PENERAPAN METODE TRANSPORTASI UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA TOTAL PENGIRIMAN BATUBARA PADA KALORI LIMA RIBU DELAPAN RATUS

(Studi Kasus pada PT. JAYA MAJU BERSAMA, Kalimantan Selatan)

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana S1 pada Jurusan Teknik Industri



Disusun oleh :

Nama : Muhammad Ramadhan

No. Mahasiswa : 05 522 185

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2011

LEMBAR PENGAKUAN

Demi Allah SWT, Saya akui karya ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika kemudian hari terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, April 2011

Muhammad Ramadhan
05 522 185

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Penerapan Metode Transportasi Untuk Meminimumkan Biaya Total Pengiriman Batubara Pada Kalori Lima Ribu Delapan Ratus

(Studi Kasus pada PT. JAYA MAJU BERSAMA, Kalimantan Selatan)

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Nama : MUHAMMAD RAMADHAN

No. Mahasiswa : 05 522 185

Yogyakarta, Maret 2011

Pembimbing

(Ir. Elisa Kusrini, M.T.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin**,** atas izin **ALLAH SWT** tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Kupersembahkan hasil karyaku ini kepada:

Orang - orang yang menjadi motivasi hidup saya selama ini.
Bapak, Mama, Ririn, Dhiya, Mufi,Nuy
dan sepupu – sepupu ku yang lucu Surya, Jesy dan Tifa

Terima kasih atas doa dan supportnya sampai detik ini.

HALAMAN MOTTO

“ Siapa pun yang tunduk kepada Allah dan Rasul-Nya dan takut kepada Allah dan bertakwa kepada-Nya, mereka lah orang yang berbahagia. “

(Terjemahan Surat An – Nuur : 52)

“Dan jika Allah hendak menimpakan kemudaratan kepadamu, tak ada yang mampu menghalanginya, kecuali Dia. Sebaliknya, jika Ia menghendaki kebaikan untukmu, tak ada yang mampu menolak karunia-Nya. Dia melimpahkan karunia-Nya kepada hamba yang Ia kehendaki. Dia Maha Pengampun lagi Maha Penyayang. “

(Terjemahan Surat Yuunus : 107)

“ Dan barangsiapa bertawakal kepada Allah niscaya Allah akan mencukupkan

(keperluan)nya “

(Terjemahan Surat Ath – Thalaq : 3)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

Assalamu,alaikum wr.wb

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, berkah, petunjuk serta kemudahan, sehingga saya akhirnya dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul " Penerapan Metode Transportasi Untuk Meminimumkan Total Biaya Pengiriman Batubara Pada Kalori Lima Ribu Delapan Ratus " ini.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kami Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat, dan pengikut beliau hingga akhir zaman.

Dalam kesempatan ini, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, membantu, dan mendoakan saya dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.

1. Bapak Ir. Gumbolo Hadi Susanto, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia
2. Bapak Ibnu Mastur selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia
3. Ibu Ir. Elisa Kusrini M.T. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Nuralam selaku pemilik PT. JMB yang telah menerima saya dengan tangan terbuka. Dan semua staff PT. JMB yang telah membantu dalam proses pengambilan data.

5. Bapak Budy dan Ibu Nuaini yang senantiasa memberikan kasih sayang, dukungan, dorongan, dan perhatian yang positif dalam segala hal yang dilakukan oleh putra-putrinya
6. Semua pihak yang belum tersebutkan yang telah mendukung penyusunan Tugas Akhir ini.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu saran dan kritik yang halus dari rekan – rekan mahasiswa, dosen dan berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini menjadi amal yang baik dan diterima oleh Allah, serta semoga Tugas Akhir ini bermanfaat buat kita semua kedepannya.

Wassalamu'alaikum wr. Wb

Yogyakarta, April 2011

Penulis

Muhammad Ramadhan

ABSTRAKSI

Penelitianinidilakukan di PT jaya Maju Bersama daerah Kalimantan Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah unuk meminimumkan biaya pengiriman batu bara dengan menggunakan metode transportasi. Dan setelah mendapatkan hasil dari metode transportasi terssebut maka hasil yang didapatkan di optimasikan lagi dengan menggunakan metode *MODI*.terdapat dua skenario yaitu sekenario awal yang sesuai dengan keadaan lapangan dan skenario usulan yang di kondisikan divisi satu dan divisi dua mengalami penggabungan. Hasil yang didapat pada skenaro awal dan skenario akhir adalah sama yaitu sebesar Rp 29.209.000.000 dengan biaya penghematan sebesar Rp 1.741.000.000

Kata kunci: MetodeTransportasi, meminimumkan, MODI, Optmasi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGAKUAN ii

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING iii

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI iv

HALAMAN PERSEMBAHAN v

MOTTO vii

KATA PENGANTAR viii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR GAMBAR xv

ABSTRAKSI xvi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 1

1.3 Batasan Masalah 2

1.4 Tujuan Penelitian 2

1.5 Manfaat Penelitian 3

1.6 Sistematika Penulisan 3

BAB II LANDASAN TEORI 5

2.1 Transportasi 5

2.2 Persoalan Transportasi 6

2.3 Model Transportasi 6

	2.4	Keseimbangan Model Transportasi	8
	2.5	Metode yang Digunakan Dalam Pemecahan Transportasi.	8
	2.5.1	*North West Corner*.....	9
	2.5.2	*Least Cost*.....	12
	2.5.3	*Vogel' s Approximation*..... ..	15
	2.6	Menghitung Indeks Perbaikan dengan menggunakan *MODI*	19
	2.7	Metode Peramalan.....	21
	2.7.1	Pengertian Peramalan.....	21
	2.7.2	Pengklasifikasian Metode Peramalan..... . ..	22
	2.7.3	Metode Peramalan Yang Digunakan.....	24
BAB III		METODOLOGI PENELITIAN	26
	3.1	Studi Pustaka	26
	3.2	Obyek Penelitian	26
	3.3	Identifikasi Masalah	22
	3.4	Pengumpulan Data.....	27
	3.5	Pengolahan Data	27
		3.5.1 Langkah-langkah Pengolahan Data.....	28
	3.6	Tahap Analisa	28
	3.7	Kesimpulan dan Rekomendasi	28
	3.8	Diagram Alir penelitian	30
BAB IV		PENGUMPULAN & PENGOLAHAN DATA	31
	4.1	Gambaran Umum Perusahaan	31
	4.2	Pengumpulan Data.....	36
	4.3	Pengolahan Data	39
	4.3.1	Peramalan Penjualan Bulan September Sampai Desember	39

4.3.1.1 Peramalan Metode *Linear Trend*..... 39
4.3.1.2 Peramalan Metode *Trend Exponential* 41
4.3.1.3 Peramalan Metode *Moving Average* 43
4.3.2 Perbandingan *Mean Square Error*……..... 45
4.3.3 Hasil Peramalan Wilayah Pemasaran..... 46
4.3.4 Solusi Awal Sebelum Penerapan Metode Transportasi Usulan.48
4.3.5 Pemecahan Masalah Dengan Metode Transportasi Usulan Kondisi Normal..... 56
4.3.5.1 Metode *North West Corner* Kondisi Normal……..... 57
4.3.5.2 Metode *Least Cost* Kondisi Normal …… 62
4.3.5.3 Metode *VAM* Kondisi Normal. …… 67
4.3.6 Pemecahan Masalah Dengan Metode Transportasi Usulan Kondisi Usulan..... 77
4.3.6.1 Metode *North West Corner* Kondisi Usulan…….…….... 77
4.3.6.2 Metode *Least Cost* Kondisi Usulan. …… 81
4.3.6.3 Metode *VAM* Kondisi Usulan.. …… 85

BAB V PEMBAHASAN ..... …. 97
5.1 Pembahasan Dari Metode Transportasi Usulan ..... …. 97
5.2 Optimasi Metode Transportasi Usulan Dengan MODI……... 98
5.2 Optimasi Metode Transportasi Usulan Dengan MODI……... 98
5.2.1. Metode *MODI* Untuk Kondisi Normal 98
5.2.1.1 Metode *MODI* Untuk *North West Corner* Kondisi Normal .. 98
5.2.1.2 Metode *MODI* Untuk *Least Cost* Kondisi Normal ……. 99
5.2.1.3 Metode *MODI* Untuk *VAM* Kondisi Normal …….. 108
5.2.2 Metode MODI Kondisi Usulan.....……... 109
5.2.2.1 Metode *MODI* Untuk *North West Corner* Kondisi Usulan. . 109

5.2.2.2 Metode *MODI* Untuk *Least Cost* Kondisi Usulan. ……. 111

5.2.2.3 Metode *MODI* Untuk *VAM* Kondisi Usulan. …….. 121

BAB VI PENUTUP ..... ….. 125

6.1 Kesimpulan ..... ….. 125

6.2 Rekomendasi ..... ….. 125

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Keadaan ekonomi yang belum menentu memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kelangsungan operasi seluruh perusahaan. Berbagai masalah yang timbul akan membuat perusahaan sulit untuk tetap bertahan. Oleh karena itu untuk dapat bersaing perusahaan harus melakukan penghematan di segala bidang, salah satunya adalah penghematan dalam bidang transportasi untuk menurunkan biaya pengiriman produk/komoditi.

Masalah transportasi sendiri merupakan salah masalah serius yang sering dihadapi perusahaan karena tidak adanya koordinasi dalam pengiriman barang. Sehingga memungkinkan terjadinya pembengkakan biaya.

Kondisi ini dialami juga oleh PT. Jaya Maju Bersama, yang menangani penambangan dan pendistribusian batubara untuk daerah pemasarannya. Dalam memenuhi kebutuhan pasar, PT. Jaya Maju Bersama memiliki dua daerah sumber yaitu sumber yang ada di Tegal Rejo dan Asam – Asam. Kedua sumber ini belum memiliki alokasi pengiriman yang optimal. Sehingga kemungkinan terjadinya pembengkakan biaya.

Upaya yang harus dilakukan oleh perusahaan untuk mengatasi masalah ini, salah satunya adalah dengan menjamin kelancaran pendistribusian, keefektifan dan keefisiensian pengiriman. Dengan demikian usaha untuk terus bertahan dengan pesaing lain dapat terus berjalan sesuai dengan sasaran.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang masalah di atas maka dapat ditentukan rumusan masalah antara lain:

1. Apakah penerapan metode transportasi dapat meminimumkan biaya pengiriman dengan menentukan pola distribusi yang optimal

2. Berapa alokasi komoditi yang optimal untuk tiap – tiap daerah pemasaran
3. Berapa biaya pengiriman sebelum dan sesudah analisa

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan menjadi lebih terfokus, maka perlu adanya batasan-batasan masalah antara lain:

1. Penelitian ini dilakukan di PT. Jaya Maju Bersama yang berlokasi di kawasan penambangan batubara, Tegal Rejo, Kalimantan Selatan.
2. Obyek penelitian adalah biaya transportasi yang terjadi dari jual beli batubara dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan wilayah pemasaran.
3. Data permintaan yang diambil adalah data permintaan dari bulan Januari 2010 sampai dengan bualan Agustus 2010.
4. Biaya transportasi yang diambil adalah biaya transportasi wilayah pemasaran yang dipilih ysitu daerah yang ada dipulau Jawa
5. Metode yang digunakan adalah pendekatan Metode transportasi yang meliputi Metode *North West Corner* (*NWC*), *Least Cost* (Biaya/ongkos Terkecil), *Vogel's Approximation* (VAM) .
6. Metode peramalan yang digunakan yaitu *Linear Trend, Trend Exponential*, *Moving Average*.
7. Biaya transportasi bersifat konstan setiap bulannya.
8. Data permintaan hanya pada batubara berkalori 5800 – 5600. Kalori ini dipilih karena banyak digunakan.
9. Metode pengumpulan data adalah metode observasi dan wawancara.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan-tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan pola distribusi yang optimal dengan penerapan metode transportasi sehingga dapat meminimumkan biaya pengiriman.
2. Memberikan pedoman alokasi komoditi untuk tiap – tiap daerah pemasaran.
3. Membandingkan total biaya awal sebelum analisa dengan biaya sesudah analisa.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah:

1. Memberikan kesempatan dan pengalaman bagi mahasiswa untuk mempraktekkan teori yang telah dipelajari selama masa perkuliahan.
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan pedoman bagi perusahaan dalam pengambilan keputusan.
3. Dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi perusahaan untuk menentukan pola jalur distribusi dan alokasi komoditi kedaerah pemasaran.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk lebih terstrukturnya penulisan tugas akhir ini maka selanjutnya sistematika penulisan ini disusun sebagai berikut:

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Di samping itu juga memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, pembangunan, dan pengembangan model, bahan atau materi, alat, tata cara penelitian, dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisis data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Sub bab

ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil.

BAB V PEMBAHASAN

Melakukan Pembahasan hasil yang telah diperoleh dalam penelitian dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Daftar Tabel

Daftar Gambar

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Transportasi

Secara umum transportasi bisa diartikan sebagai perpindahan suatu barang atau manusia dari satu tempat lainnya dengan menggunakan suatu fasilitas atau wahana yang digerakan oleh tenaga mesin atau manusia. Dalam kasus ini transportasi yang di maksud itu adalah teknik pengalokasian dan penyeimbangan antara kebutuhan pasar (*demand*) dan kapasitas produksi suatu sumber dengan cara mealokasikan kapasitas produksi kepada sumber tujuan yang tepat sehingga hasil yang didapat yaitu berupa biaya pengiriman atau transportasi yang *minimum*.

Model transportasi ini berkaitan dengan penentuan rencana biaya terendah untuk mengirimkan produk/komoditi dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan. Alokasi produk ini harus diatur sedemikian rupa karena terdapat perbedaan biaya – biaya alokasi dari satu sumber ke tujuan yang berbeda – beda.

2.2. Persoalan Transportasi

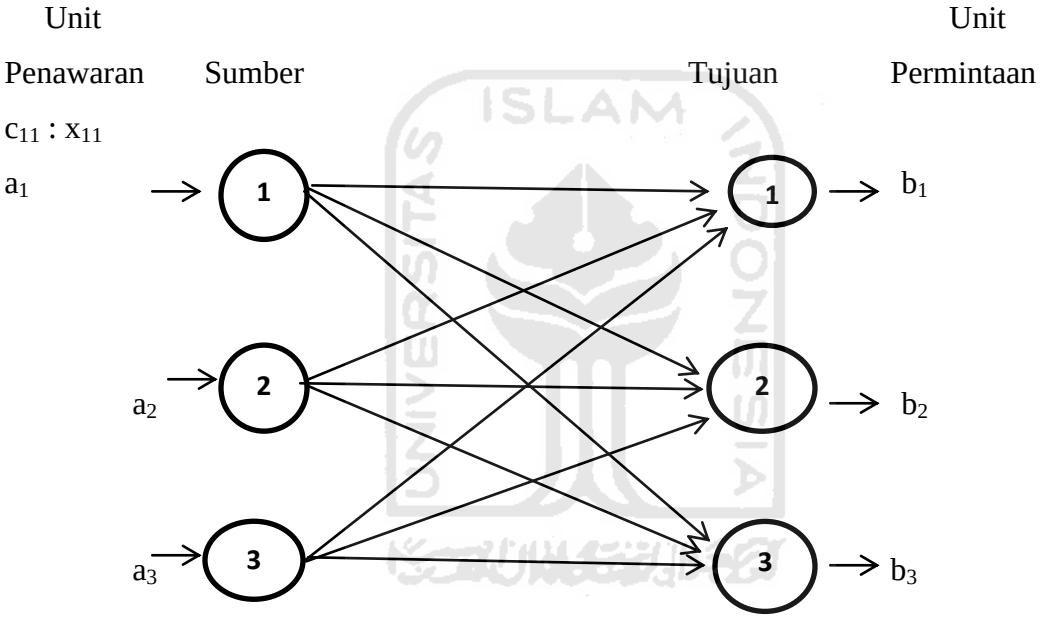
Persoalan transportasi membahas masalah pendistribusian suatu komoditi atau produk dari sejumlah sumber (*supply*) ke sejumlah tujuan (*destination*, *demand*), dengan tujuan meminimumkan ongkos pengiriman yang terjadi.

Ciri – ciri khusus persoalan transportasi ini adalah :

1. Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan.
2. Kuantitas komoditi atau produk yang didistribusikan dari setiap sumber dan produk yang dibutuhkan atau diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu.
3. Komoditi (produk) yang dikirim atau diangkut dari satu sumber ke suatu tujuan, besarnya sesuai dengan permintaan dan kapasitas sumber.
4. Biaya transportasi komoditi (produk) dari sumber ke tujuan besarnya tertentu.

2.3. Model Transportasi

Model transportasi jika digambarkan maka akan terdapat sebuah jaringan *m* sumber dan *n* tujuan. Sebuah sumber atau tujuan diwakili oleh sebuah *node*. Sedangkan busur yang mengghubungkan sebuah sumber dan sebuah tujuan mewakili rute pengiriman komoditi (produk) tersebut. Jumlah penawaran di sumber *i* adalah a_1 dan permintaan di tujuan *j* adalah b_j. Biaya Transportasi transportasi antara sumber *i* dan *j* adalah C_{ij}. Sedangkan x_{ij} mewakili jumlah barang yang di kirim dari sumber *i* ke tujuan *j*. Secara sistematis dapat di lihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Model Jaringan Transportasi

Maka formulasi dalam *programlinier* sebagai berikut :

Memaksimasikan $$Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}X_{ij}$$

Dengan batasan :

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} \leq a_1, \quad \text{i} = 1,2, \ldots\ldots, \text{m}$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} \leq b_j, \quad j = 1,2, \ldots\ldots, n$$

$X_{ij} \geq 0$, untuk semua *i* dan *j*

Dengan :

Z = Fungsi Tujuan

a_1 = Kapasitas sumber ke *i*

b_j = Kapasitas permintaan tujuan di *j*

C_{ij} = Biaya transportasi per unit dari sumber *i* ke tujuan *j*

X_{ij} = Jumlah unit yang terkirim dari sumber *i* ke tujuan *j*

Rumusan persoalan transportasi itu sendiri dapat dilihat dalam bentuk *matrix* (tabel transportasi) seperti pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Tabel Transportasi

Sumber	Tujuan				Jumlah Penawaran
	1	2	…	4	
1	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}	…	C_{1n} X_{1n}	a_1
2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}	…	C_{2n} X_{2n}	a_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
4	C_{31} X_{m1}	C_{32} X_{m2}	…	C_{3n} X_{mn}	a_m
Jumlah permintaan	b_1	b_2	…	b_n	$\sum a_1 = \sum b_j$

2.4. Keseimbangan Model Transportasi

Suatu model transportasi dikatakan seimbang ketika total sumber(*supply*) sama dengan total tujuan(*demand*), yakni dengan formulasi

$$\sum_{i=1}^{m} a_1 = \sum_{j=1}^{n} b_j$$

Dalam persoalan yang sebenarnya, batasan ini tidak selalu terpenuhi, jumlah penawaran atau persediaan mungkin lebih besar atau lebih kecil daripada jumlah yang diminta. Jika hal ini terjadi, maka model persoalannya disebut model yang tidak seimbang(*unbalanced*). Batasan di atas dikemukakan hanya karena batasan tersebut menjadi dasar dalam pengembangan teknik transportasi.

Namun setiap persoalan transportasi dapat saja dibuat seimbang, dengan cara memasukkan *variable artificial*(semu). Jika jumlah kebutuhan melebihi jumlah persediaan(jumlah *demand* > jumlah *supply*), maka dibuat suatu sumber *dummy* yang akan men – *supply* kekurangan tersebut, yaitu sebanyak

Biaya transportasi per *unit* (C_{ij}) dari sumber *dummy* ke seluruh tujuan ataupun dari semua sumber ke tujuan *dummy* adalah nol. Hal ini karena pada kenyataannya dari sumber *dummy* atau ke tujuan *dummy* tidak terjadi pengiriman komoditi/produk.

Jika pada suatu persoalan transportasi dinyatakan bahwa sumber ke *I* tidak dilakukan atau tidak boleh terjadi pengiriman ke tujuan 1, maka dinyatakan dengan harga M yang besarnya tidak terhingga.

2.5. Metode Yang Digunakan Dalam Pemecahan Transportasi

Dalam pemecahan masalah transportasi ini, penulis menggunakan metode *NCR* (*Northwest Corner*), metode *Least Cost* (ongkos terkecil), metode *VAM* dan di hitung *indeks* perbaikannya dengan metode *MODI* untuk kemudian diambil total keuntungan yang paling maximum. Penulis menggunakan metode ini dapat memberikan pemecahan awal yang lebih baik, dalam arti bahwa nilai fungsi tujuan yang bersangkutan adalah lebih kecil.

Langkah – langkah untuk menyelesaikan persoalan transportasi adalah sebagai berikut:

1. Tentukan solusi fisibel basis awal
2. Tentukan *Entering variable* dari *variable – variable nonbasis*. Bila semua *variable* sudah memenuhi kondisi *optimum*, *STOP*. Bila belum lanjutkan ke langkah 3(tiga)
3. Tentukan *Leaving variable* diantara *variable – variable basis* yang ada, kemudian hitung solusi yang baru. Kembali ke langkah 2(dua)

2.5.1 *Metode North West Corner (NCR)*

Metode *North West Corner* merupakan metode yang di gunakan dalam menyelesaiakn permasalahan transportasi dengan cara menentukan solusi awal yang pengalokasiaannya dimulai dari pojok bara laut (*North West Corner*). Metode ini dimulai dari pojok kiri atas sampai pojok kanan bawah, alokasi kapasitas atau kebutuhan dimulai dari pojok kiri atas sebesar kapasitas atau kebutuhan minimal.

Langkah – langkah dalam menyelesaikan metode North West Corner :

a. Alokasikan nilai demand (permintaan) disesuaikan dengan nilai supply (persediaan) yang ada, letakkan pada baris 1 dan kolom1.
b. Coret baris atau kolom yang nilai permintaan atau nilai persediaan yang bernilai nol (karena baris atau kolom tersebut sudah tidak terpakai lagi). Jika ada dua atau lebih nilai persediaan dan nilai permintaan yang bernilai nol, maka pilih salah satu baris atau kolom untuk dicoret secara sembarang.
c. Alokasikan nilai persediaan disesuaikan dengan nilai permintaan di bawah kolom atau sebelah kanan baris yang tidak dicoret.
d. Ulangi langkah b dan c sampai semua nilai permintaan dan persediaan telah semua dialokasikan.
e. Carilah nilai biaya minimum dengan menjumlahkan seluruh alokasi yang ada dengan cara mengalikan alokasi dengan total keuntungan.

