NIAGA	22	20	Per GRT / 10 hari
II	JASA TAMBAT			
	- Beton, Besi / Kayu	40	32	Per GRT / etmal
	- Breasting Dolphin dan Pelampung.	21	16	Per GRT / etmal
	- Pinggiran	14	10	Per GRT / etmal

Lampiran II : (Salinan)

**TARIF JASA PEMANDUAN
KAPAL ANGKUTAN LAUT DALAM NEGERI**

Keterangan :

- a. Tarif pandu pada waktu melayari perairan wajib pandu keluar atau masuk;
- b. Tarif pandu pada waktu gerakan tersendiri di perairan wajib pandu;
- c. Tarif pandu pada waktu pemanduan di luar batas perairan wajib pandu dan di luar batas perairan pandu biasa.

No.	URAIAN	TARIF JASA PANDU (Dalam Rp.)			KETERANGAN
		a	b	c	
1	2	3	4	5	6
	<u>PELABUHAN</u>				
1	Dumai, Palembang, Balikpapan dan Samarinda.				
	- 150 s/d 500 GRT	34.700	20.800	34.700	Per kapal
	- 501 s/d 1.000 GRT	41.000	24.600	41.000	Per kapal
	Lebih dari 1.000 GRT tiap kelebihan s/d 500 GRT ditambah dengan.	6.600	4.000	13.200	
2	Lhoksumawe dan Bontang				
	- 150 s/d 500 GRT	33.800	20.300	33.800	Per kapal
	- 501 s/d 1.000 GRT	40.000	24.000	40.000	Per kapal
	Lebih dari 1.000 GRT tiap kelebihan s/d 500 GRT ditambah dengan.	6.500	3.900	13.000	
3	Belawan, Cilacap, Tanjung Perak dan Makasar				
	- 150 s/d 500 GRT	29.700	17.800	29.700	Per kapal
	- 501 s/d 1.000 GRT	35.000	20.900	35.000	Per kapal
	Lebih dari 1.000 GRT tiap kelebihan s/d 500 GRT ditambah dengan.	4.400	2.700	8.800	

4	Panjang, Banten dan Tanjung Priok				
	- 150 s/d 500 GRT	27.000	16.100	27.000	Per kapal
	- 501 s/d 1.000 GRT	29.000	17.400	29.000	Per kapal
	Lebih dari 1.000 GRT tiap kelebihan s/d 500 GRT ditambah dengan.	3.300	2.000	6.600	
5	Pangkalan Susu, S. Pakrung, Tg. Pinang, Banjarmasin, Kotabaru, dan Tarakan				
	- 150 s/d 500 GRT	30.600	18.400	30.600	Per kapal
	- 501 s/d 1.000 GRT	36.000	21.600	36.000	Per kapal
	Lebih dari 1.000 GRT tiap kelebihan s/d 500 GRT ditambah dengan.	5.100	3.100	10.200	
6	Kuala Tanjung, Pulau Sambu, Tj. Emas, Bitung, Ambon dan Sorong.				
	- 150 s/d 500 GRT	27.900	16.700	27.900	Per kapal
	- 501 s/d 1.000 GRT	32.000	19.300	32.000	Per kapal
	Lebih dari 1.000 GRT tiap kelebihan s/d 500 GRT ditambah dengan.	4.600	2.800	9.200	
7	Tj. Uban, Teluk Bayur dan Cirebon				
	- 150 s/d 500 GRT	25.800	15.500	25.800	Per kapal
	- 501 s/d 1.000 GRT	28.800	17.300	28.800	Per kapal
	Lebih dari 1.000 GRT tiap kelebihan s/d 500 GRT ditambah dengan.	3.200	2.000	6.400	
8	Pakanbaru, Tembilahan, Jambi, Pontianak dan P. Bunyu.				
	- 150 s/d 500 GRT	31.600	18.900	31.600	Per kapal
	- 501 s/d 1.000 GRT	38.000	22.800	38.000	Per kapal
	Lebih dari 1.000 GRT tiap kelebihan s/d 500 GRT ditambah dengan.	5.800	3.800	11.600	
9	Batam, Meneg, Tenau / Kupang, Pantoloan, Ternate, Manokwari, Biak, Jatapura dan Merauke.				
	- 150 s/d 500 GRT	25.100	15.000	25.100	Per kapal
	- 501 s/d 1.000 GRT	30.000	18.000	30.000	Per kapal
	Lebih dari 1.000 GRT tiap kelebihan s/d 500 GRT ditambah dengan.	4.500	2.700	9.000	

10	Malahayati dan Benoa.				
	- 150 s/d 500 GRT	21.500	12.700	21.500	Per kapal
	- 501 s/d 1.000 GRT	26.000	15.600	26.000	Per kapal
	Lebih dari 1.000 GRT tiap kelebihan s/d 500 GRT ditambah dengan.	3.300	2.000	6.600	

II	<p>UNTUK MENDORONG /MENUNDA /MENGKANDENG KAPAL TONGKANG ATAU ALAT LAINNYA DARI ATAU KE PELABUHAN DI LUAR DAERAH PELABUHAN.</p> <p>a. Dalam keadaan mendorong / menunda / menggandeng</p> <ul style="list-style-type: none"> - Untuk kapal tunda s/d 800 PK - Untuk kapal tunda 801 s/d 1.200 PK - Untuk kapal tunda 1.201 s/d 2.200 PK - Untuk kapal tunda 2.201 s/d 3.500 PK - Untuk kapal tunda 3.501 s/d 5.000 PK <p>b. Dalam keadaan tidak mendorong / menunda menggandeng (kosong).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Untuk kapal tunda s/d 800 PK - Untuk kapal tunda 801 s/d 1.200 PK - Untuk kapal tunda 1.201 s/d 2.200 PK - Untuk kapal tunda 2.201 s/d 3.500 PK - Untuk kapal tunda 3.501 s/d 5.000 PK 	<p>61.000</p> <p>87.000</p> <p>127.000</p> <p>168.000</p> <p>212.000</p> <p>53.000</p> <p>78.000</p> <p>95.000</p> <p>143.000</p> <p>156.000</p>	<p>Per kapal yg ditunda per jam</p> <p>Per kapal yg ditunda per jam</p> <p>Per kapal yg ditunda per jam</p> <p>Per kapal yg ditunda per jam</p> <p>Per kapal yg ditunda per jam</p> <p>Per kapal yg ditunda per jam</p> <p>Per kapal yg ditunda per jam</p> <p>Per kapal yg ditunda per jam</p> <p>Per kapal yg ditunda per jam</p> <p>Per kapal yg ditunda per jam</p>
----	--	---	--

Technical Specification Tarahan Port

Berth

1. Type : Jetty construction having 2 (two) dolphins and 4 (four) bolders
2. Length : 174 M
3. Designed strenght : Max 40.000 Dwt Vessel with draft max 12 M

Draft : 12 M

Tidal rise : 0,70 - 1 M

Loading facility

1. Number of loader : 1 (one) ship loader
2. Out - reach : 31,350 M, actual working for loading 18,70 M
3. Nominal loading : Depend of vessel construction and vessel DWT
4. Actual loading : 2.000 MT/hour up to 3.500 MT/hour
5. Working hours : 24 hours nonstop no meal hours

Max. acceptable size of vessel

1. LOA : 200 M
2. Beam : 30 M
3. Draft : 12 M
4. DWT : max. 40.000 DWT

Desain Anjungan Dermaga Batubara PLTU Paiton Untuk Ukuran Kapal

TYPE KAPAL	Panjang (m)	Lebar (m)	Moulded Depth (m)	Draft	
				Max. (m)	Min. (m)
Bulk Coal Carrier					
- 80.000 Dwt	247	38,2	19,2	13,9	4,4
- 40.000 Dwt	208	30,2	15,8	11,4	3,7
(termasuk Self Unloading Vessel)					
- 10.000 Dwt	140	18,7	10,5	8,1	2,3
- 6.000 Dwt Coal Barge	130	18	8,5	8	1
- Tug boat	29	7,8	-	3	-
- Pilot Launch	15	-	1	2	-
- Line Handling	10	-	-	2	-

