

PENDEKATAN *GOAL PROGRAMMING* UNTUK PENENTUAN RUTE KENDARAAN PADA KEGIATAN DISTRIBUSI

Vinayanti Eka R¹, Subchan², Titik Mudjiati³

^{1,2,3}Institut Teknologi Sepuluh Nopember

³mudjiati@matematika.its.ac.id

Abstrak

Jaringan transportasi memegang peranan penting dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu yang terpenting adalah pada industri pengadaan barang dan jasa. Setiap perusahaan telah memiliki aturan tersendiri dalam melayani kebutuhan para pelanggan dalam hal pendistribusian barang dan jasa tersebut. Permasalahannya adalah apakah sistem yang dilakukan perusahaan selama ini adalah sistem yang terbaik atau tidak. Permasalahan penentuan rute kendaraan meliputi bagaimana merancang beberapa rute kendaraan berdasarkan satu pusat depot yang melayani beberapa pelanggan yang tersebar secara geografis, sementara dengan meminimumkan total jarak perjalanan, total waktu, dan total biaya distribusi. Permasalahan ini ditemui pada kasus pendistribusian bahan bakar minyak ke SPBU oleh ISG PT. Pertamina Surabaya. Pada tugas akhir ini yang dibahas adalah bagaimana menerapkan metode *goal programming* untuk membuat model penentuan rute dengan kendala-kendala yang dimiliki perusahaan sehingga diperoleh hasil yang lebih optimal. Dengan mengembangkan model penentuan rute yang sudah ada sebelumnya dan dengan menggunakan bantuan program LINGO 11.0, penentuan rute dengan metode *goal programming* dapat diselesaikan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rute terbentuk dengan jarak, waktu, dan biaya paling minimum.

Kata kunci: transportasi; distribusi; rute; *goal programming*.

1. Pendahuluan

Dalam dunia bisnis dimana persaingan yang semakin hari semakin ketat, sangat penting bagi perusahaan untuk membuat keputusan-keputusan strategis dalam kegiatan operasional dalam rangka untuk mengoptimalkan dan mengatur rantai persediaan barang yang lebih efektif dan efisien. Salah satu kegiatan yang penting pada perusahaan adalah kegiatan distribusi. Distribusi barang menjadi permasalahan yang rumit akibat dari banyaknya kendala-kendala yang dimiliki oleh perusahaan sehingga distribusi tidak dilakukan secara optimal. Akibatnya proses pencapaian barang menjadi lambat dan timbul kerugian pada beberapa pihak. Salah satu kegiatan

distribusi adalah penentuan rute dan penjadwalan. Penentuan rute dilakukan dari depot pusat ke beberapa pelanggan yang tersebar secara geografis sedangkan penjadwalan memiliki hubungan yang erat dengan penentuan rute. Menurut Anita (2008) permasalahan routing menyangkut bagaimana mengatur urutan pelanggan yang akan didatangi dengan berawal dan berakhir pada depot.

Biaya dan waktu menjadi unsur utama dalam perencanaan kegiatan distribusi. Menurut J. Desrosiers, dkk (1995), biaya terlibat dalam kendala waktu penentuan rute dan penjadwalan. Biaya-biaya tersebut terdiri atas biaya penggunaan kendaraan dan biaya variabel yang menyangkut biaya waktu perjalanan, biaya waktu tunggu dan biaya waktu loading/unloading. Sehingga dapat dipastikan kegiatan distribusi memegang peranan penting dalam perputaran uang pada perusahaan.

Permasalahan diatas dapat dijumpai pada kegiatan distribusi bahan bakar minyak di PT. Pertamina Surabaya. Banyaknya kendala yang dimiliki perusahaan menjadikan kegiatan distribusi belum berjalan secara optimal. Dalam pelaksanaannya, penentuan rute kunjungan kendaraan dan penjadwalan bergantung sepenuhnya pada pengetahuan karyawan terhadap lokasi-lokasi tertentu untuk dikunjungi sehingga hal ini dirasa kurang efektif dan efisien.

Oleh karena itu pada tugas akhir ini diterapkan formulasi matematika dengan menggunakan metode *goal programming* untuk membuat sistem penentuan rute kendaraan ke beberapa SPBU pada kegiatan distribusi bahan bakar minyak PT. Pertamina yang lebih optimal sehingga dapat memberikan informasi kepada para pengambil keputusan agar dapat membuat sistem distribusi yang lebih efektif dan efisien. Sedangkan *goal programming* merupakan salah satu metode/teknik pemecahan masalah dengan banyak tujuan (*multi-objective programming*).