Untuk mempermudah penjelasan metode NCR, berikut ini akan dipergunakan contoh suatu pabrik yaitu pabrik A, B don C, perusahaan menghadapi masalah alokasi produk tersebut ke daerah penjualannya yaitu daerah 1,2 dan 3. Kapasitas pabrik, kebutuhan daerah penjualan dan biaya pengangkutan dari tiap-tiap pabrik ke daerah penjualan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.2 Kapasitas Pabrik A, B, C

Pabrik	Kapasitas Produksi tiap bulan (ton)
A	35
B	40
C	40
Jumlah	115

Tabel 2.3 Kebutuhan daerah penjualan 1, 2, 3

Pabrik	Kapasitas Produksi tiap bulan (ton)
1	45
2	50
3	20
Jumlah	115

Tabel 2.4 Biaya Transportasi per Satuan barang dari pabrik ke daerah Penjualan (Ribuan Rp)

	1	2	3
A	5	10	10
B	20	30	20
C	5	8	12

Tabel 2.5 Tabel transportasi NWC

Sumber	Tujuan			Kapasitas Pabrik
	1	2	3	
A	5 35	10	10	35
B	20 10 →	30 30	20	40
C	5	8 20 →	12 20	40
Kebutuhan daerah	45	50	20	115

Keterangan pengisian tabel *NWC* :

1. Alokasi pertama adalah X_{11} = 35, yang tepat memenuhi daerah A untuk baris 1, hilangkan baris ini dari pertimbangan alokasi berikutnya.
2. Kebutuhan di daerah B mengalami kekurancan, karenanya pindahkan alokasi ke $X_{1=1,j} = X_{21}$ sebesar 10, kemudian hilangkan kolom 1 dari pertimbangan alokasi berikutnya. Kapasitas pada daerah B mengalami kelebihan sebesar 30, sehingga pindahkan alokasi ke $X_{2,1+1} = X_{22}$ sebesar 30, hilangkan baris 2 dari pertimbangan selanjutnya dan begitu seterusnya sampai semua kapasitas yang tersedia telah dialokasikan untuk memenuhi kebutuhan dari daerah penjualan.

   Berdasarkan alokasi penyelesaian dengan metode NCR, maka total cost of transportation (Z) dapat dihitung sebcgai berikut

$$Z = 35\,(5) + 10\,(20) + 30\,(30) + 20\,(8) + 20\,(12)$$

$$= 175 + 200 + 900 + 140 + 240$$

$$= \text{Rp } 1655{,}00 \text{ x Rp } 1000{,}00$$

$$= \text{RP } 1.655.000{,}00$$

Dari hasil penyelesaian dengan metode NCR tersebut cukup feksibel dan sudah mencakup variabel dasar (segi empat yang terisi) telah memenuhi persyaratan $m + n - 1 = 3 + 3 - 1 = 5$

2.5.2 *Least Cost* (Biaya Terkecil)

Metode *Least Cost* merupakan metode yang di gunakan dalam menyelesaiakn permasalahan transportasi dengan cara menentukan solusi awal yang pengalokasiaannya dimulai dari biaya terkecil. Metode ini dimulai dari kolom yang memiliki biaya terkecil sampai biaya yang paling besar, alokasi kapasitas atau kebutuhan dimulai dari biaya terkecil sebesar kapasitas atau kebutuhan minimal.

Langkah – langkah dalam menyelesaikan metode *Least Cost* :

a. Alokasikan nilai demand (permintaan) disesuaikan dengan nilai supply (persediaan) yang ada, letakkan pada baris atau kolom yang memiliki biaya transportasi terkecil. Jika ada dua atau lebih nilai transportasi terkecil yang bernilai sama, maka pilih salah satu secara sembarang.
b. Coret baris atau kolom yang nilai permintaan atau nilai persediaan yang bernilai nol (karena baris atau kolom tersebut sudah tidak terpakai lagi). Jika ada dua atau lebih nilai persediaan dan nilai permintaan yang bernilai nol, maka pilih salah satu baris atau kolom untuk dicoret secara sembarang.
c. Ulangi langkah b dan c sampai semua nilai permintaan dan persediaan telah semua dialokasikan.
d. Carilah nilai biaya minimum dengan menjumlahkan seluruh alokasi yang ada dengan cara mengalikan alokasi dengan biaya transportasi.

Untuk mempermudah penjelasan metode Least Cost, berikut ini akan dipergunakan contoh suatu pabrik yaitu pabrik A, B don C, perusahaan menghadapi masalah alokasi produk tersebut ke daerah penjualannya yaitu daerah 1,2 dan 3. Kapasitas pabrik, kebutuhan daerah penjualan dan biaya pengangkutan dari tiap-tiap pabrik ke daerah penjualan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.6 Tabel transportasi Least Cost

Sumber	Tujuan			Kapasitas Pabrik
	1	2	3	
A	5 35	10	10	35
B	20	30 20	20 20	40
C	5 10	8 30	12	40
Kebutuhan daerah	45	50	20	115

Keterangan pengisian tabel *Least Cost*:

1. Alokasi pertama adalah pada kolom A_1 dan C_1 yang memiliki biaya yang paling rendah,.Misal kita pilih kolom A_1, kita isikan 35,maka baris pertama akan habis
2. Setelah itu lanjut ke kolom C_1,karean di kolom A_1 sudah terisi 35, maka pada kolom C_1 diisikan 15, setelah itu cari lagi ongkos terkecil sampai kolom yang biaya transportasinya terbesar dan tercapainya keseimbangan antara permintaan dan kapasitas produksi, sehingga di dapat biaya transportasi :

   Z = 35 (5) + 20 (30) + 20 (20) + 10 (5) + 30 (8)

   = 175 + 600 + 400 + 50 + 240

   = Rp 1465,00 x Rp 1000,00

   = RP 1.465.000,00

Dari hasil penyelesaian dengan metode *Least Cost* tersebut cukup feksibel dan sudah mencakup variabel dasar (segi empat yang terisi) telah memenuhi persyaratan $m + n - 1 = 3 + 3 - 1 = 5$

2.5.3 *Vogel' s Approximation (VAM)*

Metode *Vogel' s Approximation (VAM)* merupakan metode yang di gunakan dalam menyelesaiakn permasalahan transportasi dengan cara menentukan solusi awal yang pengalokasiaannya di tentukan melalui penalti, yaitu nilai pengurangan dari dua ongkos terkecil pada tiap – tiap baris dan kolom. Metode ini adalah metode terbaik dari dua metode diatas dan pada umumnya metode ini mendekati optimal bahkan bisa langsung optimal.

Langkah-lcngkah untuk mengerjakannya adalah :

1. Susunlah kebutuhan kapasitas masing-masing sumber dan biaya pengiriman ke dalam matriks.
2. Carilah perbedaan dari dua biaya terkecil (dalam nilai absolut), yaitu biaya terkeci dan terkecil kedua untuk tiap baris don kolom pada matriks(C_{ij}). Misalnya pada baris A biaya angkut terkecil = 5 dan nomor dua terkecil = 10, jadi nilai baris A = 10 - 5 = 5. Demikian seterusnya, nilai-nilai yang lain sebagal berikut:

   Baris B = 20-20 = 0

   Baris C = 8-5 = 3

   Kolom 1 = 5-5 = 0

   Koiom 2 = 10-8 = 2

   Kolorn 3= 12-10 = 2
3. Pilihlah satu nilai perbedaan-perbedaan yang terbesar diantara semua pada kolorn dan baris. Dalam hal ini baris A mempunyai nilai yang terbesar, yakni 5.
4. Isilah pada salah satu segi empat yang termasuk dalam kolom atau baris terpilih, yaitu pada segi empat yang biayanya terendah diantara segi empat lain pada kolom/baris iiu. Isiannya sebanyak. mungkin yang bisa dilakukan, misalnya pada

baris A, yang terkecil adalah biaya angkut dari pabrik A ke daetah 1, jumlah barang yang dialokasikan sebesar 35, sesuai dengan kapasitas pabrik yang ada.

5. Hilangkan baris A karena baris A sudah diisi sepenuhnya (kapasitas penuh) sehingga tidak mungkin diisi lagi. Kemudian perhatikan kolom atau baris yang belum terisi/teralokasi.

Tabel 2.7 Feasible Solition mula-mula dari VAM

Sumber	Tujuan			Kapasitas Pabrik	Perbedaan Baris
	1	2	3		
A	5 35	10	10	35	5
B	20	30	20	40	0
C	5	8	12	40	3
Kebutuhan daerah	45	50	20	Pilihan $X_{A1} = 35$ Hilangkan baris A	
Perbedaan Kolom	0	2	2		

6. Tentukan kembali perbedaan (selisih) biaya pada langkah 2 untuk kolom dan baris yang belum terisi. Ulangi langkah 3 sampai 5 berdasarkan syarat terpenuhinya m + n – 1 = 5, sampai semua naris dan kolom sepenuhnya teralokasi.

Tabel 2.8 Feasible Solution lanjutan dari metode VAM Lanjutan

Sumber	Tujuan			Kapasitas Pabrik	Perbedaan Baris
	1	2	3		
A	5 35	10	10	35	5
B	20	30	20	40	0
C	5	8	12	40	3
Kebutuhan daerah	45	50	20	Pilihan $X_{A1} = 35$ Hilangkan baris A	
Perbedaan Kolom	0	2	2		

Sumber	Tujuan			Kapasitas Pabrik	Perbedaan Baris
	1	2	3		
B	20	30	20	40	10
Kebutuhan daerah	10	10	20	Pilihan $X_{B2} = 10$ Hilangkan kolom 2	
Perbedaan Kolom	20	30	10		

Tabel 2.9 Matrik Hasil alokasi dengan metode VAM

Sumber	Tujuan			Kapasitas Pabrik
	1	2	3	
A	35 | 5	| 10	| 10	35
B	10 | 20	10 | 30	20 | 20	40
C	| 20	40 | 8	| 12	40
Kebutuhan Daerah	20	50	20	115

7. Setelah semua terisi, maka total biaya transportasi yang harus dikeluarkan adalah :

   Z = 35 (5) + 40 (80 + 10 (30) + 10 (20) + 20 (10)

   = 175 + 320 + 300 + 200 + 200

   = Rp 1195,00 x Rp 1000,00

8. Bila nilai perbedaan biaya ada 2 yang besarnya sama, misalnya yang satu terletak pada kolom, maka lihatlah segi empat yang masuk ke dalam kolom maupun baris yang mempunyai nilai terbesar, Bila segi empat inti mempunyai nilai terendah diantara segi empat pada baris atau kolomnya maka, isikan alokasi maksimum pada segi empat ini. Bila biayanya tidak terendah, maka pilihlah segi empat yang akan diisi berdasar salah satu baris terpilih atau kolom terpilih seperti pada langkah 4 dan 5.

2.6. Menghitung Indeks Perbaikan dengan menggunakan *MODI*

Setelah menyelesaikan persoalan transportasi dengan menggunakan kedua metode tersebut, penulis ingin mengetahui apakah masing-masing dari kedua metode tersebut sudah memperoleh biaya pengiriman yang terendah(optimal) maka perlu menghitung indeks perbaikan dari hasil penyelesaian kedua metode tersebut.

Menghitung indeks perbaikan ini diambil dari metode *MODI* (Modiflea Distribution)yang merupakan perkembangan dari metode stepping stone. Cara untuk memilihnya digunakan persamaan :

$$R_1 + K_j = C_{ij}$$

Dimana :

R_1 = nilai baris l

K_j = nilai kolom j

C_{ij} = biaya pengiriman satu satuan dari sumber l ke tujuan j

Langkah-langkah menghitungnya adalah :

1. Isilah Tabel.
2. Menentukan nilai baris dan kolom.

   Nilai baris dan kolom ditentukan berdasarkan diatas. Baris pertama selalu diberi nilai 0, dan nilai baris-baris yang lain dan nilai kolom ditentukan berdasarkan hasil-hasil hitungan yang telah diperoieh sebagai contoh dapat dilihat pada Label dibawah ini :

Tabel 2.10 Matrik Hasil alokasi dengan metode VAM

Sumber	1 $K_1 = 5$	2 $K_2 = 15$	3 $K_3 = 5$	Kapasitas Pabrik
A $R_A = 0$	5 35	10	10	35
B $R_B = 15$	20 10	30 10	20 20	40
C $R_C = 7$	5	8 40	12	40
Kebutuhan Daerah	45	50	20	115

Keterangan :

$R_i + K_j = C_{ij}$

Nilai baris A = $R_A = 0$

Mencari nilai kolom dan baris yang lain :

$R_A + K_l = C_{Al}$; $0 + K_1 = 5$; $K_1 = 5$

$R_B + K_l = C_{Bl}$; $R_B + 5 = 20$; $R_B = 15$

$R_B + K_2 = C_{B2}$; $15 + K_2 = 30$; $K_2 = 15$

$R_B + K_3 = C_{B3}$; $15 + K_3 = 20$; $K_3 = 5$

$R_C + K_2 = C_{C2}$; $R_C + 15 = 8$; $K_1 = 7$

3. Menghitung Indeks perbaikan

   Persamaan rumus :

   $C_{ij} – R_1 – K_{ij}$ = Indeks Perbaikan

Tabel 2.11 Hasil Perhitungan Indeks Perbaikan

Segi Empat Kosong	$C_{ij} – R_1 - K_{ij}$	Indeks perbaikan
A_2	10 – 0 – 15	-5
A_3	10 – 0 – 5	5
C_1	5 – (-7) – 5	7
C_3	-7 – 12 - 5	-24

Dengan melihat hasil dari kolom Indeks perbaikan maka apabila indeks perbaikan negatif berarti bila diberi alokasi akan dapat mengurangi jumlah biaya pengangkutan dan indeks perbaikan positif

berarti pengisian akan menyebabkan kenaikan biaya pengangkutan. Tabel indeks perbaikan akan optimal apabila setiap segi empat yang kosong sudah fidak ada yang bertanda negatif.

2.7 Metode Peramalan

2 7.1. Pengertian Peramalan

Peramalan (*forecasting*) adalah suatu kegiatan urtuk memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Metode peramalan itu sendiri adalah cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa depan secara kuantitatif berdasarkan data yang relevan pada masa lalu.

Keadaan peramalan sangat beragam dan faktor yang menentukan hasil peramalan pun sebenarnya adalah tipe pola data dari berbagai aspek Iainnya,

Penerapan teknik peramalan mempunyai tiga aspek yang perlu dipertimbangkan :

1. Waktu, dimensi waktu harus selalu dikaitkan secara spesifik dengan teknik peramalan.
2. Informasi, peramalan sering disebut sebagai ekstrapolasi masa lalu dan interpolasi masa depan. Sehingga infomasi tentang masa lalu selalu mempengaruhi jenis peramalan yang dipakai.

3. Ketidakpastian, dalam peramalan akan selalu mengandung kemungkinan penyimpangan, arena merupakan pendekatan model yang mengharapkan solusi optimal dari model yang diinginkan.

2 7.2. Pengklasifikasian Metode Peramalan

Dari berbagai macam teknik peramalan yang telah dikembaangkan, masing-masing mempunyai ketelitian dan tipe penggunaan yang berbeda, Tipe-tipe yang digunakan dalam teknik peramalarn terdapat tiga macam, yaitu :

1. *Qualitative Model*
2. *Time Series Analysis*
3. *Causal Effect Model*

Dengan memilih teknik peramalan yang tepat diharapkan dapat mengurangi ketidakpastian dimasa depan.

Berdasarkan sifatnya teknik peramalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a) Teknik Peramalan *Kualitatif*

Peramalan kualitatif yaitu peramalan yang didasarkan pada data kualitatif masa lalu. Hasil peramalan ini ditentukan berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya.

Teknik peramalan *kualitatif* dapat digunakan pada situasi-situasi seperti :

- Tidak tersedianya data masa lalu, seperti penjualan produk baru,
- Peramalan yang ditujukan, untuk memperkirakan perkembangan dan penemuan baru yang mungkin terjadi di masa depan untuk bidang-bidang tertentu.

b) Teknik Peramalan *Kuantitatif*

Teknik peramalan *kuantitatif* dapat digunkan pada situasi sepeiti dibawah ini :

- Melihatkan informasi masa lalu.
- Informasi itu dapat disajikan dalam bentuk kuantitatif.
- Adanya asumsi kekonstanan, yaitu kecenderungan kondisi masa lalu berlaku pada masa depan.

Tipe yang termasuk peramalan kuantitatif adalah :

1) *Time Series Analysis* (Analisa Deret Waktu)

   Metode peramalan yang didasarkan. atas penggunaan pola hubungan antara varlabel waktu (*Time Series*). Dalam analisa deret waktu ini, variabel yang menentukan atau *variabel*

   Bebas (*independent varilabel*) hanyalah variabel waktu. Dalam bentuk Y = f (X), maka Y adalah *variabel* yang diramalkan dan X adalah *varilabel* waktunya.

Teknik-teknik yang termasuk dalam tipe time series analisis ini adalah :

- *Last Period Demand (Past data)*
- *Aritmetic Average*
- *Moving Average*
- *Exponential Smoothing*
- *Trend Projections*
- *Metode Dekomposisi den Box-Jenkins*

2) *Causal Effect Model*

   Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara *variabel* yang diperkirakan dengan *variabel* lain yang mempengaruhinya dan bukan waktu, yang disebut metode korelasi atau sebab akibat (*causal method*). Teknik-teknik peramalan yang termasuk tipe ini adalah :

   - Regression
   - Econometric den metode *input Output.*

   Peramalan sangat penting sebagai pedoman untuk pembuatan rencana kerja, Dengan menggunakan hasil peramalan, hasilnya akan jauh lebih baik daripada tanpa memakai sama sekali.

   Untuk dapat memilih metode yang tepat, maka perlu diperhatikon faktor-faktor sebagai berikut :

   1) Horison waktu
   2) Pola data
   3) Jenis model

4) Biaya dalam pemakaiannya
5) Tingkat ketepatan yang dibutuhkan
6) Kemudahan dalam aplikasi

2 7.3. Model Peramalan Yang Digunakan

Peramalan penjualan batu bara pada PT Jaya Maju Bersama untuk daerah pemasarannya, penulis menggunakan peramalan kuantitaif, yaitu :

a) Metode Trend Linear

Trend Linear menggunakan data secara random berfluktuasi membentuk garis lurus. Persamaan umum dari model ini dinyatakan :

$d_t = a + bt \qquad t = 1,2,3, \ldots$

Dengan :

d_t = Besarnya nilai peramalan pada periode t

t = Periode waktu

a, b = Parameter/koefisien regress

Untuk rnencari atau mengestimasikan nilai a,b dan c dihitung dengan formula umum sebagal berikut :

$$a = \frac{\sum t^2 \sum d_t - \sum t \sum t d_t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$b = \frac{n \sum t d_t - \sum t \sum d_t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

b) Trend Exponential

Model exponential ini digunakan jika data yang ada cenderung naik turun dengan perbedaan yang tidak terlalu besar namun secara keseluruhan cenderung meningkat. Persamaan umum dari model ini dinyatakan :

$$d'_t = a + b_t$$

$$\text{Log } d'_t = \text{Log } (a \,.\, b^t)$$

$$\text{Log } d'_t = \text{Log } a + \text{Log } b(t)$$

Dengan

Y' = Besarnya nilai peramalan pada perode t

t = Periode waktu .

a,b = Parameter

Untuk mencari atau mengestimasikan nilai a dan b dengan menghitung dari perhitungan rumus sebagai berikut :

$$\sum (Log\ d_t) = n\ Log\ a + \sum t\ t\ Log\ b$$

$$\sum (t\ Log\ d_t) = \sum t\ Log\ a + \sum t^2\ Log\ b$$

c) *Moving Average*

Moving Average ini digunakan data – datanya tidak memiliki *trend* dan tidak terpengaruh oleh factor musim. *Moving Average* di gunakan untuk peramalan dengan periode waktu spesifik. Persamaan umum dari model *Moving Average* :

$$MA_n = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_t}{n}$$

Dengan

Y' = Besarnya nilai peramalan pada perode x

X = Periode waktu .

a,b = Parameter

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian adalah kegiatan tersistem dengan tujuan yang jelas yang bertujuan untuk mendapatkan sesuatu yang baru, mengembangkan yang sudah ada atau hanya digunakan untuk membuktikan kebenaran. Dalam bab ini berisikan penjelasan mengenai tahapan pemecahan masalah (langkah - langkah detail) yang harus ditempuh. Diharapkan dengan detail langkah-langkah pemecahan masalah ini dapat merepresentasikan hasil yang baik dan dapat mudah untuk menelusuri dari mana hasil tersebut didapat.

3.1. Studi Pustaka

a. Bagian ini merupakan tulang punggung untuk menentukan kajian terkini dari penelitian yang akan dilakukan. Bagian memuat informasi hasil-hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan, teori-teori pendukung yang berhubungan dengan penelitian. Pada bagian ini terdapat dua kajian yang akan digunakan, yaitu kajian induktif dan kajian deduktif. Kajian induktif adalah kajian yang diperoleh dari makalah-makalah, prosiding atau hasil penelitian yang mendahului sebelumnya. Kajian deduktif adalah kajian yang diperoleh dari buku (*text book*) tentang teori-teori mendasar untuk menyelesaikan masalah.
b. Studi pustaka yang lain dapat dilakukan dengan cara mempelajari dokumen atau arsip perusahaan yang berhubungan dengan topik perusahaan.

3.2. Obyek Penelitian

Penelitian akan dilakukan di bagian produksi pada PT. Jaya Maju Bersama, yaitu perusahaan dengan spesifikasi bisnis di bidang penambangan batu bara. Penelitian dilakukan terhadap aspek-aspek yang berhubungan dengan biaya transportasi dan biaya

yang berhubungan dengan perhitungan keuntungan bersih. Objek yang diteliti adalah menentukan solusi optimal untuk keuntungan bersih pada biaya transportasi.

3.3. Identifikasi Masalah

Dalam tahap ini dilakukan pengidentifikasian masalah yang dihadapi, yaitu penentuan solusi biaya transportasi dari setiap wilayah pemasaran, tujuannya untuk memenuhi *goal* dari perusahaan yaitu memaksimalkan keuntungan bersih.

3.4. Pengumpulan Data

1. Studi Kepustakaan

   Studi kepustakaan adalah usaha mencari dan mengumpulkan literatur-literatur,karya ilmiah, catatan-catatan kuliah, dan referensi yang mendukung serta berkaitan dengan masalah yang diteliti sehingga dapat digunakan sebagai dasar analisis dalam pemecahan masalah.
2. Wawancara

   Adalah teknik pengumpulan data dengan cara tanya jawab yang dilakukan secara langsung baik lisan maupun tertulis kepada karyawan perusahaan yang berkaitan dengan penelitian.
3. Observasi

   Pengamatan data melalui pengamatan secara langsung dan terhadap objek yang akan diteliti dengan tujuan memperoleh data yang diinginkan dan melengkapi data yang tidak ada sebelumnya.

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian akan dikumpulkan pada tahap ini.

3.5. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk memperoleh hasil penelitian yang akan digunakan untuk menganalisa hasil akhir untuk dijadikan patokan pemberian rekomendasi dan saran. Pengolahan data pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan

optimasi biaya transportasi pada setiap wilayah pemasaran kemudian menentukan besarnya total keuntungan yang tereleksi dari optimasi biaya transportasi tersebut.

3.5.1. Langkah – Langkah Pengolahan Data

Langkah – langkah perhitungan pengolahan data pada penelitian ini adalah :

Langkah 1: Melakukan peramalan permintaan untuk bulan september, oktober, november dan desember dengan memakai tiga metode peramalan, trend *linier*, *Trend Eksponential* dan *moving average*.

Langkah 2: Menentukan nilai *MSE* (*Mean Square Error*) dari setiap metode peramalan yang digunakan dan hasil yang terkecil nantinya akan dipakai untuk menentukan metode peramalan yang tepat untuk meramalkan permintaan pada empat bulan tersebut.

Langkah 3: Menetukan biaya transportasi dengan menggunakan metode *North West Corner* (*NWC*), *Least Cost* (Ongkos Terkecil),*Vogel's Apoximetry* (*VAM*).

