

INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

**IMPLEMENTASI METODE STEPPING STONE DALAM
MEMINIMUMKAN BIAYA DISTRIBUSI PENGIRIMAN
MINUMAN PRODUK COCA-COLA DENGAN MENGGUNAKAN
JASA ANGKUTAN DARI PT.KERETA API LOGISTIK**

SKRIPSI

FARHAN FEBRIYANDI

1151900027

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

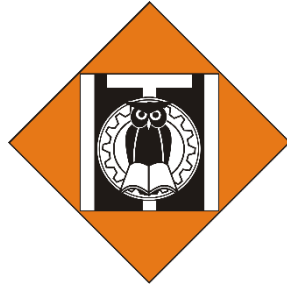
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

TANGERANG SELATAN

2023

i

Teknik Informatika - ITI



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

**IMPLEMENTASI METODE STEPPING STONE DALAM
MEMINIMUMKAN BIAYA DISTRIBUSI PENGIRIMAN
MINUMAN PRODUK COCA-COLA DENGAN MENGGUNAKAN
JASA ANGKUTAN DARI PT.KERETA API LOGISTIK**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer**

FARHAN FEBRIYANDI

1151900027

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

TANGERANG SELATAN

2023

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber yang dikutip
maupun dirujuk telah saya nyatakan benar**

Nama : Farhan Febriyandi

NIM : 1151900027

Tanda Tangan :

Tanggal : 20 Februari 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : FARHAN FEBRIYANDI

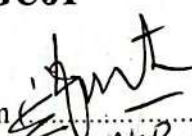
NPM : 1151900027

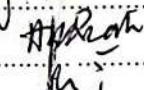
Program Studi : Teknik Informatika

Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI METODE STEPPING STONE
DALAM MEMINIMUMKAN BIAYA DISTRIBUSI PENGIRIMAN
MINUMAN PRODUK COCA-COLA DENGAN MENGGUNAKAN
JASA ANGKUTAN DARI PT.KERETA API LOGISTIK**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Informatika Institut Teknologi Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dra.Endang R.D, M.Kom (.....) 

Penguji 1 : Dra.Indrati Sukmadi, M.Sc (.....) 

Penguji 2 : Dra.Sulistiyowati, M.Kom (.....) 

Penguji 3 : Dino Hariatma Putra, S.T, M.Kom (.....) 

Ditetapkan di : Kampus Institut Teknologi Indonesia,

Tangerang Selatan

Tanggal : 22 Februari 2023

Ketua Program Studi Teknik Informatika



(Muhammad Soleh, S.Si, M.Kom)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan karunia Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Implementasi Metode Stepping Stone Dalam Meminimumkan Biaya Distribusi Pengiriman Minuman Coca Cola Dengan Menggunakan Jasa Angkutan Dari PT.Kereta Api Logistik”**.

Penulis berterima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, membimbing, dan membuat semangat penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi hingga saat ini. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besar nya khususnya pada :

1. Allah SWT yang masih memberikan kehidupan dan seluruh nikmat yang diberikan.
2. Bapak dan adik penulis, yaitu Hadi Prayitno dan Gery Gilrandy yang selalu membuat penulis lebih semangat serta doa-doa yang senantiasa mengiringi langkah penulis dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Muhammad Soleh, S.Si, M.Kom sebagai Ketua Program Studi Teknik Informatika yang telah mengarahkan, memberikan pemahaman, serta memberikan semangat dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dra. Sulistyowati, M.Kom sebagai Koordinator Tugas Akhir sekaligus sebagai Dosen Penasihat Akademik yang telah menyarankan,, membimbing, membantu, dan memberikan saya semangat dalam penulisan skripsi ini.
5. Dra.Endang R.D, M.Kom, sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan, pembinaan, bimbingan serta memberikan semangat dalam penulisan skripsi ini.
6. Karyawan bagian Distributor dari *PT.Coca Cola Euro Pacific Partners, Cibitung* yang telah memberikan informasi yang sedetail-detail nya untuk membantu melengkapi proses penelitian, memberikan pengarahan serta memberikan semangat dalam penulisan skripsi ini.
7. Karyawan bagian Distributor dari *PT.Kereta Api Logistik, Stasiun Jakarta Gudang* yang telah memberikan informasi, dan memberikan semangat dalam

penulisan skripsi ini.

8. Teman-teman Teknik Informatika 2019 yang selalu mendukung, mengarahkan, serta membuat saya semangat dalam menunjang akademis di Institut Teknologi Indonesia.

Akhir kata, penulis berharap bahwa pengerjaan skripsi ini dapat membawa manfaat untuk penulis dan pembaca sekaligus memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana 1 (satu) di Institut Teknologi Indonesia.

Tangerang Selatan, 6 Oktober 2022

(Farhan Febriyandi)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Institut Teknologi Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawahini:

Nama : FARHAN FEBRIYANDI

NPM : 1151900027

Program Studi : Teknik Informatika

Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**IMPLEMENTASI METODE STEPPING STONE DALAM
MEMINIMUMKAN BIAYA DISTRIBUSI PENGIRIMAN MINUMAN
PRODUK COCA-COLA DENGAN MENGGUNAKAN JASA ANGKUTAN
DARI PT.KERETA API LOGISTIK**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Tangerang Selatan

Pada Tanggal 20 Februari 2023

Yang Menyatakan,

(FARHAN FEBRIYANDI)

IMPLEMENTASI METODE STEPPING STONE DALAM MEMINIMUMKAN BIAYA DISTRIBUSI PENGIRIMAN MINUMAN PRODUK COCA-COLA DENGAN MENGGUNAKAN JASA ANGKUTAN PADA PT.KERETA API LOGISTIK

Farhan Febriyandi

Program Studi Teknik Informatika Institut Teknologi Indonesia

Abstrak

Persoalan Transportasi membahas masalah distribusi pengiriman barang dari sumber ke tujuan tertentu. Dimana, sebuah sumber dapat mengatur sistem pendistribusian ke tujuan agar mendapatkan biaya secara optimal. Maka dari itu, dilakukan penelitian dengan metode transportasi, yaitu dengan Metode Aproksimasi Vogel yang merupakan solusi awal dan Metode *Stepping Stone* yang merupakan metode untuk menguji solusi awal dari masalah pendistribusian agar mendapatkan hasil yang optimum. Penelitian dilakukan dengan melibatkan Perusahaan *PT.Coca Cola Amatil* sebagai sumber pengiriman. Pengiriman yang dilakukan meliputi produk-produk minuman yang berasal dari pabrik yang akan dikirimkan melalui 3(tiga) stasiun asal, yaitu Stasiun Semarang Tawang, Stasiun Jakarta Gudang, dan Stasiun Surabaya Kota dan disebarkan ke 3(tiga) stasiun, yaitu Stasiun Solo Balapan, Stasiun Yogyakarta, dan Stasiun Bandung dengan menggunakan jasa pengiriman barang dengan *PT.Kereta Api Logistik*. Dari hasil analisis yang telah dilakukan, biaya pengiriman produk dari *PT Coca Cola* ke 3(tiga) tujuan dengan menggunakan jasa pengiriman dari *PT.Kereta Api Logistik*, Perusahaan *PT.Coca Cola Amatil* dapat menghemat biaya pendistribusian dalam 1(satu) bulan pengiriman dengan Metode *Stepping Stone* sebesar **11,87%** atau sebesar **Rp.92.840.044,-** /bulan.

Kata Kunci : Persoalan Transportasi, Biaya Transportasi, Metode Aproksimasi Vogel, Metode *Stepping Stone*

IMPLEMENTATION OF THE STEPPING STONE METHOD TO MINIMIZE THE DISTRIBUTION COST OF DELIVERY OF COCA-COLA BEVERAGES USING TRANSPORT SERVICES AT PT. KERETA API LOGISTIC

Farhan Febriyandi

Program Studi Teknik Informatika Institut Teknologi Indonesia

Abstract

Transportation Problems discuss the distribution of goods delivery from a source to a specific destination. Where, a source can arrange a distribution system to the destination to obtain optimal costs. Therefore, research was conducted using transportation methods, namely the Vogel Approximation Method which is the initial solution and the Stepping Stone Method which is a method to test the initial solution of the distribution problem to obtain optimum results. The research was conducted by involving the Company PT. Coca Cola Amatil as a shipping source. The shipments carried out include beverage products originating from the factory which will be sent through 3 (three) origin stations, namely Semarang Tawang Station, Jakarta Gudang Station, and Surabaya Kota Station and distributed to 3 (three) stations, namely Solo Balapan Station, Yogyakarta Station, and Bandung Station using goods delivery services with PT. Kereta Api Logistik. From the results of the analysis that has been carried out, the cost of shipping products from PT *Coca-Cola* to 3 (three) destinations using shipping services from PT. Kereta Api Logistik, PT. Coca Cola Amatil Company can save distribution costs in 1 (one) month of shipping with the Stepping Stone Method by **11,87% or Rp. 92,840,044, -/month.**

Keyword : Transportation Issues, Transportation Costs, *Vogel Approximation Method, Stepping Stone Method*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 <i>State Of The Art</i>	3
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Pengertian Masalah Transportasi	8
2.2 Distribusi.....	11
2.2.1 Pengertian Distribusi Menurut Para Ahli.....	11
2.2.2 Tujuan Distribusi	12
2.2.3 Fungsi Distribusi	12
2.3 Model Transportasi.....	12
2.3.1 Metode Transportasi	13
2.3.2 Jenis-Jenis Metode Transportasi	15
2.3.3 Langkah-Langkah Jenis Metode Transportasi.....	16
2.4 Pengertian Program Linier (<i>Linier Programming</i>)	20

2.5 Contoh Menentukan Solusi Awal Pada Metode Transportasi	21
2.6 Contoh Menentukan Solusi Optimum Pada Metode Transportasi.....	25
2.7 Kerangka Pikiran.....	28
2.8 Hipotesis	29
2.9 Aplikasi POM QM	29
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Rancangan Penelitian.....	30
3.2 Sumber Dan Jenis Data	30
3.2.1 Sumber Data	30
3.2.2 Jenis Data	30
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.4 Variabel Penelitian.....	31
3.5 Metode Analisa (Metode <i>Stepping Stone</i>).....	31
3.6 Gambaran Umum Distribusi Transportasi	32
3.6.1 Jenis Transportasi	32
3.6.2 Biaya Transportasi	35
3.7 Bentuk Analisis	38
3.8 Kapasitas dan Permintaan Perusahaan	44
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Menentukan Solusi Awal	46
4.2 Uji Optimalisasi Dengan Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i>	56
4.3 Implementasi Menggunakan Aplikasi POM QM.....	65
BAB 5 PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1	Matriks Transportasi	10
GAMBAR 2.2	Permasalahan Masalah Transportasi Dalam Bentuk Busur	11
GAMBAR 2.3	Prosedur Penyelesaian Masalah Transportasi	14
GAMBAR 4.1	Membuat Tabel Matriks Transportasi.....	65
GAMBAR 4.2	Mengisi Tabel Matriks Transportasi.....	66
GAMBAR 4.3	Hasil Optimal Menggunakan Aplikasi <i>POM QM</i>	66
GAMBAR 4.4	Hasil Iterasi Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> Menggunakan Aplikasi POM QM.....	67
GAMBAR 4.5	Biaya Total Menggunakan Aplikasi <i>POM QM</i>	67

DAFTAR TABEL

TABEL 1.5	<i>State Of The Art</i>	3
TABEL 2.1	Tabel Biaya Permasalahan Transportasi	9
TABEL 2.2	Tabel Data Distribusi dari 3 Pabrik.....	21
TABEL 2.3	Matriks Transportasi Distribusi Dari 3 Pabrik.....	22
TABEL 2.4	Matriks Transportasi dengan Metode <i>North West Corner</i>	22
TABEL 2.5	Matriks Transportasi dengan Metode <i>Least Cost</i>	23
TABEL 2.6	Matriks Transportasi dengan Metode Aproksimasi Vogel (<i>Vogel Approximation Method</i>)	24
TABEL 2.7	Matriks Transportasi dengan Metode <i>Stepping Stone</i> – jalur tertutup x_{11} ...	25
TABEL 2.8	Matriks Transportasi dengan Metode <i>Stepping Stone</i> – jalur tertutup y_{22} ...	26
TABEL 2.9	Matriks Transportasi dengan Metode <i>Stepping Stone</i> – jalur tertutup x_{31} ..	27
TABEL 2.10	Matriks Transportasi dengan Metode <i>Stepping Stone</i> – jalur tertutup x_{33} ..	28
TABEL 3.1	Jumlah Truk Dari Pabrik Ke Stasiun Semarang Tawang Bank Jateng Dalam 1(satu) Bulan	33
TABEL 3.2	Jumlah Truk Dari Pabrik Ke Stasiun Jakarta Gudang Dalam 1(satu) bulan	34
TABEL 3.3	Jumlah Truk Dari Pabrik Ke Stasiun Surabaya Kota Dalam 1(satu) bulan..	35
TABEL 3.4	Biaya Barang (dalam per kg) Dengan Kereta Api Logistik.....	35
TABEL 3.5	Biaya Transportasi Menggunakan Truk Dari Pabrik Asal Hingga Ke Stasiun Asal	36
TABEL 3.6	Jumlah Pengiriman Minuman Produk Coca-Cola 390 ml Bulan Oktober 2022	39
TABEL 3.7	Matriks Transportasi Pendistribusian Minuman Produk Coca-Cola	45
TABEL 4.1	Hasil Selisih Baris Tahap 1	46
TABEL 4.2	Hasil Selisih Kolom Tahap 1	47
TABEL 4.3	Matriks Transportasi Pendistribusian Minuman Produk <i>Coca-Cola</i> – Hasil Selisih Tahap 1	48
TABEL 4.4	Hasil Selisih Baris Tahap 2	49
TABEL 4.5	Hasil Selisih Kolom Tahap 2	50
TABEL 4.6	Matriks Transportasi Pendistribusian Minuman Produk <i>Coca-Cola</i> – Hasil Selisih Tahap 2	51
TABEL 4.7	Hasil Selisih Baris Tahap 3	52
TABEL 4.8	Hasil Selisih Kolom Tahap 3	52

TABEL 4.9 Matriks Transportasi Pendistribusian Minuman Produk <i>Coca-Cola</i> – Hasil Selisih Tahap 3	53
TABEL 4.10 Hasil Selisih Baris Tahap 4	54
TABEL 4.11 Hasil Selisih Kolom Tahap 4	55
TABEL 4.12 Matriks Transportasi Pendistribusian Minuman Produk <i>Coca-Cola</i> – Hasil Selisih Tahap 4	56
TABEL 4.13 Uji Optimalisasi Dengan Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> – Iterasi 1 pada (a_{11}).....	57
TABEL 4.14 Uji Optimalisasi Dengan Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> – Iterasi 1 pada (a_{21})	57
TABEL 4.15 Uji Optimalisasi Dengan Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> – Iterasi 1 pada (a_{22}).....	58
TABEL 4.16 Uji Optimalisasi Dengan Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> – Iterasi 1 pada (a_{33}).....	58
TABEL 4.17 Hasil Uji Optimalisasi Dengan Menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> ..	59
TABEL 4.18 Jumlah Pengiriman Truk Dari Stasiun Solo Balapan ke Distributor dalam 1(satu) Bulan	60
TABEL 4.19 Jumlah Pengiriman Truk Dari Stasiun Solo Yogyakarta ke Distributor dalam 1(satu) Bulan	61
TABEL 4.20 Jumlah Pengiriman Truk Dari Stasiun Bandung ke Distributor dalam 1(satu) Bulan	61
TABEL 4.21 Biaya Transportasi Menggunakan Truk Dari Stasiun Tujuan Hingga Ke Distributor.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Metode <i>Stepping Stone</i> dengan Aplikasi <i>POM QM</i>	73
-------------------	--	-----------

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Persoalan transportasi, membahas masalah distribusi barang dari beberapa sumber pengiriman hingga sampai ke beberapa tujuan pelanggan, dimana bertujuan untuk meminimumkan biaya distribusi. Aktivitas distribusi barang dapat dilihat secara fisik dan non-fisik. Secara fisik, pendistribusian barang dapat dilihat dari barang didata di sumber pengiriman, kemudian didistribusikan menggunakan transportasi dan didata kembali ketika barang sudah sampai tujuan yang diminta oleh pelanggan. Adapun secara non-fisik, pelanggan mendapatkan informasi dari sumber pengiriman dan dapat melacak posisi pengiriman menggunakan teknologi saat ini seperti *smartphone*. Oleh karena itu, fungsi dari distribusi dan transportasi adalah mengantarkan produk berupa barang dari sumber pengiriman hingga ke tujuan pelanggan.

Model transportasi yang digunakan oleh perusahaan jasa pengiriman barang sebagai strategi, menimbulkan keunggulan dibandingkan oleh perusahaan jasa pengiriman barang lainnya. Ini terjadi karena tidak semua perusahaan jasa pengiriman barang mengelola penghematan biaya operasional dari sumber kepada pelanggan, termasuk biaya distribusi transportasi.

Masalah transportasi merupakan bentuk persoalan pemrograman linier jenis khusus yang berhubungan dengan pendistribusian barang dari beberapa sumber (*supply*) ke beberapa tujuan (*demand*). Tujuan nya adalah untuk menentukan rencana pendistribusian untuk meminimumkan total biaya pendistribusian agar batas *supply* dan permintaan terpenuhi (Taha, 2007).