Dilengkapi dengan Unloading Jetty Batubara

- Pembangunan unloading Jetty Batubara di Paiton telah direncanakan untuk dapat disandari kapal, 2 buah kapal dengan ukuran 40.000 Dwt dan atau dapat disandari sebuah kapal dengan ukuran 80.000 Dwt guna mencukupi sarana kebutuhan 8 unit PLTU Paiton.
- Untuk tahap pertama dalam kaitan pembangunan PLTU unit 1 dan 2 akan diselesaikan dermaga unloading Jetty yang dapat disandari kapal 12.000 Dwt dan 40.000 Dwt.
- Pada anjungan dermaga batubara di Paiton dilengkapi dengan 4 buah unloaders batubara dan 2 buah conveyors, dengan kapasitas masing-masing 1.750 Ton/jam.
- Dermaga batubara tersebut direncanakan untuk dapat disinggahi kapal dengan ukuran dari 10.000 Dwt sampai dengan 80.000 Dwt dan 6.000 Ton Coal barge.
- Kemampuan daya tampung stock pile batubara sebanyak 438.000 ton.
- Karakteristik batubara bahan bakar PLTU Paiton spesifikasinya terletak antara batubara produksi Bukit Asam dan Kalimantan Senakin, sehingga semua batubara yang mempunyai spec. terletak antara kedua spec. batubara tersebut akan digunakan sebagai bahan bakar PLTU Paiton.

PLTU Suralaya

- Kapasitas peralatan bongkar / muat baik di pelabuhan Tarahan maupun di pelabuhan Suralaya adalah 4.000 Ton/jam.
- Kapasitas sandar dermaga Tarahan sampai dengan 40.000 Dwt dan untuk pelabuhan khusus Suralaya adalah 40.000 Dwt guna mencukupi sarana kebutuhan unit 1 s/d 7 PLTU Suralaya.
- Kemampuan stock pile di PLTU Suralaya adalah 800.000 Ton.
- Karakteristik batubara bahan bakar PLTU Suralaya spesifikasinya sesuai dengan batubara produksi tambang PT. Bukit Asam, sehingga hampir keseluruhan kebutuhan batubara PLTU Suralaya dipasok dari PT. Bukit Asam.

Sumber : Data dari PT. Bukit Asam (Laporan Peninjauan PLTU)

SHIP PARTICULARS**11.096 CDWT SELF UNLOADING COAL CARRIER****NAME OF SHIP : MV.TARAHAN****FLAG : INDONESIA****CALL SIGN : YDSM****DIMENSION**

LENGTH HP	: 143,50	M	MAIN ENGINE	:
LOA	: 149,35	M	MAKER	: NIGATA
BREADTH	: 2,00	M	TYPE	: 6MMG 31-FZE
DEPTH	: 13,20	M	WHEN MADE	: 1985

DRAFT

LOADED	: 6,10	M	CYLINDER	: 6 (IN-LINE)
			Stroke x Bore	: 380 mm x 310 mm

TONNAGE

	: 12.080,17	Tons	HORSE POWER	: 2170 HP X 2
REGISTER GROSS	: 34.222,55	M ³	R.P.M.	: 600
NET	: 6.597,28	T	SPEED	: 11,5
DEADWEIGHT	: 11.096	MT	AUX ENGINE	: DAIHATSU
CAPACITY	: 10.000	Ton	TYPE	: 6 PL-24
BUILDERS	: SASEBO Dokyard		GENERATOR	: TAIYO FEK 50 D-8
WHEN BUILD	: 1985		KW / VOLT	: 800/400 (3 SET)
				50 HZ

MATERIAL	: STEEL		DERRICKS	: Self Unloading
CLASS	: B.K.I. / L.R.		ACCOMODATION	: 31 Crew
DECK PLAIN	: SINGLE DECK		<u>CONSUMPTION</u>	
HATHCH	: 9		FUEL	: 145 GRAM/EPK H
NO.1	: 860 X 650		L.O.	: 100 LTR/DAYS
NO.2 / 8	: 1.000 X 650	FRESH WATER		: 89,6 M ³
NO. 9	: 400 X 650			

TANK CAPACITY

FUEL OIL	: 367,4 M ³ - 303,7 KT
FRESH WATER	: 322,7 M ³
BALLAST	: 8.567,6 M ³

MV AMBASSADOR

Principal Particulars

Built	1983 by Port Weller Dry Docks, Canada
Reg/Flag	Republic of Vanuatu, Port Villa Off No. 221
Class	Lloyds + 100 A1 + LMC, locally ice strengthened
GRT	19,577.77
NRT	14,085.44
TI/Tx	157-6113
Callsign	YJWP4
Length	222.50 m 730 ft 0"
Breadth	23.12 m 75 ft 0"
Depth	15.25 m 50 ft 0"
Holds	5
Hatches	18 pontoon, 6.10 m x 16.40 m
Main Engine	Sulzer, 9,800 hp
Bow thruster	1,000 hp
Speed	14,knots
Endurance About	18,000 knautical
Highest Obstruction	39.0 m above keel 128 ft 0"

Capacity

Holds Capacity	36,542 m ³ 1,290,462 tf ³
HFO	1,531.6 M/T
Mdo	137.1 M/T
Potable Water	199.6 tonnes
Ballast	18,896.5 tonnes

Self Unloading Particulars

Style Gravity, loop beli elevator, tottally enclosed, automated

Boom Length 76 m, max. inclination 18 degrees, pivot 38.5 m from stern

Rate 5,000 tonnes / hour

Cargo Specifications Free folowing tank 0 to 8" minus

Deadweight Scale

Tonnes	SW Draught	
37,300	10.51 m	34 ft 6"
36,500	10.36 m	34 ft 0"
30,500	9.14 m	30 ft 0"
27,650	8.53 m	28 ft 0"

MV KIUKIANG CAREER

Principle Particulars

Built	1982
Reg/Flag	Panama
GRT	23.500 tons
NRT	13.153 tons
Length	188.44 m
Breadth	31.00 m
Depth	10.76 m
Deadweight	41.520 tons
Anticipated Carrying	41.000 tons
Speed	13 knots
Fuel Oil Consumption	MFO 31,58 KL/day
	MDO 2,5 KL/day

WESTERN BULK CARRIERS GROUB, OSLO, NORWAY

FREIGHT RATE CALCULATION

SHIP : GEARLESS VESSEL
 DWT : 40,000 DWT
 FROM : TARAHAN
 TO : CIWANDAN

Nominal Loading Rate : 2,000.00 Ton/Hours
 Sailing Distance : 62.00 NM
 Gross Register Ton (GRT) : 23,500.00 RT
 Anticipated Carrying Capacity : 40,000.00 Ton
 Speed in Loading Condition : 13.00 Knot
 Speed in Light Condition : 13.00 Knot
 Discharging Rate : 416.67 Ton/Hours

CYCLE TIME OF VOYAGE

At Harbour / Mining Port			
1. Loading	:	20.00 Hour	
2. Harbour Steaming	:	2.00 Hour	
3. Mooring/Unmooring	:	2.00 Hour	
4. Draft Survey	:	1.00 Hour	
Sailing Time	:	4.77 Hour	
At Harbour / Demand Port			
1. Harbour Steaming	:	2.00 Hour	
2. Mooring/Unmooring	:	2.00 Hour	
3. Draft Survey	:	1.00 Hour	
4. Discharging	:	96.00 Hour	
Light Steaming	:	4.77 Hour	
Deviation (for bunker, etc.)	:	6.00 Hour	
<hr/>			
Total Sailing	:	16.54 Hour	: 0.69 Days
At Port	:	125.00 Hour	: 5.21 Days
1 Cycle	:	141.54 Hour	: 5.90 Days

FUEL OIL COST

Fuel Oil Consumption / Day	Sailing	
	MFO =	31.58 KL
	MDO =	2.50 KL
	At Port	
	MFO =	0.00 KL
	MDO =	2.50 KL
<hr/>		
Fuel Oil Consumption / Cycle	MFO =	21.76 KL
	MDO =	14.74 KL