Langkah 4: Menentukan optimasi dari ke tiga metode tersebut dengan menggunakan metode *MODI*

3.6. Tahap Analisa

Hasil pengolahan dan analisis data kemudian didiskusikan untuk mengetahui kekurangan atau kelebihan dari hasil pegolahan sehingga dapat dibuat rekomendasi terhadap hasil pegolahan ini.

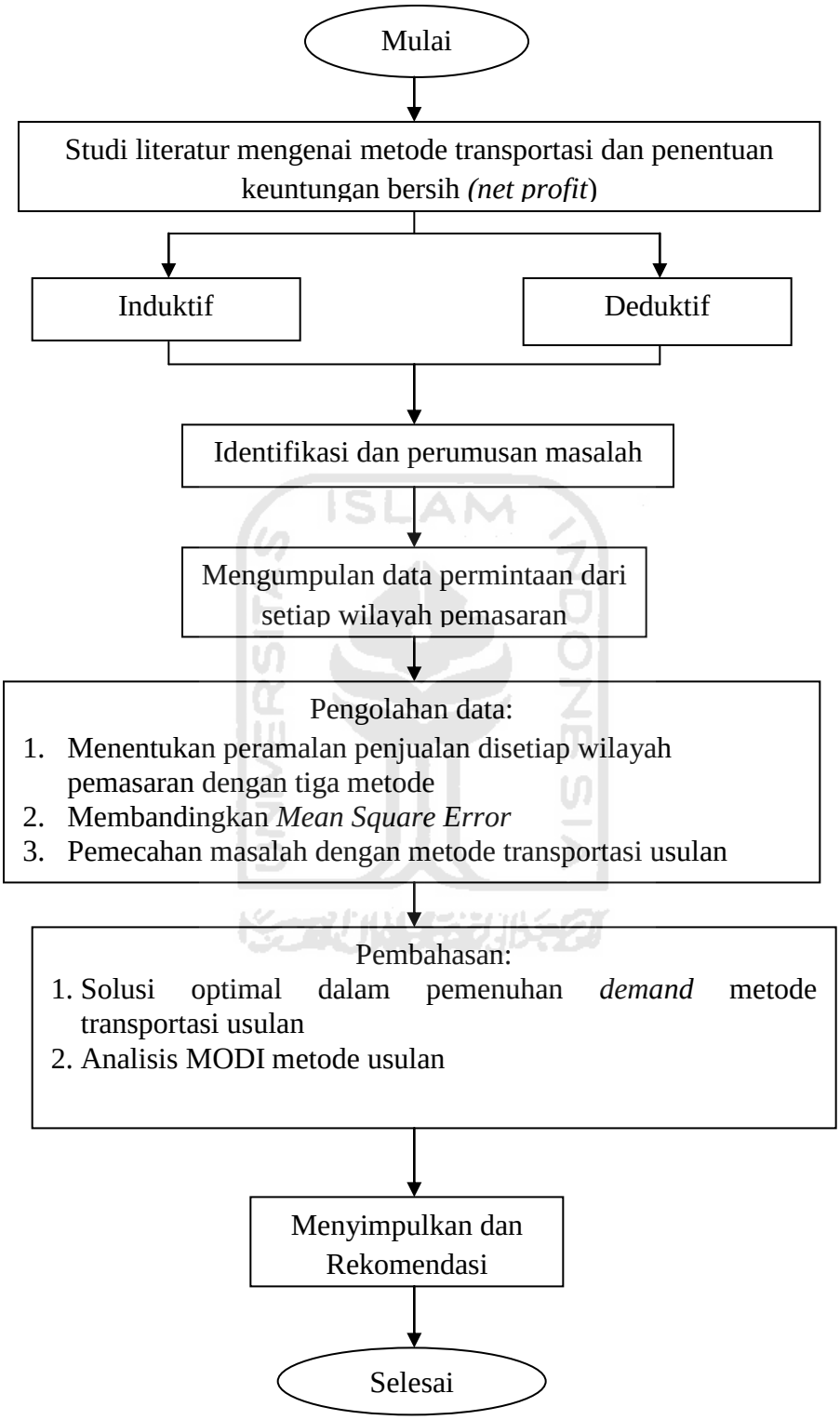
3.7. Kesimpulan dan Rekomendasi

Penarikan kesimpulan terhadap kasus yang diselesaikan dilakukan pada tahap akhir dalam penelitian ini setelah dilakukan analisa terhadap kasus yang dipecahkan. Penarikan kesimpulan bertujuan untuk menjawab tujuan penelitian yang sudah ditetapkan.

Saran – saran juga dikemukakan untuk memberikan masukan mengenai penyelesaian kasus yang dihadapi pada sistem yang diteliti. Selain itu juga diberikan

saran – saran perbaikan bagi penelitian – penelitian berikutnya untuk melakukan pengembangan model dan mensimulasikan sistem dalam penyelesaian kasus yang lebih kompleks akan tetapi mempunyai karakteristik yang sama dengan kasus dalam penelitian ini.

3.8. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Kerangka Penelitian

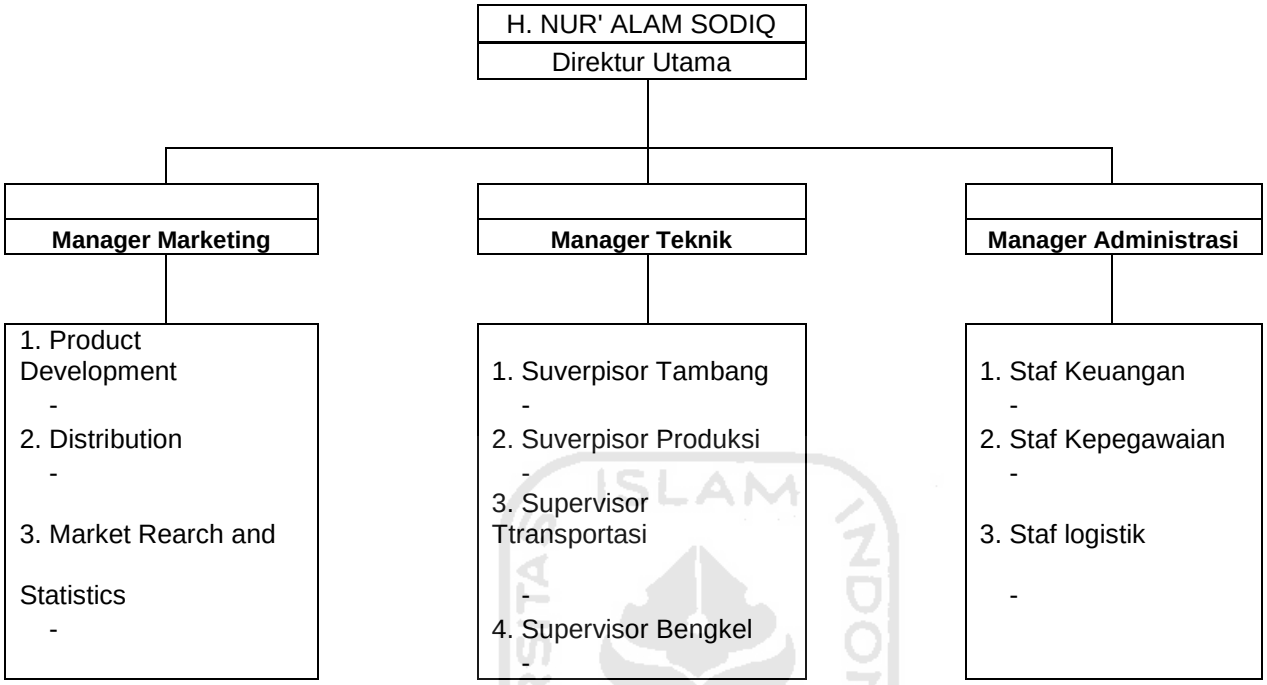
BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Penelitian ini dilakukan di PT. Jaya Maju Bersama, merupakan salah satu perusahaan di Indonesia dengan spesifikasi bisnis di bidang penambangan dan pengiriman batubara. PT. Jaya Maju Bersama ini didirikan oleh Mr.Nuralam Sodiq. Beliau pula pemilik saham terbanyak di PT. Jaya Maju Bersama hampir sekitar 60 %, lainnya dimiliki oleh ibu Peppy sunarsi sekitar 38 %, dan sisanya dimiliki oleh pihak lain. PT. Jaya Maju Bersama adalah salah satu perusahaan di Propinsi Kalimantan Selatan di bidang pertambangan dan pengiriman batubara. Kegiatan yang dilakukan pada bidang pertambangan ini didasarkan pada akte perusahaan No 19 tanggal 24 Juli 2004 dan SK Bupati tanggal 15 Juni 2004. Izin pertambangan yang didapat sesuai SK Bupati untuk wilayah KW 135 TW I. Wilayah KP Eksplorasi PT. Jaya Maju Bersama terletak di dua(2) wilayah, yang pertama yaitu terletak di Desa Tegal Rejo, Kecamatan Serongga, Kabupaten Kota Baru, Propinsi Kalimantan Selatan, yang kedua yaitu terletak di Desa Asam – Asam, Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Propinsi Kalimantan Selatan. Sesuai tatanan geologi regional Kalimantan Selatan, batubara yang tersingkap secara fisik termasuk dalam formasi tanjung. Demikian pula halnya dengan batubara yang termasuk pada KP eksplorasi PT. Jaya Maju Bersama termasuk formasi tanjung. Dan sampai sekarang kegiatan pertambangan masih tetap berjalan. Daerah pemasaran PT Jaya Maju Bersama meliputi wilayah Sumatera, Jawa, dan Kalimantan.

Struktur Organisasi



Gambar 4.1 Struktur Organisasi

Produk yang dihasilkan PT. Jaya Maju Bersama adalah batu bara dengan bergabagai macam kalori. Semakin tinggi kalori dari suatu barubara maka semakin baik kualitasnya dan semakin tinggi juga harga jualnya. Batubara berkalori tertinggi berada di kisaran di atas 7000 sedangkan batubara berkalori rendah berada di kisaran dibawah 5000.

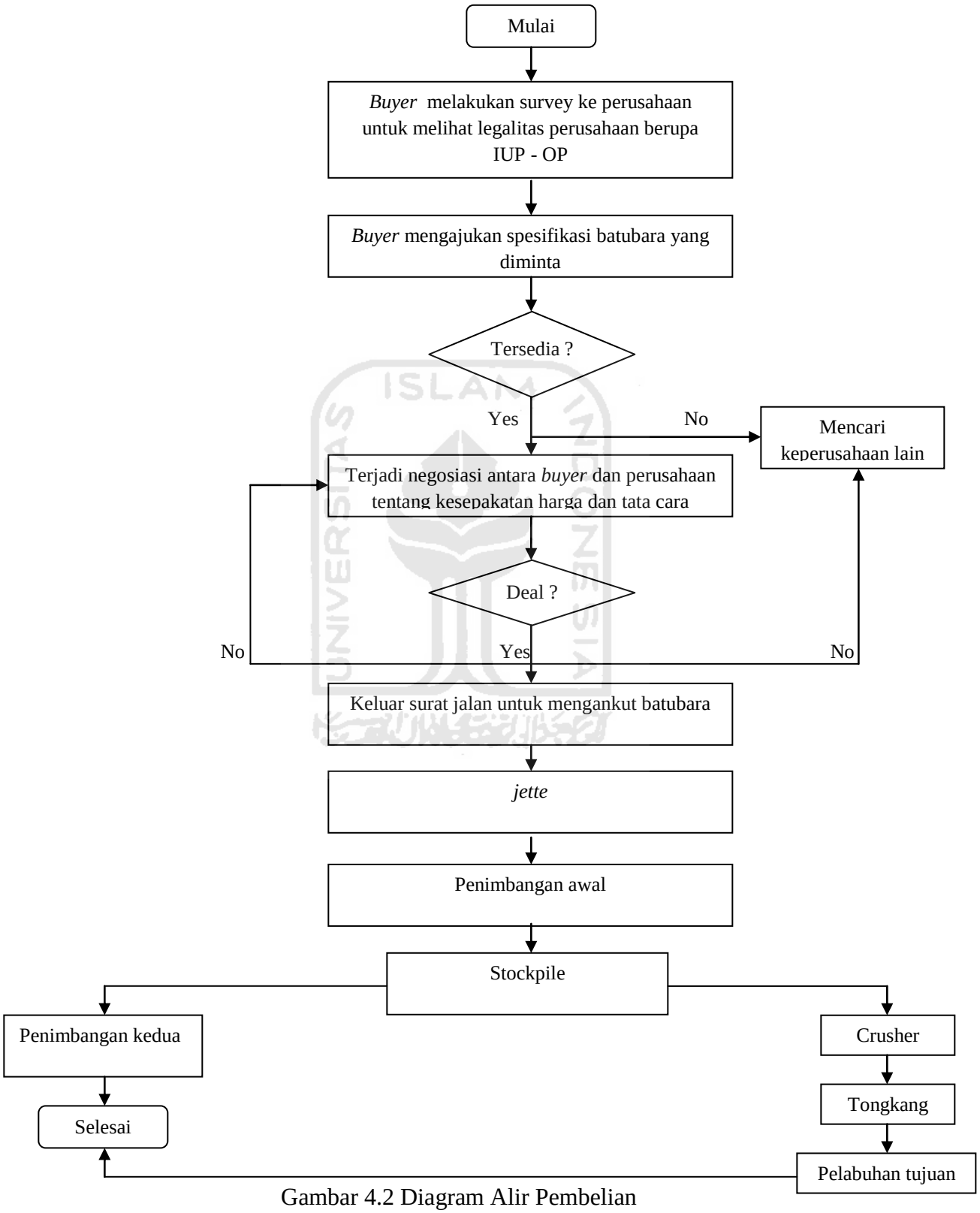
Dalam sistem produksinya, PT. JMP membagi sistem produksi dalam dua tahap. Kedua tahap tersebut yaitu :

a. Eksplorasi adalah tahap awal dalam penambangan batubara dimana kegiatannya meliputi penentuan untuk mengetahui kadar dan alur batubara dalam wilayah tersebut dan *borring* yaitu proses untuk menentukan struktur tanah sehingga dapat memperkirakan deposit batubara yang ada.
b. Eksploitasi adalah proses penambangan batubara. Proses eksploitasi ini sendiri terdapat dua tahapan. Tahapan pertama yaitu pengupasan tanah dengan memakai

beaco untuk mengupas tanah dan menggunakan dozzer untuk menggusur tanah serta truck untuk mengangkut tanah. Tahap yang kedua adalah tahap penambangan batu bara, tanah yang sudah di kupas sampai terlihat batu bara setelah itu batu bara di gali menggunakan beaco dan di bawa ke *stockpile* atau gudang penimpanan batubara.

Dalam mengembangkan usahanya PT. Jaya Maju Bersama memiliki enam divisi *trading* atau pemasaran untuk ke tiga wilayah pemasarannya. Untuk divisi 1 dan divisi 2 menangani daerah pemasaran pulau jawa. Untuk divisi 3 dan divisi 4 menangani pulau Kalimantan. Dan untuk divisi 5 dan divisi 6 menangani pulau Sumatera. Adapun alur pembelian dan pengiriman batubara pada PT. Jaya Maju Bersama adalah sebagai berikut. Alur pembelian dan pengiriman batubara pada PT Jaya Maju Bersama di mulai dengan survey yang dilakukan oleh *buyer* atau pembeli ke perusahaan untuk mengetahui legalitas dari perusahaan dengan melihat IUP (Izin Usaha Pertambangan) dan OP (Operasional Pertambangan). Setelah itu langkah selanjutnya pihak *buyer* mengajukan spesifikasi pembelian batubara yang didalamnya terdapat *tonasse* atau jumlah ton batubara yang diinginkan dan kalori yang diinginkan oleh pihak *buyer*. Selanjutnya jika perusahaan bisa memenuhi spesifikasi yang diajukan oleh *buyer* maka terjadi kesepakatan harga dan tata cara pembayaran,tata cara pembayaran sendiri bermacam – macam ada yang memakai *system cash* (tunai) dimuka tambang, ada yang memakai *system fifthy* : *fifthy* (50 : 50). Dan ada yang memakai system *fifthy* : *fourthy* : *tenth* (50 : 40 : 10). Langkah selanjutnya setelah harga dan tata cara pembayaran di sepakati maka keluarlah surat jalan untuk melakukan pengiriman batubara dari mulut tambang ke *jette* (istilah untuk pelabuhan khusu batubara) oleh truck tronton. Setelah sampai di *jette* truck tronton tersebut di timbang di alat timbang untuk timbangan pertama yang berfungsi untuk mengetahui *bruto* (berat kotor) dari batubara dan tronton tersebut. Setelah itu truck tronton menuju *stockpile* (gudang penyimpanan batubara) untuk dilakukan proses *dumping* (pengembuangan batubara dari dalam bak tronton). Setelah proses *dumping* maka tronton pun kembali ke timbangan untuk di timbang lagi supaya bisa mengetahui

tara (berat truck sesudah di keluarkan) dan *netto* (berat bersih) batubara yang ada di *stockpile*. Pada stockpile di *jette* batubara mengalami proses *crusher* (pengenhancuran batubara dari bentuk bongkahan besar menjadi bongkahan kecil). Setelah melalui prose *crusher* batubara yang sudah menjadi bongkahan kecil tersebut selanjunya dibawa ke tongkang (istilah untuk tempat kargo batubara yang siap dikirim). setelah sampai di tongkang maka perusahaan memberikan SKAB (Surat Keterangan Asal Barang) sebagai tanda surat kuasa dari perusahaan untuk pengiriman batubara ke pelabuhan tujuan. Setelah mendapatkan SKAB dan dokumen lainnya maka boot penarik tongkang pun siap berlayar dan siap mengirim batubara ke pelabuhan tujuan. Adapun alur pembelian dan pengiriman batubara dapat di lihat pada gambar diagram alir pembelian dan pengiriman batubara dibawah ini.



Gambar 4.2 Diagram Alir Pembelian

4.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada saat proses pengiriman batu bara dari mulut tambang sampai ke pelabuhan tujuan. Data tentang biaya transportasi ke setiap wilayah penjualan di peroleh dari perusahaan angkutan yang perusahaan sewa untuk melakukan tugas pengangkutan dari mulut tambang sampai dengan pelabuhan tujuan.

Untuk penelitian kali ini kasusnya adalah terdapat dua sumber yang yang memiliki kapasitas berbeda. Dan untuk mengatur pemasaran ini PT. JMP mempunyai dua divisi yang mengatur wilayah pemasaran. Adapun data – data dari setiap divisi dapat di lihat dari tabel di bawah ini :

1. Data Wilayah Pemasaran

Tabel 4.1 Data Wilayah Pemasaran Pulau Jawa

Divisi	Lokasi Pemasaran	Kode	Keterangan
DIVISI I	Cilegon	CLG	Transportasi menggunakan truck tronton dan menggunakan tongkang
	Jakarta	JKT	
	Cirebon	CRB	
DIVISI II	Semarang	SMG	Transportasi menggunakan truck tronton dan menggunakan tongkang
	Gersik	GRK	
	Surabaya	SBY	

2. Data permintaan batu bara periode Januari 2010 sampai Agustus 2010

Tabel 4.2 Data Wilayah Sumber dan Kapasitas Produksi Per Bulan

Sumber	Lokasi	Kapasitas	
		Divisi I	Divisi II
I	Tegal Rejo	15000	13000
II	Asam – Asam	25000	20000

3. Data biaya transportasi PT. Jaya Maju Bersama

Tabel 4.3 Data Biaya Transportasi (dalam rupiah) Dari Sumber Tegal Rejo

Divisi	Wilyah pemasaran	Biaya transportasi Per ton
Divisi I	Cilegon	140.000
	Jakarta	130.000
	Cirebon	120.000
Divisi II	Semarang	110.000
	Gersik	100.000
	Surabaya	100.000

Tabel 4.4 Data Biaya Transportasi (dalam rupiah) Dari Sumber Asam – Asam

Divisi	Wilyah pemasaran	Biaya transportasi Per ton
Divisi I	Cilegon	180.000
	Jakarta	170.000
	Cirebon	160.000
Divisi II	Semarang	150.000
	Gersik	140.000
	Surabaya	140.000

4. Data Penjualan Batu Bara PT. JMP Periode Januari 2010 – Agustus 2010

Tabel 4.5 Data Penjualan Batu Bara (dalam ton) Dari Sumber Tegal Rejo

Bulan	CLG	JKT	CRB	SMG	GRK	SBY
Jan	3500	6000	7000	3000	5000	6000
Feb	3500	6000	6000	3000	6000	4000
Mar	5000	5000	5500	3500	5000	5000
Aprl	4000	5500	7000	4000	3000	5000
Mei	4500	7000	5000	3000	3500	6000
Jun	3000	6000	6000	5000	5000	4000
Jul	2500	4000	4500	3500	5000	4000
Agst	3000	5000	6000	3000	3500	5000

Tabel 4.6 Data Penjualan Batu Bara (dalam ton) Dari Sumber Asam – Asam

Bulan	CLG	JKT	CRB	SMG	GRK	SBY
Jan	5000	7000	9000	5500	7000	8000
Feb	4000	8000	10.000	5000	6000	9000
Mar	5500	7500	8000	5000	5500	8500
Aprl	5000	6000	7000	6000	6000	7000
Mei	4000	7000	9000	5500	6000	7500
Jun	5000	5000	8500	4000	5000	6000
Jul	5500	6000	8000	5000	7000	5500
Agst	4000	6000	8500	5500	6000	7000

4.3. Pengolahan Data

4.3.1. Peramalan Penjualan Bulan September Sampai Dengan Desember

Pengolahan peramalan menggunakan metode *linear trend*, metode *Trend Exponential* dan metode *Moving Average*. Dari ketiga metode ini nantinya akan dipilih model peramalan yang memiliki *Mean Square Error* (*MSE*) teerkecil. Hasil peramalan digunakan untuk perencanaan alokasi produk sehingga didapat alokasi biaya pengiriman yang *minimum.*

4.3.1.1 Peramalan Metode *Linear Trend*

.Persamaan umum dari model ini dinyatakan :

$$d_t = a + bt \qquad t = 1,2,3, \ldots$$

Dengan :

d_t = Besarnya nilai peramalan pada periode t

t = Periode waktu

a, b = Parameter/koefisien regress

Untuk rnencari atau mengestimasikan nilai a,b dan c dihitung dengan formula umum sebagal berikut :

$$a = \frac{\sum t^2 \sum d_t - \sum t \sum t d_t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$b = \frac{n \sum t d_t - \sum t \sum d_t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

Dari persamaan di atas maka dapat di hitung *MSE* untuk sumber Tegal Rejo dan Asam – Asam dapat dilihat dari tabel di bawah ini :

Tabel 4.7 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	3500	3500	1	4208	501.264	463.416,75
2	3500	7000	4	4042	293.764	
3	5000	15000	9	3875	1.265.625	
4	4000	16000	16	3708	85.264	
5	4500	22500	25	3542	917.764	
6	3000	18000	36	3375	140.625	
7	2500	17500	49	3208	501.264	
8	3000	24000	64	3042	1.764	
a = 4375,015 b = 166,67					d'_t = 4375,015 – 166,67t	