PT.Kereta Api Logistik atau KAI Logistik adalah anak perusahaan yang dibentuk oleh PT.Kereta Api Indonesia yang dibentuk pada tanggal 8 September 2009 untuk melayani distribusi logistik dan barang berbasis kereta api dengan kemasan *station to station* dan *door to door service* untuk memberikan pelayanan yang paripurna bagi pelanggan kereta api yang didukung dengan angkutan pra dan purna. Fungsi dan peran KAI Logistik terhadap jasa layanan yang telah disediakan oleh induk nya adalah

sebagai pencipta nilai tambah (*value added creator*) sepanjang rantai nilai (*value chain*) layanan distribusi logistik, termasuk layanan yang disediakan oleh Kereta Api Indonesia seperti angkutan barang dan gudang.

PT.Coca-Cola Euro Pacific Partners adalah perusahaan yang bergerak di bidang minuman kemasan bermerek seperti *Coca-Cola*, *Fanta*, *Sprite*, dan *Frestea*. Setiap bulan, perusahaan ini mendistribusikan hasil produksinya ke beberapa kota-kota besar di Pulau Jawa seperti Bandung, Yogyakarta, dan Solo menggunakan jasa angkutan transportasi Kereta Api. Adapun pabrik produksi di Pulau Jawa diantaranya *PT Coca-Cola Euro Pacific Partners* yang berlokasi di Semarang, Cibitung, dan Pasuruan. Ketiga pabrik ini akan mendistribusikan hasil produksinya ke pabrik yang berada di kota Bandung, Yogyakarta, dan Solo seperti *Coca-Cola Official Distributor* Karanganyar, Bantul, dan Leuwipanjang.

Dalam mendistribusikan produk berupa barang ke tempat tujuan yang diinginkan pelanggan, sudah pasti harus mengeluarkan biaya yang tidak sedikit untuk aktivitas distribusi transportasi. Oleh karena itu, perencanaan yang matang harus dibuat untuk dapat meminimumkan biaya distribusi transportasi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas, permasalahan utama yang akan dibahas di dalam penelitian ini adalah :

Bagaimana mengimplementasikan Metode *Stepping Stone* dalam meminimumkan biaya distribusi pengiriman minuman produk *Coca-Cola* dengan menggunakan jasa angkutan dari PT.Kereta Api Logistik dalam satu bulan pengiriman.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Sesuai dari rumusan masalah yang ditunjukkan, maka tujuan dan manfaat diadakannya penelitian ini adalah :

Tujuan penelitian ini adalah mengimplementasikan metode *Stepping Stone*, dalam meminimumkan biaya distribusi pengiriman *Coca-Cola* dalam waktu 1(satu) bulan pengiriman. Dan manfaat diadakannya penelitian ini adalah diharapkan dapat

mengurangi pembiayaan distribusi pengiriman *Coca-Cola* dari pabrik asal hingga ke tujuan (distributor).

1.4 Ruang Lingkup

Pada penelitian ini, diambil objek pada Pabrik *PT.Coca-Cola Euro Pacific Partners* Cibitung dan Stasiun Jakarta Gudang. Ruang lingkup ini hanya pada variabel tertentu yang meliputi data pendistribusian pengiriman minuman dari produk *Coca-Cola* pada bulan Oktober 2022 ukuran 390 ml, merek *Coca-Cola*, *Fanta*, dan *Sprite*. Pengiriman hanya berfokus pada antar kota di Pulau Jawa, dan kota yang dikirim melalui Stasiun Solo Balapan, Stasiun Yogyakarta dan Stasiun Bandung.

1.5 State of the art

Dalam penyusunan Tugas Akhir atau skripsi, didapat beberapa referensi dari penelitian-penelitian sebelumnya ataupun penelitian yang terkait dalam bentuk jurnal. Referensi ini terdapat pada **Tabel 1.1.** dibawah ini.

Tabel 1.1. *State of The Art*

Judul Jurnal	Pembahasan Jurnal
Perbandingan Hasil Least Cost Method Dan Vogel Approximation Method Dalam Meminimumkan Biaya Pendistribusian Tabung Gas Elpiji 3Kg Pada PT.Tri Pribumi Sejati Samarinda Peneliti Wasono, Fidia Deny Tisna A. , dan Nanda Arista Rizki Lokasi Universitas Mulawarman	Hasil Pembahasan Dalam jurnal ini, pembahasan tentang membandingkan dua metode yang digunakan untuk meminimumkan biaya distribusi tabung gas Elpiji 3 kg dengan menggunakan Metode <i>Least Cost</i> dan Metode Aproksimasi Vogel. Serta algoritma untuk membantu kedua metode ini. Alasan Menjadi Tinjauan Penelitian Pada jurnal ini, hasil dari Metode Aproksimasi Vogel yang lebih baik dari metode <i>Least Cost</i>, menunjukkan bahwa ini dapat menjadi salah satu solusi untuk

Tahun 2018 Nama Jurnal Jurnal Telematika	meminimalisir atau meminimumkan biaya distribusi pada masalah transportasi.
Uji Optimalitas Menggunakan Metode Stepping Stone Untuk Solusi Layak Awal Dengan Metode Direct Sum Dan New Metode New Heuristic Peneliti Aisyah Zahro, Elis Ratna Wulan, dan Asep Solih Awalluddin Lokasi UIN Sunan Gunung Djati Bandung Tahun 2022 Nama Jurnal Jurnal Eurekamatika	Hasil Penelitian Pada jurnal ini, berisi pembahasan tentang membandingkan dua metode, yaitu Metode <i>Direct Sum</i> dan Metode <i>New Heuristic</i> yang dijadikan sebagai solusi awal dan menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> sebagai solusi optimum, dimana menyebabkan iterasi perubahan alokasi dari Metode <i>Direct Sum</i>, lebih sedikit dibandingkan dengan <i>New Heuristic</i>. Alasan Menjadi Tinjauan Penelitian Karena di dalam jurnal ini, sama-sama menggunakan Metode <i>Stepping Stone</i> sebagai solusi optimum dalam meminimumkan biaya masalah transportasi.
Implementasi Vogel Approximation Method Dan Stepping Stone Untuk Optimalisasi Biaya Distribusi Material Besi Beton Pada Daerah Kepulauan Di Provinsi Maluku Peneliti Meidy Kenpa	Hasil Penelitian Dalam jurnal ini, berisi pembahasan tentang cara menggunakan metode Aproksimasi Vogel sebagai solusi awal dengan algoritma nya dan metode <i>Stepping Stone</i> sebagai solusi optimum dengan algoritma nya dalam menyelesaikan serta mengoptimisasi biaya distribusi pada Besi Beton.

Lokasi Universitas Pattimura Tahun 2022 Nama Jurnal Jurnal Simetrik	Alasan Menjadi Tinjauan Penelitian Dengan menggunakan Metode Aproksimasi Vogel sebagai solusi awal dan Metode <i>Stepping Stone</i> sebagai solusi optimum, ini dapat meminimalisir dan mengoptimasi biaya Distribusi Material Besi Beton di wilayah Indonesia Timur dan menurut peneliti, kedua metode tersebut adalah metode yang paling mudah untuk digunakan.
Implementasi Vogel Approximation Method Pada Pengoptimalan Biaya Pengiriman Barang Pada CV.Expres Nias Peneliti Eferoni Ndruru, dan Sumiaty Adelina Hutabarat Lokasi STMIK Budi Dharma Medan Tahun 2018 Nama Jurnal Jurnal Means (Media Informasi Analisa Dan Sistem)	Hasil Penelitian Pada jurnal ini, membahas bahwa algoritma pada metode Aproksimasi Vogel yang digunakan, hasilnya lebih baik dan dapat diimplementasikan karena biaya yang sudah mendapatkan hasil optimum, masih bisa dioptimumkan kembali tergantung dari banyak dan jumlah biaya yang terkandung di dalam data tersebut. Alasan Menjadi Tinjauan Penelitian Menurut Peneliti, Metode Aproksimasi Vogel ini digunakan karena metode ini membantu sekali untuk menyelesaikan masalah dalam mengoptimalkan biaya pengiriman barang walaupun harus memperhatikan aspek-aspek yang menjadi pertimbangan seperti jarak, jenis barang, berat barang dan biaya dari barang itu sendiri.

Penerapan Vogel Approximation Method Untuk Optimalisasi Rute Perbaikan Access Point Berdasarkan Biaya Peneliti Muhammad Anwari, Husni Mubarak, dan Heni Sulastri Lokasi Universitas Siliwangi Tasikmalaya Tahun 2019 Nama Jurnal Jurnal Innovatics (Innovation In Research of Informatics)	Hasil Penelitian Dalam jurnal ini, membahas tentang penerapan algoritma <i>Vogel Approximation Method</i> pada optimalisasi rute berbasis website. Menggunakan algoritma <i>Vogel Approximation Method</i> ini, menjadi lebih mudah karena menghasilkan biaya yang minimum sehingga membantu mengefisiensikan biaya rute. Alasan Menjadi Tinjauan Penelitian Dengan menggunakan algoritma <i>Vogel Approximation Method</i>, hasil yang didapat lebih akurat dan menjadikan metode ini sebagai solusi awal dalam meminimumkan biaya transportasi, sehingga biaya pengiriman dapat menjadi lebih efisien.
--	--

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan gambaran yang utuh terhadap penulisan skripsi ini, maka dari penulisannya terbagi menjadi enam bab, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Ruang Lingkup, State of the art dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori tentang pengertian permasalahan transportasi, pengertian distribusi, tujuan distribusi, fungsi distribusi, model transportasi, jenis-jenis metode transportasi, pengertian program linier, langkah-langkah jenis metode transportasi, contoh menentukan solusi awal pada metode

Transportasi, contoh menentukan solusi optimum pada metode transportasi, kerangka pikiran dan hipotesis.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjabarkan tentang metodologi penelitian yang terdiri dari rancangan penelitian, tempat dan waktu mengumpulkan data, jenis dan sumber data, teknik pengumpulan data, variabel penelitian dan metode analisa, serta proses pengumpulan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjabarkan pokok permasalahan yang terdiri dari alat analisis data serta pembahasan secara teoritik.

BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dijabarkan serta saran agar untuk kedepannya, penelitian yang dilakukan dapat berguna bagi pihak-pihak yang memiliki peran penting dalam penelitian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Masalah Transportasi

Sebelum membahas tentang jenis model transportasi yang akan digunakan, beserta menentukan solusi minimum dan solusi optimum, Masalah Transportasi sangat identik dengan pengiriman barang/produk dari sumber (*supply*). Misalnya, dari pabrik, ke tempat tujuan (*demand*) seperti gudang, ataupun supermarket. Ini bertujuan untuk menentukan rencana pendistribusian untuk meminimumkan total biaya pendistribusian agar persediaan dan permintaan pelanggan terpenuhi (Taha, 2007).

Sebuah tujuan dapat menerima permintaan barang dari satu sumber atau lebih. Tujuan nya adalah dapat menentukan jumlah yang dikirimkan dari setiap sumber ke setiap tujuan sehingga jumlah biaya transportasi dapat diminimumkan. Persoalan permasalahan transportasi memiliki ciri-ciri seperti :

- a.) Memiliki sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu
- b.) Barang yang dikirim dari suatu sumber ke suatu tujuan, nilai nya sesuai dengan permintaan dan atau kapasitas pada sumber
- c.) Biaya pengiriman dari suatu sumber ke suatu tujuan dengan besaran tertentu.

Ketika Z adalah biaya distribusi total dan x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) adalah jumlah barang yang harus didistribusikan dari sumber i ke tujuan j , maka model Masalah Transportasi adalah :

Minimumkan $Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$, yang dimana $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$ (2.1.1)

Dengan Fungsi Batasan :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, \text{ yang dimana } i = 1, 2, \dots, m \quad (2.1.2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j, \text{ yang dimana } j = 1, 2, \dots, n \quad (2.1.3)$$

$$x_{ij} \geq 0, \text{ untuk semua } i \text{ dan } j \text{ (2.1.4)}$$

Keterangan :

x_{ij} = banyaknya barang yang didistribusikan dari sumber i ke tujuan j

a_i = banyaknya ketersediaan barang dari sumber i

b_j = banyaknya permintaan barang dari tujuan j

c_{ij} = Jumlah biaya distribusi barang dari sumber i ke tujuan j

Pada fungsi batasan yang pertama, dijelaskan bahwa banyaknya barang yang didistribusikan dari sumber i , tidak dapat melebihi ketersediaan barang. Sedangkan pada fungsi batasan yang kedua, dijelaskan bahwa banyaknya barang yang didistribusikan dari sumber i , harus dapat memenuhi permintaan dari agen.

Jika diterjemahkan dalam bentuk tabel, dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dibawah ini.

Tabel 2.1. Tabel Biaya Permasalahan Transportasi

	Tujuan				<i>supply</i>
	1	2		n	
Sumber					
1	c_{11}	c_{12}		c_{1n}	s_1
2	c_{21}	c_{22}		c_{2n}	s_2
.					
.					
m	c_{m1}	c_{m2}		c_{mn}	s_m
<i>demand</i>	d_1	d_2		d_n	

(Hillier and Lieberman, 1990)

Salah satu syarat bahwa total *supply* harus sama dengan oleh total *demand* yang mengindikasikan bahwa *system* Biaya Masalah Transportasi seimbang.

Berikut adalah gambaran Matriks Transportasi yang sering digunakan pada metode-metode penyelesaian Masalah Transportasi yang dapat dilihat pada **Gambar 2.1** dan **Gambar 2.2** di bawah ini.

Dari/ke		Tujuan				Jumlah Penawara n
		T_1	T_2	...	T_n	
SUMBER	S_{11}	c_{11} X_{11}	c_{12} X_{12}		c_{1n} X_{1n}	a_1
	S_{12}	c_{21} X_{21}	c_{21} X_{21}	...	c_{2n} X_{2n}	a_2
	...	...	...	...	...	...
	S_m	c_{m1} X_{m1}	c_{m2} X_{m2}		c_{mn} X_{mn}	a_m
Jumlah Permintaan		b_1	b_2		b_n	

Gambar 2.1. Matriks Transportasi

Keterangan :

x_{ij} = banyaknya barang yang didistribusikan dari sumber i ke tujuan j

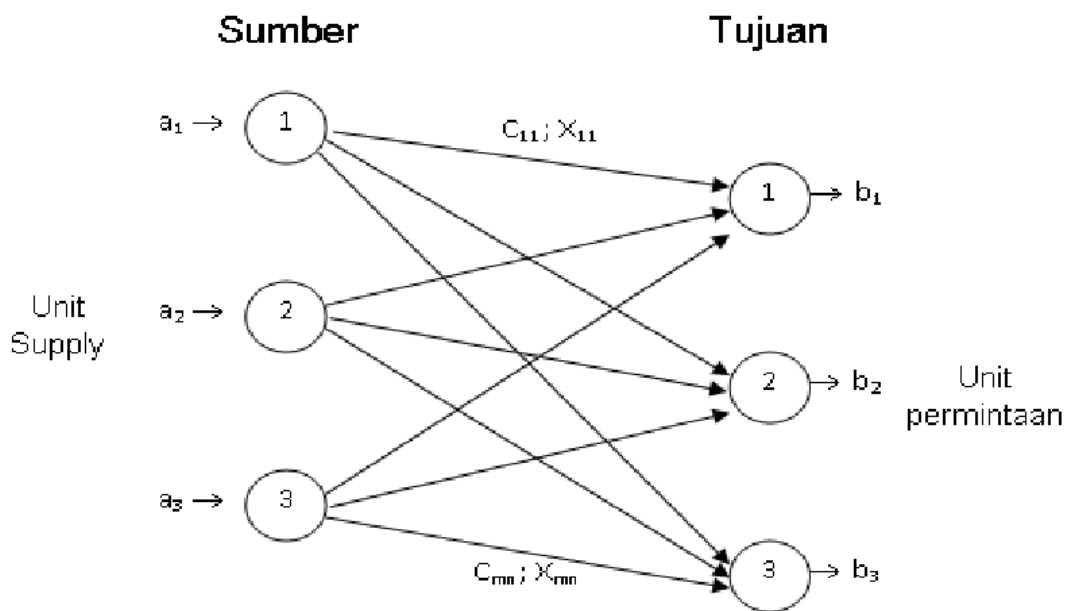
a_i = banyaknya ketersediaan barang dari sumber i

b_j = banyaknya permintaan barang dari tujuan j

c_{ij} = jumlah biaya distribusi barang dari sumber i ke tujuan j

s_i = daerah sumber penawaran barang

t_j = daerah tujuan permintaan agen



Gambar 2.2. Permasalahan Transportasi Dalam Bentuk Busur

2.2 Distribusi

2.2.1 Pengertian Distribusi Menurut Para Ahli

Distribusi dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen ke konsumen, sehingga penggunaan nya sesuai dengan yang diperlukan (Arif, 2018).

Kemudian, menurut Keegan (2003:136), distribusi adalah sistem yang menghubungkan manufaktur kepada pelanggan, saluran konsumen dirancang untuk menempatkan produk tersebut ditangan orang-orang untuk digunakan sendiri, sedangkan saluran barang industri menyampaikan produk ke manufaktur atau organisasi yang menggunakan produk tersebut dalam proses produksi atau operasi sehari-hari.