Fuel Oil Cost / Cycle Rp. 12,718,122.92
 \$ 5,400.48

Fuel Oil Price per Ton MFO = Rp356,560.00
 MDO = Rp488,560.00

BJ MFO = 0.85
 BJ MDO = 0.85

1 Dolar=Rp. 2,355.00 (Currency)

PORT CHARGES / EXPENSES

- Anchor duration per Etmal 15 days	=	9.71 Days	
- Warf duration	=		\$ 5.60
- Pilot Fee / GRT	=\$	17.41	
- Tug assist. Fee / hour	=\$	385.99	
<hr/>			
1. Anchorage dues	=\$	207.89	
2. Quay dues	=\$	3,100.60	
3. Piloted in/out	=\$	269.41	
4. Tug assistance	=\$	1,543.96	
5. Clearance in/out	=\$	150.00	
6. Agency commission	=\$	250.00	
7. Boat service	=\$	150.00	
8. Tlx/Fax/Phone call, etc.	=\$	150.00	
9. Hatch cleaning	=\$	600.00	
	Sub Total	=\$	6,421.86
Two Port including VAT =	Total	=\$	14,128.10

TIME CHARTER RATE

Per Day = \$ 9,000.00

INDICATED RATE PER TON

Per Voyage	
a. Time Charter	=\$ 58,384.30
b. Fuel Oil Cost	=\$ 5,400.48
c. Port Cost	=\$ 14,128.10
d. Management Fee & OH	=\$ 3,895.64
e. Profit	=\$ 4,090.43
Total	=\$ 85,898.94

FREIGHT PER TON = \$ 2.15

FREIGHT RATE CALCULATION

SHIP : GEARLESS VESSEL
 DWT : 40,000 DWT
 FROM : PULAU LAUT UTARA
 TO : SURALAYA

Nominal Loading Rate : 1,000.00 Ton/Hours
 Sailing Distance : 650.00 NM
 Gross Register Ton (GRT) : 23,500.00 RT
 Anticipated Carrying Capacity : 40,000.00 Ton
 Speed in Loading Condition : 13.00 Knot
 Speed in Light Condition : 13.00 Knot
 Discharging Rate : 625.00 Ton/Hours

CYCLE TIME OF VOYAGE

At Harbour / Mining Port

1. Loading : 40.00 Hour
 2. Harbour Steaming : 2.00 Hour
 3. Mooring/Unmooring : 2.00 Hour
 4. Draft Survey : 1.00 Hour
 Sailing Time : 50.00 Hour

At Harbour / Demand Port

1. Harbour Steaming : 2.00 Hour
 2. Mooring/Unmooring : 2.00 Hour
 3. Draft Survey : 1.00 Hour
 4. Discharging : 64.00 Hour
 Light Steaming : 50.00 Hour
 Deviation (for bunker, etc.) : 6.00 Hour

Total	Sailing	: 107.00 Hour	: 4.46 Days
	At Port	: 113.00 Hour	: 4.71 Days
	1 Cycle	: 220.00 Hour	: 9.17 Days

FUEL OIL COST

Fuel Oil Consumption / Day	Sailing	
	MFO =	31.58 KL
	MDO =	2.50 KL
	At Port	
	MFO =	0.00 KL
	MDO =	2.50 KL
Fuel Oil Consumption / Cycle	MFO =	140.79 KL
	MDO =	22.92 KL

Fuel Oil Cost / Cycle	Rp.	52,188,074.52
	\$	22,160.54

Fuel Oil Price per Ton	MFO =	Rp356,560.00
	MDO =	Rp488,560.00

BJ MFO =	0.85
BJ MDO =	0.85

1 Dolar=Rp. 2,355.00 (Currency)

PORT CHARGES / EXPENSES

- Anchor duration per Etmaal 15 days	=	9.71 Days	
- Warf duration	=		
- Pilot Fee / GRT	= \$	15.29	\$ 4.33
- Tug assist. Fee / hour	= \$	385.99	

1. Anchorage dues	= \$	187.93
2. Quay dues	= \$	3,100.60
3. Piloted in/out	= \$	210.14
4. Tug assistance	= \$	1,543.96
5. Clearance in/out	= \$	150.00
6. Agency commission	= \$	250.00
7. Boat service	= \$	150.00
8. Tx/Fax/Phone call, etc.	= \$	150.00
9. Hatch cleaning	= \$	600.00

	Sub Total	= \$	6,342.64
Two Port including VAT =	Total	= \$	13,953.80

TIME CHARTER RATE

Per Day	= \$	9,000.00
---------	------	----------

INDICATED RATE PER TON

Per Voyage	
a. Time Charter	= \$ 90,750.00
b. Fuel Oil Cost	= \$ 22,160.54
c. Port Cost	= \$ 13,953.80
d. Management Fee & OH	= \$ 6,343.22
e. Profit	= \$ 6,660.38
Total	= \$ 139,867.94

FREIGHT PER TON	= \$ 3.50
------------------------	------------------

FREIGHT RATE CALCULATION

SHIP : GEARLESS VESSEL
 DWT : 40,000 DWT
 FROM : TANJUNG BARA
 TO : SURALAYA

Nominal Loading Rate : 416.67 Ton/Hours
 Sailing Distance : 1,144.00 NM
 Gross Register Ton (GRT) : 23,500.00 RT
 Anticipated Carrying Capacity : 40,000.00 Ton
 Speed in Loading Condition : 13.00 Knot
 Speed in Light Condition : 13.00 Knot
 Discharging Rate : 625.00 Ton/Hours

CYCLE TIME OF VOYAGE

At Harbour / Mining Port

1. Loading : 96.00 Hour
 2. Harbour Steaming : 2.00 Hour
 3. Mooring/Unmooring : 2.00 Hour
 4. Draft Survey : 1.00 Hour
 Sailing Time : 88.00 Hour

At Harbour / Demand Port

1. Harbour Steaming : 2.00 Hour
 2. Mooring/Unmooring : 2.00 Hour
 3. Draft Survey : 1.00 Hour
 4. Discharging : 64.00 Hour

Light Steaming : 88.00 Hour
 Deviation (for bunker, etc.) : 6.00 Hour

Total	Sailing	: 183.00 Hour	: 7.63 Days
	At Port	: 169.00 Hour	: 7.04 Days
	1 Cycle	: 352.00 Hour	: 14.67 Days

FUEL OIL COST

Fuel Oil Consumption / Day	Sailing	
	MFO =	31.58 KL
	MDO =	2.50 KL
	At Port	
	MFO =	0.00 KL
	MDO =	2.50 KL
Fuel Oil Consumption / Cycle	MFO =	240.80 KL
	MDO =	36.67 KL

Fuel Oil Cost / Cycle Rp. 88,206,696.55
 \$ 37,455.07

Fuel Oil Price per Ton MFO = Rp. 356,560.00
 MDO = Rp. 488,560.00

BJ MFO = 0.85
 BJ MDO = 0.85

1 Dolar=Rp. 2,355.00 (Currency)

PORT CHARGES / EXPENSES

- Anchor duration per Etmal 15 days = 9.71 Days
 - Warf duration = \$ 17.41 \$ 5.60
 - Pilot Fee / GRT = \$ 385.99
 - Tug assist. Fee / hour = \$ 281.07

1. Anchorage dues = \$ 281.07
 2. Quay dues = \$ 3,100.60
 3. Piloted in/out = \$ 269.41
 4. Tug assistance = \$ 1,543.96
 5. Clearance in/out = \$ 150.00
 6. Agency commission = \$ 250.00
 7. Boat service = \$ 150.00
 8. Tlx/Fax/Phone call, etc. = \$ 150.00
 9. Hatch cleaning = \$ 600.00

Sub Total = \$ 6,495.04
 Two Port including VAT = Total = \$ 14,289.09

TIME CHARTER RATE

Per Day = \$ 9,000.00

INDICATED RATE PER TON

Per Voyage
 a. Time Charter = \$ 145,199.68
 b. Fuel Oil Cost = \$ 37,455.07
 c. Port Cost = \$ 14,289.09
 d. Management Fee & OH = \$ 9,847.19
 e. Profit = \$ 10,339.55
 Total = \$ 217,130.59