Cara pengerjaan *MSE* untuk setiap wilayah pemasaran dan untuk setiap sumber adalah sama. Adapun hasil dari metode *Trend Linear* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *MSE* untuk metode *Trend Linear*

Sumber	Wilayah Pemasaran	*MSE*
Tegal Rejo	Cilegon	463.416,75
	Jakarta	598.427,25
	Cirebon	504.696,5
	Semarang	410.884
	Gresik	770.071,5
	Surabaya	689.821,5
Asam – Asam	Cilegon	372.032
	Jakarta	428.944
	Cirebon	613.333,5
	Semarang	299.510
	Gresik	393.385,5
	Surabaya	507.812,5

4.3.1.2 Peramalan Metode *Trend Exponential*

Persamaan umum dari model ini dinyatakan :

$$d'_t = a + b_t$$

$$\text{Log } d'_t = \text{Log } (a \,.\, b^t)$$

$$\text{Log } d'_t = \text{Log } a + \text{Log } b(t)$$

Dengan

Y' = Besarnya nilai peramalan pada perode t

t = Periode waktu .

a,b = Parameter

Untuk mencari atau mengestimasikan nilai a dan b dengan menghitung dari perhitungan rumus sebagai berikut :

$$\sum(Log\ d_t) = n\ Log\ a + \sum t\ t\ Log\ b$$

$$\sum(t\ Log\ d_t) = \sum t\ Log\ a + \sum t^2\ Log\ b$$

Dari persamaan di atas maka dapat di hitung *MSE* untuk sumber Tegal Rejo dan Asam – Asam dapat dilihat dari tabel di bawah ini :

Tabel 4.9 Perhitungan Peramalan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Trend Exponential*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	3500	3,544	3,544	1	3,626	4227	528.529	499.795,25
2	3500	3,544	7,088	4	3,604	4018	268.324	
3	5000	3,699	11,097	9	3,582	3819	1.394.761	
4	4000	3,602	14,408	16	3,56	3631	136.161	
5	4500	3,653	18,265	25	3,538	3451	1.100.401	
6	3000	3,477	20,862	36	3,516	3281	78.961	
7	2500	3,398	23,786	49	3,494	3200	490.000	
8	3000	3,477	27,816	64	3,472	2965	1.225	
Log a = 3,648 Log b = -0,022					Log d'_t = 3,648 – 0,022t			

Cara pengerjaan *MSE* untuk setiap wilayah pemasaran dan untuk setiap sumber adalah sama. Adapun hasil dari metode *Trend Exponential* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan *MSE* untuk metode *Trend Exponential*

Sumber	Wilayah Pemasaran	*MSE*
Tegal Rejo dan Asam – Asam	Cilegon	499.795,25
	Jakarta	608.924,625
	Cirebon	503.663,5
	Semarang	415.570,25
	Gresik	780.160,375
	Surabaya	504.714,875
	Cilegon	374.716,125
	Jakarta	429.544,75
	Cirebon	612.475,25
	Semarang	299.345,875
	Gresik	394.162,125
	Surabaya	506.208,375

4.3.1.3 Peramalan Metode *Moving Average*

Persamaan umum dari model *Moving Average* :

$$MA_n = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_t}{n}$$

Dengan

Y' = Besarnya nilai peramalan pada perode x

X = Periode waktu .

a,b = Parameter

Dari persamaan di atas maka dapat di hitung *MSE* untuk sumber Tegal Rejo dan Asam – Asam dapat dilihat dari tabel di bawah ini :

Tabel 4.11 Perhitungan Peramalan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	3500	-	-		-	-	
2	3500	-	-		-	-	
3	5000	-	-		-	-	
4	4000	4000	0	849.733,4	-	-	1.366.667
5	4500	4167	110.889		-	-	
6	3000	4500	2.250.000		4100	1.210.000	
7	2500	3833	1.776.889		4000	2.250.000	
8	3000	3333	110.889		3800	640.000	

Cara pengerjaan *MSE* untuk setiap wilayah pemasaran dan untuk setiap sumber adalah sama. Adapun hasil dari metode *Moving Average* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan *MSE* untuk metode *Moving Average*

Sumber	Wilayah Pemasaran	*MSE* 3 Bulan	*MSE* 5 Bulan
Tegal Rejo	Cilegon	849.733,4	1.366.667
	Jakarta	1.489.311,2	1.290.000
	Cirebon	1.005.511,2	710.000
	Semarang	827.555,6	1.064.629,6
	Gresik	1.039.311,2	380.000
	Surabaya	932.933,4	706.666,7

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan *MSE* untuk metode *Moving Average* (lanjutan)

Sumber	Wilayah Pemasaran	*MSE* 3 Bulan	*MSE* 5 Bulan
Asam – Asam	Cilegon	427.489	576.666,7
	Jakarta	1.127.555,6	1.663.333,3
	Cirebon	944.555,6	140.000
	Semarang	688.911,2	710.000
	Gresik	505.311,2	970.000
	Surabaya	1.539.111,2	2.806.666,7

4.3.2. Perbandingan *Mean Square Error (MSE)*

Perbandingan Mean Square Error dari hasil peramalan penjualan sumber Tegal Rejo dan sumber Asam – Asam dapat dilihat pada Tabel 4.42 di bawah ini :

Tabel 4.13 Perbandingan *Mean Square Error* sumber Tegal Rejo

Lokasi Pemasaran	Mean Square Error			
	Trend linear	Trend Exponential	MA 3 Bulan	MA 5 Bulan
Cilegon	463.416,75	499.795,25	849.733,4	1.366.667
Jakarta	598.427,25	608.924,625	1.489.311,2	1.290.000
Cirebon	504.696,5	503.663,5	1.005.511,2	710.000
Semarang	410.884	415.570,25	827.555,6	1.064.629,6
Gresik	770.071,5	780.160,375	1.039.311,2	380.000
Surabaya	689.821,5	504.714,875	932.933,4	706.666,7

Tabel 4.14 Perbandingan *Mean Square Error* sumber Asam – Asam

Lokasi Pemasaran	Mean Square Error			
	Trend linear	Trend Exponential	MA 3 Bulan	MA 5 Bulan
Cilegon	372.032	374.716,125	427.489	576.666,7
Jakarta	428.944	429.544,75	1.127.555,6	1.663.333,3
Cirebon	613.333,5	612.475,25	944.555,6	140.000
Semarang	299.510	299.345,875	688.911,2	710.000
Gresik	393.385,5	394.162,125	505.311,2	970.000
Surabaya	507.812,5	506.208,375	1.539.111,2	2.806.666,7

Dari hasil perbandingan MSE dari ketiga model peramalan tersebut, maka MSE yang terkecil ada pada model Trend Linear. Untuk perhitungan peramalan permintaan maka menggunakan model Trend Linear.

4.3.3. Hasil Peramalan Permintaan Wilayah Pemasaran

Berdasarkan perbandingan diatas dan model terpilih yang digunakan, maka peramalan permintaan wilayah pemasaran untuk bulan September, oktober, November dan desember 2010 adalah :

Tabel 4.15 Hasil Peramalan Dari Bulan September Sampai Bulan Desember 2010 Dari Sumber Tegal Rejo

Lokasi Pemasaran	Bulan			
	September	Oktober	November	Desember
Cilegon	2900	2700	2600	2400
Jakarta	5000	4800	4600	4500
Cirebon	5100	4900	4700	4500
Semarang	2500	2500	2400	2300
Gresik	3700	3500	3300	3200
Surabaya	4000	3900	3800	3700

Tabel 4.16 Hasil Peramalan Dari Bulan September Sampai Bulan Desember 2010 Dari Sumber Asam – Asam

Lokasi Pemasaran	Bulan			
	September	Oktober	November	Desember
Cilegon	4700	4600	4600	4600
Jakarta	5300	5000	4800	4500
Cirebon	8000	7900	7700	7600
Semarang	5000	5000	4900	4900
Gresik	5900	5800	5800	5800
Surabaya	5600	5300	4900	4500

4.3.4. Solusi Awal Sebelum Penerapan Metode Transportasi Usulan

Dari hasil perhitungan peramalan dari bulan September sampai dengan Desember 2010, maka di dapat solusi awal sebagai berikut :

Tabel 4.17 Distribusi Awal Untuk Divisi I Bulan September Dalam Ton (Dalam Puluhan Ribu Rupiah)

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Supply
Tegal Rejo	14 2900	13 5000	12 5100	15000
Asam – Asam	18 4700	1 7 5300	16 8000	25000
Demand	7600	10300	13100	40000 31000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Diketahui bahwa dua sumber dengan supply untuk divisi I adalah sebesar 40000 dan permintaan pada bulan September adalah sebesar 31000. Keadaan demikian tidak seimbang, oleh karena demand lebih kecil dari supply maka perlu dibuat kolom dummy (kolom semu) dalam pemecahan masalah. Maka penyelesaiannya solusi awal lanjutan dapat di lihat pada table di bawah ini

Tabel 4.18 Distribusi Awal Lanjutan Untuk Divisi I Bulan September Dalam Ton (Dalam Puluhan Ribu Rupiah)

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14 2900	13 5000	12 5100	0 2000	15000
Asam – Asam	18 4700	1 7 5300	16 8000	0 7000	25000
Demand	7600	10300	13100	9000	40000 / 40000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Cara pengerjaan tabel solusi awal untuk divisi I untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Dengan hasil yang di dapat adalah sebagai berikut :

1. Untuk sumber Tegal Rejo di distribusikan sebagai berikut :
    a. Pada bulan September :
        - Ke Cilegon sebanyak 2900 ton dengan biaya pengiriman Rp 140.000/ton
        - Ke Jakarta sebanyak 5000 ton dengan biaya pengiriman Rp 130.000/ton
        - Ke Cirebon sebanyak 5100 ton dengan biaya pengiriman Rp 120.000/ton

Total Biaya September = 2900(140.000) + 5000(130.000) + 5100(120.000)
= 406.000.000 + 650.000.000 + 612.000.000
= Rp 1.668.000.000

b. Pada bulan Oktober :

- Ke Cilegon sebanyak 2700 ton dengan biaya pengiriman Rp 140.000/ton
- Ke Jakarta sebanyak 4800 ton dengan biaya pengiriman Rp 130.000/ton
- Ke Cirebon sebanyak 4900 ton dengan biaya pengiriman Rp 120.000/ton

Total Biaya Oktober = 2700(140.000) + 4800(130.000) + 4900(120.000)
= 378.000.000 + 624.000.000 + 588.000.000
= Rp 1.590.000.000

c. Pada bulan November :

- Ke Cilegon sebanyak 2600 ton dengan biaya pengiriman Rp 140.000/ton
- Ke Jakarta sebanyak 4600 ton dengan biaya pengiriman Rp 130.000/ton
- Ke Cirebon sebanyak 4700 ton dengan biaya pengiriman Rp 120.000/ton

Total Biaya November = 2600(140.000) + 4600(130.000) + 4700(120.000)
= 364.000.000 + 598.000.000 + 564.000.000
= Rp 1.526.000.000

d. Pada bulan Desember :

- Ke Cilegon sebanyak 2400 ton dengan biaya pengiriman Rp 140.000/ton
- Ke Jakarta sebanyak 4500 ton dengan biaya pengiriman Rp 130.000/ton
- Ke Cirebon sebanyak 4500 ton dengan biaya pengiriman Rp 120.000/ton

Total Biaya Desember = 2400(140.000) + 4500(130.000) + 4500(120.000)
= 336.000.000 + 585.000.000 + 540.000.000
= Rp 1.461.000.000

2. Untuk sumber Asam – Asam di distribusikan sebagai berikut :
    a. Pada bulan September :
        - Ke Cilegon sebanyak 4700 ton dengan biaya pengiriman Rp 180.000/ton
        - Ke Jakarta sebanyak 5300 ton dengan biaya pengiriman Rp 170.000/ton
        - Ke Cirebon sebanyak 8000 ton dengan biaya pengiriman Rp 160.000/ton

Total Biaya September = 4700(180.000) + 5300(170.000) + 8000(160.000)
= 846.000.000 + 901.000.000 + 1.280.000.000
= Rp 3.027.000.000

    b. Pada bulan Oktober :
        - Ke Cilegon sebanyak 4600 ton dengan biaya pengiriman Rp 180.000/ton
        - Ke Jakarta sebanyak 5000 ton dengan biaya pengiriman Rp 170.000/ton
        - Ke Cirebon sebanyak 7900 ton dengan biaya pengiriman Rp 160.000/ton

Total Biaya Oktober = 4600(180.000) + 5000(170.000) + 7900(160.000)
= 828.000.000 + 850.000.000 + 1.264.000.000
= Rp 2.942.000.000

    c. Pada bulan November :
        - Ke Cilegon sebanyak 4600 ton dengan biaya pengiriman Rp 180.000/ton
        - Ke Jakarta sebanyak 4800 ton dengan biaya pengiriman Rp 170.000/ton
        - Ke Cirebon sebanyak 7700 ton dengan biaya pengiriman Rp 160.000/ton

Total Biaya November = 4600(180.000) + 4800(170.000) + 7700(160.000)
= 828.000.000 + 816.000.000 + 1.232.000.000
= Rp 2.876.000.000

d. Pada bulan Desember :

- Ke Cilegon sebanyak 4600 ton dengan biaya pengiriman Rp 180.000/ton
- Ke Jakarta sebanyak 4500 ton dengan biaya pengiriman Rp 170.000/ton
- Ke Cirebon sebanyak 7600 ton dengan biaya pengiriman Rp 160.000/ton

Total Biaya Desember = 4600(180.000) + 4500(170.000) + 7600(160.000)
= 828.000.000 + 765.000.000 + 1.216.000.000
= Rp 2.809.000.000

Total biaya Transportasi dari divisi I adalah sebesar Rp 17.899.000.000

Tabel 4.19 Distribusi Awal Untuk Divisi II Bulan September Dalam Ton (Dalam Puluhan Ribu Rupiah)

Dari/Ke	Semarang	Gresik	Surabaya	Supply
Tegal Rejo	11 2500	10 3700	10 4000	15000
Asam – Asam	15 5000	1 4 5900	1 4 5600	25000
Demand	7500	9600	9600	40000 26700

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Diketahui bahwa dua sumber dengan supply untuk divisi 1 adalah sebesar 33000 dan permintaan pada bulan September adalah sebesar 26700. Keadaan demikian tidak

seimbang, oleh karena demand lebih kecil dari supply maka perlu dibuat kolom dummy (kolom semu) dalam pemecahan masalah. Maka penyelesaiannya solusi awal lanjutan dapat di lihat pada table di bawah ini

Tabel 4.20 Distribusi Awal Lanjutan Untuk Divisi II Bulan September Dalam Ton

(Dalam Puluhan Ribu Rupiah)

Dari/Ke	Semarang	Gersik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	11 2500	10 3700	10 4000	0 2800	13000
Asam – Asam	15 5000	1 4 5900	1 4 5600	0 3500	20000
Demand	7500	9600	9600	6300	33000 33000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Cara pengerjaan tabel solusi awal untuk divisi II untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Dengan hasil yang di dapat adalah sebagai berikut :

Dari table distribusi awal tersebut dapat di hitung :

1. Untuk sumber Tegal Rejo di distribusikan sebagai berikut :
    a. Pada bulan September :
        - Ke Semarang sebanyak 2500 ton dengan biaya pengiriman Rp 110.000/ton
        - Ke Gresik sebanyak 3700 ton dengan biaya pengiriman Rp 100.000/ton
        - Ke Surabaya sebanyak 4000 ton dengan biaya pengiriman Rp 100.000/ton

Total Biaya September = 2500(110.000) + 3700(100.000) + 4000(100.000)
= 275.000.000 + 370.000.000 + 400.000.000
= Rp 1.045.000.000

b. Pada bulan Oktober :

- Ke Semarang sebanyak 2500 ton dengan biaya pengiriman Rp 110.000/ton
- Ke Gresik sebanyak 3500 ton dengan biaya pengiriman Rp 100.000/ton
- Ke Surabaya sebanyak 3900 ton dengan biaya pengiriman Rp 100.000/ton

Total Biaya Oktober = 2500(110.000) + 3500(100.000) + 3900(100.000)
= 275.000.000 + 350.000.000 + 390.000.000
= Rp 1.015.000.000

c. Pada bulan November :

- Ke Semarang sebanyak 2400 ton dengan biaya pengiriman Rp 110.000/ton
- Ke Gresik sebanyak 3300 ton dengan biaya pengiriman Rp 100.000/ton
- Ke Surabaya sebanyak 3800 ton dengan biaya pengiriman Rp 100.000/ton

Total Biaya November = 2400(110.000) + 3300(100.000) + 3800(100.000)
= 264.000.000 + 330.000.000 + 380.000.000
= Rp.974.000.000

d. Pada bulan Desember :

- Ke Semarang sebanyak 2300 ton dengan biaya pengiriman Rp 110.000/ton
- Ke Gresik sebanyak 3200 ton dengan biaya pengiriman Rp 100.000/ton
- Ke Surabaya sebanyak 3700 ton dengan biaya pengiriman Rp 100.000/ton

Total Biaya Desember = 2300(110.000) + 3200(100.000) + 3700(100.000)
= 253.000.000 + 320.000.000 + 370.000.000
= Rp 943.000.000

2. Untuk sumber Asam – Asam di distribusikan sebagai berikut :
    a. Pada bulan September :
        - Ke Semarang sebanyak 5000 ton dengan biaya pengiriman Rp 150.000/ton
        - Ke Gresik sebanyak 5900 ton dengan biaya pengiriman Rp 140.000/ton
        - Ke Surabaya sebanyak 5600 ton dengan biaya pengiriman Rp 140.000/ton

Total Biaya September = 5000(150.000) + 5900(140.000) + 5600(140.000)
= 750.000.000 + 826.000.000 + 784.000.000
= Rp 2.360.000.000

    b. Pada bulan Oktober :
        - Ke Semarang sebanyak 5000 ton dengan biaya pengiriman Rp 150.000/ton
        - Ke Gresik sebanyak 5800 ton dengan biaya pengiriman Rp 140.000/ton
        - Ke Surabaya sebanyak 5300 ton dengan biaya pengiriman Rp 140.000/ton

Total Biaya Oktober = 5000(150.000) + 5800(140.000) + 5300(140.000)
= 750.000.000 + 812.000.000 + 742.000.000
= Rp 2.304.000.000

    c. Pada bulan November :
        - Ke Semarang sebanyak 4900 ton dengan biaya pengiriman Rp 150.000/ton
        - Ke Gresik sebanyak 5800 ton dengan biaya pengiriman Rp 140.000/ton

- Ke Surabaya sebanyak 4900 ton dengan biaya pengiriman Rp 140.000/ton

Total Biaya November = 4900(150.000) + 5800(140.000) + 4900(140.000)
= 735.000.000 + 812.000.000 + 686.000.000
= Rp 2.233.000.000

d. Pada bulan Desember :

- Ke Semarang sebanyak 4900 ton dengan biaya pengiriman Rp 150.000/ton
- Ke Gresik sebanyak 5800 ton dengan biaya pengiriman Rp 140.000/ton
- Ke Surabaya sebanyak 4500 ton dengan biaya pengiriman Rp 140.000/ton

Total Biaya Desember = 4900(150.000) + 5800(140.000) + 4500(140.000)
= 735.000.000 + 812.000.000 + 630.000.000
= Rp 2.177.000.000

Total biaya Transportasi dari divisi II adalah sebesar Rp 13.051.000.000

Berdasarkan tabel solusi awal di atas, maka dapat dihitung besarnya total biaya transportasi usulan awal dari sumber Tegal Rejo dan Asam – Asam ke kota – kota tujuan Cilegon. Jakarta, Cirebon, Semarang, Gresik dan Surabaya pada bulan September sampai Desember 2010 sebagai berikut :

Total Biaya = Total Biaya Divisi I + Total Biaya Divisi II
= Rp 17.899.000.000 + Rp 13.051.000.000
= Rp 30.950.000.000

4.3.5. Pemecahan Masalah Dengan Metode Transportasi Usulan Kondisi Normal

Setelah diketahui biaya total pengiriman pada keadaan awal, Penyusun menerapkan beberapa metode transportasi sebagai pemecahan masalah dari solusi awal. Metode transportasi yang digunakan oleh penyusun untuk pemecahan masalah transportasi adalah *North West Corner*(*NWC*), *Least Cost*(Biaya Terkecil) dan *Vogel Approximation(VAM)*. Kondisi normal yang di maksud adalah kondisi yang dimaksud adalah kondisi normal di lapangan yaitu masing – masing divisi, divisi I dan divisi II.

4.3.5.1 Metode *North West Corner* (*NWC*) Kondisi Normal

Untuk metode *North West Corner* (*NWC*), prosedur yang harus dilakukan adalah dengan mengisi terlebih dahulu pada pojok kiri atas dari sumber yang tersedia semaksimal mungkin disesuaikan dengan kebutuhan dari alokasi tujuannya dan seterusnya sampai pada pojok kanan bawah.

Tabel 4.21 Tabel Awal Metode *NWC* Divisi I Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12	0	15000
Asam – Asam	18	1 7	16	0	25000
Demand	7600	10300	13100	9000	40000 / 40000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Tabel 4.22 Tabel Akhir Metode *NWC* Divisi I Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14 7600	13 7400	12	0	15000
Asam – Asam	18	1 7 2900	16 13100	0 9000	25000
Demand	7600	10300	13100	9000	40000 40000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Cara pengerjaan tabel *North West Corner* divisi I dan divisi II untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Dengan hasil yang di dapat adalah sebagai berikut :

Dari table distribusi awal tersebut dapat di hitung :

- Untuk Divisi I :

A. Divisi I bulan September

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7600 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 7400 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 130.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 2900 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 170.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 13100 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 160.000/ton

Total biaya divisi I bulan September = 7600(140.000) + 7400(130.000) + 2900(170.000) + 13100(160.000) = Rp 4.615.000.000

B. Divisi I Oktober

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 7700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 2100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 12800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton

Total biaya divisi I bulan Oktober = 7300(140.000) + 7700(130.000) + 2100(170.000) + 12800(160.000) = Rp 4.446.000.000

C. Divisi I November

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 7800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 1600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 12400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton

Total biaya divisi I bulan November = 7200(140.000) + 7800(130.000) + 1600(170.000) + 12400(160.000) = Rp 4.278.000.000

D. Divisi I Desember

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :

- Ke Cilegon sebanyak = 7000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
- Ke Jakarta sebanyak = 8000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton

2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 1000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 12100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton

Total biaya divisi I bulan Desember = 7000(140.000) + 8000(130.000) + 1000(170.000) + 12100(160.000) = Rp 4.126.000.000

Total biaya divisi I metode *North West Corner* adalah sebesar Rp 17.465.000.000

- Untuk Divisi II :

A. Divisi II September

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 110.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 5500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Gresik sebanyak = 4100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

    Total biaya divisi II bulan September = 7500(110.000) + 5500(110.000) + 4100(140.000) + 9600(140.000) = Rp 3.348.000.000

B. Divisi II Oktober

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 110.000/ton

- Ke Gresik sebanyak = 5500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton

2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Gresik sebanyak = 4100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

    Total biaya divisi II bulan Oktober = 7500(110.000) + 5500(100.000) + 4100(140.000) + 9600(140.000) = Rp 3.348.000.000

C. Divisi II November

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 110.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 5700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Gresik sebanyak = 3400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

    Total biaya divisi II bulan November = 7300(110.000) + 5700(100.000) + 3400(140.000) + 8700(140.000) = Rp 3.067.000.000

D. Divisi II Desember

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 110.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 5700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :

- Ke Gresik sebanyak = 3400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
- Ke Surabaya sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

Total biaya divisi II bulan Desember = 7300(110.000) + 5700(100.000) + 3400(140.000) + 8700(140.000) = Rp 3.067.000.000

Total biaya divisi II metode *North West Corner* adalah sebesar Rp 12.830.000.000

Total biaya dengan metode *NWC* = Total biaya divisi I + Total biaya divisi II
= Rp 17.465.000.000 + Rp 12.830.000.000
= Rp 30.295.000.000

4.3.5.2 Metode *Least Cost* (Biaya Terkecil) Kondisi Normal

Prinsip dari metode *Least Cost*(ongkos terkecil) adalah pemberian prioritas pengalokasian kapasitas atau kebutuhan pada tempat yang mempunyai ongkos terkecil (Cij terkecil).