Menurut C.Glenn Walters dalam Angipora (2002:295), distribusi adalah sekelompok pedagang dan agen perusahaan yang mengkombinasikan antara pemindahan fisik dan nama dari satu produk untuk menciptakan penggunaan pasar tertentu.

Distribusi adalah kegiatan yang terlibat dalam pengadaan dan penggunaan semua bahan yang dipergunakan untuk memproduksi barang jadi, kegiatan ini meliputi pengendalian produksi penanganan bahan dan penerimaan. (Charles A. Taff, 1998 : 87)

Dari beberapa pengertian Distribusi dari para ahli, dapat disimpulkan bahwa distribusi adalah kegiatan memindahkan produk baik berupa barang maupun jasa dari produsen ke konsumen.

2.2.2 Tujuan Distribusi

Tujuan dari Distribusi agar barang hasil produksi dapat dikirimkan kepada konsumen dengan lancar sesuai alur pendistribusian. Sistem distribusi yang baik akan mempengaruhi kegiatan produksi dan konsumsi barang atau produk.

2.2.3 Fungsi Distribusi

Fungsi Distribusi terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

a. Fungsi Penyediaan Fisik

Dimana barang atau produk dalam jumlah yang tepat mencakup masalah pengumpulan, penyimpanan, serta pengangkutan.

b. Fungsi Pertukaran

Dimana kegiatan jual beli barang meliputi pembelian, penjualan atau pengambilan resiko.

c. Fungsi Penunjang

Dimana memberikan fasilitas dari kedua fungsi diatas agar kegiatan distribusi dapat berjalan pada lancar. Salah satunya meliputi pelayanan.

2.3 Model Transportasi

Dalam pemecahan masalah transportasi, model transportasi adalah bentuk model yang digunakan pada penyelesaian masalah transportasi dalam bentuk program linier, yang dimana sangat berkaitan dengan aturan distribusi optimal terhadap barang atau produk dari berbagai sumber ke beberapa tujuan tertentu. Secara umum, model transportasi digunakan untuk mencari biaya minimum dalam mendistribusikan barang

atau produk dari berbagai sumber ke berbagai tujuan. Pada sumber, umumnya berupa gudang, pabrik ataupun agen dan pada tujuan, adalah titik yang menerima barang atau produk dari proses distribusi. Asumsi dasar model transportasi adalah biaya pengiriman dari suatu rute tertentu bernilai seimbang dengan banyaknya unit atau barang atau produk yang dikirimkan pada rute tersebut.

Tujuan model transportasi ini adalah menemukan biaya minimum dalam mendistribusikan produk dari beberapa sumber ke beberapa tujuan.

2.3.1 Metode Transportasi

Dalam melakukan kegiatan pada pengiriman barang atau produk dari beberapa sumber ke beberapa tujuan, dibutuhkan Metode Transportasi. Dengan adanya Metode Transportasi, maka perusahaan barang atau produk akan lebih efisien dalam mendistribusikan produk nya.

Menurut Heriezer dan Render dalam Haryono (2012:11) mengidentifikasi bahwa menggunakan metode transportasi harus memenuhi hal-hal seperti :

- a.) Sumber Asal dan Ketersediaan barang pada setiap periode
- b.) Titik tujuan dan permintaan
- c.) Untuk permasalahan dengan bertujuan meminimumkan biaya, atau untuk memaksimalkan keuntungan, maka biaya pengiriman atau keuntungan pengalokasian per satuan unit dari setiap titik asal atau sumber ke titik tujuan tertentu.

Menurut Chase dan Aquilano (2004:328) menyatakan bahwa pengertian Model Transportasi adalah sebagai berikut :

Metode Transportasi adalah sebuah bentuk khusus untuk mempermudah Metode Simplex. Nama tersebut diambil dari kegunaan metode tersebut yang meliputi masalah-masalah angkutan dari beberapa sumber ke beberapa tujuan, dua hal objek mendasar masalah ini yaitu :

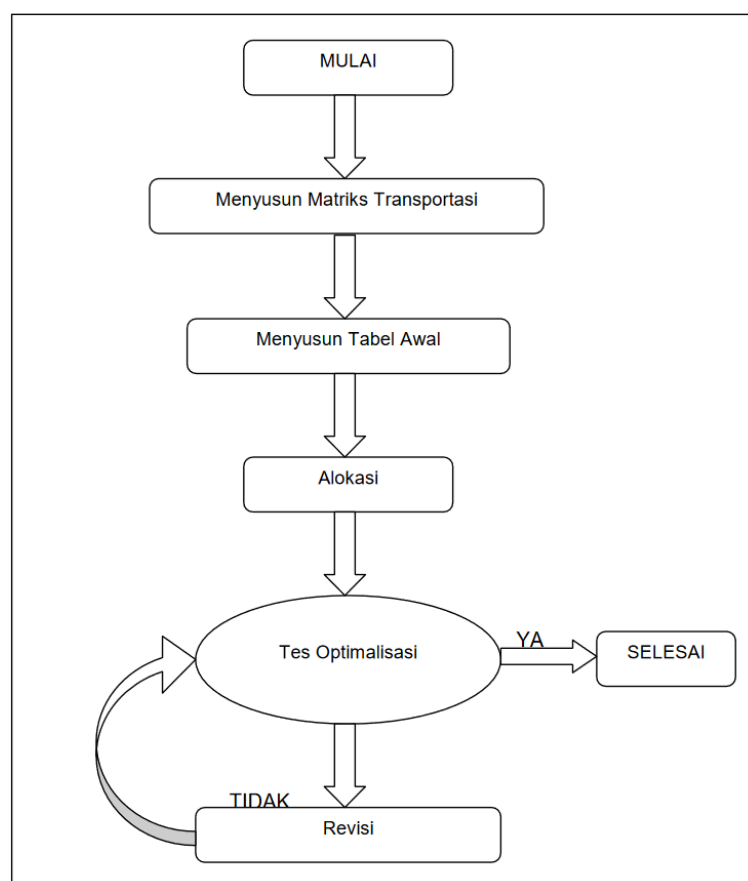
- 1). *Minimisasi biaya angkut, n unit ke m tujuan*
- 2). *Maksimalisasi laba, n unit ke m tujuan*

Dari beberapa pendapat diatas, dapat disimpulkan bahwa Metode Transportasi adalah metode yang digunakan untuk merencanakan distribusi atau pengalokasian barang dari berbagai sumber ke berbagai tujuan agar dapat terencana seoptimal mungkin dengan biaya transportasi yang seminimal mungkin.

Adapun prosedur penyelesaian Metode Transportasi menurut Agustini (2004:101), ada 3 tahap, yang dimana meliputi :

- a. Menyusun Matriks Transportasi
- b. Menyusun Tabel Awal
- c. Pengalokasian dengan beberapa jenis Metode Transportasi

Berikut adalah prosedur penyelesaian Model Transportasi yang disusun dalam bentuk flowchart, mengacu pada **Gambar 2.3** di bawah ini.



Gambar 2.3. Prosedur Penyelesaian Model Transportasi

2.3.2 Jenis – Jenis Metode Transportasi

Dalam masalah transportasi, ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk menentukan solusi awal pada masalah transportasi menurut Mulyono (1999:117), yaitu antara lain :

1.) Metode *North West Corner*

Metode *North West Corner* adalah metode untuk Menyusun pengalokasian nilai awal pada sel, yang ditetapkan pada sel yang berada di ujung kiri atas tabel matriks transportasi.

2.) Metode *Least Cost*

Metode *Least Cost* adalah metode yang memiliki prinsip, yaitu pemberian prioritas pengalokasian yang mempunyai biaya satuan terkecil dalam tabel matriks transportasi.

Jika dibandingkan dengan Metode *North West Corner*, Metode *Least Cost* lebih efektif karena prinsip nya lebih mengutamakan nilai terendah, dimana keuntungan yang didapat, akan lebih besar. Tetapi dalam menentukan alokasi beban, tidak bisa disimpulkan bahwa Metode *Least Cost* selalu lebih baik dari Metode *North West Corner*.

3.) Metode Aproksimasi Vogel (*Vogel Approximation Method*)

Metode Aproksimasi Vogel adalah metode yang melakukan alokasi cara dengan meminimumkan penalti (*Opportunity Cost*) dalam memilih sel yang salah untuk suatu alokasi. Atau dengan kata lain, mencari selisih antar dua nilai sel terkecil berikutnya dengan terkecil pada setiap baris dan kolom pada Matriks Transportasi yang dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$N_s = N_{sel} (\text{terkecil berikutnya}) - N_{sel} (\text{terkecil}) \quad (2.5)$$

Keterangan :

N_s : Nilai selisih yang bersesuaian untuk baris ke- i atau kolom ke- j .

N_{sel} : Nilai sel yang bersesuaian untuk baris ke- i atau kolom ke- j .

Metode Aproksimasi Vogel, sering kali adalah metode yang terbaik selain Metode *North West Corner* dan Metode *Least Cost*.

Menurut Salim (2005:255), uji optimalisasi dapat digunakan dalam dua metode, yaitu Metode *Stepping Stone* dan *Modified Distribution* (MODI). Adapun penjelasan dari kedua metode tersebut adalah sebagai berikut :

1.) Metode *Stepping Stone*

Metode *Stepping Stone* adalah metode yang merubah alokasi produk untuk mendapatkan alokasi produksi yang optimal menggunakan cara *trial and error*, atau dengan kata lain, coba-coba. Meskipun begitu, tetap ada syarat yang harus diperhatikan. Yaitu, dengan melihat pengurangan biaya per unit yang lebih besar daripada penambahan biaya per unit nya.

2.) Metode *Modified Distribution* (MODI)

Metode *Modified Distribution* (MODI) adalah metode yang merubah alokasi produk untuk mendapatkan alokasi produksi yang optimal, menggunakan suatu indeks perbaikan yang berdasarkan pada nilai baris dan nilai kolom. Pada prosedur yang pertama, menggunakan Metode *North West Corner*. Tetapi, ada syarat yang harus dipenuhi oleh Metode MODI, yaitu banyaknya kotak yang terisi harus sama dengan banyaknya baris ditambah banyak nya kolom, kemudian dikurangi 1.

2.3.3 Langkah – Langkah Jenis Metode Transportasi

Setelah mengenal jenis-jenis Metode Transportasi, maka langkah-langkah dari Metode *North West Corner*, Metode *Least Cost* dan Metode Aproksimasi Vogel sebagai metode yang menentukan solusi awal dari permasalahan transportasi adalah sebagai berikut :

1.) Metode *North West Corner*

Adapun langkah-langkah untuk menggunakan metode ini adalah :

- a.) Mulai pada pojok kiri atas (*north-west corner*), alokasikan sebanyak mungkin tanpa menyimpang dari batasan penawaran dan permintaan.
- b.) Hilangkan baris atau kolom yang tidak dapat dialokasikan lagi, kemudian alokasikan sebanyak mungkin ke kotak didekat baris atau kolom yang tidak dihilangkan, jika kolom atau baris sudah dihabiskan, pindahkan secara diagonal ke kotak berikutnya.
- c.) Lanjutkan dengan cara yang sama sampai semua penawaran telah dihabiskan dan keperluan permintaan telah dipenuhi.

2.) Metode *Least Cost*

Adapun langkah-langkah untuk menggunakan metode ini adalah :

- a.) Pilih variabel x_{ij} (kotak) dengan biaya transport (c_{ij}) terkecil dan alokasikan sebanyak mungkin. Ini akan menghabiskan baris i atau kolom j .
- b.) Dari kotak-kotak sisanya yang layak (yaitu yang tidak terisi atau dihilangkan) pilih c_{ij} terkecil dan alokasikan sebanyak mungkin.
- c.) Lanjutkan proses ini sampai penawaran dan permintaan terpenuhi

3.) Metode Aproksimasi Vogel (*Vogel Approximation Method*)

Adapun langkah-langkah untuk menggunakan metode ini adalah :

- a.) Pertama, buat dan tampilkan persoalan serta alokasikan seluruh data ke dalam Matriks Transportasi.
- b.) Kedua, untuk setiap baris dan kolom, hitunglah *Opportunity Cost* nya, yang dimana *Opportunity Cost* didapatkan dengan cara menentukan selisih antara biaya terkecil dan biaya terkecil kedua dari setiap baris dan kolom pada matriks transportasi. Biaya-biaya ini disebut biaya penalty karena tidak memiliki sel dengan biaya minimum.
- c.) Ketiga, dari semua biaya penalti yang ditentukan, pilih baris atau kolom dengan nilai terbesar. Cara ini dilakukan untuk menghindari penalti terbesar, dan alokasikan sebanyak mungkin ke dalam sel dengan nominal

biaya terkecil pada baris atau kolom yang dipilih.

- d.) Keempat, jika sel telah terpenuhi, tandai sel yang tidak memungkinkan lagi untuk dialokasikan. Ketika ada baris atau kolom yang telah ditandai, maka biaya penalti dari baris dan kolom, telah selesai diproses.
- e.) Kelima, ulangi langkah kedua dan lanjutkan hingga langkah keempat.
- f.) Terakhir, ulangi langkah keempat setelah semua baris dan kolom teralokasi.

Selain ketiga metode itu, untuk menentukan solusi optimum, dibutuhkan cara kerja dari Metode *Stepping Stone* dan Metode *Modified Distribution* (MODI). Adapun cara kerja dari kedua metode ini adalah sebagai berikut :

1.) Metode *Stepping Stone*

Terkait dengan penyusunan jalur *Stepping Stone*, terdapat beberapa hal penting yang harus disampaikan menurut Mulyono (1999:125), yaitu adalah :

- a.) Arah yang diambil, baik searah maupun berlawanan pada jarum jam, tidak penting dalam membuat *loop*.
- b.) Dalam membuat *loop*, hanya ada satu sel yang kosong.
- c.) Loop harus mengikuti sel kotak yang telah terisi (di mana terjadi perubahan arah), kecuali pada sel kosong yang sedang dievaluasi.
- d.) Namun, sel yang terisi ataupun sel yang kosong dapat dilewati dalam penyusunan *loop*.
- e.) Suatu *loop* dapat melintasi dirinya sendiri.
- f.) Sebuah penambahan dan sebuah pengurangan yang sama besaer harus kelihatan pada setiap baris dan kolom pada *loop* tersebut.

2.) *Modified Distribution* (MODI)

Adapun langkah-langkah untuk menggunakan metode ini adalah :

- a.) Tes kemerosotan

Yaitu menguji apakah $(m + n - 1)$ sama dengan jumlah sel yang terisi, dimana “ m ” adalah jumlah sumber, dan “ n ” adalah jumlah tujuan.

Jika jumlah sel yang terisi bernilai sama, maka bisa dikatakan **bukan persoalan merosot**. Tetapi, apabila ada jumlah sel yang terisi tidak sama, maka terjadi yang namanya **degenerasi**. Untuk mengatasi masalah degenerasi, dapat ditambahkan muatan semu sebesar 0 (nol), ke dalam sel yang memiliki biaya transportasi terkecil.

b.) Menghitung harga indeks U dan V

Selanjutnya adalah menghitung indeks bilangan, baik indeks baris (u_i) maupun indeks kolom (v_j). Langkah ini dilakukan untuk menitikberatkan pada sel yang sudah terisi, dimana berlaku rumus :

$$u_i + v_j = c_{ij} \quad (2.6)$$

Yaitu dimana :

u_i = indeks baris

v_j = indeks kolom

c_{ij} = Biaya dari sel (i, j) yang terisi

c.) Menghitung sel yang ditingkatkan atau yang tidak terisi

Langkah ini dilakukan setelah harga baris dan kolom sudah dihitung menggunakan sel yang sudah terisi. Langkah ini dilakukan dengan rumus :

$$i_{ij} = c_{ij} - u_i - v_j \quad (2.7)$$

Yang dimana :

i_{ij} = Indeks yang akan ditingkatkan untuk setiap sel yang belum terisi

u_i = indeks baris

v_j = indeks kolom

c_{ij} = Biaya dari sel (i, j) yang terisi

d.) Solusi Optimal

Langkah a hingga langkah c akan terus berulang-ulang sampai i_{ij} (indeks yang belum terisi) mendapatkan nilai yang seluruhnya positif. Jika

sudah seperti itu, maka bisa dikatakan solusi yang diberikan adalah sudah optimal.

2.4 Pengertian Program Linier (*Linear Programming*)

Menurut Sofjan Assauri (1999:9), *Linear Programming* ialah suatu teknik perencanaan yang dengan menggunakan model matematika dengan tujuan untuk menemukan kombinasi-kombinasi produk yang terbaik didalam menyusun suatu alokasi sumber daya yang terbatas guna untuk mencapai tujuan yang digunakan dengan secara optimal.

Menurut Zulian Yamit (1996:14), *Linear Programming* ialah metode ataupun teknik matematis yang digunakan untuk dapat membantu manajer dalam pengambilan keputusan. Ciri khusus penggunaan dalam metode matematis ini ialah berusaha untuk mendapatkan minimasi atau juga maksimasi.

Menurut T.Hani Handoko (1999:379), *Linear Programming* ialah suatu metode analitik paling terkenal dan yang merupakan suatu bagian pada kelompok teknik-teknik yang disebut dengan programisasi matematik.