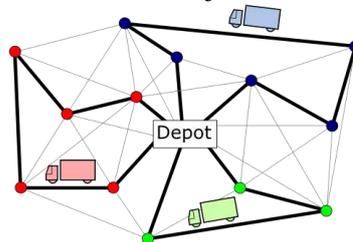
2. Tinjauan Pustaka

2.1. Permasalahan Distribusi

Menurut Chen (2004), kegiatan produksi dan distribusi adalah fungsi operasional yang paling penting dalam *supply chain*. Pada perusahaan nonproduksi, kegiatan distribusi menjadi yang paling utama dalam alur penyampaian barang hingga sampai ke tangan pelanggan.

2.2. Konsep Vehicle Routing Problem

Vehicle routing problem adalah permasalahan bagaimana menentukan sebuah rute yang terdiri atas beberapa lokasi tujuan. Lokasi tujuan tersebut tersebar secara geografis dan memiliki jarak yang berbeda-beda. Akan disusun sebuah rute kunjungan kendaraan yang berawal dari depot dan akan berakhir di depot kembali. Tujuannya adalah untuk meminimumkan total jarak dari semua rute.



Gambar 1. Vehicle Routing dengan Central Depot.

2.3. Goal Programming

Goal programming adalah salah satu metode matematika yang dipakai sebagai dasar mengambil keputusan untuk menganalisis dan membuat solusi permasalahan yang melibatkan banyak tujuan sehingga diperoleh alternatif pemecahan masalah yang optimal. Goal programming merupakan perluasan dari model pemrograman linear (linear programming).

2.3.1. Konsep Dasar Goal Programming

Goal programming diperkenalkan oleh Charnes et al. (1955) dan Charnes dan Cooper (1961). Model pemrograman linear mempunyai tiga unsur utama, yaitu variabel keputusan, fungsi tujuan dan fungsi kendala.

Pendekatan dasar dari goal programming adalah untuk menetapkan suatu tujuan yang dinyatakan dengan angka tertentu untuk setiap tujuan, merumuskan suatu fungsi tujuan, dan kemudian mencari penyelesaian dengan meminimumkan jumlah (tertimbang) penyimpangan - penyimpangan dari fungsi tujuan (Atmasari, 2010).

TABEL 1 Model Formulasi Goal Programming.

Tipe Fungsi Kendala Linear Programming	Formulasi Bentuk Goal Programming	Variabel Deviasi Yang Diminimumkan
$F_i(x) \geq b_i$	$F_i(x) + n_i - p_i = b_i$	n_i
$F_i(x) \leq b_i$	$F_i(x) + n_i - p_i = b_i$	p_i
$F_i(x) = b_i$	$F_i(x) + n_i - p_i = b_i$	n_i, p_i

2.3.2. Model Umum Goal Programming

Model umum goal programming diberikan sebagai berikut, misalnya dalam perusahaan terdapat keadaan:

$$\begin{aligned}
 Z &= C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_iX_i \\
 ST : a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_iX_i &\leq Y_i \\
 b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_iX_i &\leq D_i
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

Dimana:

- Z : Fungsi Tujuan
- ST : Fungsi Pembatas
- X_i : Jumlah produk i yang dikirim
- Y_i : Jumlah tenaga kerja yang tersedia
- D_i : Jumlah bahan baku yang tersedia

Maka, hal ini dapat diselesaikan dengan model goal programming sebagai berikut:

$$\text{Min } Z = P_1(d_1^+ + d_1^-) + P_2(d_2^+ + d_2^-) + \dots + P_i(d_i^+ + d_i^-)
 \tag{2.2}$$

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^n a_iX_i - d_i^+ + d_i^- &= Y_i \\
 \sum_{i=1}^n b_iX_i - d_i^+ + d_i^- &= D_i
 \end{aligned}
 \tag{2.3}$$

- Dimana: P_i =Tujuan-tujuan yang ingin dicapai
- d_i^- =Penyimpangan negatif
- d_i^+ =Penyimpangan positif