Tabel 4.23 Tabel Awal Metode *Least Cost* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12	0	15000
Asam – Asam	18	1 7	1 6	0	25000
Demand	7600	10300	13100	9000	40000 / 40000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Tabel 4.24 Tabel Akhir Metode *Least Cost* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12 6000	0 9000	15000
Asam – Asam	18 7600	1 7 10300	16 7100	0	25000
Demand	7600	10300	13100	9000	40000 40000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Cara pengerjaan tabel *Least Cost* divisi I dan divisi II untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Dengan hasil yang di dapat adalah sebagai berikut :

Dari table distribusi awal tersebut dapat di hitung :

- Untuk Divisi I :

A. Divisi I September

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cirebon sebanyak = 6000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 10300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 7100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton

Total biaya divisi I bulan September = 6000(120.000) + 7600(180.000) + 10300(170.000) + 7100(160.000) = Rp 4.975.000.000

B. Divisi I Oktober

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cirebon sebanyak = 4900 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 9800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 7900 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton

    Total biaya divisi I bulan Oktober = 4900(120.000) + 7300(180.000) + 9800(170.000) + 7900(160.000) = Rp 4.832.000.000

C. Divisi I November

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cirebon sebanyak = 4000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 9400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 8400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton

    Total biaya divisi I bulan November = 4000(120.000) + 7200(180.000) + 9400(170.000) + 8400(160.000) = Rp 4.718.000.000

D. Divisi I Desember

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :

- Ke Cirebon sebanyak = 3100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton

2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 9000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 9000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton

    Total biaya divisi I bulan Desember = 3100(120.000) + 7000(180.000) + 9000(170.000) + 9000(160.000) = Rp 4.602.000.000

Total biaya divisi I metode *Least Cost* adalah sebesar Rp 19.127.000.000

- Untuk Divisi II :

A. Divisi II September

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Surabaya sebanyak = 6700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 2900 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

    Total biaya divisi II bulan September = 6700(100.000) + 7500(150.000) + 9600(140.000) + 2900(140.000) = Rp 3.545.000.000

B. Divisi II Oktober

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Surabaya sebanyak = 6700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton

2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 2900 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

    Total biaya divisi II bulan Oktober = 6700(100.000) + 7500(150.000) + 9600(140.000) + 2900(140.000) = Rp 3.545.000.000

C. Divisi II November

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Surabaya sebanyak = 5100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 9100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 3600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

    Total biaya divisi II bulan November = 5100(100.000) + 7300(150.000) + 9100(140.000) + 3600(140.000) = Rp 3.383.000.000

D. Divisi II Desember

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Surabaya sebanyak = 5100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton

- Ke Gresik sebanyak = 9100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
- Ke Surabaya sebanyak = 3600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

Total biaya divisi II bulan Desember = 5100(100.000) + 7300(150.000) + 9100(140.000) + 3600(140.000) = Rp 3.383.000.000

Total biaya divisi II metode *Least Cost* adalah sebesar Rp 13.856.000.000

Total biaya dengan metode *LC* = Total biaya divisi I + Total biaya divisi II
= Rp 19.127.000.000 + Rp 13.383.000.000
= Rp 32.510.000.000

4.3.5.3 Metode *Vogel's Aproximetry* (*VAM*) Kondisi Normal

Pada metode *VAM* ini ada beberapa kriteria, dimana kita mencari perbedaan dua biaya terkecil pertama dan kedua. Selanjutnya kita masukkan nilai kebutuhan atau kapasitas tersebut pada selisih terbesar. Dalam pengisian tersebut kita pilih biaya pengiriman yang terkecil pada kolom/baris terpilih. Demikian seterusnya sampai kapasitas demand dan *supply* terpenuhi.

Tabel 4.25 Tabel Awal Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12	0	15000
Asam – Asam	18	1 7	16	0	25000
Demand	7600	10300	13100	9000	40000 / 40000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI I

Tabel 4.26 Tabel Iterasi 1 Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply	Selisih Baris
Tegal Rejo	14	13	12	0	15000	11
Asam – Asam	18	1 7	16	0 9000	25000	16
Demand	7600	10300	13100	9000	Pilih selisih = 16 Harga terkecil = dummy isi kapasitas dan hilangkan kolom dummy	

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI 2

Tabel 4.27 Tabel Iterasi 2 Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Supply	Selisih Baris
Tegal Rejo	14	13	12 13100	15000	2
Asam – Asam	18	1 7	16	16000	2
Demand	7600	10300	13100	Pilih selisih = 4	
Selisih Kolom	4	4	4	Harga terkecil = Cirebon isi kapasitas dan hilangkan kolom Cirebon	

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI 3

Tabel 4.28 Tabel Iterasi 3 Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Supply	Selisih Baris
Tegal Rejo	14	13 1900	1900	1
Asam – Asam	18	1 7	16000	1
Demand	7600	10300	Pilih selisih = 4	
Selisih Kolom	4	4	Harga terkecil = Jakarta isi kapasitas dan hilangkan kolom Tegal Rejo	

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI 4

Tabel 4.29 Tabel Iterasi 4 Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Supply	Selisih Baris
Asam – Asam	18 7600	1 7	16000	1
Demand	7600	8400	Pilih selisih = 18 Harga terkecil = Cilegon isi kapasitas dan hilangkan kolom Cilegon	

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI 5

Tabel 4.30 Tabel Iterasi 5 Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Jakarta	Supply	Selisih Baris
Asam – Asam	1 7 8400	8400	1
Demand	8400	Pilih selisih = 17 Iterasi yang terakhir	
Selisih Kolom	17		

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

TABEL AKHIR

Tabel 4.31 Tabel Akhir Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13 1900	12 13100	0	15000
Asam – Asam	18 7600	1 7 8400	16	0 9000	25000
Demand	7600	10300	13100	9000	40000 40000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Cara pengerjaan tabel *VAM* divisi I dan divisi II untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Dengan hasil yang di dapat adalah sebagai berikut :

Dari table distribusi awal tersebut dapat di hitung :

- Untuk Divisi I :

A. Divisi I September

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 1900 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 13100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 8400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton

Total biaya divisi I bulan September = 1900(130.000) + 13100(120.000) + 7600(180.000) + 8400(170.000) = Rp 4.615.000.000

B. Divisi I Oktober

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 2200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 12800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 7600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton

Total biaya divisi I bulan Oktober = 2200(130.000) + 12800(120.000) + 7300(180.000) + 7600(170.000) = Rp 4.428.000.000

C. Divisi I November

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 2600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 12400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 6800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton

    Total biaya divisi I bulan November = 2600(130.000) + 12400(120.000) + 7200(180.000) + 6800(170.000) = Rp 4.278.000.000

D. Divisi I Desember

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 2900 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 12100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 6100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton

    Total biaya divisi I bulan Desember = 2900(130.000) + 12100(120.000) + 7000(180.000) + 6100(170.000) = Rp 4.122.000.000

Total biaya divisi I metode *VAM* adalah sebesar Rp 17.443.000.000

- Untuk Divisi II :

A. Divisi II September

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Gresik sebanyak = 3400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 6200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

    Total biaya divisi II bulan September = 3400(100.000) + 9600(100.000) + 7500(150.000) + 6200(140.000) = Rp 3.293.000.000

B. Divisi II Oktober

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Gresik sebanyak = 3400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 6200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

    Total biaya divisi II bulan Oktober = 3400(100.000) + 9600(100.000) + 7500(150.000) + 6200(140.000) = Rp 3.293.000.000

C. Divisi II November

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Gresik sebanyak = 4300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 4800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

    Total biaya divisi II bulan November = 4300(100.000) + 8700(100.000) + 7300(150.000) + 4800(140.000) = Rp 3.067.000.000

D. Divisi II Desember

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Gresik sebanyak = 4300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 4800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

    Total biaya divisi II bulan Desember = 4300(100.000) + 8700(100.000) + 7300(150.000) + 4800(140.000) = Rp 3.067.000.000

Total biaya divisi II metode *VAM* adalah sebesar Rp 12.720.000.000

Total biaya dengan metode *VAM* = Total biaya divisi I + Total biaya divisi II
= Rp Rp 17.443.000.000 + Rp 12.720.000.000
= Rp 30.163.000.000

4.3.6. Pemecahan Masalah Dengan Metode Transportasi Usulan Kondisi Usulan

Setelah diketahui biaya total pengiriman pada keadaan awal, Penyusun menerapkan beberapa metode transportasi sebagai pemecahan masalah dari solusi awal. Metode transportasi yang digunakan oleh penyusun untuk pemecahan masalah transportasi adalah *North West Corner*(*NWC*), *Least Cost*(Biaya Terkecil) dan *Vogel Approximation(VAM)*. Kondisi usulan adalah kondisi dimina terjadinya penggabungan antara divisi I dan divisi II, penulis sendiri nantinya akan membandingkan kondisi normal dan kondisi usulan.

4.3.6.1 Metode *North West Corner* (*NWC*) Kondisi Usulan

Untuk metode *North West Corner* (*NWC*), prosedur yang harus dilakukan adalah dengan mengisi terlebih dahulu pada pojok kiri atas dari sumber yang tersedia semaksimal mungkin disesuaikan dengan kebutuhan dari alokasi tujuannya dan seterusnya sampai pada pojok kanan bawah. Untuk kondisi usulan terdapat penggabungan divisi dan penggabungan supplay sehingga di dapat

Tabel 4.32 Tabel Awal Metode *NWC* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12	11	10	10	0	28000
Asam – Asam	18	1 7	16	15	14	14	0	45000
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	73000 / 73000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Tabel 4.33 Tabel Akhir Metode *NWC* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14 7600	13 10300	12 10100	11	10	10	0	28000
Asam – Asam	18	17	16 3000	15 7500	14 9600	14 9600	0 15300	45000
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	73000 / 73000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Cara pengerjaan tabel *North West Corner* pada kondisi usulan untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Dengan hasil yang di dapat adalah sebagai berikut :

Dari table distribusi awal tersebut dapat di hitung :

A. Divisi I bulan September

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cilegon sebanyak = 7600 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton
   - Ke Jakarta sebanyak = 10300 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 130.000/ton
   - Ke Cirebon Sebanyak = 10100 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cirebon sebanyak = 3000 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 160.000/ton
   - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 150.000/ton
   - Ke Gresik sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton
   - Ke Surabaya sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton

Total biaya bulan September = Rp 7.908.000.000

B. Divisi I bulan Oktober

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cilegon sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton
   - Ke Jakarta sebanyak = 9800 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 130.000/ton
   - Ke Cirebon Sebanyak = 10900 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cirebon sebanyak = 1900 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 160.000/ton

- Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 150.000/ton
- Ke Gresik sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton
- Ke Surabaya sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton

Total biaya bulan Oktober = Rp 7.721.000.000

C. Divisi I bulan November

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cilegon sebanyak = 7200 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton
   - Ke Jakarta sebanyak = 9400 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 130.000/ton
   - Ke Cirebon Sebanyak = 11400 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cirebon sebanyak = 1000 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 160.000/ton
   - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 150.000/ton
   - Ke Gresik sebanyak = 9100 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton
   - Ke Surabaya sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton

Total biaya bulan November = Rp 7.345.000.000

D. Divisi I bulan Desember

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cilegon sebanyak = 7000 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton
   - Ke Jakarta sebanyak = 9000 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 130.000/ton
   - Ke Cirebon Sebanyak = 12000 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 120.000/ton

2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cirebon sebanyak = 100 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 160.000/ton
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 150.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 9100 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman sebesar = Rp 140.000/ton

Total biaya bulan Desember = Rp 7.193.000.000

Total biaya metode *NWC* adalah sebesar Rp 30.167.000.000

4.3.6.2 Metode *Least Cost* (Ongkos Terkecil) Kondisi Usulan

Prinsip dari metode *Least Cost*(ongkos terkecil) adalah pemberian prioritas pengalokasian kapasitas atau kebutuhan pada tempat yang mempunyai ongkos terkecil (Cij terkecil). Untuk kondisi usulan terdapat penggabungan divisi dan penggabungan supplay sehingga di dapat

Tabel 4.34 Tabel Awal Metode *Least Cost* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12	11	10	10	0	28000
Asam – Asam	18	17	16	15	14	14	0	45000
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	73000 / 73000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Tabel 4.35 Tabel Akhir Metode *Least Cost* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12	11	10 3100	10 9600	0 15300	28000
Asam – Asam	18 7600	17 10300	16 13100	15 7500	14 6500	14	0	45000
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	73000 / 73000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Cara pengerjaan tabel *Least Cost* untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Dengan hasil yang di dapat adalah sebagai berikut :

Dari table distribusi awal tersebut dapat di hitung :

A. September

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Gresik sebanyak = 3100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
   - Ke Surabaya sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cilegon sebanyak = 7600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
   - Ke Jakarta sebanyak = 10300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
   - Ke Cirebon sebanyak = 13100 ton dengan biaya pengiriman = Rp160.000/ton
   - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
   - Ke Gresik sebanyak = 6500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

Total biaya bulan September = Rp 8.520.000.000

B. Oktober

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Gresik sebanyak = 2000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
   - Ke Surabaya sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cilegon sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
   - Ke Jakarta sebanyak = 9800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton

- Ke Cirebon sebanyak = 12800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton
- Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
- Ke Gresik sebanyak = 7600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

Total biaya bulan Oktober = Rp 8.377.000.000

C. November

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Gresik sebanyak = 400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
   - Ke Surabaya sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cilegon sebanyak = 7200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
   - Ke Jakarta sebanyak = 9400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
   - Ke Cirebon sebanyak = 12400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton
   - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
   - Ke Gresik sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

Total biaya bulan November = Rp 8.101.000.000

D. Desember

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Surabaya sebanyak = 8200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cilegon sebanyak = 7000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton

- Ke Jakarta sebanyak = 9000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
- Ke Cirebon sebanyak = 12100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton
- Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
- Ke Gresik sebanyak = 9100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
- Ke Surabaya sebanyak = 500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

  Total biaya bulan Desember = Rp 7.985.000.000

  Total biaya metode *Least Cost* adalah sebesar Rp 32.983.000.000

4.3.6.3 Metode *VAM* Kondisi Usulan

Pada metode *VAM* ini ada beberapa kriteria, dimana kita mencari perbedaan dua biaya terkecil pertama dan kedua. Selanjutnya kita masukkan nilai kebutuhan atau kapasitas tersebut pada selisih terbesar. Dalam pengisian tersebut kita pilih biaya pengiriman yang terkecil pada kolom/baris terpilih. Demikian seterusnya sampai kapasitas demand dan *supply* terpenuhi.

Tabel 4.36 Tabel Awal Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12	11	10	10	0	28000
Asam – Asam	18	17	16	15	14	14	0	45000
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	73000 / 73000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI 1

Tabel 4.37 Tabel Iterasi 1 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply	Selisih Basis
Tegal Rejo	14	13	12	11	10	10	0	28000	10
Asam – Asam	18	17	16	15	14	14	0 15300	45000	14
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	Pilih Selisih baris 14 pilih dummy ongkos terkecil dan hilagkan kolom dummy	
Selisih Kolom	4	4	4	4	4	4	0		

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI 2

Tabel 4.38 Tabel Iterasi 2 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Supply	Selisih Basis
Tegal Rejo	14	13	12	11	10	10 9600	28000	1
Asam – Asam	18	17	16	15	14	14	29700	1
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	pilih = 4 isi kolom surabaya terkecil dan hilangkan kolom surabaya	
Selisih Kolom	4	4	4	4	4	4		

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI 3

Tabel 4.39 Tabel Iterasi 3 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Supply	Selisih Basis
Tegal Rejo	14	13	12	11	10 9600	18400	2
Asam – Asam	18	17	16	15	16	29700	2
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	pilih = 4 isi kolom Gresik terkecil dan hilangkan kolom Gresik	
Selisih Kolom	4	4	4	4	4		

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI 4

Tabel 4.40 Tabel Iterasi 4 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Supply	Selisih Basis
Tegal Rejo	14	13	12	11 7500	8800	2
Asam – Asam	18	17	16	15	29700	2
Demand	7600	10300	13100	7500	pilih = 4 isi kolom Semarang terkecil dan hilangkan kolom Semarang	
Selisih Kolom	4	4	4	4		

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI 5

Tabel 4.41 Tabel Iterasi 5 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Supply	Selisih Basis
Tegal Rejo	14	13	12 1300	1300	2
Asam – Asam	18	17	16	29700	2
Demand	7600	10300	13100	pilih = 4 isi kolom Cirebon terkecil dan hilangkan baris Tegal Rejo	
Selisih Kolom	4	4	4		

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI 6

Tabel 4.42 Tabel Iterasi 6 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Supply	Selisih Basis
Asam – Asam	18 7600	17	16	29700	2
Demand	7600	10300	11800	pilih = 18 isi kolom Cilegon terkecil dan hilangkan kolom Cilegon	
Selisih Kolom	18	17	15		

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI 7

Tabel 4.43 Tabel Iterasi 7 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Jakarta	Cirebon	Supply	Selisih Basis
Asam – Asam	17 10300	16	22100	2
Demand	10300	11800	pilih = 17 isi kolom Jakarta terkecil dan hilangkan kolom Jakarta	
Selisih Kolom	17	15		

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

ITERASI 8

Tabel 4.44 Tabel Iterasi 8 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cirebon	Supply	Selisih Basis
Asam – Asam	16 11800	11800	2
Demand	11800	pilih = 16 isi kolom Cirebon terkecil dan hilangkan kolom Cirebon	
Selisih Kolom	15		

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Tabel 4.45 Tabel Akhir Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12 1300	11 7500	10 9600	10 9600	0	28000
Asam – Asam	18 7600	17 10300	16 11800	15	14	14	0 15300	45000
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	73000 73000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Cara pengerjaan tabel *VAM* untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Dengan hasil yang di dapat adalah sebagai berikut :

Dari table distribusi awal tersebut dapat di hitung :

A. September

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cirebon sebanyak = 1300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
   - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 110.000/ton
   - Ke Gresik sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
   - Ke Surabaya sebanyak 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cilegon sebanyak = 7600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
   - Ke Jakarta sebanyak = 10300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
   - Ke Cirebon sebanyak = 11800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton

Total biaya bulan September = Rp 7.908.000.000

B. Oktober

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cirebon sebanyak = 1300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
   - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 110.000/ton
   - Ke Gresik sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
   - Ke Surabaya sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman Rp 100.000/ton

2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 9800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 11500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton

Total biaya bulan Oktober = Rp 7.721.000.000

C. November

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cirebon sebanyak = 2900 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 110.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 9100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 9400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 9200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton

Total biaya bulan November = Rp 7.297.000.000

D. Desember

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cirebon sebanyak = 2900 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 110.000/ton

- Ke Surabaya sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton

2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 9000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 9200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton

Total biaya bulan Desember = Rp 6.283.000.000

Total biaya metode *VAM* adalah sebesar Rp 29.209.000.000

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Pembahasan Dari Metode Transportasi Usulan

Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan biaya biaya transportasi dengan menentukan solusi optimal pada pengiriman batubara ke setiap daerah pemasaran yang telah ditentukan. Untuk menentukan solusi optimal tersebut digunakan pendekatan metode transportasi *North West Corner*, *Least Cost* dan *Vogel's Aproximatry*.

Dari hasil pengolahan data pada bab IV diperoleh bahwa hasil untuk kondisi normal total biaya transportasi untuk metode *NWC* adalah untuk divisi I sebesar Rp 17.465.000.000 dan untuk divisi II sebesar Rp 12.830.000.000 dengan total biaya sebesar Rp 30.295.000.000. Untuk metode *Least Cost* adalah untuk divisi I sebesar Rp 19.127.000.000 dan untuk divisi II sebesar Rp 13.856.000.000 dengan total biaya sebesar Rp 32.510.000.000. Sedangkan untuk metode *VAM* adalah untuk divisi I sebesar Rp 17.443.000.000 dan untuk divisi II sebesar Rp 12.270.000.000 dengan total biaya sebesar Rp 30.163.000.000. Sedangkan untuk kondisi usulan yang di dalamnya terdapat penggabungan divisi dan penggabungan kedua sumber, maka diperoleh hasil untuk metode *NWC* adalah sebesar Rp 30.167.000.000. Untuk *Least Cost* Rp 32.983.000.000. Sedangkan untuk metode *VAM* didapat hasil Rp 29.209.000.000.