Menurut Zainal Mustafa, EQ, dan juga Ali Parkhan (2000:43), *Linear Programming* ialah suatu cara yang lazim digunakan untuk pemecahan suatu masalah pengalokasian yang sumber-sumber yang terbatas dengan secara optimal.

Dari beberapa pengertian tentang Program Linier (*Linear Programming*) menurut beberapa ahli, maka bisa disimpulkan bahwa *Linear Programming* merupakan suatu teknik matematis untuk mencari kombinasi yang paling optimal dari pemanfaatan sumber-sumber daya yang tersedia yang terbatas dimana berupa meminimumkan biaya-biaya atau memaksimalkan laba untuk menyelesaikan persoalan-persoalan pengalokasian sumber-sumber daya yang terbatas diantaranya berupa aktivitas yang bersaing dengan cara yang terbaik dan yang mungkin dilakukan.

2.5 Contoh Menentukan Solusi Awal Pada Metode Transportasi

Sebuah perusahaan memiliki 3 pabrik yaitu di lokasi X, Y dan Z. Perusahaan menghadapi masalah alokasi hasil produksi nya dari pabrik-pabrik tersebut keagen penjualan yang berlokasi di A, B dan C. Kapasitas produksi pabrik X, Y dan Z perbulan nya masing-masing secara berturut adalah 80 ton, 70 ton dan 50 ton. Ketiga agen A, B dan C masing-masing secara berturut-turun mempunyai permintaan kiriman hasil produksi perbulan sebanyak 60 ton, 100 ton dan 40 ton. Biaya pengiriman hasil produksi dari pabrik X ke agen A, B, dan C berturut-turut adalah 20 ribu, 10 ribu dan 7 ribu. Biaya pengiriman hasil produksi dari pabrik Y ke agen A, B, dan C berturut-turut adalah 8 ribu, 15 ribu dan 6 ribu. Biaya pengiriman hasil produksi dari pabrik Z ke agen A, B, dan C berturut-turut adalah 18 ribu, 12 ribu dan 22 ribu. Solusi yang digunakan adalah biaya pengiriman yang minimal.

Langkah Pertama, tuliskan persoalan diatas dalam bentuk tabel dibawah dan susun dalam bentuk Matriks Transportasi yang dapat dilihat pada **Tabel 2.2** dan **Tabel 2.3** dibawah ini.

Tabel 2.2. Tabel Data Distribusi Dari 3 Pabrik

Ke Dari		Agen			Penawaran
		A	B	C	
Pabrik	X	20	10	7	80
	Y	8	15	6	70
	Z	18	12	22	50
Permintaan		60	100	40	200

Tabel 2.3. Matriks Transportasi Distribusi Dari 3 Pabrik

Dari \ Ke	A	B	C	Penawaran (Supply)
X	20	10	7	80
Y	8	15	6	70
Z	18	12	22	50
Permintaan (Demand)	60	100	40	200

Penetapan Menggunakan Metode Transportasi untuk mendapatkan solusi minimum ada 3 cara, yaitu :

1.) Metode *North West Corner*

Pada metode ini, dimulai dari sel paling pojok kiri atas, kemudian alokasikan sebanyak mungkin, dan hilangkan baris serta kolom yang tidak dapat dialokasikan yang dapat dilihat pada **Tabel 2.4.**

Tabel 2.4. Matriks Transportasi dengan Metode *North West Corner*

Dari \ Ke	A	B	C	Penawaran (S)
X	(1) 20.000 60	(2) 10.000 20	7.000	80-20 0
Y	8.000	(3) 15.000 70	6.000	70-0
Z	18.000	(4) 12.000 10	(5) 22.000 40	50-40 0

Permintaan (D)	60	100	40	200
-------------------	----	-----	----	-----

Karena permintaan hasil produksi ke agen A, B, dan C terpenuhi, maka

didapat solusi awal biaya transportasi :

$$Z = (20.000 * 60) + (10.000 * 20) + (70 * 15.000) + (10 * 12.000) + (40 * 22.000)$$

$$Z = 3.450.000$$

2.) Metode *Least Cost*

Pilih kolom atau baris yang memiliki nilai terkecil, kemudian alokasikan sebanyak mungkin sesuai permintaan agen. Lakukan hal yang sama pada baris dan kolom yang lainnya agar permintaan terpenuhi. Untuk perhitungannya, dapat dilihat di **Tabel 2.5**.

Tabel 2.5. Matriks Transportasi dengan Metode *Least Cost*

Ke Dari	A	B	C	Penawaran (S)
X	20.000 80	10.000 80	7.000 80	80-0
Y	(2) 8.000 30	15.000 40	(1) 6.000 40	70-30 0
Z	(3) 18.000 30	12.000 20	22.000 50	20-20 0
Permintaan (D)	60	100	40	200

Karena permintaan hasil produksi ke agen A, B, dan C terpenuhi, maka didapat solusi awal biaya transportasi :

$$Z = (6.000 * 40) + (8.000 * 30) + (12.000 * 20) + (18.000 * 30) + (80n * 10.000)$$

$$Z = 2.060.000$$

3.) Metode Aproksimasi Vogel (*Vogel Approximation Method*)

Pada metode ini, pilihlah baris dan kolom yang memiliki dua nilai terkecil, kemudian selisihkan. Setelah itu, dari masing-masing baris dan kolom, pilih nilai terbesar dari hasil selisih kolom dan baris. Kemudian, alokasikan sebanyak mungkin pada sel yang nilai nya terkecil. Untuk perhitungan metode ini, dapat dilihat pada **Tabel 2.6**.

Tabel 2.6. Matriks Transportasi dengan Metode Aproksimasi Vogel

Ke Dari	A	B	C	Penawaran (S)
X	20.000 50	10.000 30	7.000 30	80-30 0
Y	8.000 60	15.000 10	6.000 10	70-10 0
Z	18.000 50	12.000 50	22.000 50	50-0
Permintaan (D)	60	100	40	200

Selisih kolom :

$$\begin{array}{rcl}
 18 - 8 & = & 10 \\
 12 - 10 & = & 2 \\
 7 - 6 & = & 1 \\
 & & 2 \quad - \\
 & & 10 \quad 7
 \end{array}$$

Selisih baris :

$$10 - 7 = 3$$

$$8 - 6 = 2$$

$$18 - 12 = 6$$

$$Z = (6.000 * 10) + (8.000 * 60) + (7.000 * 30) + (10.000 * 50) + (12.000 * 50)$$

$$Z = 1.850.000$$

2.6 Contoh Menentukan Solusi Optimum Pada Metode Transportasi

Setelah dengan beberapa model transportasi mendapatkan solusi minimal, maka dapat dilanjutkan untuk menentukan solusi optimum dengan menggunakan salah satu metode, yaitu Metode *Stepping Stone*.

1.) Metode Stepping Stone

(Ambill contoh dari salah satu metode, seperti Metode Aproksimasi Vogel)

Untuk mencari jalur tertutup pada x_{11} , buatlah *looping* yang searah dengan jarum jam, seperti pada **Tabel 2.7** dibawah ini.

Tabel 2.7. Matriks Transportasi dengan Metode Stepping Stone –
jalur tertutup x_{11}

Ke Dari	A	B	C	Penawaran (S)
X	+1 20.000	10.000	-1 7.000	80
Y	8.000 -1 60	15.000 +1	6.000 +1 10	70
Z	18.000	12.000 50	22.000	50
Permintaan (D)	60	100	40	200

Biaya dari X ke A adalah $20.000 - 7.000 + 6.000 - 8.000 = \mathbf{11.000}$

Selanjutnya, menghitung biaya dari Pabrik Y ke agen B (y_{22}) yang dapat dilihat pada **Tabel 2.8** dibawah ini.

Tabel 2.8. Matriks Transportasi dengan Metode Stepping Stone – jalur tertutup y_{22}

Dari \ Ke	A	B	C	Penawaran (S)
X	20.000	10.000	7.000	80
Y	8.000	15.000	6.000	70
Z	18.000	12.000	22.000	50
Permintaan (D)	60	100	40	200

Diagram jalur tertutup y_{22} menunjukkan perubahan nilai sel:

- Sel XA: -1
- Sel XB: +1
- Sel YB: -1
- Sel YC: +1

Diagram jalur tertutup y_{22} menunjukkan perubahan nilai sel:

- Sel XA: -1
- Sel XB: +1
- Sel YB: -1
- Sel YC: +1

Biaya dari Y ke B adalah $15.000 - 6.000 + 7.000 - 10.000 = \mathbf{6.000}$

Kemudian, membuat jalur tertutup untuk mengisi kotak z_{31} yang dapat dilihat pada **Tabel 2.9** di halaman selanjutnya.

Tabel 2.9. Matriks Transportasi dengan Metode Stepping Stone – jalur tertutup z_{31}

Dari \ Ke	A	B	C	Penawaran (S)
X	20.000	10.000	7.000	80
Y	8.000	15.000	6.000	70
Z	18.000	12.000	22.000	50
Permintaan (D)	60	100	40	200

Diagram jalur tertutup z_{31} menunjukkan perubahan pada jalur X-B, B-Y, Y-C, dan C-Z. Arrows menunjukkan arah perubahan dengan nilai +1 dan -1, serta nilai kapasitas yang terlibat (50, 30, 10, 50).

Biaya dari z_{31} ke b_{32} adalah $18.000 - 8.000 + 6.000 - 7.000 + 10.000 - 12.000 = 7.000$

Terakhir, buatlah jalur tertutup untuk kotak z_{33} yang dapat dilihat pada **Tabel 2.10** di halaman selanjutnya.

Tabel 2.10. Matriks Transportasi dengan Metode Stepping Stone – jalur tertutup Z_{33}

Dari \ Ke	A	B	C	Penawaran (S)
X	20.000	+1 50	-1 30	80
Y	-1 60	+1	10	70
Z	18.000	-1 50	+1	50
Permintaan (D)	60	100	40	200

Biaya dari Z ke C adalah $22.000 - 7.000 + 10.000 - 12.000 = \mathbf{13.000}$

Karena tidak ada lagi ditemukan nilai negatif, sehingga telah didapatkan solusi optimum yang berasal dari solusi awal Metode Aproksimasi Vogel dengan Z.

$$\text{Dimana, } Z = (6.000 * 10) + (8.000 * 60) + (7.000 * 30) + (10.000 * 50) + (12.000 * 50)$$

$$Z = \mathbf{1.850.000}$$

2.7 Kerangka Pikiran

Metode yang digunakan untuk menentukan solusi optimum dari penelitian ini adalah Metode *Stepping Stone*. Dimana, metode ini digunakan ketika telah mendapatkan solusi awal dari permasalahan transportasi, yaitu menggunakan *Vogel Approximation Method*.

2.8 Hipotesis

- 1.) Diduga implementasi model transportasi serta biaya pengiriman distribusi pada jasa angkutan PT.Kereta Api Logistik Persero dapat meningkatkan pendapatan perusahaan serta dapat meminimumkan biaya pengiriman distribusi.
- 2.) Diduga dengan menggunakan Metode *Stepping Stone*, biaya pengiriman distribusi akan lebih efektif dan menghemat biaya dari biaya transportasi yang menggunakan metode tersendiri.

2.9 Aplikasi *POM QM*

Aplikasi *POM QM* adalah perangkat lunak yang berfungsi untuk membantu menghasilkan solusi di bidang operasional riset dengan cepat dan akurat. Dimana, aplikasi ini merupakan gabungan dari 2 modul yaitu *POM (Production and Operations Management)* dan *QM (Quantitative Methods)*. Berkaitan dengan penelitian ini, modul yang digunakan adalah “Transportasi”, sebagai modul untuk membantu perhitungan distribusi barang dari titik awal hingga titik akhir dengan biaya terendah. Adapun cara menggunakan aplikasi untuk membantu meminimumkan biaya distribusi dengan aplikasi *POM QM* adalah sebagai berikut :

- a. Buka *POM QM*, kemudian pilih modul transportasi
- b. Pilih banyaknya baris dan kolom sesuai data
- c. Tampilan tabel akan sesuai dengan banyaknya baris dan kolom yang diinput
- d. Kemudian input data mulai dari sumber, tujuan, kapasitas pabrik, dan permintaan pabrik serta pilih solusi awal. Bisa menggunakan Metode *North West Corner*, Metode *Least Cost*, atau Metode Aproksimasi Vogel.
- e. Klik *Solve*, kemudian akan tampil hasil perhitungannya berupa *Transportation Results, Marginal Cost, Final Solution Table, Iterations, Shipment with cost* dan *Shipping List*.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data yang berada di lapangan dan data yang berasal dari sumber-sumber seperti artikel, hingga internet. Yang dimana, jenis data yang digunakan adalah data yang bersifat kuantitatif dan kualitatif. Sedangkan sumber data yang digunakan adalah sumber data primer dan sekunder.

3.2 Sumber dan Jenis Data

3.2.1 Sumber Data

Dalam penelitian ini, sumber data yang digunakan adalah Data Primer dan Data Sekunder. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut :

1.) Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh ketika melakukan penelitian secara langsung dengan cara mewawancarai salah satu karyawan.

2.) Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang diperoleh ketika melakukan penelitian secara tidak langsung, melainkan dari studi kepustakaan seperti informasi yang berupa laporan secara tertulis atau dokumen yang berhubungan dengan penelitian ini.

3.2.2 Jenis Data

Pada penelitian ini, berdasarkan jenis nya, data yang digunakan ada 2 (dua), yaitu Data Kuantitatif dan Data Kualitatif. Adapun penjelasan dari kedua jenis data tersebut adalah sebagai berikut :

1.) Data Kuantitatif

Dalam penelitian ini, data kuantitatif, digambarkan dengan informasi mengenai jumlah botol produksi pabrik *Coca Cola* dalam 1 (satu) dus, jumlah permintaan dari kota-kota yang dituju dan biaya distribusi dari pabrik ke stasiun tujuan.

2.) Data Kualitatif

Dalam penelitian ini, data kualitatif, digambarkan dengan informasi berupa sumber produksi (dalam hal ini Pabrik *Coca Cola*), jenis botol *Coca Cola* berukuran sedang, tujuan pendistribusian barang, metode transportasi yang digunakan dalam penelitian ini dan kendaraan yang terlibat dalam proses pendistribusian barang ini,

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Beberapa teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1.) Interview

Interview adalah kegiatan yang dilakukan dengan cara bertanya langsung kepada narasumber yang berkaitan dengan penelitian ini. Dimana dalam hal ini, narasumber yang bersedia adalah karyawan bagian distributor minuman *Coca Cola*, yaitu data mengenai sumber pabrik *Coca Cola* yang memproduksi minuman *Coca Cola* mulai dari *Coca Cola*, *Fanta* dan *Sprite*, kemudian tujuan pendistribusian, lalu biaya distribusi, proses distribusi dan alat transportasi yang digunakan untuk membantu jalannya kegiatan distribusi.

2.) Observasi

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan secara langsung ke pabrik PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Indonesia yang lokasi nya berada di Kecamatan Cibitung, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian adalah variabel bebas (dalam hal ini meliputi metode transportasi yang digunakan) dan variabel terikat (dalam hal ini berupa biaya transportasi distribusi).

3.5 Metode Analisa (Metode *Stepping Stone*)

Metode analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengembangan data primer dan data sekunder untuk menafsirkan Metode *Stepping Stone* yang digunakan pada penelitian ini.

Karena metode ini digunakan untuk mendapatkan solusi optimum, maka harus memilih salah satu metode transportasi yang telah menghasilkan solusi awal. Jika telah mendapatkan solusi awal, maka langkah-langkah menggunakan Metode *Stepping Stone* menurut Mulyono (1999:125) adalah sebagai berikut :

- a.) Arah yang diambil, baik searah maupun berlawanan pada jarum jam, tidak penting dalam membuat *loop*.
- b.) Dalam membuat *loop*, hanya ada satu sel yang kosong.
- c.) Loop harus mengikuti sel kotak yang telah terisi (di mana terjadi perubahan arah), kecuali pada sel kosong yang sedang dievaluasi.
- d.) Namun, sel yang terisi ataupun sel yang kosong dapat dilewati dalam penyusunan *loop*.
- e.) Suatu *loop* dapat melintasi dirinya sendiri.
- f.) Sebuah penambahan dan sebuah pengurangan yang sama besar harus kelihatan pada setiap baris dan kolom pada *loop* tersebut.