2.3.3. Metode Penyelesaian Goal Programming

Ada 2 metode dalam menyelesaikan permasalahan *goal programming*. Kedua metode sama-sama menggabungkan tujuan yang banyak menjadi tujuan tunggal. Kedua metode tersebut adalah:

1. Metode non-preemptive (pembobotan)
2. Metode preemptive

2.3.3.1. Non-Preemptive (Pembobotan)

Pada metode ini masing-masing koefisien pada fungsi tujuan dapat diberikan bobot yang sama atau berbeda-beda sesuai dengan kepentingan. Misalkan dalam model *goal programming* terdapat n tujuan dan pada tujuan ke- i diberikan fungsi sebagai berikut:

$$\text{Meminimumkan } G_i, i = 1, 2, \dots, n$$

Bentuk kombinasi dari fungsi tujuan dengan metode pembobotan adalah:

$$\text{Meminimumkan } Z = w_1 G_1 + w_2 G_2 + \dots + w_n G_n$$

Parameter dari $w_i, i = 1, 2, \dots, n$ merupakan bobot positif yang mencerminkan preferensi dari pembuat keputusan terhadap kepentingan relatif dari masing-masing tujuan. Tujuan yang paling penting mempunyai nilai bobot yang paling besar. Variabel $G_i, i = 1, 2, \dots, n$ merupakan variabel yang akan diminimalkan nilainya.

2.3.3.2. Preemptive

Pada metode preemptive, pembuat keputusan harus membuat prioritas (rangking) terhadap tujuan yang ingin dicapai sesuai dengan tingkat kepentingan masing-masing tujuan. Misalkan diberikan n tujuan dan pada tujuan ke- i diberikan fungsi sebagai berikut :

$$\text{Meminimumkan } G_i, i = 1, 2, \dots, n$$

Selanjutnya fungsi tujuan dari permasalahan akan ditulis sebagai berikut :

Meminimumkan $G_i = p_1$ (prioritas tertinggi)

Meminimumkan $G_n = p_n$ (prioritas terendah)

Parameter $p_i, i = 1, 2, \dots, n$ merupakan variabel yang akan diminimalkan nilainya.

2.4. Menghitung Jarak

Untuk menghitung jarak antara dua titik dibutuhkan rumus untuk perhitungan jarak dengan metode Euclidian dengan persamaan sebagai berikut :

$$d_{ij} = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad (2.4)$$

Karena koordinat SPBU berupa longitude dan latitude, maka perhitungan jarak antar dua titik ini mengacu pada jarak antar dua titik di bumi (titik dengan sistem longitude dan latitude) dengan persamaan berikut:

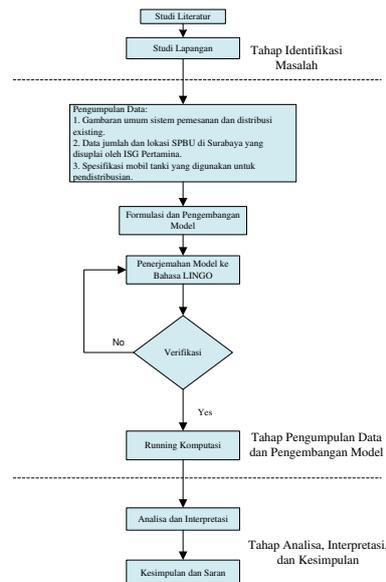
$$D_{ab} = 69\sqrt{(\text{lon}_a - \text{lon}_b)^2 + (\text{lat}_a - \text{lat}_b)^2} \quad (2.5)$$

3. Metodologi Penelitian

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari data tugas akhir Deni Irawan, 2010. Data meliputi data SPBU di Surabaya, data longitude dan latitude letak SPBU di Surabaya serta data permintaan SPBU.

2. Menghitung jarak antar SPBU, waktu perjalanan dan biaya variabel tiap SPBU.
3. Perhitungan manual konfigurasi rute, waktu dan biaya minimum.
4. Merancang model optimasi penentuan rute.



Gambar 2. Flowchart Metodologi Penelitian

5. Verifikasi model.
6. *Running* komputasi.
7. Penarikan kesimpulan.

4. Pengumpulan Data Pengembangan Model

4.1 Pengumpulan Data

Dalam tahap pengumpulan data, akan diperoleh data-data yang nantinya akan diperlukan dalam perhitungan terhadap model.