5.2. Optimasi Metode Transportasi Usulan dengan *MODI*

5.2.1. Metode *MODI* Kondisi Normal

5.2.1.1 Metode *MODI* Untuk *North West Corner* (*NWC*) Kondisi Normal

Tabel 5.1 Tabel Awal Metode *MODI* untuk *NWC* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14 7600	13 7400	12	0	15000
Asam – Asam	18	1 7 2900	16 13100	0 9000	25000
Demand	7600	10300	13100	9000	40000 40000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Z = 7600(140.000) + 7400(130.000) + 2900(170.000) + 13100(160.000) = Rp 4.615.000.000

Sel Basis ada 5 yaitu : (1,1), (1,2), (2,2), (2,3), (2,4)

Hitung Cij = Ui + Vj Dengan U1 = 0 untuk setiap sel basis

C11 = U1 + V1 14= 0 + V1 V1 = 14

C12 = U1 + V2 13 = 0 + V2 V2 = 13

C22 = U2 + V2 17 = U2+ 13 U2 = 4

C23 = U2 + V3 16 = 4+ V3 V3 = 12

C24 = U2 + V4 0 = 4+ V4 V4 = -4

Indeks Perbaikan (Sel Non Basis)

Iij = Ui + Vj - Cij

I13 = U1 + V3 –C13 0 + 12 – 12 I13 = 0 < 0

I14 = U1 + V4 –C14 0 – 4 – 0 I14 = -4 < 0

I21 = U2 + V1 –C21 4 + 14 – 18 I21 = 0 < 0

Karena tidak ada yang bernilai positif maka solusi sudah optimal dengan Z = Rp 4.615.000.000

Cara pengerjaan tabel *MODI* pada *North West Corner* divisi I dan divisi II untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Dan hasil yang didapat semuanya menunjukan sudah mencapai optimal karena pada indeks perbaikan angka yang di tunjukkan tidak ada yang positif(+). Total biaya yang didapat sebelum dan sesudah analisis dengan menggunakan *MODI* adalah sama yaitu sebesar Rp 30.295.000.000

5.2.1.2 Metode *MODI* Untuk *Least Cost* (Biaya Terkecil) Kondisi Normal

- Untuk Divisi I :

Tabel 5.2 Tabel Awal Metode *MODI* untuk *Least Cost* Divisi I Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12 6000	0 9000	15000
Asam – Asam	18 7600	17 10300	16 7100	0	25000
Demand	7600	10300	13100	9000	40000 40000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Z = 6000 (110.000) + 7600 (180.000) + 10300 (170.000) + 7100 (160.000)

= Rp 4.844.000.000

Sel Basis ada 5 yaitu : (1,3), (1,4), (2,1), (2,2), (2,3)

Hitung Cij = Ui + Vj Dengan U1 = 0 untuk setiap sel basis

C13 = U1 + V3 12 = 0 + V3 V3 = 12

C14 = U1 + V4 0 = 0 + V4 V4 = 0

C21 = U2 + V1 18 = 4 + V1 V1 = 14

C22 = U2 + V2 17 = 4 + V2 V2 = 13

C23 = U2 + V3 16 = U2 + 12 U2 = 4

Indeks Perbaikan (Sel Non Basis)

Iij = Ui + Vj - Cij

I11 = U1 + V1 – C11 0 + 14 – 14 I11 = 0 < 0

I12 = U1 + V2 – C12 0 + 13 – 13 I12 = 0 < 0

I24 = U2 + V4 – C24 4 + 0 – 0 I24 = 4 < 0

Karena nilainya belum negatif maka solusi belum optimal harus di cari melalui entering basis dan leaving basis (nilai terkecil dari Xij pada loop yang bertanda +). Karena pada I24 memiliki nilai pisitif yaitu bernilai empat(4), maka diambil. Dalam masalah ini penulis mengambil Iij pada I24

Maka Pemecahan Awal :

- 12 6000	+ 0 9000
+ 16 7100	- 0

Dilihat dari table loop di atas yang memiliki nilai terkecil dan bernilai positif berada di kolom(2,3) yang memiliki nilai 7100. Maka penyelesaian akhirnya adalah :

- 12 13100	+ 0 1900
+ 16	- 0 7100

Dari table loop di atas maka tabel penyelesaiannya dapat di lihat pada tabel.. dibawah ini :

Tabel 5.3 Tabel Iterasi 1 Metode MODI untuk *Least Cost* Divisi I Bulan September

Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12 13100	0 1900	15000
Asam – Asam	18 7600	17 10300	16	0 7100	25000
Demand	7600	10300	13100	9000	40000 40000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Z =Rp 4.691.000.000

Sel Basis ada 5 yaitu : (1,3), (1,4), (2,1), (2,2), (2,4)

Hitung Cij = Ui + Vj Dengan U1 = 0 untuk setiap sel basis

C13 = U1 + V3 12 = 0 + V3 V3 = 12

C14 = U1 + V4 0 = 0 + V4 V4 = 0

C21 = U2 + V1 18 = 0 + V1 V1 = 18

C22 = U2 + V2 17 = 0 + V2 V2 = 17

C24 = U2 + V4 0 = U2 + 0 U2 = 0

Indeks Perbaikan (Sel Non Basis)

Iij = Ui + Vj - Cij

I11 = U1 + V1 – C11 0 + 18 – 14 I11 = 4 < 0

I12 = U1 + V2 – C12 0 + 17 – 13 I12 = 4 < 0

I23 = U2 + V3 – C23 0 + 12 – 16 I24 = -4 < 0

Karena nilainya belum negatif maka solusi belum optimal harus di cari melalui entering basis dan leaving basis (nilai terkecil dari Xij pada loop yang bertanda +). Karena pada I11 dan I12 memiliki nilai positif yang bernilai sama yaitu bernilai empat(4), maka diambil. Dalam masalah ini penulis mengambil Iij pada I12

Maka Pemecahan Awal :

- 13	+ 0 1900
+ 17 10300	- 0 7100

Dilihat dari table loop di atas yang memiliki nilai terkecil dan bernilai positif berada di kolom(1,4) yang memiliki nilai 1900. Maka penyelesaian akhirnya adalah :

- 13 1900	+ 0
+ 17 8400	- 0 9000

Dari table loop di atas maka tabel penyelesaiannya dapat di lihat pada tabel.. dibawah ini :

Tabel 5.4 Tabel Akhir Metode *MODI* untuk *Least Cost* Divisi I Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13 1900	12 13100	0	15000
Asam – Asam	18 7600	17 8400	16	0 9000	25000
Demand	7600	10300	13100	9000	40000 40000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Z =Rp 4.615.000.000

Sel Basis ada 5 yaitu : (1,3), (1,4), (2,1), (2,2), (2,4)

Hitung Cij = Ui + Vj Dengan U1 = 0 untuk setiap sel basis

C12 = U1 + V2 13 = 0 + V2 V2 = 13

C13 = U1 + V3 12 = 0 + V3 V3 = 12

C21 = U2 + V1 18 = 4 + V1 V1 = 14

C22 = U2 + V2 17 = U2 + 13 U2 = 4

C24 = U2 + V4 0 = 4+ V4 V4 = -4

Indeks Perbaikan (Sel Non Basis)

Iij = Ui + Vj - Cij

I11 = U1 + V1 – C11 0 + 14 – 14 I11 = 0 < 0

I14 = U1 + V4 – C14 0 – 4 – 0 I14 = -4 < 0

I23 = U2 + V3 – C23 0 + 12 – 16 I24 = -4 < 0

Karena hasilnya pada indeks perbaikan menunjukan angka 0 dan negatif maka sudah dinyatakan optimal.

Cara pengerjaan tabel *MODI* pada *Least Cost* divisi I untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Adapun hasil MODI pada metode Least Cost untuk divisi I adalah sebagai berikut.

A. Divisi I September

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 1900 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 13100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 8400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton

Total biaya divisi I bulan September = 1900(130.000) + 13100(120.000) + 7600(180.000) + 8400(170.000) = Rp 4.615.000.000

B. Divisi I Oktober

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 2200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 12800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 7600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton

Total biaya divisi I bulan Oktober = 2200(130.000) + 12800(120.000) + 7300(180.000) + 7600(170.000) = Rp 4.428.000.000

C. Divisi I November

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 2600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 12400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 6800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton

Total biaya divisi I bulan November = 2600(130.000) + 12400(120.000) + 7200(180.000) + 6800(170.000) = Rp 4.278.000.000

D. Divisi I Desember

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 2900 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 12100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Jakarta sebanyak = 6100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton

Total biaya divisi I bulan Desember = 2900(130.000) + 12100(120.000) + 7000(180.000) + 6100(170.000) = Rp 4.126.000.000

Total biaya divisi I metode *MODI* untuk *Least Cost* adalah sebesar Rp 17.443.000.000

- Untuk Divisi II :

Cara pengerjaan tabel *MODI* pada *Least Cost* divisi II untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaan divisi I. Adapun hasil *MODI* pada metode *Least Cost* untuk divisi II adalah sebagai berikut.

A. Divisi II September

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Gresik sebanyak = 3400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 6200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

Total biaya divisi II bulan September = 3400(100.000) + 9600(100.000) + 7500(150.000) + 6200(140.000) = Rp 3.293.000.000

B. Divisi II Oktober

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Gresik sebanyak = 3400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 6200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

Total biaya divisi II bulan Oktober = 3400(100.000) + 9600(100.000) + 7500(150.000) + 6200(140.000) = Rp 3.293.000.000

C. Divisi II November

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Gresik sebanyak = 4300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 4800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

Total biaya divisi II bulan November = 4300(100.000) + 8700(100.000) + 7300(150.000) + 4800(140.000) = Rp 3.067.000.000

D. Divisi II Desember

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Gresik sebanyak = 4300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
    - Ke Surabaya sebanyak = 4800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

Total biaya divisi II bulan Desember = 4300(100.000) + 8700(100.000) + 7300(150.000) + 4800(140.000) = Rp 3.067.000.000

Total biaya divisi II metode *MODI* untuk *Least Cost* adalah sebesar Rp 12.720.000.000

Total biaya metode *MODI* untuk *Least Cost* adalah sebesar Rp 30.163.000.000

5.2.1.3 Metode *MODI* Untuk *Vogel's Aproximatery* (*VAM*) Kondisi Normal

Tabel 5.5 Tabel Awal Metode *MODI* untuk *VAM* Divisi I Bulan September Kondisi Awal

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13 1900	12 13100	0	15000
Asam – Asam	18 7600	17 8400	16	0 9000	25000
Demand	7600	10300	13100	9000	40000 40000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Z = 1900 (140.000) + 13100 (120.000) + 7600 (180.000) + 8400 (170.000)

= Rp 4.634.000.000

Sel Basis ada 5 yaitu : (1,2), (1,3), (2,1), (2,2), (2,4)

Hitung Cij = Ui + Vj Dengan U1 = 0 untuk setiap sel basis

C12 = U1 + V2 13= 0 + V2 V2 = 13

C13 = U1 + V3 12 = 0 + V3 V3 = 12

C21 = U2 + V1 18 = 4+ V1 V1 = 14

C22= U2 + V2 17 = U2+ 13 U2 = 4

C24 = U2 + V4 0 = 4+ V4 V4 = -4

Indeks Perbaikan (Sel Non Basis)

Iij = Ui + Vj - Cij

I11 = U1 + V1 –C11 0 + 14 – 14 I11 = 0 < 0

I14 = U1 + V4 –C14 0 – 4 – 0 I14 = -4 < 0

I23 = U2 + V3 –C23 4 + 12 – 16 I23 = 0 < 0

Karena tidak ada yang bernilai positif maka solusi sudah optimal Z = Rp 4.634.000.000 Cara pengerjaan tabel *MODI* pada *VAM* divisi I dan divisi II untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Dan hasil yang didapat semuanya menunjukan sudah mencapai optimal karena pada indeks perbaikan angka yang di tunjukkan tidak ada yang positif(+). Total biaya yang didapat sebelum dan sesudah analisis dengan menggunakan *MODI* adalah sama yaitu sebesar Rp 30.163.000.000

5.2.2. Metode *MODI* (*Modified Distribution*) Kondisi Usulan

5.2.2.1 Metode *MODI* Untuk *North West Corner* (*NWC*) Kondisi Usulan

Tabel 5.6 Tabel Awal *MODI* Metode *NWC* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14 7600	13 10300	12 10100	11	10	10	0	28000
Asam – Asam	18	17	16 3000	15 7500	14 9600	14 9600	0 15300	45000
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	73000 / 73000

Z = Rp 7.908.000.000

Sel Basis ada 8 yaitu : (1,1), (1,2), (1,3), (2,3), (2,4), (2,5), (2,6), (2,7)

Hitung Cij = Ui + Vj Dengan U1 = 0 untuk setiap sel basis

C11 = U1 + V1 14 = 0 + V1 V1 = 14

C12 = U1 + V2 13 = 0 + V2 V2 = 13

C13 = U1 + V3 12 = 0 + V3 V3 = 12

C23 = U2 + V3 16 = U2 + 12 U2 = 4

C24 = U2 + V4 15 = 4 + V4 V4 = 11

C25 = U2 + V5 14 = 4 + V5 V5 = 10

C26 = U2 + V6 14 = 4 + V6 V6 = 10

C27 = U2 + V7 0 = 4 + V7 V7 = -4

Indeks Perbaikan (Sel Non Basis)

Iij = Ui + Vj - Cij

I14 = U1 + V4 – C14 0 + 11 – 11 I14 = 0

I15 = U1 + V5 – C15 0 + 10 – 10 I15 = 0

I16 = U1 + V6 – C16 0 + 10 – 10 I16 = 0

I17 = U1 + V7 – C17 0 – 0 – 0 I17 = 0

I21 = U2 + V1 – C21 4 + 14 – 18 I21 = 0

I22 = U2 + V2 – C22 4 + 13 – 17 I22 = 0

Karena tidak ada yang bernilai positif maka solusi sudah optimal dengan Z = Rp 30.167.000.000. Cara pengerjaan tabel *MODI* pada *North West Corner* kondisi usulan untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Dan hasil yang didapat semuanya menunjukan sudah mencapai optimal karena pada indeks perbaikan angka yang di tunjukkan tidak ada yang positif(+). Total biaya yang didapat sebelum dan sesudah analisis dengan menggunakan *MODI* adalah sama yaitu sebesar Rp 30.167.000.000

5.2.2.2 Metode *MODI* Untuk *Least Cost* (Ongkos Terkecil) Kondisi Usulan

Tabel 5.7 Tabel Awal *MODI* Metode *Least Cost* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12	11	10 3100	10 9600	0 15300	28000
Asam – Asam	18 7600	1 7 10300	16 13100	15 7500	14 6500	14	0	45000
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	73000 73000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Z = Rp 8.520.000.000

Sel Basis ada 8 yaitu : (1,5), (1,6), (1,7), (21), (2,2), (2,3), (2,4), (2,5)

Hitung Cij = Ui + Vj Dengan U1 = 0 untuk setiap sel basis

C15 = U1 + V5 10 = 0 + V5 V5 = 10

C16 = U1 + V6 10 = 0 + V6 V6 = 10

C17 = U1 + V7 0 = 0 + V7 V7 = 0

C21 = U2 + V1 18 = 4 + V1 V1 = 14

C22 = U2 + V2 17 = 4 + V2 V2 = 13

C23 = U2 + V3 16 = 4 + V3 V3 = 12

C24 = U2 + V4 14 = 4 + V4 V4 = 11

C25 = U2 + V5 14 = U2 + 10 U2 = 4

Indeks Perbaikan (Sel Non Basis)

Iij = Ui + Vj - Cij

I11 = U1 + V1 – C11 0 + 14 – 14 I11 = 0

I12 = U1 + V2 – C12 0 + 13 – 13 I12 = 0

I13 = U1 + V3 – C13 0 + 12 – 12 I13 = 0

I14 = U1 + V4 – C14 0 + 11 – 11 I14 = 0

I26 = U2 + V6 – C26 4 + 10 – 14 I21 = 0

I27 = U2 + V7 – C27 4 + 0 – 0 I22 = 4

Karena nilainya belum negatif maka solusi belum optimal harus di cari melalui entering basis dan leaving basis (nilai terkecil dari Xij pada loop yang bertanda +). Karena pada I27 memiliki nilai dua(2), maka diambil salah satu dari nilai Iij. Dalam masalah ini penulis mengambil Iij pada I27

Maka Pemecahan Awal :

- 11 3100	+ 0 15300
+ 15 6500	- 0

Dilihat dari table loop di atas yang memiliki nilai terkecil dan bernilai positif berada di kolom(2,5) yang memiliki nilai 6500. Maka penyelesaian akhirnya adalah:

- 11 9600	+ 0 8800
+ 15	- 0 6500

Dari table loop di atas maka tabel penyelesaiannya dapat di lihat pada tabel.. dibawah ini :

Tabel 5.8 Tabel Iterasi 1 *MODI* Metode *Least Cost* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12	11	10 9600	10 9600	0 8800	28000
Asam – Asam	18 7600	17 10300	16 13100	15 7500	14	14	0 6500	45000
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	73000 73000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Z = Rp 8.260.000.000

Sel Basis ada 8 yaitu : (1,5), (1,6), (1,7), (21), (2,2), (2,3), (2,4), (2,7)

Hitung Cij = Ui + Vj Dengan U1 = 0 untuk setiap sel basis

C15 = U1 + V5 10 = 0 + V5 V5 = 10

C16 = U1 + V6 10 = 0 + V6 V6 = 10

C17 = U1 + V7 0 = 0 + V7 V7 = 0

C21 = U2 + V1 18 = 0 + V1 V1 = 18

C22 = U2 + V2 17 = 0 + V2 V2 = 17

C23 = U2 + V3 16 = 0 + V3 V3 = 16

C24 = U2 + V4 15 = 0 + V4 V4 = 15

C27 = U2 + V7 0 = U2 + 0 U2 = 0

Indeks Perbaikan (Sel Non Basis)

Iij = Ui + Vj - Cij

I11 = U1 + V1 – C11 0 + 18 – 14 I11 = 4

I12 = U1 + V2 – C12 0 + 17 – 13 I12 = 4

I13 = U1 + V3 – C13 0 + 16 – 12 I13 = 4

I14 = U1 + V4 – C14 0 + 15 – 11 I14 = 4

I25 = U2 + V5 – C25 0 + 10 – 14 I25 = -4

I26 = U2 + V6 – C26 4 + 10 – 14 I26 = -4

Karena nilainya belum negatif maka solusi belum optimal harus di cari melalui entering basis dan leaving basis (nilai terkecil dari Xij pada loop yang bertanda +). Karena pada I11 sampai I14 memiliki nilai empat(4), maka diambil salah satu dari nilai Iij. Dalam masalah ini penulis mengambil Iij pada I11

Maka Pemecahan Awal :

- 14	+ 0 8800
+ 18 7600	- 0 6500

Dilihat dari table loop di atas yang memiliki nilai terkecil dan bernilai positif berada di kolom(2,1) yang memiliki nilai 7600. Maka penyelesaian akhirnya adalah:

- 11 7600	+ 0 1200
+ 15	- 0 14100

Dari table loop di atas maka tabel penyelesaiannya dapat di lihat pada tabel.. dibawah ini :

Tabel 5.9 Tabel Iterasi 2 *MODI* Metode *Least Cost* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14 7600	13	12	11	10 9600	10 9600	0 1200	28000
Asam – Asam	18	1 7 10300	16 13100	15 7500	14	14	0 14100	45000
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	73000 / 73000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Z = Rp 7.956.000.000

Sel Basis ada 8 yaitu : (1,1), (1,5), (1,6), (1,7), (2,2), (2,3), (2,4), (2,7)

Hitung Cij = Ui + Vj Dengan U1 = 0 untuk setiap sel basis

C11 = U1 + V1 14 = 0 + V1 V1 = 14

C15 = U1 + V5 10 = 0 + V5 V5 = 10

C16 = U1 + V6 10 = 0 + V6 V6 = 10

C17 = U1 + V7 0 = 0 + V7 V7 = 0

C22 = U2 + V2 17 = 0 + V2 V2 = 17

C23 = U2 + V3 16 = 0 + V3 V3 = 16

C24 = U2 + V4 15 = 0 + V4 V4 = 15

C27 = U2 + V7 0 = U2 + 0 U2 = 0

Indeks Perbaikan (Sel Non Basis)

Iij = Ui + Vj - Cij

I12 = U1 + V2 – C12 0 + 17 – 13 I11 = 4

I13 = U1 + V3 – C13 0 + 16 – 12 I12 = 4

I14 = U1 + V4 – C14 0 + 15 – 11 I13 = 4

I21 = U2 + V1 – C21 0 + 10 – 14 I14 = -4

I25 = U2 + V5 – C25 0 + 10 – 14 I24 = -4

I26 = U2 + V6 – C26 0 + 10 – 14 I22 = -4

Karena nilainya belum negatif maka solusi belum optimal harus di cari melalui entering basis dan leaving basis (nilai terkecil dari Xij pada loop yang bertanda +). Karena pada I12 sampai I14 memiliki nilai empat(4), maka diambil salah satu dari nilai Iij. Dalam masalah ini penulis mengambil Iij pada I13

Maka Pemecahan Awal :

- 12	+ 0 1200
+ 16 13100	- 0 14100

Dilihat dari table loop di atas yang memiliki nilai terkecil dan bernilai positif berada di kolom(1,7) yang memiliki nilai 1200. Maka penyelesaian akhirnya adalah:

- 12 1200	+ 0
+ 16 11900	- 0 15300

Dari table loop di atas maka tabel penyelesaiannya dapat di lihat pada tabel.. dibawah ini :

Tabel 5.10 Tabel Akhir *MODI* Metode *Least Cost* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14 7600	13	12 1200	11	10 9600	10 9600	0	28000
Asam – Asam	18	17 10300	16 11900	15 7500	14	14	0 15300	45000
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	73000 / 73000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Z = Rp 7.908.000.000

Sel Basis ada 8 yaitu : (1,1), (1,3), (1,5), (1,6), (2,2), (2,3), (2,4), (2,7)

Hitung Cij = Ui + Vj Dengan U1 = 0 untuk setiap sel basis

C11 = U1 + V1 14 = 0 + V1 V1 = 14

C13 = U1 + V3 12 = 0 + V3 V3 = 12

C15 = U1 + V5 10 = 0 + V5 V5 = 10

C16 = U1 + V6 10 = 0 + V6 V6 = 10

C22 = U2 + V2 17 = 4 + V2 V2 = 13

C23 = U2 + V3 16 = U2 + 12 U2 = 4

C24 = U2 + V4 15 = 4 + V4 V4 = 11

C27 = U2 + V7 0 = 4 + V7 V7 = -4

Indeks Perbaikan (Sel Non Basis)

Iij = Ui + Vj - Cij

I12 = U1 + V2 – C12 0 + 13 – 13 I12 = 0

I14 = U1 + V4 – C14 0 + 11 – 11 I14 = 0

I17 = U1 + V7 – C17 0 – 4 – 0 I17 = -4

I21 = U2 + V1 – C21 4 + 14 – 18 I21 = 0

I25 = U2 + V5 – C25 4 + 10 – 14 I25 = 0

I26 = U2 + V6 – C26 0 + 10 – 14 I26 = -4

Karena tidak ada yang bernilai positif maka solusi sudah optimal dengan Z = Rp 7.908.000.000

Cara pengerjaan tabel *MODI* pada *Least Cost* kondisi usulan untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Adapun hasil MODI pada metode Least Cost untuk bulan September sampai Bulan Oktober adalah sebagai berikut.