3.6 Gambaran Umum Transportasi Distribusi

3.6.1 Jenis Transportasi

Dalam melakukan kegiatan pendistribusian barang dari berbagai stasiun asal hingga ke stasiun tujuan menggunakan :

1.) Truk

Pendistribusian produk dari pabrik asal menuju stasiun asal menggunakan *Hino FL 245 JN ABS-Euro2* dengan muatan kapasitas barang 19.060 kg atau 19,06 ton (berat kosong 6.940 kg dari total berat keseluruhan 26.000 kg atau 26 ton). Sedangkan pendistribusian produk dari stasiun tujuan menuju *PT.Coca-Cola Bottling Indonesia* dan *Coca-Cola Official Distributor* menggunakan *Mitsubishi Canter FE 84 GS Wingbox* dengan muatan kapasitas barang maksimal 5.895 kg atau 5,89 ton (berat kosong 2.605 kg dari total berat keseluruhan 8.500 kg atau 8,5 ton). Biaya gaji pengemudi dan asisten pengemudi masing-masing sebesar :

- a. Biaya gaji pengemudi dan asisten pengemudi dari Pabrik *PT.Coca-Cola Euro Pacific Partners Semarang* ke Stasiun *Semarang Tawang Bank Jateng* :

Gaji pengemudi : **Rp.2.500.000,-**

Gaji asisten pengemudi : **Rp.2.500.000,-**

Total : **Rp.5.000.000,-**

- b. Biaya gaji pengemudi dan asisten pengemudi dari Pabrik *PT.Coca-Cola Euro Pacific Partners Cibitung* ke Stasiun *Jakarta Gudang* :

Gaji pengemudi : **Rp.2.650.000,-**

Gaji asisten pengemudi : **Rp.2.650.000,-**

Total : **Rp.5.300.000,-**

- c. Biaya gaji pengemudi dan asisten pengemudi dari Pabrik *PT.Coca-Cola Euro Pacific Partners Semarang* ke Stasiun *Semarang Tawang Bank Jateng* :

Gaji pengemudi : **Rp.2.400.000,-**

Gaji asisten pengemudi : **Rp.2.400.000,-**

Total : **Rp.4.800.000,-**

Pendataan truk dari pabrik asal menuju stasiun asal secara detail sebagai berikut :

- a. Pengiriman dari Pabrik *PT.Coca-Cola Euro Pacific Partners Semarang* ke Stasiun *Semarang Tawang Bank Jateng* :
- Jumlah mobil (dalam 1 bulan pengiriman) : 5 truk
 - Jumlah krat yang dikirim : 2.667 krat atau 12,48 ton per bulan.
 - Satu mobil dengan muatan kapasitas barang sebesar 19.060 kg yang meliputi 5 (lima) jenis ukuran, yaitu 250 ml, 250 ml (kaleng), 330 ml, 390 ml, dan 1.000 ml .
 - Pengiriman meliputi merk *Coca Cola, Fanta, dan Sprite*.
 - Dalam satu bulan, dilakukan 5 (lima) kali pengiriman ke Stasiun Semarang Tawang yang dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1. Jumlah Truk Dari Pabrik Ke Stasiun Semarang Tawang Bank Jateng Dalam 1(satu) Bulan

Waktu	Jumlah Truk
Minggu Pertama	2 truk

Minggu Kedua	1 truk
Minggu Ketiga	1 truk
Minggu Keempat	1 truk

- b. Pengiriman dari Pabrik PT.Coca Cola Euro Pacific Partners, Cibitung ke Stasiun Jakarta Gudang :
- Jumlah mobil (dalam 1 bulan pengiriman) : 5 truk
 - Jumlah krat yang dikirim : 3.208 krat atau 15,01 ton.
 - Satu mobil dengan muatan kapasitas barang sebesar 19.060 kg yang meliputi 5 (lima) jenis ukuran, yaitu 250 ml, 250 ml (kaleng), 330 ml, 390 ml, dan 1.000 ml .
 - Pengiriman meliputi merk *Coca Cola, Fanta dan Sprite*.
 - Dalam satu bulan, dilakukan 5 (lima) kali pengiriman ke Stasiun Jakarta Gudang yang dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2. Jumlah Truk Dari Pabrik Ke Stasiun Jakarta Gudang
Dalam 1(satu) Bulan

Waktu	Jumlah Truk
Minggu Pertama	1 truk
Minggu Kedua	2 truk
Minggu Ketiga	1 truk
Minggu Keempat	1 truk

- c. Pengiriman dari Pabrik PT.Coca Cola Euro Pacific Partners, Pasuruan ke Stasiun Surabaya Kota :
- Jumlah mobil (dalam 1 bulan pengiriman) : 4 truk
 - Jumlah krat yang dikirim : 3.421 krat atau 16.01 ton.
 - Satu mobil dengan muatan kapasitas barang sebesar 19.060 kg yang meliputi 5 (lima) jenis ukuran, yaitu 250 ml, 250 ml (kaleng), 330 ml, 390 ml, dan 1.000 ml .
 - Pengiriman meliputi merk *Coca Cola, Fanta dan Sprite*.
 - Dalam satu bulan, dilakukan 4(empat) kali pengiriman ke Stasiun

Surabaya Kota yang dapat dilihat pada **Tabel 3.3.**

Tabel 3.3. Jumlah Truk Dari Pabrik Ke Stasiun Surabaya Kota
Dalam 1(satu) Bulan

Waktu	Jumlah Truk
Minggu Pertama	1 truk
Minggu Kedua	1 truk
Minggu Ketiga	1 truk
Minggu Keempat	1 truk

2.) Kereta Api Angkutan Barang atau Parsel

Jenis kereta yang digunakan untuk mengirimkan barang seperti Parsel Utara, Parsel Selatan dan Parsel Tengah. Dimana, formasi rangkaian nya adalah sebagai berikut :

- ◆ Parsel Utara : 1 lokomotif – 10 rangkaian bagasi – 1 bagasi pembangkit
- ◆ Parsel Selatan : 1 lokomotif – 7 rangkaian bagasi – 1 kereta makan dan pembangkit
- ◆ Parsel Tengah : 1 lokomotif – 7 rangkaian bagasi – 1 bagasi pembangkit

3.6.2 Biaya Transportasi

Biaya transportasi minuman produk *Coca-Cola* dari PT.Coca-Cola *Euro Pacific Partners* dari Jakarta, Semarang dan Surabaya, menggunakan moda transportasi kereta api, sehingga biaya barang (per kg) dengan Kereta Api dan biaya transportasi dari pabrik asal hingga ke stasiun asal pengiriman dapat dilihat pada **Tabel 3.4 dan Tabel 3.5.**

Tabel 3.4. Biaya Barang (dalam per kg) Dengan Kereta Api Logistik

Relasi	Biaya per kg
Semarang – Solo Balapan	Rp.400,-

Semarang – Yogyakarta	Rp.400,-
Semarang – Bandung	Rp.350,-
Jakarta – Solo Balapan	Rp.800,-
Jakarta – Yogyakarta	Rp.800,-
Jakarta – Bandung	Rp.500,-
Surabaya – Solo Balapan	Rp.400,-
Surabaya – Yogyakarta	Rp.400,-
Surabaya – Bandung	Rp.400,-

Sumber : *Kereta Api Indonesia (kai_121)*

Tabel 3.5. Biaya Transportasi Menggunakan Truk Dari Pabrik Asal Hingga Ke Stasiun
Asal

Dari	Tujuan Stasiun Pengiriman Asal	Biaya Transportasi
<i>PT.Coca Cola Euro Pacific Partners, Semarang</i>	Stasiun Semarang Tawang	Rp.35.000,- / km Jarak Tempuh : 47 km 18 km menghabiskan 1 liter bensin yang 1 liter : Rp. 6.800,- Maka, perhitungannya adalah : Biaya : $35.000 * 47 + (6.800 * (47 / 18))$ Biaya : Rp.1.662.756,- Total biaya per bulan : Biaya * banyaknya pengiriman dalam 1(satu bulan) + gaji pengemudi dan asisten pengemudi Total : Rp.1.662.756,- * 5 Total : Rp.8.313.780,- +

		Rp.5.000.000,- Total : Rp.13.313.780,- /bulan
<i>PT.Coca Cola Euro</i> <i>Pacific Partners, Cibitung</i>	Stasiun Jakarta Gudang	Rp.35.000,- / km Jarak Tempuh : 51 km 18 km menghabiskan 1 liter bensin yang 1 liter : Rp. 6.800,- Maka, perhitungan nya adalah : Biaya : $35.000 * 51 + (6.800 * (51 / 18))$ Biaya : Rp.1.804.267,- Total biaya per bulan : Biaya * banyaknya pengiriman dalam 1(satu bulan) + gaji pengemudi dan asisten pengemudi Total : Rp.1.804.267,- * 5 Total : Rp.9.021.335,- + Rp.5.300.000,- Total : Rp.14.321.335,- /bulan
<i>PT.Coca Cola Euro</i> <i>Pacific Partners,</i> <i>Pasuruan</i>	Stasiun Surabaya Kota	Rp.35.000,- / km Jarak Tempuh : 51 km 18 km menghabiskan 1 liter bensin yang 1 liter : Rp. 6.800,- Maka, perhitungan nya adalah : Biaya : $35.000 * 51 + ($

		$6.800 * (51 / 18))$ Biaya : Rp.1.804.267,- Total biaya per bulan : Biaya * banyaknya pengiriman dalam 1(satu bulan) + gaji pengemudi dan asisten pengemudi Total : Rp.1.804.267,- * 4 Total : Rp.7.217.068,- + Rp.4.800.000,- Total : Rp.12.017.068,- /bulan
--	--	--

Keterangan :

- Total biaya pengiriman dari *PT.Coca Cola Euro Pacific Partners, Semarang* ke Stasiun *Semarang Tawang Bank Jateng* dalam waktu satu bulan sebesar **Rp.13.313.780,- .**
- Total biaya pengiriman dari *PT.Coca Cola Euro Pacific Partners, Cibitung* ke Stasiun *Jakarta Gudang* dalam waktu satu bulan sebesar **Rp.14.321.335,- .**
- Total biaya pengiriman dari *PT.Coca Cola Euro Pacific Partners, Pasuruan* ke Stasiun *Surabaya Kota* dalam waktu satu bulan sebesar **Rp.12.017.068,- .**

Total biaya distribusi keseluruhan dari Pabrik Asal hingga ke Stasiun Asal per Oktober 2022 sebesar **Rp.39.652.183,- .**

3.7 Bentuk Analisis

Sebagai perbandingan, biaya transportasi pengiriman distribusi minuman produk *Coca-Cola* dengan menggunakan transportasi darat dengan menggunakan truk untuk mendistribusikan produk antar kota antar provinsi dengan metode tersendiri, dimana biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan sebesar **Rp.782.000.000,-/bulan .** Berikut adalah data jumlah pengiriman Minuman Produk Coca Cola 390 ml Bulan Oktober 2022, yang dapat dilihat pada **Tabel 3.6.**

Tabel 3.6. Jumlah Pengiriman Minuman Produk Coca-Cola 390 ml Bulan
Oktober 2022

Nama Perusahaan	Jumlah (dalam krat)
<i>PT.Coca Cola Euro Pacific Partners</i> , Semarang	2.667
<i>PT.Coca Cola Euro Pacific Partners</i> , Cibitung	3.208
<i>PT.Coca Cola Bottling</i> , Pasuruan	3.421

Sumber : *PT.Coca Cola Amatil Indonesia*, Cibitung

- a. *PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Semarang*, menyuplai sebanyak 2.667 krat. Jumlah ini, dibagi untuk 3 (tiga) stasiun, yaitu Stasiun Solo Balapan, Stasiun Yogyakarta dan Stasiun Bandung. Sehingga, perhitungan biaya transportasi dengan menggunakan kereta api adalah :

$$\text{Biaya} = \text{harga per kg} \times \text{berat nya barang yang diangkut}$$

Dalam pabrik pertama, biaya pengiriman dari Stasiun Semarang Tawang hingga ke Stasiun Solo Balapan dikenakan Rp.400,- /kg, Stasiun Semarang Tawang hingga ke Stasiun Yogyakarta dikenakan Rp.400,-/kg dan Stasiun Semarang Tawang hingga ke Stasiun Bandung dikenakan biaya Rp.350,- /kg. Sehingga biaya yang dikeluarkan adalah :

Biaya dari Stasiun Semarang Tawang hingga Stasiun Solo Balapan :

$$\begin{aligned}\text{Biaya} &= \text{Rp.400,-} \times (889 \times 4,68) \\ &= \text{Rp.400,-} \times 4.160,52 \text{ kg} \\ &= \text{Rp.1.664.208,-}\end{aligned}$$

Biaya dari Stasiun Semarang Tawang hingga Stasiun Yogyakarta :

$$\begin{aligned}\text{Biaya} &= \text{Rp.400,-} \times (889 \times 4,68) \\ &= \text{Rp.400,-} \times 4.160,52 \text{ kg} \\ &= \text{Rp.1.664.208,-}\end{aligned}$$

Biaya dari Stasiun Semarang Tawang hingga Stasiun Bandung :

$$\text{Biaya} = \text{Rp.350,-} \times (889 \times 4,68)$$

$$= \text{Rp.}350,- \times 4.160,52 \text{ kg}$$

$$= \text{Rp.}1.456.182,-$$

Keterangan :

- 1 krat isi 12 botol = 4,68 kg
- 1 ton = 1.000 kg
- Banyaknya krat yang dikirim ke Stasiun Solo Balapan adalah sebanyak 889 krat, atau 4160,52 kg (4,16 dalam satuan ton).
- Banyaknya krat yang dikirim ke Stasiun Yogyakarta adalah sebanyak 889 krat, atau 4160,52 kg (4,16 dalam satuan ton).
- Banyaknya krat yang dikirim ke Stasiun Bandung adalah sebanyak 889 krat, atau 4160,52 kg (4,16 dalam satuan ton).
- Dimana 889 krat terdiri dari :
 - 1.) *Coca Cola* sebanyak 296 krat.
 - 2.) *Fanta* sebanyak 296 krat.
 - 3.) *Sprite* sebanyak 297 krat.

- b. *PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Cibitung*, menyuplai sebanyak 3.208 krat. Jumlah ini dikirimkan ke 3 (tiga) stasiun, yaitu Stasiun Solo Balapan, Stasiun Yogyakarta dan Stasiun Bandung. Sehingga, biaya transportasi dengan menggunakan kereta api adalah :

$$\text{Biaya} = \text{harga per kg} \times \text{berat nya barang yang diangkut}$$

Dalam pabrik kedua, biaya pengiriman dari Stasiun Jakarta Gudang hingga ke Stasiun Solo Balapan dan Stasiun Yogyakarta adalah Rp.800,-/kg. Sehingga biaya yang dikeluarkan adalah :

Biaya dari Stasiun Jakarta Gudang hingga Stasiun Solo Balapan :

$$\text{Biaya} = \text{Rp.}800,- \times (1.604 \times 4,68)$$

$$= \text{Rp.}800,- \times 7.506,72 \text{ kg (7,50 dalam satuan ton)}$$

$$= \text{Rp.6.005.376,-}$$

Biaya dari Stasiun Jakarta Gudang hingga Stasiun Yogyakarta :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp.800,-} \times (802 \times 4,68) \\ &= \text{Rp.800,-} \times 3.753,36 \text{ kg (3,75 dalam satuan ton)} \\ &= \text{Rp.3.002.688,-} \end{aligned}$$

Biaya dari Stasiun Jakarta Gudang hingga Stasiun Bandung :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp.500,-} \times (802 \times 4,68) \\ &= \text{Rp.500,-} \times 3.753,36 \text{ kg (3,75 dalam satuan ton)} \\ &= \text{Rp.1.876.680,-} \end{aligned}$$

Keterangan :

- 1 krat isi 12 botol = 4,68 kg
- 1 ton = 1.000 kg
- Banyaknya krat yang dikirim ke Stasiun Solo Balapan adalah sebanyak 1.604 krat, atau 7.506,72 kg (7,50 dalam satuan ton).
- Banyaknya krat yang dikirim ke Stasiun Yogyakarta adalah sebanyak 802 krat, atau 3.753,36 kg (3,75 dalam satuan ton).
- Banyaknya krat yang dikirim ke Stasiun Yogyakarta adalah sebanyak 802 krat, atau 3.753,56 kg (3,75 dalam satuan ton).
- 802 krat terdiri dari :
 - a.) *Coca Cola* sebanyak 267 krat.
 - b.) *Fanta* sebanyak 267 krat.
 - c.) *Sprite* sebanyak 268 krat.
- 1.604 krat terdiri dari :
 - d.) *Coca Cola* sebanyak 535 krat.
 - e.) *Fanta* sebanyak 534 krat.
 - f.) *Sprite* sebanyak 535 krat.