4.1.1 ISG PT. Pertamina

Instalasi Surabaya Group (ISG) merupakan bagian bagian dari Supply& Distribution Region III PT. Pertamina (Persero) yang tugas utamanya adalah menerima, menimbun dan menyalurkan bahan bakar minyak (BBM) di wilayah pemasaran Jawa Timur dan sekitarnya.

4.1.2 Deskripsi Sistem dan Distribusi Eksisting

Penentuan rute adalah salah satu bagian dari perencanaan kegiatan distribusi. Selama ini penentuan rute yang dijumpai di ISG Pertamina Surabaya belum optimal. Karena penentuan rute selama ini masih mengandalkan pengetahuan karyawan saja. Artinya wilayah-wilayah yang dirasa berdekatan akan dikelompokkan menjadi sebuah rute tertentu untuk dikunjungi dengan menggunakan kendaraan dengan kapasitas tertentu. Hal ini dirasa kurang efektif dan efisien mengingat kesalahan manusia sangat besar kemungkinannya terjadi.

4.1.3 Data SPBU di Surabaya

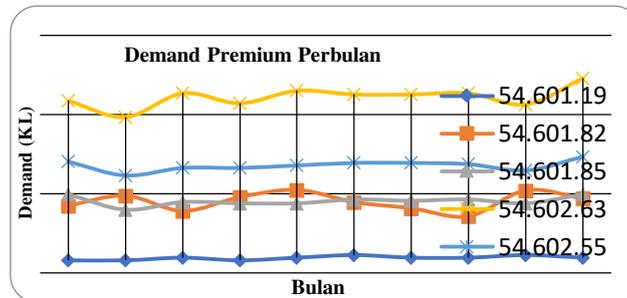
Di Surabaya terdapat 88 Stasiun pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) atau sekitar 2,2 % dari total seluruh SPBU yang dilayani.

4.1.4 Koordinat SPBU

Koordinat SPBU diperoleh dari *google earth* dalam bentuk koordinat *longitude* dan *latitude* yang masing-masing menunjukkan koordinat lintang dan bujur di bumi. Data koordinat ini nantinya berguna dalam melakukan perhitungan jarak antar SPBU.

4.1.5 Demand Rate SPBU untuk Bahan Bakar Jenis Premium

Angka permintaan SPBU disebut juga dengan *demand rate*. Permintaan tersebut dihitung dari total permintaan bulanan yang kemudian diperoleh rata-rata perharinya sehingga dapat diketahui *demand rate* perhari untuk masing-masing SPBU. Pada penelitian ini digunakan *demand* SPBU yang besar kapasitas *demand* adalah 8 KL. *Demand* perbulan sebagian SPBU ditampilkan pada Gambar.



Gambar 3. Grafik *Demand* Premium Perbulan

4.1.6 Mobil Tanki Premium

Untuk mendistribusikan bahan bakar ke SPBU Pertamina menggunakan kendaraan angkut yaitu mobil tanki. Dalam pengadaannya digunakan sistem sewa dari pihak penyedia kendaraan (transportir). Pada penelitian ini digunakan mobil tanki dengan kapasitas 32 KL.

4.1.7 Data Pengoperasian Mobil Tangki

Data pengoperasian meliputi kecepatan rata-rata mobil tangki selama melakukan pengiriman, serta waktu yang dipergunakan untuk melakukan proses *loading* dan *unloading*.

Tabel 4.1 Data Pengoperasian Mobil Tangki

Keterangan	Waktu Rata-Rata
Kecepatan rata-rata	37.25 km/jam
Antrian:	
1. <i>Gate in</i>	37 menit
2. <i>Dispatch</i>	13 menit
3. <i>Load</i>	20 menit
Waktu <i>unload</i> tiap <i>compartment</i>	30 menit

4.1.8 Biaya Perjalanan

Biaya perjalanan adalah biaya penggunaan bahan bakar kendaraan dalam melakukan beberapa rute kunjungan. Biaya ini bergantung pada jauh dekatnya kendaraan mencapai SPBU tertentu. Biaya ini dapat dikatakan sebagai biaya variabel karena besarnya berbeda-beda untuk setiap kendaraan. Besarnya biaya perjalanan pada kendaraan dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$c_{ij}^k = \frac{\text{Total Jarak Tempuh} \times \text{Kendaraan} \times \text{Harg a Bahan Bakar / Liter}}{\text{Ratio Kebutuhan Bahan Bakar Kendaraan}} \quad (4.1)$$

4.2 Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan terhadap data-data yang digunakan dalam percobaan numerik.