A. September

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cilegon Sebanyak = 7600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
   - Ke Cirebon Sebanyak = 1200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
   - Ke Gresik Sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
   - Ke Surabaya sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Jakarta sebanyak = 10300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
   - Ke Cirebon sebanyak = 11900 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton

- Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton

Total biaya September = Rp 7.908.000.000

B. Oktober

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Jakarta Sebanyak = 8800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton
   - Ke Gresik Sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
   - Ke Surabaya Sebanyak = 9600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Cilegon sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
   - Ke Jakarta sebanyak = 1000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
   - Ke Cirebon sebanyak = 12800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton
   - Ke Semarang sebanyak = 7500 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton

Total biaya Oktober = Rp 7.721.000.000

C. November

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
   - Ke Jakarta Sebanyak = 9400 ton dengan biaya pengiriman = Rp 130.000/ton
   - Ke Cirebon Sebanyak = 800 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
   - Ke Gresik Sebanyak = 9100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
   - Ke Surabaya Sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton

2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon sebanyak = 7200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 180.000/ton
    - Ke Cirebon sebanyak = 11600 ton dengan biaya pengiriman = Rp 160.000/ton
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton

    Total biaya November = Rp 7.345.000.000

D. Desember

1. Untuk sumber Tegal Rejo didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Cilegon Sebanyak = 7000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton
    - Ke Cirebon Sebanyak = 12100 ton dengan biaya pengiriman = Rp 120.000/ton
    - Ke Gresik Sebanyak = 200 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
    - Ke Surabaya Sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 100.000/ton
2. Untuk sumber Asam – Asam didistribusikan sebagai berikut :
    - Ke Jakarta sebanyak = 9000 ton dengan biaya pengiriman = Rp 170.000/ton
    - Ke Semarang sebanyak = 7300 ton dengan biaya pengiriman = Rp 150.000/ton
    - Ke Gresik sebanyak = 8700 ton dengan biaya pengiriman = Rp 140.000/ton

    Total biaya November = Rp 7.165.000.000

Total biaya metode *MODI* untuk *Least Cost* adalah sebesar Rp 30.139.000.000

5.2.2.3 Metode *MODI* Untuk *VAM* Kondisi Usulan

Tabel 5.11 Tabel Awal Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

Dari/Ke	Cilegon	Jakarta	Cirebon	Semarang	Gresik	Surabaya	Dummy	Supply
Tegal Rejo	14	13	12 1300	11 7500	10 9600	10 9600	0	28000
Asam – Asam	18 7600	17 10300	16 11800	15	14	14	0 15300	45000
Demand	7600	10300	13100	7500	9600	9600	15300	73000 73000

(biaya transportasi yang di masukan adalah biaya dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan dengan perhitungan detailnya berada di lampiran)

Z = Rp 7.908.000.00

Sel Basis ada 8 yaitu : (1,3), (1,4), (1,5), (1,6), (2,1), (2,2), (2,3), (2,7)

Hitung Cij = Ui + Vj Dengan U1 = 0 untuk setiap sel basis

C13 = U1 + V3 12 = 0 + V3 V3 = 12

C14 = U1 + V4 11 = 0 + V4 V4 = 11

C15 = U1 + V5 10 = 0 + V5 V5 = 10

C16 = U1 + V6 10 = 0 + V6 V6 = 10

C23 = U2 + V3 16 = U2 + 12 U2 = 4

C21 = U2 + V1 18 = 4 + V1 V3 = 14

C22 = U2 + V2 17 = 4 + V4 V2 = 13

C27 = U2 + V7 0 = 4 + V7 V7 = -4

Indeks Perbaikan (Sel Non Basis)

Iij = Ui + Vj - Cij

I11 = U1 + V1 – C11 0 + 14 – 14 I11 = 0

I12 = U1 + V2 – C12 0 + 13 – 13 I12 = 0

I17 = U1 + V7 – C17 0 + 4 – 0 I13 = -4

I24 = U2 + V4 – C24 0 + 11 – 15 I14 = -4

I25 = U2 + V5 – C25 0 + 11 – 15 I25 = -4

I26 = U2 + V6 – C26 0 + 10 – 14 I26 = -4

Karena nilainya sudah negatif atau sama dengan nol maka hasil yang di dapat sudah optimum dengan Z = Rp 7.908.000.00

Cara pengerjaan tabel *MODI* pada *VAM* kondisi usulan untuk bulan Oktober sampai dengan bulan Desember sama proses pengerjaanya. Hasil yang di peroleh sebelum dan sesudah di analisis sama dengan Z = Rp 29.209.000.000

Dari hasil transportasi usulan di atas hasil yang di dapat belum optimal. Untuk itu fungsi dari *MODI* adalah untuk mengoptimalkan dari hasil metode transportasi di atas. Hasil optimal dari kondisi usulan *VAM* yaitu sebesar Rp 29.209.000.000. Dalam hal ini perusahaan dapat melakukan penghematan biaya sebesar Rp 1.741.000.000 dalam kurun waktu bulan September 2010 sampai dengan bulan Desember 2010. Adapun jika dibandingkan dengan data real hasil permintaan perusahaan dari periode bulan Mei 2010 sampai dengan bulan Agustus 2010 didapatkan hasil sebesar Rp 35.305.000.000 dengan biaya penghematan sebesar Rp 6.096.000.000. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode VAM dengan kondisi usulan didapatkan hasil yang optimal karena dapat melakukan biaya penghematan pengiriman. Ini dikarenakan model VAM menitik beratkan biaya ongkos transportasi terkecil dan bagaiman pengaturan permintaan yang optimal pada setiap daerah pemasarannya.

Faktor – faktor yang mempengaruhi dari biaya transportasi adalah jarak dari mulut tambang ke pelabuhan Jette. Semakin besar jarak tempuh dari mulut tambang ke jette, semakin besar juga ongkos transportasinya. Selanjutnya adalah biaya

portal,biasanya setiap mobil pengangkut batubara melewai tanah milik seseorang,truck tersebut harus membayar biaya portal sebagai tanda dia telah meminta izin kepada pemilik lahan untuk bisa memasuki area tersebut. Jadi semakin banyak portal yang dilalui, semakin mahal pula ongkos transportasinya. Faktor selanjutnya adalah kondisi jalan, semakin jeleknya kondisi jalan tersebut maka semakin lama pula waktu tempuh untuk sampai ke pelabuhan jette karena para supih harus berhati – hati dalam menjalankan kendaraannya. Faktor yang terakhir yaitu jarak dari pelabuhan jette ke pelabuhan tujuan. Dari pengolahan data di atas bisa di simpulkan ongkos ke Cilegon merupakan ongkos terbesar Rp 130.000 dan ongkos terkecil yaitu daerah Gresik dan Surabaya sebesar Rp 90.000. Cilegon memiliki ongkos terkecil karena jarak tempuh yang dilalui tongkang yang terbesar. Sedangkan untuk Gresik dan Surabaya memiliki biaya transportasiyang sama dikarenakan jarak antara Surabaya dan Gresik tidak jauh berbeda dan masih dinyatakan dalam jarak yang sama sehingga tidak adanya perbedaan biaya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

6.1. Kesimpulan

1. Dengan menggunakan metode transportasi bisa didapatkan hasil yang optimum, pada skenario dua didapatkan hasil sebesar Rp 29.209.000.000 dengan penghematan sebesar Rp 1.741.000.000.
2. Alokasi komoditi yaitu untuk bulan September sebanyak Rp 7.908.000.000, untuk bulan Oktober sebanyak Rp 7.721.000.000, untuk bulan November sebanyak Rp 7.297.000.000 dan untuk bulan Desember sebesar Rp 6.283.000.000 dengan total Rp 29.209.000.000
3. Hasil Analisa *MODI* terhadap metode transportasi yang optimal yaitu pada kondisi usulan yaitu sebesar Rp 29.209.000.000

6.2. Rekomendasi

Untuk mendapatkan hasil yang optimal penulis merekomendasikan kepada perusahaan untuk mencari lokasi penambangan yang strategis, baik dari sisi jarak tempuh angkutan maupun kondisi jalan,dilihat juga banyaknya portal yang ada semakin sedikit semakin baik. Dan bagi yang tertarikuntuk melakukan penelitian mengenai biaya transportasi pada studi kasus yang sama,penulis merekomendasikan untuk mengetahui lebih detail lagi tntang rincian biaya transportasi seperti jarak dari pelabuhan jette ke pelabuhan tujuan. Dan jangan hanya fokus pada biaya transportasinya saja,mungkin bisa di tambahkan dengan mencari total keuntungan.

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 3.1. Diagram Alir Kerangka Penelitian
2. Gambar 4.1: Struktur Organisasi
3. Gambar 4.2: Diagram alir pembelian dan pengiriman

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, Lincolin, (1999), *Peramalan Bisnis*, Edisi Pertama, Penerbit BPFE, Yogyakarta.

Assauri, Sofyan, (1984), *Teknik dan Metode Peramalan penerapannya dalam Ekonomi dan Dunia Ussaha*, Edisi pertama, lembaga penerbit FE UI, Jakarta

Dimyati, Tjutju Tarliah dan Akhmad Dimyati, 1987, *Operations Research, Model – model Pengambilan Keputusan*, Penerbit CV Sinar Baru, Bandung.

Hamdy, A. Taha, (1976), *Operation Research an Introduction*, Second Edition, Coller Macmillan Publisher, London.

Hamdy, A Taha, (1996), *Riset Operasi*, Penerbit Binapura Aksara, Jakarta.

Subagyo, Pangestu, (1999), *Dasar – dasar Operations Research*, edisi kedua, penerbit BPFE, Yogyakarta

DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1 : Tabel Transportasi
2. Tabel 2.2 : Kapasitas Pabrik A,B,C
3. Tabel 2.3 : Kebutuhan Daerah Penjualan 1,2,3
4. Tabel 2.4 : Biaya Transportasi Persatuan Barang Dari Pabrik Ke Daerah Penjualan
5. Tabel 2.5 : Tabel Transportasi *NWC*
6. Tabel 2.6 : Tabel Transportasi *Least Cost*
7. Tabel 2.7 : Tabel Solusi mula – mula *VAM*
8. Tabel 2.8 : *Feasible Solution* lanjutan dari *metode VAM* Lanjutan
9. Tabel 2.10: *Matrik* Hasil alokasi dengan metode *VAM*
10. Tabel 2.11: Hasil Perhitungan Indeks Perbaikan
11. Tabel 4.1: Data Wilayah Pemasaran Pulau Jawa
12. Tabel 4.2: Data Wilayah Sumber dan Kapasitas Produksi Per Bulan
13. Tabel 4.3: Data Biaya Transportasi (dalam rupiah) Dari Sumber Tegal Rejo
14. Tabel 4.4: Data Biaya Transportasi (dalam rupiah) Dari Sumber Asam – Asam
15. Tabel 4.5: Data Penjualan Batu Bara (dalam ton) Dari Sumber Tegal Rejo
16. Tabel 4.6: Data Penjualan Batu Bara (dalam ton) Dari Sumber Asam – Asam
17. Tabel 4.7: Perhitungan Peramalan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Trend Linear*
18. Tabel 4.8: Perhitungan Peramalan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Trend Exponential*
19. Tabel 4.9: Perhitungan Peramalan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Moving Average*
20. Tabel 4.10 Hasil Perhitungan MSE untuk metode *Trend Exponential*
21. Tabel 4.11 Perhitungan Peramalan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Moving Average*
22. Tabel 4.12 Hasil Perhitungan *MSE* untuk metode *Moving Average*
23. Tabel 4.13 Perbandingan *Mean Square Error* sumber Tegal Rejo
24. Tabel 4.14 Perbandingan *Mean Square Error* sumber Asam – Asam

25. Tabel 4.15 Hasil Peramalan Dari Bulan September Sampai Bulan Desember 2010 Dari Sumber Tegal Rejo
26. Tabel 4.16 Hasil Peramalan Dari Bulan September Sampai Bulan Desember 2010 Dari Sumber Asam – Asam
27. Tabel 4.17 Distribusi Awal Untuk Divisi I Bulan September Dalam Ton (Dalam Puluhan Ribu Rupiah)
28. Tabel 4.18 Distribusi Awal Lanjutan Untuk Divisi I Bulan September Dalam Ton (Dalam Puluhan Ribu Rupiah)
29. Tabel 4.19 Distribusi Awal Untuk Divisi II Bulan September Dalam Ton (Dalam Puluhan Ribu Rupiah)
30. Tabel 4.20 Distribusi Awal Lanjutan Untuk Divisi II Bulan September Dalam Ton (Dalam Puluhan Ribu Rupiah)
31. Tabel 4.21 Tabel Awal Metode *NWC* Divisi I Bulan September Kondisi Awal
32. Tabel 4.22 Tabel Akhir Metode *NWC* Divisi I Bulan September Kondisi Awal
33. Tabel 4.23 Tabel Awal Metode *Least Cost* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal
34. Tabel 4.24 Tabel Akhir Metode *Least Cost* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal
35. Tabel 4.25 Tabel Awal Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal
36. Tabel 4.26 Tabel Iterasi 1 Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal
37. Tabel 4.27 Tabel Iterasi 2 Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal
38. Tabel 4.28 Tabel Iterasi 3 Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal
39. Tabel 4.29 Tabel Iterasi 4 Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal
40. Tabel 4.30 Tabel Iterasi 5 Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal
41. Tabel 4.31 Tabel Akhir Metode *VAM* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal
42. Tabel 4.32 Tabel Awal Metode *NWC* Bulan September Kondisi Usulan
43. Tabel 4.33 Tabel Akhir Metode *NWC* Bulan September Kondisi Usulan
44. Tabel 4.34 Tabel Awal Metode *Least Cost* Bulan September Kondisi Usulan
45. Tabel 4.35 Tabel Akhir Metode *Least Cost* Bulan September Kondisi Usulan
46. Tabel 4.36 Tabel Awal Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan
47. Tabel 4.37 Tabel Iterasi 1 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

48. Tabel 4.38 Tabel Iterasi 2 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan
49. Tabel 4.39 Tabel Iterasi 3 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan
50. Tabel 4.40 Tabel Iterasi 4 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan
51. Tabel 4.41 Tabel Iterasi 5 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan
52. Tabel 4.42 Tabel Iterasi 6 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan
53. Tabel 4.43 Tabel Iterasi 7 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan
54. Tabel 4.44 Tabel Iterasi 8 Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan
55. Tabel 4.45 Tabel Akhir Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

56. Tabel 5.1 Tabel Awal Metode *MODI* untuk *NWC* Divisi 1 Bulan September Kondisi Awal
57. Tabel 5.2 Tabel Awal Metode *MODI* untuk *Least Cost* Divisi I Bulan September Kondisi Awal
58. Tabel 5.3 Tabel Iterasi I Metode *MODI* untuk *Least Cost* Divisi I Bulan September Kondisi Awal
59. Tabel 5.4 Tabel Akhir Metode *MODI* untuk *Least Cost* Divisi I Bulan September Kondisi Awal
60. Tabel 5.5 Tabel Awal Metode *MODI* untuk *VAM* Divisi I Bulan September Kondisi Awal

61. Tabel 5.6 Tabel Awal *MODI* Metode *NWC* Bulan September Kondisi Usulan
62. Tabel 5.7 Tabel Awal *MODI* Metode *Least Cost* Bulan September Kondisi Usulan
63. Tabel 5.8 Tabel Iterasi 1 *MODI* Metode *Least Cost* Bulan September Kondisi Usulan
64. Tabel 5.9 Tabel Iterasi 2 *MODI* Metode *Least Cost* Bulan September Kondisi Usulan
65. Tabel 5.10 Tabel Akhir *MODI* Metode *Least Cost* Bulan September Kondisi Usulan
66. Tabel 5.11 Tabel Awal Metode *VAM* Bulan September Kondisi Usulan

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

LAMPIRAN

1. DATA WILAYAH PEMASARAN

Divisi	Lokasi Pemasaran	Kode	Keterangan
DIVISI I	Cilegon	CLG	Transportasi menggunakan truck tronton
	Jakarta	JKT	
	Cirebon	CRB	
DIVISI II	Semarang	SMG	Transportasi menggunakan truck tronton
	Gersik	GRK	
	Surabaya	SBY	

2. BIAYA TRANSPORTASI DARI TEGAL REJO

Divisi	Wilyah pemasaran	Biaya transportasi Per ton
Divisi I	Cilegon	140.000
	Jakarta	130.000
	Cirebon	110.000
Divisi II	Semarang	110.000
	Gersik	110.000
	Surabaya	100.000

3. BIAYA TRANSPORTASI DARI ASAM – ASAM

Divisi	Wilyah pemasaran	Biaya transportasi Per ton
Divisi I	Cilegon	180.000
	Jakarta	170.000
	Cirebon	150.000
Divisi II	Semarang	150.000
	Gersik	150.000
	Surabaya	140.000

4. PERMINTAAN BATU BARA DARI SUMBER TEGAL REJO

Bulan	CLG	JKT	CRB	SMG	GRK	SBY
Jan	3500	6000	7000	3000	5000	6000
Feb	3500	6000	6000	3000	6000	4000
Mar	5000	5000	5500	3500	5000	5000
Aprl	4000	5500	7000	4000	3000	5000
Mei	4500	7000	5000	3000	3500	6000
Jun	3000	6000	6000	5000	5000	4000
Jul	2500	4000	4500	3500	5000	4000
Agst	3000	5000	6000	3000	3500	5000

5. PERMINTAAN BATUBARA DARI SUMBER ASAM - ASAM

Bulan	CLG	JKT	CRB	SMG	GRK	SBY
Jan	5000	7000	9000	5500	7000	8000
Feb	4000	8000	10.000	5000	6000	9000
Mar	5500	7500	8000	5000	5500	8500
Aprl	5000	6000	7000	6000	6000	7000
Mei	4000	7000	9000	5500	6000	7500
Jun	5000	5000	8500	4000	5000	6000
Jul	5500	6000	8000	5000	7000	5500
Agst	4000	6000	8500	5500	6000	7000

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Perhitungan Awal

Divisi I Sumber Tegal Rejo

1. Bulan Mei
   Cilegon = 4500 x Rp 140.000 = Rp 630.000.000
   Jakarta = 7000 x Rp 130.000 = Rp 910.000.000
   Cirebon = 5000 x Rp 120.000 = Rp 600.000.000
2. Bulan Juni
   Cilegon = 3000 x Rp 140.000 = Rp 420.000.000
   Jakarta = 6000 x Rp 130.000 = Rp 780.000.000
   Cirebon = 6000 x Rp 120.000 = Rp 720.000.000
3. Bulan Juli
   Cilegon = 2500 x Rp 140.000 = Rp 350.000.000
   Jakarta = 4000 x Rp 130.000 = Rp 520.000.000
   Cirebon = 4500 x Rp120.000 = Rp 540.000.000
4. Bulan Agustus
   Cilegon = 3000 x Rp 140.000 = Rp 420.000.000
   Jakarta = 5000 x Rp 130.000 = Rp 650.000.000
   Cirebon = 6000 x Rp 120.000 = Rp 720.000.000

Total Rp 7.260.000.000

Divisi I Sumber Asam – Asam

1. Bulan Mei
   Cilegon = 4000 x Rp 180.000 = Rp 720.000.000
   Jakarta = 7000 x Rp 170.000 = Rp 1.190.000.000
   Cirebon = 9000 x Rp 160.000 = Rp 1.440.000.000
2. Bulan Juni
   Cilegon = 5000 x Rp 180.000 = Rp 900.000.000
   Jakarta = 5000 x Rp 170.000 = Rp 850.000.000
   Cirebon = 8500 x Rp 160.000 = Rp 1.360.000.000
3. Bulan Juli
   Cilegon = 5500 x Rp 180.000 = Rp 990.000.000
   Jakarta = 6000 x Rp 170.000 = Rp 1.020.000.000
   Cirebon = 8000 x Rp 160.000 = Rp 1.280.000.000
4. Bulan Agustus
   Cilegon = 4000 x Rp 180.000 = Rp 720.000.000
   Jakarta = 6000 x Rp 170.000 = Rp 1.020.000.000
   Cirebon = 8500 x Rp 160.000 = Rp 1.360.000.000

Total Rp 12.850.000.000

Total Divisi I = Rp 20.110.000.000

Divisi II Sumber Tegal Rejo

1. Bulan Mei
   Semarang = 3000 x Rp 110.000 = Rp 330.000.000
   Gresik = 3500 x Rp 100.000 = Rp 350.000.000
   Surabaya = 6000 x Rp 100.000 = Rp 600.000.000
2. Bulan Juni
   Semarang = 5000 x Rp 110.000 = Rp 550.000.000
   Gresik = 5000 x Rp 100.000 = Rp 500.000.000
   Surabaya = 4000 x Rp 100.000 = Rp 400.000.000
3. Bulan Juli
   Semarang = 3500 x Rp 110.000 = Rp 385.000.000
   Gresik = 5000 x Rp 100.000 = Rp 500.000.000
   Surabaya = 4000 x Rp 100.000 = Rp 400.000.000
4. Bulan Agustus
   Semarang = 3000 x Rp 110.000 = Rp 330.000.000
   Gresik = 3500 x Rp 100.000 = Rp 350.000.000
   Surabaya = 5000 x Rp 100.000 = Rp 500.000.000

Total Rp 5.195.000.000

Divisi II Sumber Asam – Asam

1. Bulan Mei
   Semarang = 5500 x Rp 150.000 = Rp 825.000.000
   Gresik = 6000 x Rp 140.000 = Rp 840.000.000
   Surabaya = 7500 x Rp 140.000 = Rp 1.050.000.000
2. Bulan Juni
   Semarang = 4000 x Rp 150.000 = Rp 600.000.000
   Gresik = 5000 x Rp 140.000 = Rp 700.000.000
   Surabaya = 6000 x Rp140.000 = Rp 840.000.000
3. Bulan Juli
   Semarang = 5000 x Rp 150.000 = Rp 750.000.000
   Gresik = 7000 x Rp 140.000 = Rp 980.000.000
   Surabaya = 5500 x Rp 140.000 = Rp 770.000.000
4. Bulan Agustus
   Semarang = 5500 x Rp 150.000 = Rp 825.000.000
   Gresik = 6000 x Rp 140.000 = Rp 840.000.000
   Surabaya = 7000 x Rp 140.000 = Rp 980.000.000

Total Rp10.000.000.000

Total Divisi II = Rp 15.195.000.000

Total Biaya Keseluruhan = Rp 35.305.000.000

Perhitungan Biaya Transportasi

Perhitungan biaya transportasi dari mulut tambang sampai dengan pelabuhan tujuan adalah dengan rumus umum sebagai berikut :

Biaya transportasi dari mulut tambang ke pelabuhan jette : Rp 1000 x jarak(KM) xTonase(ton)

Adapun biaya – biaya lain untuk menunjang besarnya atau banyaknya biaya transportasi adalah sebagai berikut :

Biaya transportasi dari jetty ke pelabuhan tujuan adalah sebagai berikut :

a) Cilegon sebesar Rp 130.000/ton
b) Jakarta sebesar Rp 120.000/ton
c) Cirebon sebesar Rp 110.000/ton
d) Semarang sebesar Rp 100.000/ton
e) Gresik sebesar Rp 90.000/ton
f) Surabaya sebesar Rp 90.000/ton

Adapun jarak dari mulut tambang ke pelabuhan jette untuk setiap sumber tujuan adalah sebagai berikut :

1. Untuk daerah Asam – Asam ke pelabuhan jette sejauh 50 KM
2. Untuk sumber Tegal Rejo ke pelabuhan jette sejauh 10 KM

Untuk menghitung biaya transportasi dari mulut tambang ke pelabuhan tujuan penulis memisalkan permintaaan batubara dari setiap wilayah pemasaran adalah sebesar 2000 ton. Maka perhitungan biaya transportasi adalah sebagai berikut :

A. Cilegon
    1. Perhitungan biaya transportasi wilayah pemasaran Cilegon daerah produksi Asam – Asam adalah sebagai berikut : Rp 1200 x 40 x 2000 + (Rp 130.000(2000)) / 2000 = Rp 180.000
    2. Perhitungan biaya transportasi wilayah pemasaran Cilegon daerah produksi Tegal Rejo adalah sebagai berikut : Rp 1000 x 10 x 2000 + (Rp 130.000(2000)) / 2000 = Rp 140.000
B. Jakarta
    1. Perhitungan biaya transportasi wilayah pemasaran Jakarta daerah produksi Asam – Asam adalah sebagai berikut : Rp 1000 x 50 x 2000 + (Rp 120.000(2000)) / 2000 = Rp 170.000
    2. Perhitungan biaya transportasi wilayah pemasaran Jakarta daerah produksi Tegal Rejo adalah sebagai berikut : Rp 1000 x 10 x 2000 + (Rp 120.000(2000)) / 2000 = Rp 130.000
C. Cirebon
    1. Perhitungan biaya transportasi wilayah pemasaran Cirebon daerah produksi Asam – Asam adalah sebagai berikut : Rp 1000 x 50 x 2000 + (Rp 110.000(2000)) / 2000 = Rp 160.000