FREIGHT PER TON	= \$ 5.43
------------------------	------------------

FREIGHT RATE CALCULATION

SHIP : TUG & BARGE
DWT : 6,000 DWT
FROM : TARAHAN
TO : CIREBON

Nominal Loading Rate : 2,000.00 Ton/Hours
Sailing Distance : 272.00 NM
Gross Register Ton (GRT) : 5,000.00 RT
Anticipated Carrying Capacity : 6,000.00 Ton
Speed in Loading Condition : 6.00 Knot
Speed in Light Condition : 7.00 Knot
Discharging Rate : 83.33 Ton/Hours

CYCLE TIME OF VOYAGE

At Harbour / Mining Port

1. Loading : 3.00 Hour
2. Harbour Steaming : 2.00 Hour
3. Mooring/Unmooring : 2.00 Hour
4. Draft Survey : 1.00 Hour
Sailing Time : 45.33 Hour

At Harbour / Demand Port

1. Harbour Steaming : 2.00 Hour
2. Mooring/Unmooring : 2.00 Hour
3. Draft Survey : 1.00 Hour
4. Discharging : 72.00 Hour
Light Steaming : 38.86 Hour
Deviation (for bunker, etc.) : 3.00 Hour

Total Sailing	:	89.69 Hour	:	3.74 Days
At Port	:	82.50 Hour	:	3.44 Days
1 Cycle	:	172.19 Hour	:	7.17 Days

FUEL OIL COST

Fuel Oil Consumption / Day	Sailing	
	MFO =	0.00 KL
	MDO =	8.80 KL
	At Port	
	MFO =	0.00 KL
	MDO =	0.26 KL
Fuel Oil Consumption / Cycle	MFO =	0.00 KL
	MDO =	33.78 KL

Fuel Oil Cost / Cycle
Rp. 12,059,563.22
\$ 5,120.83

Fuel Oil Price per Ton MFO = Rp 271,482.00
MDO = Rp 420,000.00

BJ MFO = 0.85
BJ MDO = 0.85

1 Dolar=Rp. 2,355.00 (Currency)

PORT CHARGES / EXPENSES

- Anchor duration per Etmal 15 days = 1.04 Days
- Warf duration = \$ 0.00
- Pilot Fee / GRT = \$ 0.00
- Tug assist. Fee / hour = \$ 0.00

1. Anchorage dues	= \$	29.19
2. Quay dues	= \$	70.66
3. Piloted in/out	= \$	0.00
4. Tug assistance	= \$	0.00
5. Clearance in/out	= \$	150.00
6. Agency commission	= \$	250.00
7. Boat service	= \$	0.00
8. Tlx/Fax/Phone call, etc.	= \$	150.00
9. Hatch cleaning	= \$	0.00

	Sub Total	= \$	649.85
Two Port including VAT =	Total	= \$	1,429.68

TIME CHARTER RATE

Per Day = \$ 1,985.00

INDICATED RATE PER TON

Per Voyage	
a. Time Charter	= \$ 15,666.01
b. Fuel Oil Cost	= \$ 5,120.83
c. Port Cost	= \$ 1,429.68
d. Management Fee & OH	= \$ 1,110.83
e. Profit	= \$ 1,166.37
Total	= \$ 24,493.71

FREIGHT PER TON	= \$ 4.08
------------------------	------------------

FREIGHT RATE CALCULATION

SHIP : TUG & BARGE
 DWT : 6,000 DWT
 FROM : PULAU LAUT SELATAN
 TO : JATENG

Nominal Loading Rate	:	416.67	Ton/Hours
Sailing Distance	:	377.00	NM
Gross Register Ton (GRT)	:	5,000.00	RT
Anticipated Carrying Capacity	:	6,000.00	Ton
Speed in Loading Condition	:	6.00	Knot
Speed in Light Condition	:	7.00	Knot
Discharging Rate	:	83.33	Ton/Hours

CYCLE TIME OF VOYAGE

At Harbour / Mining Port						
1. Loading	:	14.40	Hour			
2. Harbour Steaming	:	2.00	Hour			
3. Mooring/Unmooring	:	2.00	Hour			
4. Draft Survey	:	1.00	Hour			
Sailing Time	:	62.83	Hour			
At Harbour / Demand Port						
1. Harbour Steaming	:	2.00	Hour			
2. Mooring/Unmooring	:	2.00	Hour			
3. Draft Survey	:	1.00	Hour			
4. Discharging	:	72.00	Hour			
Light Steaming	:	53.86	Hour			
Deviation (for bunker, etc.)	:	3.00	Hour			
Total						
Sailing	:	122.19	Hour	:	5.09	Days
At Port	:	93.90	Hour	:	3.91	Days
1 Cycle	:	216.09	Hour	:	9.00	Days

FUEL OIL COST

Fuel Oil Consumption / Day		
Sailing		
MFO =		0.00 KL
MDO =		8.80 KL
At Port		
MFO =		0.00 KL
MDO =		0.26 KL
Fuel Oil Consumption / Cycle		
MFO =		0.00 KL
MDO =		45.82 KL

Fuel Oil Cost / Cycle Rp. 16,357,902.28
 \$ 6,946.03

Fuel Oil Price per Ton MFO = Rp. 271,482.00
 MDO = Rp. 420,000.00

BJ MFO = 0.85
 BJ MDO = 0.85

1 Dolar=Rp. 2,355.00 (Currency)

PORT CHARGES / EXPENSES

- Anchor duration per Etmal 15 days	=	1.04	Days			
- Warf duration	=	0.00		\$ 0.00		
- Pilot Fee / GRT	=	0.00				
- Tug assist. Fee / hour	=	0.00				
1. Anchorage dues =\$ 33.23						
2. Quay dues =\$ 70.66						
3. Piloted in/out =\$ 0.00						
4. Tug assistance =\$ 0.00						
5. Clearance in/out =\$ 150.00						
6. Agency commission =\$ 250.00						
7. Boat service =\$ 0.00						
8. Tlx/Fax/Phone call, etc. =\$ 150.00						
9. Hatch cleaning =\$ 0.00						
				Sub Total	=	653.89
Two Port including VAT =				Total	=	1,438.55

TIME CHARTER RATE

Per Day =\$ 1,985.00

INDICATED RATE PER TON

Per Voyage		
a. Time Charter	=	\$ 19,659.98
b. Fuel Oil Cost	=	\$ 6,946.03
c. Port Cost	=	\$ 1,438.55
d. Management Fee & OH	=	\$ 1,402.23
e. Profit	=	\$ 1,472.34
Total	=	\$ 30,919.13

FREIGHT PER TON =\$ 5.15

FREIGHT RATE CALCULATION

SHIP : TUG & BARGE
 DWT : 6,000 DWT
 FROM : PULAU LAUT UTARA
 TO : JATENG

Nominal Loading Rate : 1,000.00 Ton/Hours
 Sailing Distance : 397.00 NM
 Gross Register Ton (GRT) : 5,000.00 RT
 Anticipated Carrying Capacity : 6,000.00 Ton
 Speed in Loading Condition : 6.00 Knot
 Speed in Light Condition : 7.00 Knot
 Discharging Rate : 83.33 Ton/Hours

CYCLE TIME OF VOYAGE

At Harbour / Mining Port
 1. Loading : 6.00 Hour
 2. Harbour Steaming : 2.00 Hour
 3. Mooring/Unmooring : 2.00 Hour
 4. Draft Survey : 1.00 Hour
 Sailing Time : 66.17 Hour
 At Harbour / Demand Port
 1. Harbour Steaming : 2.00 Hour
 2. Mooring/Unmooring : 2.00 Hour
 3. Draft Survey : 1.00 Hour
 4. Discharging : 72.00 Hour
 Light Steaming : 56.71 Hour
 Deviation (for bunker, etc.) : 3.00 Hour

Total	Sailing	: 128.38 Hour	: 5.35 Days
	At Port	: 85.50 Hour	: 3.56 Days
	1 Cycle	: 213.88 Hour	: 8.91 Days