- c. *PT.Coca Cola Botling Pasuruan*, menyuplai sebanyak 3.421 krat . Jumlah ini akan dikirimkan ke 1 (satu) stasiun, yaitu Stasiun Stasiun Bandung. Sehingga, biaya

transportasi dengan menggunakan kereta api adalah :

$$\text{Biaya} = \text{harga per kg} \times \text{berat nya barang yang diangkut}$$

Dalam pabrik ketiga, biaya pengiriman dari Stasiun Surabaya Kota hingga ke Stasiun Bandung dikenakan Rp.600,-. Sehingga biaya yang dikeluarkan adalah :

Biaya dari Stasiun Surabaya Kota hingga Stasiun Solo Balapan :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp.400,-} \times (855 \times 4,68) \\ &= \text{Rp.400,-} \times 4001,4 \text{ kg (4 dalam satuan ton)} \\ &= \mathbf{\text{Rp.1.600.560,-}} \end{aligned}$$

Biaya dari Stasiun Surabaya Kota hingga Stasiun Yogyakarta :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp.400,-} \times (855 \times 4,68) \\ &= \text{Rp.400,-} \times 4001,4 \text{ kg (4 dalam satuan ton)} \\ &= \mathbf{\text{Rp.1.600.560,-}} \end{aligned}$$

Biaya dari Stasiun Surabaya Kota hingga Stasiun Bandung :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp.400,-} \times (1.711 \times 4,68) \\ &= \text{Rp.400,-} \times 8.007,48 \text{ kg (8 dalam satuan ton)} \\ &= \mathbf{\text{Rp.3.202.992,-}} \end{aligned}$$

Keterangan :

- 1 krat isi 12 botol = 4,68 kg
- 1 ton = 1.000 kg
- Banyaknya krat yang dikirim ke Stasiun Solo Balapan adalah sebanyak 855 krat, atau 4.001,4 kg (4 dalam satuan ton).
- Banyaknya krat yang dikirim ke Stasiun Yogyakarta adalah sebanyak 855 krat, atau 4.001,4 kg (4 dalam satuan ton).
- Banyaknya krat yang dikirim ke Stasiun Bandung adalah sebanyak 1.711 krat, atau 8.007,48 kg (8 dalam satuan ton).
- 855 krat terdiri dari :

- a.) *Coca Cola* sebanyak 285 krat.
- b.) *Fanta* sebanyak 285 krat.
- c.) *Sprite* sebanyak 285 krat.
- 1.711 krat terdiri dari :
 - d.) *Coca Cola* sebanyak 570 krat.
 - e.) *Fanta* sebanyak 571 krat.
 - f.) *Sprite* sebanyak 570 krat.

Note : Biaya pengiriman = Harga per kg * total berat pengiriman (besaran ton sudah dikonversi ke besaran kilogram)

Total biaya keseluruhan meliputi :

- a.) Total biaya pengiriman dari Pabrik **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Semarang** ke stasiun tujuan akhir, yaitu **Stasiun Solo Balapan** adalah **Rp.13.313.780,- + Rp.1.664.208,- = 14.977.988,-/ bulan.**
- b.) Total biaya pengiriman dari Pabrik **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Semarang** ke stasiun tujuan akhir, yaitu **Stasiun Yogyakarta** adalah **Rp.13.313.780,- + Rp.1.664.208,- = 14.977.988,-/ bulan.**
- c.) Total biaya pengiriman dari Pabrik **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Semarang** ke stasiun tujuan akhir, yaitu **Stasiun Bandung** adalah **Rp.13.313.780,- + Rp.1.456.182,- = 14.769.962,-/ bulan.**
- d.) Total biaya pengiriman dari Pabrik **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Cibitung** ke stasiun tujuan akhir, yaitu **Stasiun Solo Balapan** adalah **Rp.14.321.335,- + Rp.6.005.376,- = 20.326.711,-/ bulan.**
- e.) Total biaya pengiriman dari Pabrik **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Cibitung** ke stasiun tujuan akhir, yaitu **Stasiun Yogyakarta** adalah **Rp.14.321.335,- + Rp.3.002.688,- = 17.324.023,-/ bulan.**
- f.) Total biaya pengiriman dari Pabrik **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Cibitung** ke stasiun tujuan akhir, yaitu **Stasiun Bandung** adalah **Rp.14.321.335,- + Rp.1.876.680,- = 16.198.015,-/ bulan.**
- g.) Total biaya pengiriman dari Pabrik **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Pasuruan** ke stasiun tujuan akhir, yaitu **Stasiun Solo Balapan** adalah

Rp.12.017.068,- + Rp.1.600.560,- = 13.617.628,-/ bulan.

h.) Total biaya pengiriman dari Pabrik **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners**

Pasuruan ke stasiun tujuan akhir, yaitu **Stasiun Yogyakarta** adalah

Rp.12.017.068,- + Rp.1.600.560,- = 13.617.628,-/ bulan.

i.) Total biaya pengiriman dari Pabrik **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners**

Pasuruan ke stasiun tujuan akhir, yaitu **Stasiun Bandung** adalah

Rp.12.017.068,- + Rp.3.202.992,- = Rp.15.220.060,-/ bulan.

3.8 Kapasitas dan Permintaan Perusahaan

Adapun kapasitas (*supply*) dari masing-masing perusahaan adalah :

a. Kapasitas Pabrik

Kapasitas produksi dari Pabrik minuman Coca Cola dari 3 perusahaan adalah :

1.) PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Semarang sebanyak **2.667 krat** atau

12.481,56 kg (12,48 dalam satuan ton).

2.) PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Cibitung sebanyak **3.208 krat** atau

15.013,44 kg (15.01 dalam satuan ton).

3.) PT.Coca Cola Botling Pasuruan sebanyak **3.421 krat** atau **16.010,28 kg (**

16.01 dalam satuan ton).

b. Permintaan

Permintaan dari masing-masing stasiun adalah :

1.) Stasiun Solo Balapan memiliki permintaan sebanyak **11.667,24kg (11,66**

dalam satuan ton).

2.) Stasiun Yogyakarta memiliki permintaan sebanyak **11.667,24 kg (11,66**

dalam satuan ton).

3.) Stasiun Bandung memiliki permintaan sebanyak **20.180 kg (20,18 dalam**

satuan ton).

Biaya transportasi diterjemahkan seperti tabel matriks transportasi yang dapat dilihat pada **Tabel 3.7.**

Tabel 3.7. Matriks Transportasi Pendistribusian Minuman Produk Coca-Cola

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Solo Balapan		Yogyakarta		Bandung		
Semarang Tawang Bank Jateng		14.977.988		14.977.988		14.769.962	12,48
Jakarta Gudang		20.326.711		17.324.023		16.198.015	15,01
Surabaya Kota		13.617.628		13.617.628		15.220.060	16,01
Permintaan	11,66		11,66		20,18		43,5

Note : Karena hitungan dalam ton, maka seluruh angka dikonversikan ke dalam ton.

Keterangan :

- a.) **Semarang Tawang Bank Jateng** dengan pengiriman asal dari **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Semarang, Semarang.**
- b.) **Jakarta Gudang** dengan pengiriman asal dari **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Cibitung, Bekasi.**
- c.) **Surabaya Kota** dengan pengiriman asal dari **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners Pasuruan, Surabaya.**

Sebelum melakukan uji optimalisasi dengan menggunakan Metode *Stepping Stone*, solusi awal yang tepat pada pendistribusian minuman dari produk *Coca-Cola*, adalah menggunakan Metode Aproksimasi Vogel. Karena dari ketiga metode solusi awal pada masalah transportasi, metode ini merupakan metode yang paling efektif, yang dimana hanya membutuhkan 1 iterasi saja untuk menyelesaikan permasalahan transportasi pada kasus pendistribusian minuman dari produk *Coca-Cola*.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Menentukan Solusi Awal

Solusi awal yang digunakan pada penelitian ini adalah solusi awal dengan menggunakan Metode Aproksimasi Vogel (*Vogel Approximation Method*).

a.) Tahap 1

Selisih Baris (Pilih dua nilai yang terkecil)

- Selisih Baris 1

$$\text{Selisih Baris 1} = 14.977.988 - 14.769.962$$

$$\text{Selisih Baris 1} = 208.026$$

- Selisih Baris 2

$$\text{Selisih Baris 2} = 17.324.023 - 16.198.015$$

$$\text{Selisih Baris 2} = 1.126.008$$

- Selisih Baris 3

$$\text{Selisih Baris 3} = 13.617.628 - 13.617.628$$

$$\text{Selisih Baris 3} = 0$$

Hasil selisih Baris pada Tahap 1, dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Hasil Selisih Baris Tahap 1

Tahap Baris	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Selisih Baris 1	208.026			
Selisih Baris 2	1.126.008			
Selisih Baris 3	0			

Tahap 1

Selisih Kolom (Pilih dua nilai yang terkecil)

- Selisih Kolom 1

$$\text{Selisih Kolom 1} = 14.977.988 - 13.617.628$$

$$\text{Selisih Kolom 1} = 1.360.360$$

- Selisih Kolom 2

$$\text{Selisih Kolom 2} = 14.977.988 - 13.617.628$$

$$\text{Selisih Kolom 2} = 1.360.360$$

- Selisih Kolom 3

$$\text{Selisih Kolom 3} = 15.220.060 - 14.769.962$$

$$\text{Selisih Kolom 3} = 450.098$$

Hasil selisih Kolom pada Tahap 1, dapat dilihat pada **Tabel 4.2.**

Tabel 4.2. Hasil Selisih Kolom Tahap 1

Tahap Baris	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Selisih Kolom 1	1.360.360			
Selisih Kolom 2	1.360.360			
Selisih Kolom 3	450.098			

Keterangan :

- ❖ Berdasarkan perhitungan Tahap 1, selisih antara baris dan kolom yang mempunyai nilai terbesar adalah selisih pada Kolom ke-1 (satu) dan ke-2 (dua), yaitu dengan nilai 1.360.360. Karena selisih biaya dari Kolom ke-1 (satu) dan ke-2(dua) sama, maka boleh ambil secara sembarang. Disini, akan diambil pada Kolom ke-1 (satu).
- ❖ Selanjutnya, pada kolom ke-1 (satu), kotak kosong yang memiliki biaya terkecil, berada pada Pengiriman dari *Stasiun Surabaya Kota* menuju *Stasiun Solo Balapan*.
- ❖ Kemudian, alokasikan sebanyak mungkin sebesar 11,66 ton untuk pengiriman dari *Stasiun Surabaya Kota* menuju *Stasiun Solo Balapan*.

- ❖ Karena permintaan untuk tujuan *Stasiun Solo Balapan* telah terpenuhi sebesar 11,66 ton, maka kapasitas yang berasal dari *PT.Coca-Cola Bottling Pasuruan* (yang dikirimkan melalui *Stasiun Surabaya Kota* tersisa sebanyak 4,35 ton. Sehingga, *PT.Coca-Cola Euro Pacific Partners Semarang dan Cibitung* (melalui *Stasiun Semarang Tawang Bank Jateng* dan *Stasiun Jakarta Gudang*, tidak perlu untuk mengalokasikan kapasitas barang ke *Stasiun Solo Balapan* .

Penjelasan ini, dapat diterjemahkan ke dalam bentuk tabel matriks transportasi yang dapat dilihat pada **Tabel 4.3.**

Tabel 4.3. Matriks Transportasi Pendistribusian Minuman Produk Coca-Cola – Hasil Sellisih Tahap 1

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Solo Balapan		Yogyakarta		Bandung		
Semarang Tawang		14.977.988		14.977.988		14.769.962	12,48
Jakarta Gudang		20.326.711		17.324.023		16.198.015	15,01
Surabaya Kota		13.617.628		13.617.628		15.220.060	16,01
	11,66						4,35
Permintaan	11,66		11,66		20,18		43,5

b.) Tahap 2

Selisih Baris (Pilih dua nilai yang terkecil)

- Selisih Baris 1

$$\text{Selisih Baris 1} = 14.977.988 - 14.769.962$$

$$\text{Selisih Baris 1} = 208.026$$

- Selisih Baris 2

$$\text{Selisih Baris 2} = 17.324.023 - 16.198.015$$

Selisih Baris 2 = 1.126.008

- Selisih Baris 3

Selisih Baris 3 = 15.220.060 – 13.617.628

Selisih Baris 3 = 1.602.432

Hasil selisih Baris pada Tahap 2, dapat dilihat pada **Tabel 4.4.**

Tabel 4.4. Hasil Selisih Baris Tahap 2

Tahap Baris	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Selisih Baris 1	208.026	208.026		
Selisih Baris 2	1.126.008	1.126.008		
Selisih Baris 3	0	1.602.432		

Tahap 2

Selisih Kolom (Pilih dua nilai yang terkecil)

- Selisih Kolom 1

Selisih Kolom 1 = 0

- Selisih Kolom 2

Selisih Kolom 2 = 14.977.988 – 13.617.628

Selisih Kolom 2 = 1.360.360

- Selisih Kolom 3

Selisih Kolom 3 = 15.220.060 – 14.769.962

Selisih Kolom 3 = 450.098

Hasil selisih Kolom pada Tahap 2, dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5. Hasil Selisih Kolom Tahap 2

Tahap Baris	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Selisih Kolom 1	1.360.360	0		
Selisih Kolom 2	1.360.360	1.360.360		
Selisih Kolom 3	450.098	450.098		

Keterangan :

- ❖ Berdasarkan perhitungan Tahap 2, selisih antara baris dan kolom yang mempunyai nilai terbesar adalah selisih pada Baris ke-3 (tiga), yaitu dengan nilai 1.602.432 .
- ❖ Selanjutnya, pada Baris ke-3 (tiga), kotak kosong yang memiliki biaya terkecil, berada pada pengiriman dari Stasiun *Surabaya Kota* ke *Stasiun Yogyakarta*.
- ❖ Kemudian, alokasikan sisa dari kapasitas yang telah terpenuhi dari Stasiun *Surabaya Kota* ke Stasiun Solo Balapan, dimana alokasi sisa dari *Stasiun Surabaya Kota* untuk *Stasiun Yogyakarta* sebesar 4,35 ton.
- ❖ Karena kapasitas yang dikeluarkan dari pabrik *PT.Coca-Cola Bottling Pasuruan* telah dialokasikan untuk *Stasiun Solo Balapan dan Yogyakarta*, maka *Stasiun Bandung* tidak mendapatkan distribusi minuman *Coca-Cola* dari *PT.Coca-Cola Bottling Pasuruan* melalui *Stasiun Surabaya Kota*.

Penjelasan ini, dapat diterjemahkan ke dalam bentuk matriks transportasi yang dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4.6. Matriks Transportasi Pendistribusian Minuman Produk Coca-Cola – Hasil Selisih Tahap 2

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Solo Balapan		Yogyakarta		Bandung		
Semarang Tawang		14.977.988		14.977.988		14.769.962	12,48
Jakarta Gudang		20.326.711		17.324.023		16.198.015	15,01
Surabaya Kota	11,66	13.617.628	4,35	13.617.628		15.220.060	16,01 4,35 0
Permintaan	11,66		11,66		20,18		43,5

c.) Tahap 3

Selisih Baris (Pilih dua nilai yang terkecil)

- Selisih Baris 1

$$\text{Selisih Baris 1} = 14.977.988 - 14.769.962$$

$$\text{Selisih Baris 1} = 208.026$$

- Selisih Baris 2

$$\text{Selisih Baris 2} = 17.324.023 - 16.198.015$$

$$\text{Selisih Baris 2} = 1.126.008$$

- Selisih Baris 3

$$\text{Selisih Baris 3} = 0$$

Hasil selisih Baris pada Tahap 3, dapat dilihat pada **Tabel 4.7.**

Tabel 4.7. Hasil Selisih Baris Tahap 3

Tahap Baris	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Selisih Baris 1	208.026	208.026	208.026	
Selisih Baris 2	1.126.008	1.126.008	1.126.008	
Selisih Baris 3	0	1.602.432	0	

Tahap 3

Selisih Kolom (Pilih dua nilai yang terkecil)

- Selisih Kolom 1

$$\text{Selisih Kolom 1} = 0$$

- Selisih Kolom 2

$$\text{Selisih Kolom 2} = 17.324.023 - 14.977.988$$

$$\text{Selisih Kolom 2} = 2.346.035$$

- Selisih Kolom 3

$$\text{Selisih Kolom 3} = 15.220.060 - 14.796.962$$

$$\text{Selisih Kolom 3} = 423.098$$

Hasil selisih Kolom pada Tahap 3, dapat dilihat pada **Tabel 4.8.**

Tabel 4.8. Hasil Selisih Kolom Tahap 3

Tahap Baris	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Selisih Kolom 1	1.360.360	0	0	
Selisih Kolom 2	1.360.360	1.360.360	2.346.035	
Selisih Kolom 3	450.098	450.098	450.098	

Keterangan :

- ❖ Berdasarkan perhitungan Tahap 3, selisih antara baris dan kolom yang mempunyai nilai terbesar adalah selisih pada Kolom ke-2 (dua) dengan nilai 2.346.035.
- ❖ Selanjutnya, pada Kolom ke-2 (dua), kotak kosong yang memiliki biaya terkecil, berada pada pengiriman dari *Stasiun Semarang Tawang Bank Jateng* ke *Stasiun Yogyakarta*.
- ❖ Kemudian, alokasikan sebanyak sisa dari permintaan yang telah diberikan untuk *Stasiun Yogyakarta* dengan mengalokasikan kapasitas dari Stasiun Semarang Tawang Bank Jateng sebanyak 7,31 ton. Sehingga, sisa kapasitas yang berada di Stasiun Semarang Tawang Bank Jateng sebanyak 5,17 ton.
- ❖ Karena permintaan untuk *Stasiun Yogyakarta* telah terpenuhi, maka *Stasiun Jakarta Gudang* tidak perlu mengalokasikan kapasitas barang ke *Stasiun Yogyakarta*.