2. Perhitungan biaya transportasi wilayah pemasaran Cirebon daerah produksi Tegal Rejo adalah sebagai berikut : Rp 1000 x 10 x 2000 + (Rp 110.000(2000)) / 2000 = Rp 120.000

D. Semarang
    1. Perhitungan biaya transportasi wilayah pemasaran Semarang daerah produksi Asam – Asam adalah sebagai berikut : Rp 1000 x 50 x 2000 + (Rp 100.000(2000)) / 2000 = Rp 150.000
    2. Perhitungan biaya transportasi wilayah pemasaran Semarang daerah produksi Tegal Rejo adalah sebagai berikut : Rp 1000 x 10 x 2000 + (20.000(2000)) + (Rp 50.000 (2000)) + (Rp 100.000(2000)) / 2000 = Rp 110.000

E. Gresik
    1. Perhitungan biaya transportasi wilayah pemasaran Gresik daerah produksi Asam – Asam adalah sebagai berikut : Rp 1000 x 50 x 2000 + (20.000(2000)) + (Rp 50.000 (2000)) + (Rp 90.000(2000)) / 2000 = Rp 140.000
    2. Perhitungan biaya transportasi wilayah pemasaran Gresik daerah produksi Tegal Rejo adalah sebagai berikut : Rp 1000 x 29 x 2000 +(20.000(2000)) + (Rp 50.000 (2000)) + (Rp 90.000(2000)) / 2000 = Rp 100.000

F. Surabaya
    1. Perhitungan biaya transportasi wilayah pemasaran Surabaya daerah produksi Asam – Asam adalah sebagai berikut : Rp 1000 x 50 x 2000 + (20.000(2000)) + (Rp 50.000 (2000)) + (Rp 90.000(2000)) / 2000 = Rp 140.000
    2. Perhitungan biaya transportasi wilayah pemasaran Surabaya daerah produksi Tegal Rejo adalah sebagai berikut : Rp 1000 x 29 x 2000 +(20.000(2000)) + (Rp 50.000 (2000)) + (Rp 90.000(2000)) / 2000 = Rp 100.000

a. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Cilegon

Tabel 4.7 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	3500	3500	1	4208	501.264	463.416,75
2	3500	7000	4	4042	293.764	
3	5000	15000	9	3875	1.265.625	
4	4000	16000	16	3708	85.264	
5	4500	22500	25	3542	917.764	
6	3000	18000	36	3375	140.625	
7	2500	17500	49	3208	501.264	
8	3000	24000	64	3042	1.764	
a = 4375,015 b = 166,67				d'_t = 4375,015 – 166,67t		

b. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Jakarta

Tabel 4.8 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Jakarta Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	6000	6000	1	6083	6.889	598.427,25
2	6000	12000	4	5934	4.356	
3	5000	15000	9	5786	617.796	
4	5500	22000	16	5637	18.769	
5	7000	35000	25	5488	2.286.144	
6	6000	36000	36	5340	435.600	
7	4000	28000	49	5190	1.416.100	
8	5000	40000	64	5042	1.764	
a = 6232,145 b = -148,81				d'_t = 6232,145 – 148,81t		

c. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Cirebon

Tabel 4.9 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cirebon Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	7000	7000	1	6500	250.000	504.696,5
2	6000	12000	4	6321	103.041	
3	5500	16500	9	6143	413.449	
4	7000	28000	16	5964	1.073.296	
5	5000	25000	25	5786	617.796	
6	6000	36000	36	5607	154.449	
7	4500	31500	49	5429	863.041	
8	6000	48000	64	5250	562.500	
a = 6678,57 b = -178,571				d'_t = 6678,57 – 178,571t		

d. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Semarang

Tabel 4.10 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Semarang Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	3000	3000	1	3250	62.500	410.884
2	3000	6000	4	3321	103.041	
3	3500	10500	9	3393	11.449	
4	4000	16000	16	3464	287.296	
5	3000	15000	25	3536	287.296	
6	5000	30000	36	3607	1.940.449	
7	3500	24500	49	3679	32.041	
8	3000	24000	64	3750	562.500	
a = 3178,565 b = 71,43				d'_t = 3178,565 + 71,43t		

e. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Gersik

Tabel 4.11 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Gersik Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	5000	5000	1	5125	15.625	770.071,5
2	6000	12000	4	4946	1.110.916	
3	5000	15000	9	4768	53.824	
4	3000	12000	16	4589	2.524.921	
5	3500	17500	25	4411	829.921	
6	5000	30000	36	4232	589.824	
7	5000	35000	49	4054	894.916	
8	3500	28000	64	3875	140.625	
a = 5303,57 b = -178,571				$d'_t = 5303,57 - 178,571t$		

f. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Surabaya

Tabel 4.12 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Surabaya Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	6000	6000	1	4875	1.265.625	689.821,5
2	4000	8000	4	4768	589.824	
3	5000	15000	9	4661	114.921	
4	5000	20000	16	4554	198.916	
5	6000	30000	25	4446	2.414.916	
6	4000	24000	36	4339	114.921	
7	4000	28000	49	4232	53.824	
8	5000	40000	64	4125	765.625	
a = 4982,143 b = -107,143				$d'_t = 4982,143 - 107,143t$		

g. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Cilegon

Tabel 4.13 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Asam – Asam Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	5000	5000	1	4833	27.889	372.032
2	4000	8000	4	4809	654.481	
3	5500	16500	9	4786	509.796	
4	5000	20000	16	4762	56.664	
5	4000	20000	25	4738	544.644	
6	5000	30000	36	4714	81.796	
7	5500	38500	49	4690	656.100	
8	4000	32000	64	4667	444.889	
a = 4857,145 b = -23,81				d'_t = 4857,145 – 23,81t		

h. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Jakarta

Tabel 4.14 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Asam – Asam Pada Lokasi Pemasaran Jakarta Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	7000	7000	1	7542	293.764	428.944
2	8000	16000	4	7262	544.644	
3	7500	22500	9	6982	268.324	
4	6000	24000	16	6702	492.804	
5	7000	35000	25	6422	334.084	
6	5000	30000	36	6142	1.304.164	
7	6000	42000	49	5862	19.044	
8	6000	48000	64	5582	174.724	
a = 7822,5 b = -280				d'_t = 7822,5 - 280t		

i. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Cirebon

Tabel 4.15 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Asam – Asam Pada Lokasi Pemasaran Cirebon Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	9000	9000	1	8917	6.889	613.333,5
2	10.000	20000	4	8798	1.444.804	
3	8000	24000	9	8679	461.041	
4	7000	28000	16	8560	2.433.600	
5	9000	45000	25	8440	313.600	
6	8500	51000	36	8321	32.041	
7	8000	56000	49	8202	40.804	
8	8500	68000	64	8083	173.889	
a = 9035,716 b = -119,048				$d'_t = 9035,716 - 119,048t$		

j. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Semarang

Tabel 4.16 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Asam – Asam Pada Lokasi Pemasaran Semarang Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	5500	5500	1	5333	27.889	299.510
2	5000	10000	4	5292	85.264	
3	5000	15000	9	5250	62.500	
4	6000	24000	16	5208	627.264	
5	5500	27500	25	5167	110.889	
6	4000	24000	36	5125	1.265.625	
7	5000	35000	49	5083	6.889	
8	5500	44000	64	5042	209.764	
a = 5375 b = -41,67				$d'_t = 5375 - 41{,}67t$		

k. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Gersik

Tabel 4.17 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Asam – Asam Pada Lokasi Pemasaran Gresik Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	7000	7000	1	6208	627.264	393.385,5
2	6000	12000	4	6167	27.889	
3	5500	16500	9	6125	390.625	
4	6000	24000	16	6083	6.889	
5	6000	30000	25	6042	1.764	
6	5000	30000	36	6000	1.000.000	
7	7000	49000	49	5958	1.085.764	
8	6000	48000	64	5917	6.889	
a = 6250 b = -41,67				$d'_t = 6250 - 41,67t$		

l. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Surabaya

Tabel 4.18 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Asam – Asam Pada Lokasi Pemasaran Surabaya Metode *Linear Trend*

t	d_t	td_t	t^2	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	8000	8000	1	8625	390.625	507.812,5
2	9000	18000	4	8250	562.500	
3	8500	25500	9	7875	390.625	
4	7000	28000	16	7500	250.000	
5	7500	37500	25	7125	140.625	
6	6000	36000	36	6750	562.500	
7	5500	38500	49	6375	765.625	
8	7000	56000	64	6000	1.000.000	
a = 9000 b = -375				$d'_t = 9000 - 375t$		

a. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Cilegon

Tabel 4.31 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	3500	-	-		-	-	
2	3500	-	-		-	-	
3	5000	-	-		-	-	
4	4000	4000	0	849.733,4	-	-	1.366.667
5	4500	4167	110.889		-	-	
6	3000	4500	2.250.000		4100	1.210.000	
7	2500	3833	1.776.889		4000	2.250.000	
8	3000	3333	110.889		3800	640.000	

b. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Jakarta

Tabel 4.32 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Jakarta Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	6000	-	-		-	-	
2	6000	-	-		-	-	
3	5000	-	-		-	-	
4	5500	5667	27.889	1.489.311,2	-	-	1.290.000
5	7000	5500	2.250.000		-	-	
6	6000	5833	27.889		5900	10.000	
7	4000	6167	4.695.889		5900	3.610.000	
8	5000	5667	444.889		5500	250.000	

c. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Cirebon

Tabel 4.33 Perhitungan Peramalan Penjualan Penuualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cirebon Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	7000	-	-		-	-	
2	6000	-	-		-	-	
3	5500	-	-		-	-	
4	7000	6167	693.889		-	-	
5	5000	6167	1.361.889	1.005.511,2	-	-	710.000
6	6000	5833	27.889		6100	10.000	
7	4500	6000	2.250.000		5900	1.960.000	
8	6000	5167	693.889		5600	160.000	

d. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Semarang

Tabel 4.34 Perhitungan Peramalan Penjualan Penuualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Semarang Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	3000	-	-		-	-	
2	3000	-	-		-	-	
3	3500	-	-		-	-	
4	4000	3167	693.889	827.555,6	-	-	1.064.629,6
5	3000	3500	250.000		-	-	
6	5000	3500	2.250.000		3500	2.250.000	
7	3500	4000	250.000		4000	250.000	
8	3000	3833	693.889		3833	693.889	

e. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Gresik

Tabel 4.35 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Gresik Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	5000	-	-		-	-	
2	6000	-	-		-	-	
3	5000	-	-		-	-	
4	3000	5333	110.889	1.039.311,2	-	-	380.000
5	3500	4667	1.361.889		-	-	
6	5000	3833	1.361.889		4500	250.000	
7	5000	3833	1.361.889		4500	250.000	
8	3500	4500	1.000.000		4300	640.000	

f. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Surabaya

Tabel 4.36 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Surabaya Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	6000	-	-		-	-	
2	4000	-	-		-	-	
3	5000	-	-		-	-	
4	5000	5000	0	932.933,4	-	-	706.666,7
5	6000	4667	1.776.889		-	-	
6	4000	5333	1.776.889		5200	1.440.000	
7	4000	5000	1.000.000		4800	640.000	
8	5000	4667	110.889		4800	40.000	

g. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Cilegon

Tabel 4.37 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Asam - Asam Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	5000	-	-		-	-	
2	4000	-	-		-	-	
3	5500	-	-		-	-	
4	5000	4833	27.889	427.489	-	-	576.666,7
5	4000	4833	693.889		-	-	
6	5000	4833	27.889		4700	90.000	
7	5500	4667	693.889		4700	640.000	
8	4000	4833	693.889		5000	1.000.000	

h. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Jakarta

Tabel 4.38 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Asam - Asam Pada Lokasi Pemasaran Jakarta Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	7000	-	-		-	-	
2	8000	-	-		-	-	
3	7500	-	-		-	-	
4	6000	7500	2.250.000		-	-	
5	7000	7167	27.889	1.127.555,6	-	-	1.663.333,3
6	5000	6833	3.359.889		7100	4.410.000	
7	6000	6000	0		6700	490.000	
8	6000	6000	0		6300	90.000	

i. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Cirebon

Tabel 4.39 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Asam - Asam Pada Lokasi Pemasaran Cirebon Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	9000	-	-		-	-	
2	10.000	-	-		-	-	
3	8000	-	-		-	-	
4	7000	9000	4.000.000	944.555,6	-	-	140.000
5	9000	8.333	444.889		-	-	
6	8500	8000	250.000		8600	10.000	
7	8000	8167	27.889		8500	250.000	
8	8500	8500	0		8100	160.000	

j. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Semarang

Tabel 4.40 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Asam - Asam Pada Lokasi Pemasaran Semarang Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	5500	-	-		-	-	
2	5000	-	-		-	-	
3	5000	-	-		-	-	
4	6000	5167	693.889		-	-	
5	5500	5333	27.889	688.911,2	-	-	710.000
6	4000	5500	2.250.000		5400	1.960.000	
7	5000	5167	27.889		5100	10.000	
8	5500	4833	444.889		5100	160.000	

k. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Gresik

Tabel 4.41 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Asam - Asam Pada Lokasi Pemasaran Gresik Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	7000	-	-		-	-	
2	6000	-	-		-	-	
3	5500	-	-		-	-	
4	6000	6167	27.889		-	-	
5	6000	5833	27.889	505.311,2	-	-	970.000
6	5000	5833	693.889		6100	1.210.000	
7	7000	5667	1.776.889		5700	1.690.000	
8	6000	6000	0		5900	10.000	

l. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Surabaya

Tabel 4.42 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Asam - Asam Pada Lokasi Pemasaran Surabaya Metode *Moving Average*

t	d_t	MA 3 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE	MA 5 Bulan(d'_t)	$(d'_t - d_t)^2$	MSE
1	8000	-	-		-	-	
2	9000	-	-		-	-	
3	8500	-	-		-	-	
4	7000	8500	2.250.000	1.539.111,2	-	-	2.806.666,7
5	7500	8167	444.889		-	-	
6	6000	7667	2.778.889		8000	4.000.000	
7	5500	6833	1.776.889		7600	4.410.000	
8	7000	6333	444.889		6900	10.000	

a. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Cilegon

Tabel 4.19 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Trend Exponential*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	3500	3,544	3,544	1	3,626	4227	528.529	499.795,25
2	3500	3,544	7,088	4	3,604	4018	268.324	
3	5000	3,699	11,097	9	3,582	3819	1.394.761	
4	4000	3,602	14,408	16	3,56	3631	136.161	
5	4500	3,653	18,265	25	3,538	3451	1.100.401	
6	3000	3,477	20,862	36	3,516	3281	78.961	
7	2500	3,398	23,786	49	3,494	3200	490.000	
8	3000	3,477	27,816	64	3,472	2965	1.225	
Log a = 3,648 Log b = -0,022					Log d'_t = 3,648 – 0,022t			

b. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Jakarta

Tabel 4.20 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Jakarta Metode *Trend Exponential*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	6000	3,778	3,778	1	3,785	6095	9.025	608.924,625
2	6000	3,778	7,556	4	3,772	5916	7.056	
3	5000	3,699	11,097	9	3,759	5741	549.081	
4	5500	3,74	14,96	16	3,746	5572	5.184	
5	7000	3,845	19,225	25	3,733	5407	2.537.649	
6	6000	3,778	22,668	36	3,72	5248	565.504	
7	4000	3,602	25,214	49	3,707	5093	1.194.649	
8	5000	3,699	29,592	64	3,694	4943	3.249	
Log a = 3,798 Log b = -0,013					Log d'_t = 3,798 – 0,013t			

c. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Cirebon

Tabel 4.21 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Cirebon Metode *Trend Exponential*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	7000	3,845	3,845	1	3,813	6500	250.000	503.663,5
2	6000	3,778	7,556	4	3,799	6295	87.025	
3	5500	3,74	11,22	9	3,785	6095	354.025	
4	7000	3,845	15,38	16	3,771	5900	1.210.000	
5	5000	3,699	18,495	25	3,757	5715	511.225	
6	6000	3,778	22,62	36	3,743	5533	218.089	
7	4500	3,653	25,571	49	3,729	5360	739.600	
8	6000	3,778	30,224	64	3,715	5188	659.344	

Log a = 3,827
Log b = -0,014

Log d'_t = 3,827 – 0,014t

d. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Semarang

Tabel 4.22 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Semarang Metode *Linear Trend*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	3000	3,477	3,477	1	3,509	3228	51.984	415.570,25
2	3000	3,477	6,954	4	3,517	3288	82.944	
3	3500	3,544	10,632	9	3,525	3350	22.500	
4	4000	3,602	14,416	16	3,533	3412	345.744	
5	3000	3,477	17,385	25	3,541	3475	225.625	
6	5000	3,698	22,188	36	3,549	3540	2.131.600	
7	3500	3,544	24,808	49	3,557	3606	11.236	
8	3000	3,477	27,816	64	3,565	3673	452.929	

Log a = 3,501
Log b = 0,008

Log d'_t = 3,501 + 0,008t

e. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Gersik

Tabel 4.23 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Gresik Metode *Linear Trend*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	5000	3,698	3,698	1	3,694	4943	3.249	780.160,375
2	6000	3,778	7,556	4	3,679	4775	1.500.625	
3	5000	3,698	11,094	9	3,664	4613	149.769	
4	3000	3,477	13,908	16	3,649	4457	2.122.849	
5	3500	3,544	17,720	25	3,634	4305	648.025	
6	5000	3,698	22,188	36	3,619	4159	707.281	
7	5000	3,698	25,886	49	3,064	4018	964.324	
8	3500	3,544	28,432	64	3,589	3881	145.161	
Log a = 3,709 Log b = -0,015					Log d'_t = 3,709 – 0,015t			

f. Sumber Tegal Rejo Daerah Pemasaran Surabaya

Tabel 4.24 Perhitungan Peramalan Penjualan Penjualan Dari Sumber Tegal Rejo Pada Lokasi Pemasaran Surabaya Metode *Linear Trend*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	6000	3,778	3,778	1	3,713	5164	698.896	504.714,875
2	4000	3,602	7,204	4	3,704	5058	1.119.364	
3	5000	3,698	11,094	9	3,695	4954	2.116	
4	5000	3,698	14,792	16	3,686	4853	21.609	
5	6000	3,778	18,890	25	3,677	4753	1.555.009	
6	4000	3,602	21,612	36	3,668	4656	430.336	
7	4000	3,602	25,214	49	3,659	4560	313.600	
8	5000	3,698	29,584	64	3,650	4467	284.089	
Log a = 3,722 Log b = -0,009					Log d'_t = 3,722 – 0,009t			

g. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Cilegon

Tabel 4.25 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Asam – Asam Pada Lokasi Pemasaran Cilegon Metode *Linear Trend*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	5000	3,698	3,698	1	3,679	4775	50.625	374.716,125
2	4000	3,602	7,204	4	3,677	4753	567.009	
3	5500	3,74	11,22	9	3,675	4731	591.361	
4	5000	3,698	14,792	16	3,673	4710	84.100	
5	4000	3,602	18,01	25	3,671	4688	473.344	
6	5000	3,698	22,188	36	3,699	4667	110.889	
7	5500	3,74	26,18	49	3,667	4645	731.025	
8	4000	3,602	28,816	64	3,665	4624	389.376	
Log a = 3,681 Log b = -0,002					Log d'_t = 3,681 – 0,002t			

h. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Jakarta

Tabel 4.26 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Asam – Asam Pada Lokasi Pemasaran Jakarta Metode *Linear Trend*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	7000	3,845	3,845	1	3,875	7500	250.000	429.544,75
2	8000	3,903	7,806	4	3,857	7194	649.636	
3	7500	3,875	11,625	9	3,839	6902	357.604	
4	6000	3,778	15,112	16	3,821	6622	386.884	
5	7000	3,845	19,225	25	3,803	6353	418.609	
6	5000	3,698	22,188	36	3,785	6095	1.199.025	
7	6000	3,778	26,446	49	3,767	5850	22.500	
8	6000	3,778	30,224	64	3,749	5610	152.100	

Log a = 3,893
Log b = -0,018

Log d'_t = 3,893 – 0,018t

i. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Cirebon

Tabel 4.27 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Asam – Asam Pada Lokasi Pemasaran Cirebon Metode *Linear Trend*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	9000	3,954	3,954	1	3,948	8872	16.384	612.475,25
2	10.000	4	8	4	3,942	8750	1.562.500	
3	8000	3,903	11,709	9	3,936	8630	396.900	
4	7000	3,845	15,38	16	3,93	8511	2.283.121	
5	9000	3,954	19,77	25	3,924	8395	366.025	
6	8500	3,929	23,574	36	3,918	8280	48.400	
7	8000	3,903	27,321	49	3,912	8166	27.556	
8	8500	3,929	31,423	64	3,906	8054	198.916	
Log a = 3,954 Log b = -0,006					Log d'_t = 3,954 – 0,006t			

j. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Semarang

Tabel 4.28 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Asam – Asam Pada Lokasi Pemasaran Semarang Metode *Linear Trend*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	5500	3,74	3,74	1	3,726	5321	32.041	299.345,875
2	5000	3,698	7,396	4	3,722	5272	73.984	
3	5000	3,698	11,094	9	3,718	5224	50.176	
4	6000	3,778	15,112	16	3,714	5176	678.976	
5	5500	3,74	18,7	25	3,71	5129	137.641	
6	4000	3,602	21,612	36	3,706	5082	1.170.724	
7	5000	3,698	25,886	49	3,702	5035	1.225	
8	5500	3,74	29,92	64	3,698	5000	250.000	
Log a = 3,73 Log b = -0,004					Log d'_t = 3,73 – 0,004t			

k. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Gersik

Tabel 4.29 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Asam – Asam Pada Lokasi Pemasaran Gresik Metode *Linear Trend*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	7000	3,845	3,845	1	3,79	6166	695.556	394.162,125
2	6000	3,778	7,556	4	3,787	6123	15.129	
3	5500	3,74	11,22	9	3,784	6081	337.561	
4	6000	3,778	15,112	16	3,781	6039	1.521	
5	6000	3,778	18,89	25	3,778	6000	0	
6	5000	3,698	22,188	36	3,775	5957	915.849	
7	7000	3,845	26,915	49	3,772	5916	1.175.056	
8	6000	3,778	30,224	64	3,769	5875	15.625	
Log a = 3,793 Log b = -0,003					Log d'_t = 3,793 – 0,003t			

l. Sumber Asam – Asam Daerah Pemasaran Surabaya

Tabel 4.30 Perhitungan Peramalan Penjualan Penujualan Dari Sumber Asam – Asam Pada Lokasi Pemasaran Surabaya Metode *Linear Trend*

t	d_t	Log d_t	t Log d_t	t^2	Log d'_t	d'_t	$(d_t - d'_t)^2$	MSE
1	8000	3,903	3,903	1	3,939	8700	490.000	506.208,375
2	9000	3,954	7,908	4	2,916	8241	576.081	
3	8500	3,929	11,787	9	3,893	7816	467.856	
4	7000	3,845	15,38	16	3,87	7413	170.569	
5	7500	3,875	19,375	25	3,847	7031	219.961	
6	6000	3,778	22,668	36	3,824	6668	446.224	
7	5500	3,74	26,18	49	3,801	6324	678.976	
8	7000	3,845	30,76	64	3,778	6000	1.000.000	
Log a = 3,962 Log b = -0,023					Log d'_t = 3,962 – 0,023t			