FUEL OIL COST

Fuel Oil Consumption / Day	Sailing		
	MFO =	0.00 KL	
	MDO =	8.80 KL	
	At Port		
	MFO =	0.00 KL	
	MDO =	0.26 KL	
Fuel Oil Consumption / Cycle	MFO =	0.00 KL	
	MDO =	48.00 KL	

Fuel Oil Cost / Cycle	Rp.	17,135,749.06
	\$	7,276.33

Fuel Oil Price per Ton	MFO	= Rp	271,482.00
	MDO	= Rp	420,000.00

BJ MFO =	0.85
BJ MDO =	0.85

1 Dolar=Rp. 2,355.00 (Currency)

PORT CHARGES / EXPENSES

- Anchor duration per Etmal 15 days	=	1.04 Days	
- Warf duration	=	0.00	\$ 0.00
- Pilot Fee / GRT	=	0.00	
- Tug assist. Fee / hour	=	0.00	
1. Anchorage dues	=	\$ 30.26	
2. Quay dues	=	\$ 70.66	
3. Piloted in/out	=	\$ 0.00	
4. Tug assistance	=	\$ 0.00	
5. Clearance in/out	=	\$ 150.00	
6. Agency commission	=	\$ 250.00	
7. Boat service	=	\$ 0.00	
8. Tlx/Fax/Phone call, etc.	=	\$ 150.00	
9. Hatch cleaning	=	\$ 0.00	
Sub Total	=	\$ 650.91	
Two Port including VAT =	Total	=	\$ 1,432.01

TIME CHARTER RATE

Per Day = \$ 1,985.00

INDICATED RATE PER TON

Per Voyage			
a. Time Charter	=	\$ 19,458.97	
b. Fuel Oil Cost	=	\$ 7,276.33	
c. Port Cost	=	\$ 1,432.01	
d. Management Fee & OH	=	\$ 1,408.37	
e. Profit	=	\$ 1,478.78	
Total	=	\$ 31,054.46	

FREIGHT PER TON	=	\$	5.18
------------------------	----------	-----------	-------------

FREIGHT RATE CALCULATION

SHIP : TUG & BARGE
 DWT : 6,000 DWT
 FROM : PULAU LAUT SELATAN
 TO : TUBAN

Nominal Loading Rate	:	416.67	Ton/Hours
Sailing Distance	:	328.00	NM
Gross Register Ton (GRT)	:	5,000.00	RT
Anticipated Carrying Capacity	:	6,000.00	Ton
Speed in Loading Condition	:	6.00	Knot
Speed in Light Condition	:	7.00	Knot
Discharging Rate	:	83.33	Ton/Hours

CYCLE TIME OF VOYAGE

At Harbour / Mining Port			
1. Loading	:	14.40	Hour
2. Harbour Steaming	:	2.00	Hour
3. Mooring/Unmooring	:	2.00	Hour
4. Draft Survey	:	1.00	Hour
Sailing Time	:	54.67	Hour
At Harbour / Demand Port			
1. Harbour Steaming	:	2.00	Hour
2. Mooring/Unmooring	:	2.00	Hour
3. Draft Survey	:	1.00	Hour
4. Discharging	:	72.00	Hour
Light Steaming	:	46.86	Hour
Deviation (for bunker, etc.)	:	3.00	Hour
<hr/>			
Total	Sailing	107.02	Hour : 4.46 Days
	At Port	93.90	Hour : 3.91 Days
	1 Cycle	200.93	Hour : 8.37 Days

FUEL OIL COST

Fuel Oil Consumption / Day	Sailing	
	MFO =	0.00 KL
	MDO =	8.80 KL
	At Port	
	MFO =	0.00 KL
	MDO =	0.26 KL
<hr/>		
Fuel Oil Consumption / Cycle	MFO =	0.00 KL
	MDO =	40.26 KL

Fuel Oil Cost / Cycle	Rp.	14,372,585.61
	\$	6,103.01

Fuel Oil Price per Ton	MFO	= Rp 271,482.00
	MDO	= Rp 420,000.00

BJ MFO =	0.85
BJ MDO =	0.85

1 Dolar=Rp. 2,355.00 (Currency)

PORT CHARGES / EXPENSES

- Anchor duration per Etmal 15 days			
- Warf duration	=	1.04	Days
- Pilot Fee / GRT	= \$	0.00	\$ 0.00
- Tug assist. Fee / hour	= \$	0.00	
<hr/>			
1. Anchorage dues	= \$	33.23	
2. Quay dues	= \$	70.66	
3. Piloted in/out	= \$	0.00	
4. Tug assistance	= \$	0.00	
5. Clearance in/out	= \$	150.00	
6. Agency commission	= \$	250.00	
7. Boat service	= \$	0.00	
8. Tlx/Fax/Phone call, etc.	= \$	150.00	
9. Hatch cleaning	= \$	0.00	
	Sub Total	= \$	653.89
Two Port including VAT =	Total	= \$	1,438.55

TIME CHARTER RATE

Per Day = \$ 1,985.00

INDICATED RATE PER TON

Per Voyage	
a. Time Charter	= \$ 18,280.13
b. Fuel Oil Cost	= \$ 6,103.01
c. Port Cost	= \$ 1,438.55
d. Management Fee & OH	= \$ 1,291.08
e. Profit	= \$ 1,355.64
Total	= \$ 28,468.41

FREIGHT PER TON	= \$ 4.74
-----------------	-----------

FREIGHT RATE CALCULATION

SHIP : TUG & BARGE
 DWT : 6,000 DWT
 FROM : PULAU LAUT UTARA
 TO : GRESIK

Nominal Loading Rate : 1,000.00 Ton/Hours
 Sailing Distance : 333.00 NM
 Gross Register Ton (GRT) : 5,000.00 RT
 Anticipated Carrying Capacity : 6,000.00 Ton
 Speed in Loading Condition : 6.00 Knot
 Speed in Light Condition : 7.00 Knot
 Discharging Rate : 83.33 Ton/Hours

CYCLE TIME OF VOYAGE

At Harbour / Mining Port			
1. Loading	:	6.00 Hour	
2. Harbour Steaming	:	2.00 Hour	
3. Mooring/Unmooring	:	2.00 Hour	
4. Draft Survey	:	1.00 Hour	
Sailing Time	:	55.50 Hour	
At Harbour / Demand Port			
1. Harbour Steaming	:	2.00 Hour	
2. Mooring/Unmooring	:	2.00 Hour	
3. Draft Survey	:	1.00 Hour	
4. Discharging	:	72.00 Hour	
Light Steaming	:	47.57 Hour	
Deviation (for bunker, etc.)	:	3.00 Hour	
<hr/>			
Total Sailing	:	108.57 Hour	: 4.52 Days
At Port	:	85.50 Hour	: 3.56 Days
1 Cycle	:	194.07 Hour	: 8.09 Days

FUEL OIL COST

Fuel Oil Consumption / Day			
Sailing			
MFO =		0.00 KL	
MDO =		8.80 KL	
At Port			
MFO =		0.00 KL	
MDO =		0.26 KL	
<hr/>			
Fuel Oil Consumption / Cycle			
MFO =		0.00 KL	
MDO =		40.74 KL	

Fuel Oil Cost / Cycle Rp. 14,542,682.39
 \$ 6,175.24

Fuel Oil Price per Ton MFO = R271,482.00
 MDO = R420,000.00

BJ MFO = 0.85
 BJ MDO = 0.85

1 Dolar=Rp. 2,355.00 (Currency)

PORT CHARGES / EXPENSES

- Anchor duration per Etmal 15 days	=	1.04 Days	
- Warf duration	=		\$ 0.00
- Pilot Fee / GRT	=		\$ 0.00
- Tug assist. Fee / hour	=		\$ 0.00
<hr/>			
1. Anchorage dues	=	\$ 30.26	
2. Quay dues	=	\$ 70.66	
3. Piloted in/out	=	\$ 0.00	
4. Tug assistance	=	\$ 0.00	
5. Clearance in/out	=	\$ 150.00	
6. Agency commission	=	\$ 250.00	
7. Boat service	=	\$ 0.00	
8. Tlx/Fax/Phone call, etc.	=	\$ 150.00	
9. Hatch cleaning	=	\$ 0.00	
		Sub Total	= \$ 650.91
Two Port including VAT	=	Total	= \$ 1,432.01