Penjelasan diatas, dapat diterjemahkan ke dalam tabel matriks transportasi yang dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9. Matriks Transportasi Pendistribusian Minuman Produk Coca-Cola – Hasil Seleksi Tahap 3

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Solo Balapan		Yogyakarta		Bandung		
Semarang Tawang		14.977.988	7,31	14.977.988		14.769.962	12,48 5,17
Jakarta Gudang		20.326.711		17.324.023		16.198.015	15,01
Surabaya Kota		13.617.628	4,35	13.617.628		15.220.060	16,01 4,35 0
	11,66						
Permintaan	11,66		11,66		20,18		43,5

d.) Tahap 4**Selisih Baris (Pilih dua nilai yang terkecil)**

- Selisih Baris 1

$$\text{Selisih Baris 1} = 14.977.988 - 14.769.962$$

$$\text{Selisih Baris 1} = 208.026$$

- Selisih Baris 2

$$\text{Selisih Baris 2} = 17.324.023 - 16.198.015$$

$$\text{Selisih Baris 2} = 1.126.008$$

- Selisih Baris 3

$$\text{Selisih Baris 3} = 0$$

Hasil selisih Baris pada Tahap 4, dapat dilihat pada **Tabel 4.10.**

Tabel 4.10. Hasil Selisih Baris Tahap 4

Tahap Baris	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Selisih Baris 1	208.026	208.026	208.026	208.026
Selisih Baris 2	1.126.008	1.126.008	1.126.008	1.126.008
Selisih Baris 3	0	1.602.432	0	0

Tahap 4**Selisih Kolom (Pilih dua nilai yang terkecil)**

- Selisih Kolom 1

$$\text{Selisih Kolom 1} = 0$$

- Selisih Kolom 2

$$\text{Selisih Kolom 2} = 0$$

- Selisih Kolom 3

$$\text{Selisih Kolom 3} = 15.220.060 - 14.769.962$$

Selisih Kolom 3 = 450.098

Hasil selisih Kolom pada Tahap 4, dapat dilihat pada **Tabel 4.11**.

Tabel 4.11. Hasil Selisih Kolom Tahap 4

Tahap Baris	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Selisih Kolom 1	1.360.360	0	0	0
Selisih Kolom 2	1.360.360	1.360.360	2.346.035	0
Selisih Kolom 3	450.098	450.098	450.098	450.098

Keterangan :

- ❖ Berdasarkan perhitungan Tahap 4, selisih antara baris dan kolom yang mempunyai nilai terbesar adalah selisih pada Baris ke-2 (satu), yaitu dengan nilai 1.126.008 .
- ❖ Selanjutnya, pada Baris ke-2 (dua), kotak kosong yang memiliki biaya terkecil, berada pada pengiriman dari *Stasiun Jakarta Gudang* ke *Stasiun Bandung*.
- ❖ Kemudian, alokasikan semaksimal mungkin dari kapasitas dari *PT.Coca-Cola Euro Pacific Partners Cibitung*, yang melalui Stasiun Jakarta Gudang sebanyak 15,01 ton.
- ❖ Karena kapasitas dari *PT.Coca-Cola Euro Partners Cibitung* telah dialokasikan semua untuk pengiriman ke *Stasiun Bandung*, maka Stasiun Solo Balapan dan Yogyakarta tidak mendapatkan kiriman distribusi dari *PT.Coca-Cola Euro Pacific Partners Cibitung* yang melalui *Stasiun Jakarta Gudang*.
- ❖ *Stasiun Semarang Tawang Bank Jateng* masih memiliki kapasitas sebanyak 5,17 ton, maka 5,17 ton seluruhnya dialokasikan untuk pengiriman dari *Stasiun Semarang Tawang Bank Jateng* menuju *Stasiun Bandung*. Sehingga kapasitas dari Stasiun Asal dan permintaan dari Stasiun tujuan seluruhnya terpenuhi.
- ❖ Karena kapasitas dan permintaan telah terpenuhi, maka ditemukan solusi awal dengan menggunakan Metode Aproksimasi Vogel (*Vogel Approximation Method*).

Penjelasan diatas, dapat diterjemahkan ke dalam tabel matriks transportasi yang dapat dilihat pada **Tabel 4.12**.

Tabel 4.12. Matriks Transportasi Pendistribusian Minuman Produk Coca-Cola – Hasil Selisih Tahap 4

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Solo Balapan		Yogyakarta		Bandung		
Semarang Tawang		14.977.988		14.977.988		14.769.962	12,48
			7,31		5,17		
Jakarta Gudang		20.326.711		17.324.023		16.198.015	15,01
					15,01		
Surabaya Kota		13.617.628		13.617.628		15.220.060	16,01
	11,66		4,35				
Permintaan	11,66		11,66		20,18		43,5

$$Z = (11,66 \times 13.617.628) + (7,31 \times 14.977.988) + (4,35 \times 13.617.628) + (5,17 \times 14.769.962) + (15,01 \times 16.198.015)$$

$$Z = 158.781.542,48 + 109.489.092,28 + 59.236.681,8 + 76.360.703,54 + 243.132.205,15$$

$$Z = 647.000.225,05$$

Dengan menggunakan Metode Aproksimasi Vogel (*Vogel Approximation Method*), solusi awal biaya distribusi transportasi pada pengiriman minuman dari produk *Coca-Cola* adalah sebesar **Rp. 647.000.225,05,- per bulan.**

4.2 Uji Optimalisasi Dengan Menggunakan Metode *Stepping Stone*

Setelah mendapatkan solusi awal menggunakan Metode Aproksimasi Vogel, maka untuk menguji apakah solusi tersebut sudah optimal dengan menggunakan Metode *Stepping Stone*.

Langkah pertama pada Metode *Stepping Stone*, adalah mencari jalur tertutup yang dimulai dari biaya yang memiliki kotak kosong. Dimana, kotak kosong yang pertama dihitung adalah pada a_{11} . Kemudian, ulangi seperti langkah pertama yang dapat dilihat pada **Tabel 4.13, Tabel 4.14, Tabel 4.15, dan Tabel 4.16.**

**Tabel 4.13. Uji Optimalisasi Dengan Menggunakan Metode *Stepping Stone* –
Iterasi 1 pada a_{11}**

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Solo Balapan		Yogyakarta		Bandung		
Semarang Tawang	← (+)	14.977.988	7,31	14.977.988	5,17	14.769.962	12,48
Jakarta Gudang	↓ (-)	20.326.711	4,35	17.324.023	15,01	16.198.015	15,01
Surabaya Kota	← (-)	13.617.628	4,35	13.617.628	20,18	15.220.060	16,01
Permintaan	11,66		11,66		20,18		43,5

$$a_{11} = a_{11} - a_{31} + a_{32} - a_{12}$$

$$a_{12} = 14.977.988 - 13.617.628 + 13.617.628 - 14.977.988$$

$$a_{11} = 0$$

**Tabel 4.14. Uji Optimalisasi Dengan Menggunakan Metode *Stepping Stone* –
Iterasi 1 pada a_{21}**

Sumber	Tujuan					Kapasitas	
	Solo Balapan		Yogyakarta		Bandung		
Semarang Tawang		14.977.988	7,31	14.977.988	5,17	14.769.962	12,48
Jakarta Gudang		20.326.711	4,35	17.324.023	15,01	16.198.015	15,01
Surabaya Kota		13.617.628	4,35	13.617.628		15.220.060	16,01
	11,66						
Permintaan	11,66		11,66		20,18		43,5

$$a_{21} = a_{21} - a_{31} + a_{32} - a_{12} + a_{13} - a_{23}$$

$$a_{21} = 20.326.711 - 13.617.628 + 13.617.628 + 14.977.988 - 14.769.962 + 16.198.015$$

$$a_{21} = 3.920.670$$

$$a_{33} = a_{33} - a_{32} + a_{12} - a_{13}$$

$$a_{33} = 15.220.060 - 13.617.628 + 14.977.988 - 14.769.962$$

$$a_{33} = \mathbf{1.810.458}$$

Karena sudah tidak memiliki nilai negatif, maka matriks transportasi diatas adalah solusi optimum biaya minimal pengiriman produk *Coca-Cola* dari **PT.Coca Cola Euro Pacific Partners** yang disebar dari 3(tiga) kota asal ke 3 (tiga) tujuan, menggunakan jasa angkutan *PT.Kereta Api Logistik*. Hasil uji optimalisasi dengan menggunakan metode *Stepping Stone* dapat diamati pada **Tabel 4.17**.

Tabel 4.17. Hasil Uji Optimalisasi Dengan Menggunakan Metode *Stepping Stone*

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Solo Balapan		Yogyakarta		Bandung		
Semarang Tawang		14.977.988	7,31	14.977.988	5,17	14.769.962	12,48
Jakarta Gudang		20.326.711		17.324.023	15,01	16.198.015	15,01
Surabaya Kota	11,66	13.617.628	4,35	13.617.628		15.220.060	16,01
Permintaan	11,66		11,66		20,18		43,5

$$Z = (11,66 \times 13.617.628) + (7,31 \times 14.977.988) + (4,35 \times 13.617.628) + (5,17 \times 14.769.962) + (15,01 \times 16.198.015)$$

$$Z = \mathbf{158.781.542,48 + 109.489.092,28 + 59.236.681,8 + 76.360.703,54 + 243.132.205,15}$$

$$Z = \mathbf{647.000.225,05}$$

Dengan menguji optimalisasi dengan menggunakan Metode *Stepping Stone*, solusi optimum biaya distribusi transportasi pada pengiriman minuman dari produk *Coca-Cola* adalah sebesar **Rp. 647.000.225,05,-** .

**Tabel 4.15. Uji Optimalisasi Dengan Menggunakan Metode *Stepping Stone* –
Iterasi 1 pada a_{22}**

Sumber	Tujuan					Kapasitas
	Solo Balapan		Yogyakarta		Bandung	
Semarang Tawang		14.977.988	7,31 (-)	14.977.988	5,17 (+)	12,48 5,17 0
Jakarta Gudang		20.326.711		17.324.023	(-) 15,01	15,01 0
Surabaya Kota		13.617.628		13.617.628		16,01 4,35 0
	11,66		4,35			
Permintaan	11,66		11,66		20,18	43,5

$$a_{22} = a_{22} - a_{12} + a_{13} - a_{23}$$

$$a_{22} = 17.324.023 - 14.977.988 + 14.769.962 - 16.198.015$$

$$a_{22} = 917.982$$

**Tabel 4.16. Uji Optimalisasi Dengan Menggunakan Metode *Stepping Stone* –
Iterasi 1 pada a_{33}**

Sumber	Tujuan					Kapasitas
	Solo Balapan		Yogyakarta		Bandung	
Semarang Tawang		14.977.988	7,31 (+)	14.977.988	5,17 (-)	12,48 5,17 0
Jakarta Gudang		20.326.711		17.324.023		15,01 0
Surabaya Kota		13.617.628		13.617.628		16,01 4,35 0
	11,66		(-)4,35		(+)	
Permintaan	11,66		11,66		20,18	43,5

Ketika mencapai stasiun tujuan, produk *Coca-Cola* yang diterima dari masing-masing stasiun tujuan, pendistribusian produk *Coca-Cola* kembali dilakukan untuk dikirimkan ke gudang tujuan (dalam hal ini distributor) dengan rincian sebagai berikut :

- a. Stasiun Solo Balapan menuju *Coca-Cola Official Distributor Karanganyar, Jawa Tengah*.
- b. Stasiun Yogyakarta menuju *Coc-Cola Official Distributor Kabupaten Bantul, Yogyakarta*.
- c. Stasiun Bandung menuju *Coca-Cola Official Distributor Bandung Leuwipanjang, Bandung, Jawa Barat*.

➤ Pengiriman 11.660 kg produk Coca-Cola ke *Coca-Cola Official Distributor Karanganyar, Jawa Tengah*

- Jumlah truk (dalam satu bulan pengiriman) : 5 truk
- Jumlah krat yang diterima di stasiun Solo Balapan : 11.660 kg atau 2.492 krat per bulan.
- Biaya gaji pengemudi dan asisten pengemudi sebesar **Rp.200.000,- * 2 = Rp.400.000,-/bulan**.
- Dalam satu bulan pengiriman, dilakukan 5 kali pengiriman, yang dapat dilihat pada **Tabel 4.18**.

Tabel 4.18. Jumlah Pengiriman Truk Dari Stasiun Solo Balapan ke Distributor dalam 1(satu) Bulan

Waktu	Jumlah Truk
Minggu Pertama	2 truk
Minggu Kedua	1 truk
Minggu Ketiga	1 truk
Minggu Keempat	1 truk

➤ Pengiriman 11.660 kg produk Coca-Cola ke *Coca-Cola Official Distributor Bantul, Yogyakarta*

- Jumlah truk (dalam satu bulan pengiriman) : 5 truk
- Jumlah krat yang diterima di stasiun Solo Balapan : 11.660 kg atau 2.492 krat

per bulan.

- Biaya gaji pengemudi dan asisten pengemudi sebesar **Rp.200.000,- * 2 = Rp.400.000,-/bulan.**
- Dalam satu bulan pengiriman, dilakukan 5 kali pengiriman, yang dapat dilihat pada **Tabel 4.19.**

Tabel 4.19. Jumlah Pengiriman Truk Dari Stasiun Yogyakarta ke Distributor dalam 1(satu) Bulan

Waktu	Jumlah Truk
Minggu Pertama	1 truk
Minggu Kedua	2 truk
Minggu Ketiga	1 truk
Minggu Keempat	1 truk

- Pengiriman 20.180 kg produk Coca-Cola ke *Coca-Cola Official Distributor Bandung Leuwipanjang, Bandung, Jawa Barat*
- Jumlah truk (dalam satu bulan pengiriman) : 4 truk
 - Jumlah krat yang diterima di stasiun Solo Balapan : 20.180 kg atau 4.312 krat per bulan.
 - Biaya gaji pengemudi dan asisten pengemudi sebesar **Rp.250.000,- * 2 = Rp.500.000,-/bulan.**
 - Dalam satu bulan pengiriman, dilakukan 4 kali pengiriman, yang dapat dilihat pada **Tabel 4.20.**

Tabel 4.20. Jumlah Pengiriman Truk Dari Stasiun Bandung ke Distributor dalam 1(satu) Bulan

Waktu	Jumlah Truk
Minggu Pertama	1 truk
Minggu Kedua	1 truk
Minggu Ketiga	1 truk
Minggu Keempat	1 truk

Kemudian, biaya transportasi dari stasiun tujuan hingga ke distributor, dapat dilihat pada **Tabel 4.21.**

Tabel 4.21. Biaya Transportasi Menggunakan Truk Dari Stasiun Tujuan Hingga Ke Distributor

Dari	Tujuan Stasiun Pengiriman Asal	Biaya Transportasi
<i>Stasiun Solo Balapan</i>	<i>Coca-Cola Official Distributor Karanganyar, Jawa Tengah</i>	Rp.10.500,- / km Jarak Tempuh : 7,6 km 9 km menghabiskan 1/2 liter bensin yang 1/2 liter : Rp. 3.400,- Maka, perhitungannya adalah : Biaya : $10.500 * 7,6 + (3.400 * (7,6 / 9))$ Biaya : Rp.82.671,- Total biaya per bulan : Biaya * banyaknya pengiriman dalam 1(satu bulan) + gaji pengemudi dan asisten pengemudi Total : Rp.82.671,- * 5 Total : Rp.413.355,- + Rp.400.000,- Total : Rp.813.355,- /bulan
<i>Stasiun Yogyakarta</i>	<i>Coca-Cola Official Distributor, Kabupaten Bantul, Yogyakarta</i>	Rp.10.500,- / km Jarak Tempuh : 10 km 9 km menghabiskan 1/2 liter bensin yang 1/2 liter : Rp. 3.400,-

		Maka, perhitungannya adalah : Biaya : $10.500 * 10 + (3.400 * (10 / 9))$ Biaya : Rp.108.777,- Total biaya per bulan : Biaya * banyaknya pengiriman dalam 1(satu bulan) + gaji pengemudi dan asisten pengemudi Total : Rp.108.777,- * 5 Total : Rp.543.885,- + Rp.400.000,- Total : Rp.943.885,- /bulan
<i>Stasiun Bandung</i>	<i>Coca-Cola Official Distributor Leuwipanjang</i>	Rp.11.000,- / km Jarak Tempuh : 5,5 km 9 km menghabiskan 1/2 liter bensin yang 1/2 liter : Rp. 3.400,- Maka, perhitungannya adalah : Biaya : $11.000 * 5,5 + (3.400 * (5,5 / 9))$ Biaya : Rp.62.577,- Total biaya per bulan : Biaya * banyaknya pengiriman dalam 1(satu bulan) + gaji pengemudi dan asisten pengemudi Total : Rp.62.577,- * 4

		Total : Rp.250.308,- + Rp.500.000,- Total : Rp.750.308,- /bulan
--	--	--

Keterangan :

- ❖ Total biaya pendistribusian dari Stasiun Solo Balapan menuju *Coca-Cola Official Distributor Karanganyar, Jawa Tengah* selama satu bulan sebesar **Rp.813.355,-/bulan.**
- ❖ Total biaya pendistribusian dari Stasiun Yogyakarta menuju *Coca-Cola Official Distributor Kabupaten Bantul, Yogyakarta* selama satu bulan sebesar **Rp.943.885,-/bulan.**
- ❖ Total biaya pendistribusian dari Stasiun Bandung menuju *Coca-Cola Official Distributor Leuwipanjang, Bandung Jawa Barat* selama satu bulan sebesar **Rp.750.308,-/bulan.**

Total biaya distribusi keseluruhan dari Stasiun Tujuan hingga ke Gudang Distributor per Oktober 2022 sebesar **Rp.2.507.548,-** .