TIME CHARTER RATE

Per Day = \$ 1,985.00

INDICATED RATE PER TON

Per Voyage	
a. Time Charter	= \$ 17,656.72
b. Fuel Oil Cost	= \$ 6,175.24
c. Port Cost	= \$ 1,432.01
d. Management Fee & OH	= \$ 1,263.20
e. Profit	= \$ 1,326.36
Total	= \$ 27,853.52

FREIGHT PER TON	= \$ 4.64
------------------------	------------------

FREIGHT RATE CALCULATION

SHIP : GEARLESS VESSEL
 DWT : 40,000 DWT
 FROM : TANAH MERAH
 TO : PAITON

Nominal Loading Rate : 1,000.00 Ton/Hours
 Sailing Distance : 501.00 NM
 Gross Register Ton (GRT) : 23,500.00 RT
 Anticipated Carrying Capacity : 40,000.00 Ton
 Speed in Loading Condition : 13.00 Knot
 Speed in Light Condition : 13.00 Knot
 Discharging Rate : 1,750.00 Ton/Hours

CYCLE TIME OF VOYAGE

At Harbour / Mining Port
 1. Loading : 40.00 Hour
 2. Harbour Steaming : 2.00 Hour
 3. Mooring/Unmooring : 2.00 Hour
 4. Draft Survey : 1.00 Hour
 Sailing Time : 38.54 Hour
 At Harbour / Demand Port
 1. Harbour Steaming : 2.00 Hour
 2. Mooring/Unmooring : 2.00 Hour
 3. Draft Survey : 1.00 Hour
 4. Discharging : 22.86 Hour
 Light Steaming : 38.54 Hour
 Deviation (for bunker, etc.) : 6.00 Hour

Total	Sailing	: 84.08 Hour	: 3.50 Days
	At Port	: 71.86 Hour	: 2.99 Days
	1 Cycle	: 155.93 Hour	: 6.50 Days

FUEL OIL COST

Fuel Oil Consumption / Day	Sailing	
	MFO =	31.58 KL
	MDO =	2.50 KL
	At Port	
	MFO =	0.00 KL
	MDO =	2.50 KL
Fuel Oil Consumption / Cycle	MFO =	110.63 KL
	MDO =	16.24 KL

Fuel Oil Cost / Cycle Rp. 40,275,049.84
 \$ 17,101.93

Fuel Oil Price per Ton MFO = Rp356,560.00
 MDO = Rp488,560.00

BJ MFO = 0.85
 BJ MDO = 0.85

1 Dolar=Rp. 2,355.00 (Currency)

PORT CHARGES / EXPENSES

- Anchor duration per Etmal 15 days
 - Warf duration = 9.71 Days
 - Pilot Fee / GRT =\$ 17.41 \$ 5.60
 - Tug assist. Fee / hour =\$ 385.99

1. Anchorage dues	=\$ 119.51
2. Quay dues	=\$ 3,100.60
3. Piloted in/out	=\$ 269.41
4. Tug assistance	=\$ 1,543.96
5. Clearance in/out	=\$ 150.00
6. Agency commission	=\$ 250.00
7. Boat service	=\$ 150.00
8. Tlx/Fax/Phone call, etc.	=\$ 150.00
9. Hatch cleaning	=\$ 600.00
Sub Total	=\$ 6,333.48
Two Port including VAT = Total	=\$ 13,933.66

TIME CHARTER RATE

Per Day =\$ 9,000.00

INDICATED RATE PER TON

Per Voyage	
a. Time Charter	=\$ 64,322.80
b. Fuel Oil Cost	=\$ 17,101.93
c. Port Cost	=\$ 13,933.66
d. Management Fee & OH	=\$ 4,767.92
e. Profit	=\$ 5,006.32
Total	=\$ 105,132.63

FREIGHT PER TON =\$ 2.63

FREIGHT RATE CALCULATION

SHIP : GEARLESS VESSEL
 DWT : 40,000 DWT
 FROM : TANJUNG BARA
 TO : PAITON

Nominal Loading Rate : 416.67 Ton/Hours
 Sailing Distance : 970.00 NM
 Gross Register Ton (GRT) : 23,500.00 RT
 Anticipated Carrying Capacity : 40,000.00 Ton
 Speed in Loading Condition : 13.00 Knot
 Speed in Light Condition : 13.00 Knot
 Discharging Rate : 1,750.00 Ton/Hours

CYCLE TIME OF VOYAGE

At Harbour / Mining Port			
1. Loading	:	96.00 Hour	
2. Harbour Steaming	:	2.00 Hour	
3. Mooring/Unmooring	:	2.00 Hour	
4. Draft Survey	:	1.00 Hour	
Sailing Time	:	74.62 Hour	
At Harbour / Demand Port			
1. Harbour Steaming	:	2.00 Hour	
2. Mooring/Unmooring	:	2.00 Hour	
3. Draft Survey	:	1.00 Hour	
4. Discharging	:	22.86 Hour	
Light Steaming	:	74.62 Hour	
Deviation (for bunker, etc.)	:	6.00 Hour	
<hr/>			
Total Sailing	:	156.23 Hour	: 6.51 Days
At Port	:	127.86 Hour	: 5.33 Days
1 Cycle	:	284.09 Hour	: 11.84 Days

FUEL OIL COST

Fuel Oil Consumption / Day	Sailing	
	MFO =	31.58 KL
	MDO =	2.50 KL
	At Port	
	MFO =	0.00 KL
	MDO =	2.50 KL
Fuel Oil Consumption / Cycle	MFO =	205.57 KL
	MDO =	29.59 KL

Fuel Oil Cost / Cycle Rp. 74,593,458.72
 \$ 31,674.50

Fuel Oil Price per Ton MFO = Rp356,560.00
 MDO = Rp488,560.00

BJ MFO = 0.85
 BJ MDO = 0.85

1 Dolar=Rp. 2,355.00 (Currency)

PORT CHARGES / EXPENSES

- Anchor duration per Etmal 15 days	=	9.71 Days	
- Warf duration	=	\$ 17.41	\$ 5.60
- Pilot Fee / GRT	=	\$ 385.99	
- Tug assist. Fee / hour	=	\$ 212.64	
1. Anchorage dues	=	\$ 3,100.60	
2. Quay dues	=	\$ 269.41	
3. Piloted in/out	=	\$ 1,543.96	
4. Tug assistance	=	\$ 150.00	
5. Clearance in/out	=	\$ 250.00	
6. Agency commission	=	\$ 150.00	
7. Boat service	=	\$ 150.00	
8. Tlx/Fax/Phone call, etc.	=	\$ 600.00	
9. Hatch cleaning	=	\$ 6,426.61	
	Sub Total	=	\$ 14,138.55
Two Port including VAT =	Total	=	\$ 9,000.00