Biaya keseluruhan, meliputi total biaya transportasi dari :

- a. Pabrik asal hingga stasiun
- b. Stasiun Awal hingga Stasiun Tujuan
- c. Stasiun Tujuan hingga Gudang Distributor

Total Biaya keseluruhan dengan menggunakan metode yang digunakan oleh *Coca-Cola* :

Total Biaya Pengiriman : Rp.39.652.183,- + Rp.739.840.269,- + Rp.2.507.548,-

Total Biaya Pengiriman : Rp.782.000.000,- per bulan.

Total biaya keseluruhan dengan menggunakan Metode *Stepping Stone* adalah :

Total Biaya Pengiriman : Rp.39.652.183,- + Rp. 647.000.225,05,- +

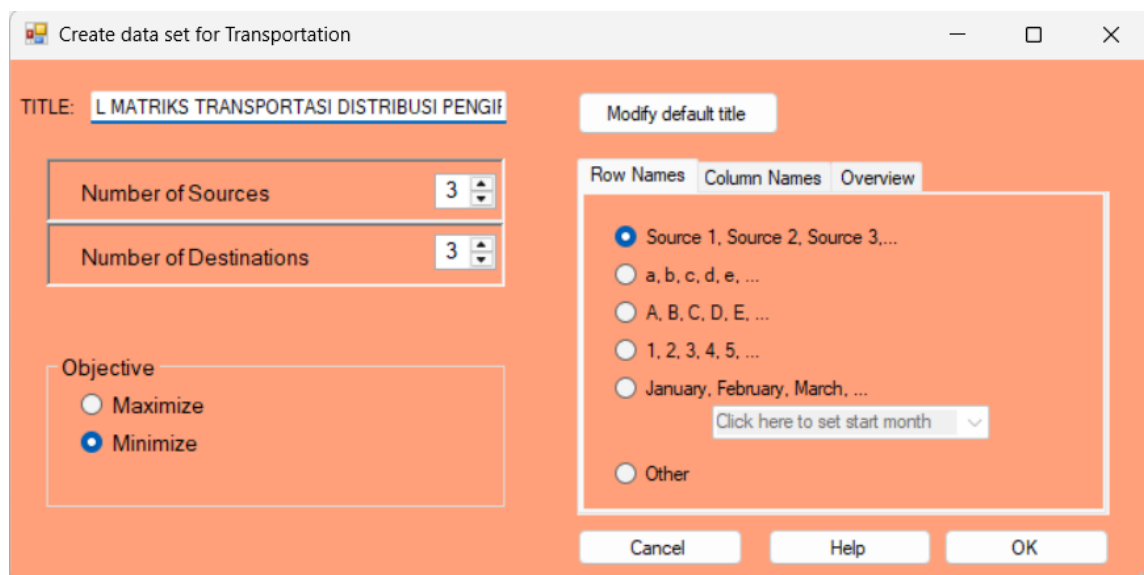
Rp.2.507.548,-

Total Biaya Pengiriman : Rp.689.159.956,- per bulan.

Jadi, biaya transportasi dengan melalui jasa pengiriman *PT.Kereta Api Logistik* dari stasiun asal ke stasiun tujuan yang dimana menggunakan model transportasi, yaitu Metode *Stepping Stone*. Dengan menguji optimalisasi menggunakan Metode *Stepping Stone*, biaya transportasi menggunakan jasa angkutan PT.Kereta Api Logistik setelah mengimplementasikan Metode *Stepping Stone*, dapat diminimalkan dari sebelumnya yang dimana perusahaan menggunakan metode tersendiri, *sebesar Rp.782.000.000,-/bulan* menjadi **Rp.689.159.956,-/bulan**, yang dimana menghemat biaya sebesar **11,87%** dalam 1(satu) bulan pengiriman atau **Rp.92.840.044,-/bulan** .

4.3 Implementasi Menggunakan Aplikasi *POM QM*

- Pertama, buka *POM QM*. Kemudian, buatlah tabel transportasi yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan transportasi. Dapat dilihat pada **Gambar 4.1.**



Gambar 4.1. Membuat Tabel Matriks Transportasi

- Kedua, tuliskan Kapaistas dan Permintaan serta biaya pada Tabel Matriks Transportasi. Dan pilihlah metode yang akan digunakan. Kemudian, tampilan akan berbentuk seperti pada **Gambar 4.2** dibawah ini.

BIAYA TRANSPORTASI PENGIRIMAN MINUMAN COCA COLA GROUP 390 ML				
	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	BANDUNG	SUPPLY
SEMARANG TAWANG BANK JATE...	14977990	14977990	14769960	12.48
JAKARTA GUDANG	20326710	17324020	16198020	15.01
SURABAYA KOTA	13617630	13617630	15220060	16.01
DEMAND	11.66	11.66	20.18	

Gambar 4.2. Mengisi Tabel Matriks Transportasi

- Lalu, klik **Solve** untuk menampilkan hasil dari inputan yang sudah dimasukkan ke dalam Tabel Matriks Transportasi. Dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.

TABEL MATRIKS TRANSPORTASI DISTRIBUSI PENGIRIMAN COCA-COLA 390 ML Solution			
solution value = \$647000300	STASIUN SOLO BALAPAN	STASIUN YOGYAKARTA	STASIUN BANDUNG
STASIUN SEMARANG TAWANG BANK JATENG		7.31	5.17
STASIUN JAKARTA GUDANG			15.01
STASIUN SURABAYA KOTA	11.66	4.35	

Gambar 4.3. Hasil Optimal Menggunakan Aplikasi POM QM

Pada gambar diatas, dengan menggunakan aplikasi POM QM, sistem akan memproses bahwa dengan menggunakan Metode Aproksimasi Vogel, maka solusi yang diberikan oleh aplikasi adalah sebesar **Rp.647.000.300,-**. Dimana, dari *Stasiun Semarang Tawang Bank Jateng*, mengirimkan sebanyak 7,31 ton ke *Stasiun Yogyakarta* dan 5,17 ton ke *Stasiun Bandung* dengan kapasitas dari *Stasiun Semarang Tawang Bank Jateng* sebanyak 12.48 ton. Dari *Stasiun Jakarta Gudang*, seluruh kapasitas sebanyak 15,01 ton dikirimkan ke *Stasiun Bandung* dan dari *Stasiun Surabaya Kota*, mengirimkan 11,66 ton ke *Stasiun Solo Balapan* dan 4,35 ton dikirimkan ke *Stasiun Yogyakarta* dengan kapasitas dari *Stasiun Surabaya Kota* sebesar 16,01 ton. Ketika sistem menguji optimalisasi menggunakan Metode Stepping Stone, Dimana, pada Iterasi-1 (satu), menghasilkan variabel *non basic* yang bernilai positif. Yang berarti, bahwa uji optimalisasi dengan menggunakan

Metode Stepping Stone pada aplikasi *POM QM*, sudah mendapatkan solusi optimum, maka hasilnya adalah seperti pada **Gambar 4.4** dan **Gambar 4.5**.

	STASIUN SOLO BALAPAN	STASIUN YOGYAKARTA	STASIUN BANDUNG
Iteration 1			
STASIUN SEMARANG TAWANG BANK JATENG	(0)	7.31	5.17
STASIUN JAKARTA GUDANG	(3920660)	(917970)	15.01
STASIUN SURABAYA KOTA	11.66	4.35	(1810460)

Gambar 4.4. Hasil Iterasi Pada Metode *Stepping Stone* Menggunakan Aplikasi *POM QM*

From	To	Shipment	Cost per unit	Shipment cost
STASIUN SEMARANG TAWANG BANK JATENG	STASIUN YOGYAKARTA	7.31	14977990	109489100
STASIUN SEMARANG TAWANG BANK JATENG	STASIUN BANDUNG	5.17	14769960	76360700
STASIUN JAKARTA GUDANG	STASIUN BANDUNG	15.01	16198020	243132300
STASIUN SURABAYA KOTA	STASIUN SOLO BALAPAN	11.66	13617630	158781600
STASIUN SURABAYA KOTA	STASIUN YOGYAKARTA	4.35	13617630	59236700

Gambar 4.5. Biaya Total Menggunakan Aplikasi *POM QM*

Pada gambar diatas, menjelaskan daftar pengiriman dari beberapa sumber stasiun asal ke beberapa stasiun tujuan. Dimana, dari Stasiun Semarang Tawang, mengirimkan ke dua stasiun tujuan, yaitu Stasiun Yogyakarta dan Bandung dengan berat sebesar 7,31 ton dan 5,17 ton. Biaya dari Stasiun Semarang Tawang ke Stasiun Yogyakarta dan Stasiun Bandung sebesar Rp.14.977.990,- dan Rp.14.769.960,- . Sehingga total biaya pengiriman ke Stasiun Yogyakarta sebesar **Rp.109.489.100,-** dan Stasiun Bandung sebesar **Rp.76.360.700,-** . Dari Jakarta Gudang, dikirimkan ke Stasiun Bandung sebanyak 15,01 ton dengan biaya sebesar Rp.16.198.020,- . Sehingga, total biaya pengiriman dari Stasiun Jakarta Gudang ke Stasiun Bandung sebesar **Rp.243.132.300,-** . Dan dari Stasiun Surabaya Kota, mengirimkan ke dua stasiun tujuan, yaitu Stasiun Solo Balapan dan Yogyakarta

sebanyak 11,66 ton dan 4,35 ton dengan biaya dari Stasiun Solo Balapan dan Stasiun Yogyakarta sebesar Rp.13.617.630,- . Sehingga, total biaya pengiriman ke Stasiun Solo Balapan dan Stasiun Yogyakarta sebesar **Rp.158.781.600,-** dan **Rp.59.236.700,-** .

Dari analisa menggunakan aplikasi *POM QM*, hasil solusi optimum dengan menggunakan solusi awal Metode Aproksimasi Vogel, terbukti dapat meminimumkan biaya distribusi pengiriman minuman dari produk *Coca-Cola* dengan menggunakan jasa angkutan dari *PT.Kereta Api Logistik*.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil penelitian yang diperoleh, maka bisa ditarik kesimpulan dari implementasi model transportasi dalam meminimumkan biaya pengiriman dari stasiun asal ke stasiun tujuan dengan menggunakan jasa pengiriman PT.Kereta Api Logistik. Kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut :

- a. Dari solusi awal menggunakan Metode Aproksimasi Vogel dilanjutkan dengan menggunakan Metode *Stepping Stone*, berhasil didapat solusi optimal biaya transportasi pengiriman dengan menggunakan Kereta Api.
- b. Biaya yang dikeluarkan oleh PT.Coca-Cola dalam mendistribusikan produk minuman adalah sebesar **Rp.782.000.000,-/bulan**, sedangkan menggunakan Metode *Stepping Stone*, biaya distribusi transportasi adalah sebesar **Rp.689.159.956,-/bulan**.
- c. Besar biaya transportasi menggunakan jasa angkutan *PT.Kereta Api Logistik*, yang dihitung menggunakan metode *Stepping Stone*, dapat menghemat sebesar **11,87%** dalam 1(satu) bulan pengiriman atau dapat menghemat biaya sebesar **Rp.92.840.044,-/bulan** dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan oleh *PT.Coca-Cola*.

5.2 Saran

Dari hasil analisa, saran yang diberikan pada PT.Coca Cola dan PT.Kereta Api Logistik antara lain :

- a. Perusahaan sebaiknya dalam setiap sistem pendistribusian, dapat menggunakan metode transportasi agar mendapatkan biaya pendistribusian yang minimal, yang dimana ini akan berdampak pada perusahaan agar mendapatkan laba keuntungan maksimal.
- b. Mengawasi proses pendistribusian agar dapat berjalan dengan baik dan jika mengalami masalah pada perjalanan, dapat diselesaikan secepatnya.

- c. Mendistribusikan produk-produk sesuai dengan kapasitas atau sumber yang optimal agar tidak terjadi lonjakan biaya transportasi yang dapat mengakibatkan kerugian perusahaan.
- d. Mendistribusikan produk ke tujuan sesuai dengan optimalisasi secara terus menerus agar dapat menjadi penghematan biaya transportasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, Dwi Hayu dan Yus Endra Rahmadi.2004. *Riset Operasional : Konsep – Konsep Dasar* . Jakarta: PT. Rineka Cipta
- Arifin, Aridhayanti.2014:5.*Model Transportasi Untuk Masalah Pendistribusian Air Minum (Online)*
(<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwilv-GF2Pn8AhW4HrcAHW0VBD4QFnoECCcQAQ&url=https%3A%2F%2Fejournal.unjaya.ac.id%2Findex.php%2Fteknomatika%2Farticle%2Fdownload%2F430%2F386%2F&usg=AOvVaw2J8HxuXDZUxhOJqVBTtI-m>, diakses pada 25 Januari 2023, 13.21 WIB)
- Berau, Universtias Muhammadiyah 2020:4. *Model Transportasi Metode Stepping Stone (Batu Loncatan) (Online)*.
(<https://www.slideshare.net/mbayoe/metode-stepping-stone>, diakses pada 23 Januari, 2023, 14.29 WIB)
- Fatma,Inayati.2011:12.*Optimasi Pendistribusian Air Minum Dalam Kemasan Pada PT.Herlindo MitraTirta Pekanbaru Dengan Metode NWC (North West Corner) Dan Stepping Stone (Online)*
(http://repository.uin-suska.ac.id/650/1/2011_2011135.pdf, diakses pada 24 Januari 2023, 15.54 WIB)
- Kho, Jowan.2020.*Mengetahui Saluran Dan Sistem Distribusi Coca Cola Di Indonesia (Online)*
(<https://www.simplidots.com/saluran-distribusi-coca-cola-di-indonesia/>, diakses pada 24 Januari 2023, 15.48 WIB)
- Minawarti. *Modul Riset Operasi, BAB 3 Metode Transportasi, "Metode Stepping Stone" (Online)*

(<https://bundet.com/d/1256-pengertian-metode-stepping-stone>, diakses pada 23 Januari 2023, 14.29 WIB)

Mulyono, Sri, 1999. *Operation Research Edisi Kedua*. Jakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia

Ramadhan, Muhammad, 2011:7. *Penerapan Metode Transportasi Untuk Meminimumkan Biaya Total Pengiriman Batubara Pada Kalori Lima Ribu Delapan Ratus (Online)*.

Subagyo, Pangestu, Marwan Asri dan T.Hani Handoko.2000. *Dasar-Dasar Operation Research Edisi Kedua* . Yogyakarta : BPFE

Zainuddin.2011:13. *Analisis Penerapan Model Transportasi Dan Distribusi pada PT.Coca Cola Botling (dengan VAM dan MODI)*.Skripsi. Makassar : Program Strata Satu Fakultas Ekonomi Universitas Hasanudin

LAMPIRAN

Lampiran 1 Metode *Stepping Stone* Dengan Aplikasi POM QM

a.) *Transportation Results*

TABEL MATRIKS TRANSPORTASI DISTRIBUSI PENGIRIMAN COCA-COLA 390 ML Solution			
solution value = \$647000300	STASIUN SOLO BALAPAN	STASIUN YOGYAKARTA	STASIUN BANDUNG
STASIUN SEMARANG TAWANG BANK JATENG		7.31	5.17
STASIUN JAKARTA GUDANG			15.01
STASIUN SURABAYA KOTA	11.66	4.35	

b.) *Marginal Costs*

BIAYA TRANSPORTASI PENGIRIMAN MINUMAN COCA COLA GROUP 390 ML Solution			
	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	BANDUNG
SEMARANG TAWANG BANK JATENG	0		
JAKARTA GUDANG	3920660	917970	
SURABAYA KOTA			1810460

c.) *Final Solution Table*

BIAYA TRANSPORTASI PENGIRIMAN MINUMAN COCA COLA GROUP 390 ML Solution			
	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	BANDUNG
SEMARANG TAWANG BANK JATENG	14977990	14977990	14769960
JAKARTA GUDANG	20326710	17324020	16198020
SURABAYA KOTA	13617630	13617630	15220060

d.) Iterations

BIAYA TRANSPORTASI PENGIRIMAN MINUMAN COCA COLA GROUP 390 ML Solution			
	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	BANDUNG
Iteration 1			
SEMARANG TAWANG BANK JATENG	(0)	7.31	5.17
JAKARTA GUDANG	(3920660)	(917970)	15.01
SURABAYA KOTA	11.66	4.35	(1810460)

e.) Shipment With Costs

BIAYA TRANSPORTASI PENGIRIMAN MINUMAN COCA COLA GROUP 390 ML Solution			
	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	BANDUNG
SEMARANG TAWANG BANK JATENG		7.31/\$109489100	5.17/\$76360700
JAKARTA GUDANG			15.01/\$243132300
SURABAYA KOTA	11.66/\$158781600	4.35/\$59236700	

f.) Shipping List

BIAYA TRANSPORTASI PENGIRIMAN MINUMAN COCA COLA GROUP 390 ML Solution				
From	To	Shipment	Cost per unit	Shipment cost
SEMARANG TAWANG BANK JATENG	YOGYAKARTA	7.31	14977990	109489100
SEMARANG TAWANG BANK JATENG	BANDUNG	5.17	14769960	76360700
JAKARTA GUDANG	BANDUNG	15.01	16198020	243132300
SURABAYA KOTA	SOLO BALAPAN	11.66	13617630	158781600
SURABAYA KOTA	YOGYAKARTA	4.35	13617630	59236700