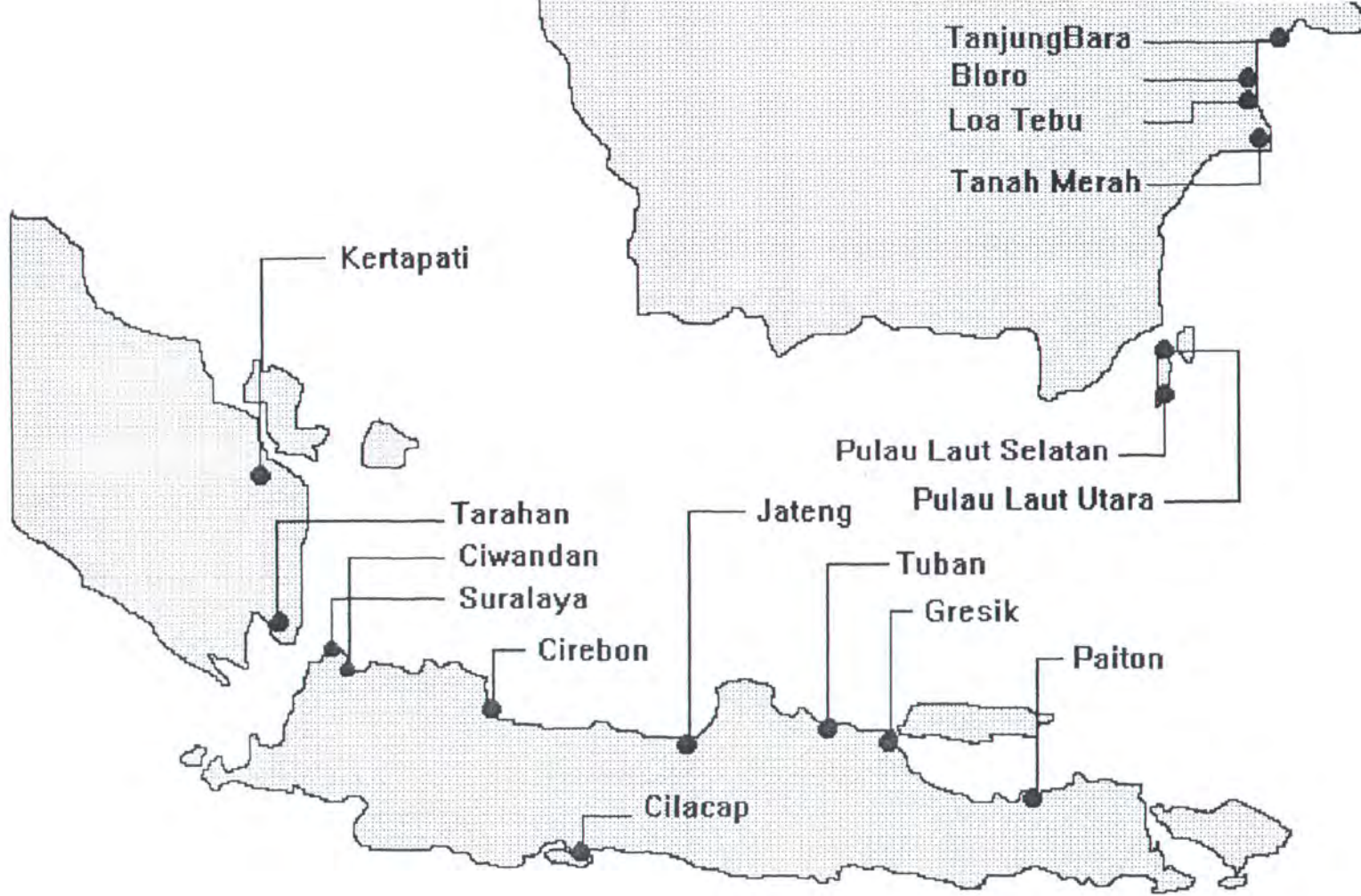
TIME CHARTER RATE

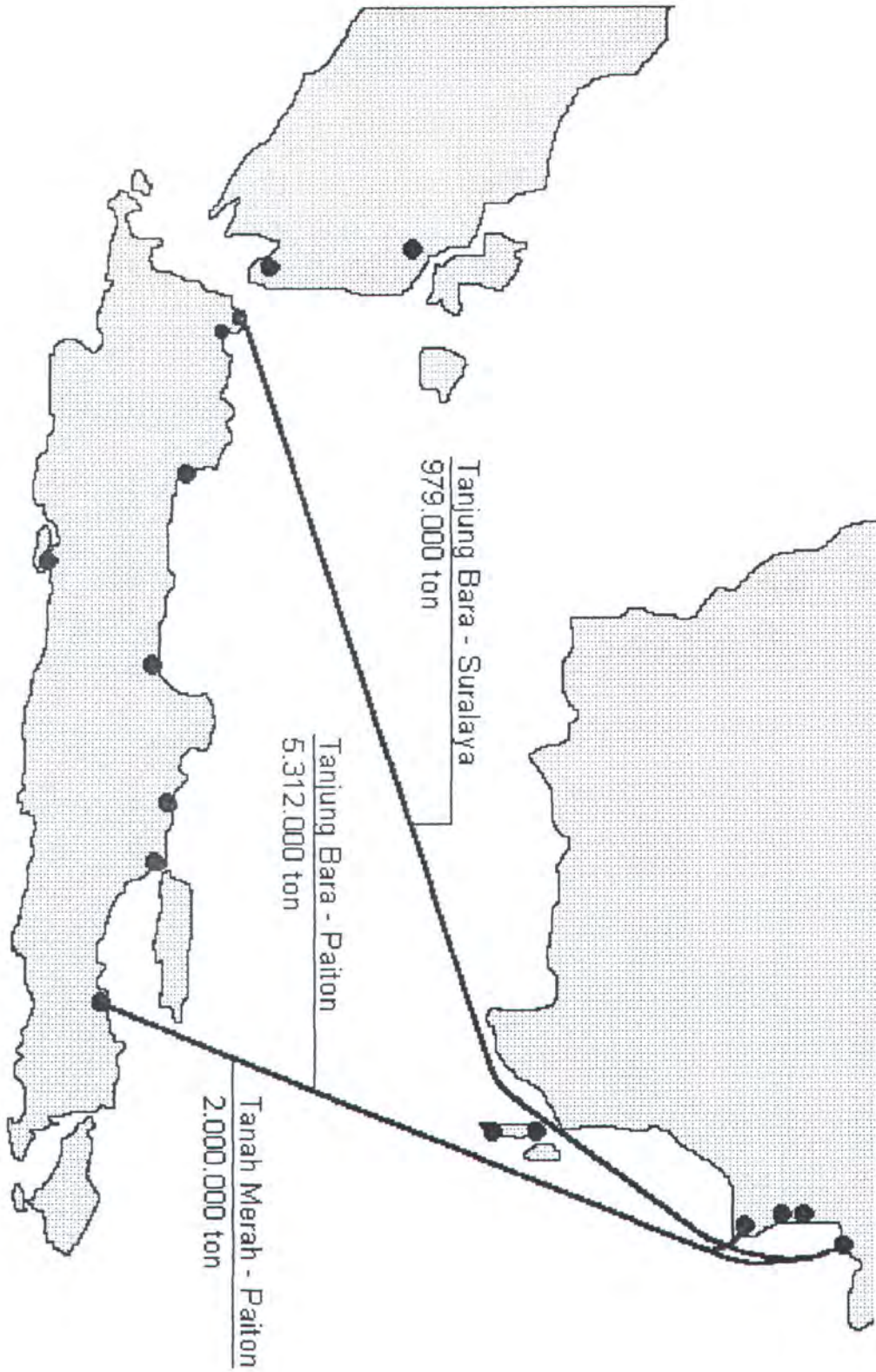
Per Day = \$ 9,000.00

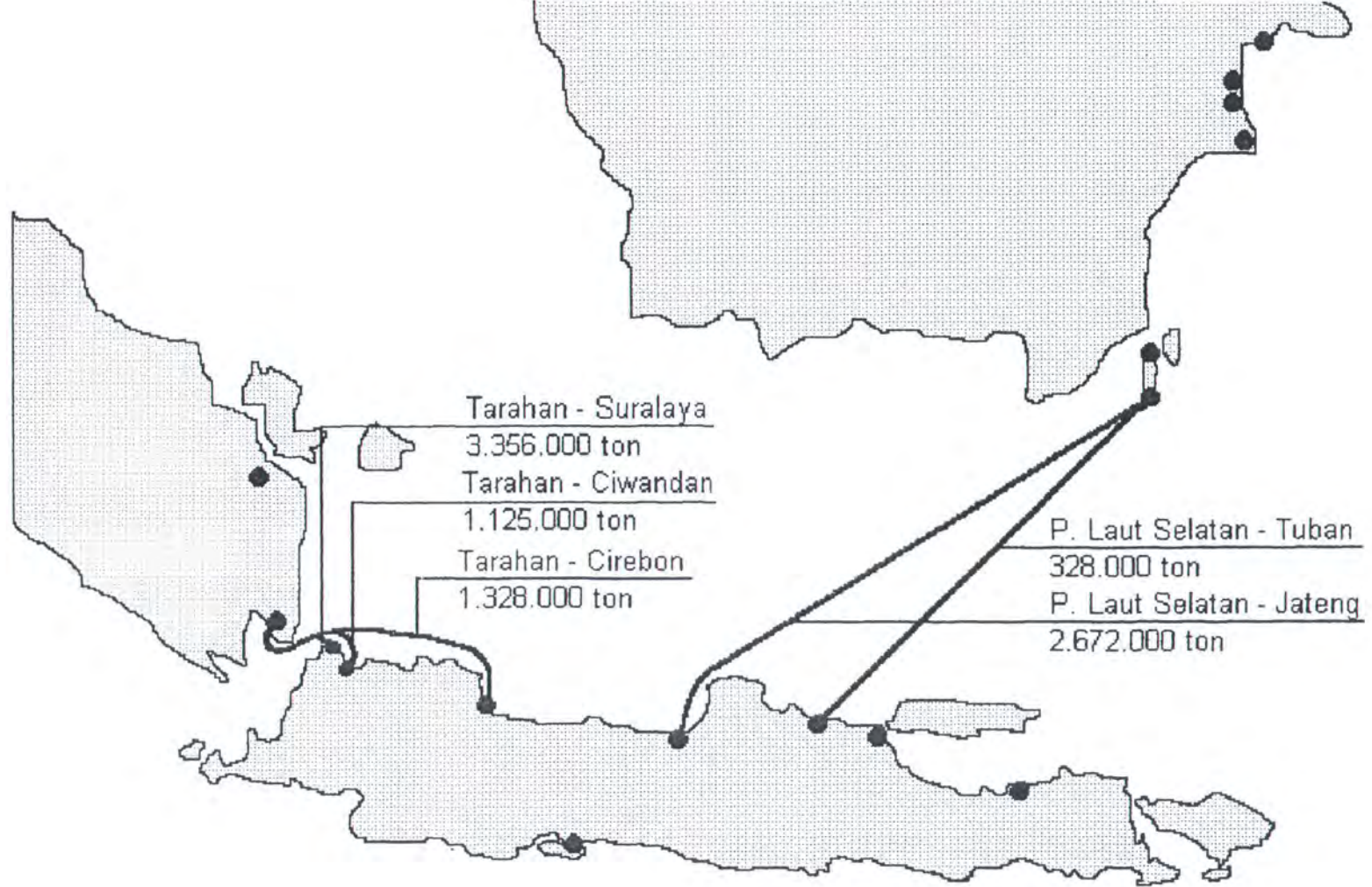
INDICATED RATE PER TON

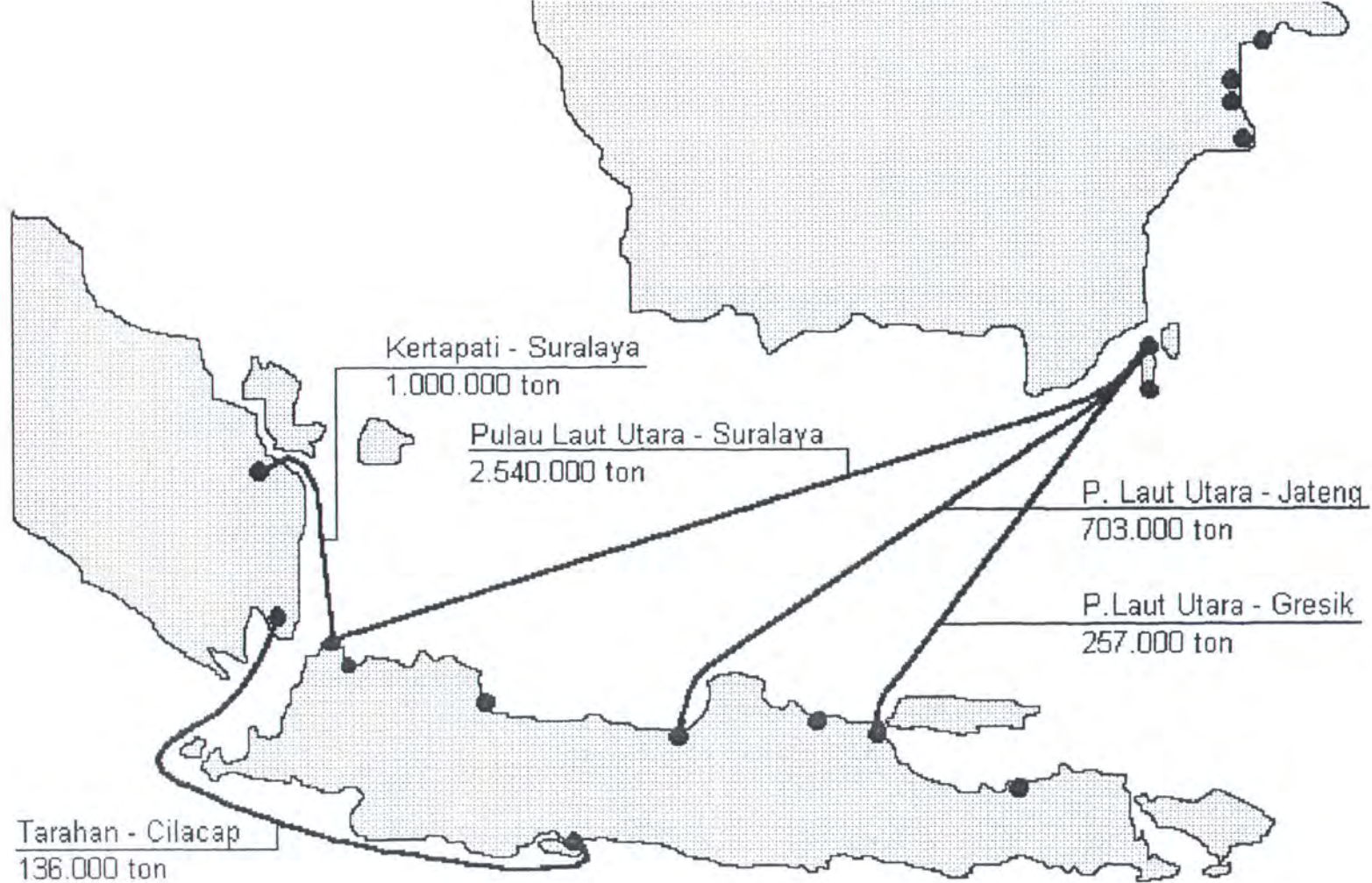
Per Voyage	
a. Time Charter	= \$ 117,185.95
b. Fuel Oil Cost	= \$ 31,674.50
c. Port Cost	= \$ 14,138.55
d. Management Fee & OH	= \$ 8,149.95
e. Profit	= \$ 8,557.45
Total	= \$ 179,706.40

FREIGHT PER TON = \$ 4.49











FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN ITS

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

DAFTAR KEMAJUAN TUGAS AKHIR (NA 1701)

Nama mahasiswa : Arif Budimartoyo
N.R.P. : 4904100332
Tugas diberikan : Semester Gasal 19 95 . / 19 96.
Tanggal mulai tugas : 21 September 1995
Tanggal selesai tugas : 01 Maret 1996.
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Setijoprajudo, MSE
2.

Tanggal	Uraian Kemajuan Tugas	Tanda Tangan
30 / 9 1995	Pengambilan tugas dan konsultasi awal	<i>Arif Budimartoyo</i>
16 / 10 1995	Konsultasi permasalahan dan dasar teori	<i>Arif Budimartoyo</i>
19 / 10 1995	Konsultasi data dan sumber data, serta masalah penggunaan metode penyelesaian.	<i>Arif Budimartoyo</i>
15 / 11 1995	Evaluasi hasil pencarian data dan konsultasi pengolahan data.	<i>Arif Budimartoyo</i>
30 / 11 1995	Konsultasi BAB I	<i>Arif Budimartoyo</i>
9 / 12 1995	Konsultasi BAB II	<i>Arif Budimartoyo</i>
18 / 12 1995	Konsultasi BAB III	<i>Arif Budimartoyo</i>
7 / 2 1996	Konsultasi BAB III	<i>Arif Budimartoyo</i>

lihat halaman berikutnya