4.2.1 Perhitungan Jarak, Waktu, dan Biaya Perjalanan Antar SPBU

A. Jarak

Misalkan akan dihitung jarak antara SPBU 1 dan SPBU 2 dengan data sebagai berikut:

Tabel 4.2 Contoh Perhitungan Jarak

No	NO. SPBU	ALAMAT	Koordinat	
			Longitude	Latitude
1	54.601.18	JL. PERAK BARAT	-7.222836	112.73189
2	54.601.80	JL. A. YANI NO. 204 GAYUNGAN	-7.340129	112.70018

Maka menurut persamaan (2.5):

$$\begin{aligned} D_{12} &= 69 \sqrt{(-7.222836 - (-7.340129))^2 + (112.73189 - 112.70018)^2} \\ &= 8.383762 \text{ mil} \\ &= 13.49176 \text{ km} \end{aligned}$$

B. Waktu

Pada penelitian ini untuk menghitung waktu perjalanan dari depot ke SPBU dan waktu antar SPBU adalah dengan melakukan pembagian antara jarak dibagi dengan kecepatan rata-rata. Besarnya bergantung sepenuhnya pada jarak dari depot dan atau antar SPBU. Misalkan akan dihitung waktu perjalanan antara SPBU 1 dan SPBU 2, maka waktu yang diperlukan kendaraan untuk melakukan kunjungan adalah:

$$t_{12} = \frac{13.49173}{37.25} = 0.362194 \text{ jam} = 21.73 \text{ menit}$$

C. Biaya

Misalkan akan dihitung biaya perjalanan antara SPBU 1 dan SPBU 2. Maka biaya perjalanannya adalah:

$$c_{12}^{32KL} = \frac{13.49173}{2.2} \times Rp 4500 = Rp 27596.75$$

4.2.2 Pengembangan Model

Pembuatan model disini yaitu pembuatan model matematika rute kunjungan dengan menggunakan pendekatan *goal programming*. Model matematika rute kunjungan dibuat berdasarkan model yang dibuat oleh Calvete, H.I., et al (2007) tetapi tidak diaplikasikan secara langsung karena memerlukan perubahan-perubahan dari model tersebut agar sesuai dengan kondisi nyata. Misalkan $G = [\mathcal{N}, \mathcal{A}]$ adalah kumpulan rute yang menghubungkan secara langsung dalam sistem. Notasi dalam model yang akan dibuat adalah:

\mathcal{N} = Himpunan dari node yang merepresentasikan depot dan SPBU. $\mathcal{N} = \{1, \dots, n\}$. Index 1 adalah depot dan n menyatakan SPBU.

- \mathcal{A} = Himpunan dari SPBU dalam sebuah rute. $\mathcal{A} = \{(i,j) : i,j \in \mathcal{N}\}$
 i, j = Index untuk SPBU.
 t_{ij} = Waktu perjalanan dari SPBU i ke SPBU j .
 d_{ij} = Jarak antara SPBU i dan SPBU j .
 c_{ij} = Biaya perjalanan dari SPBU i ke SPBU j .
 V_k = Kapasitas kendaraan k yang mengunjungi rute tertentu.

4.2.2.1 Variabel Keputusan

Variabel keputusan dalam penyusunan model adalah:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika kendaraan mengunjungi SPBU } i \text{ ke } j \\ 0, & \text{untuk yang lain} \end{cases} \quad (4.2)$$

4.2.2.2 Pendekatan Goal Programming sebagai Alternatif Penyelesaian

Pada tugas akhir ini, pendekatan *goal programming* digunakan untuk menetapkan suatu tujuan yang terdiri dari fungsi tujuan mutlak dan penyimpangan dari fungsi tujuan. Masing-masing tujuan ini diminimumkan sehingga nantinya diperoleh hasil optimal dari penyelesaian. Metode *goal programming* yang digunakan adalah metode non-preemptive atau pembobotan. Metode non-preemptive digunakan apabila tujuan-tujuan yang ingin dicapai perusahaan memiliki tingkat prioritas yang sama. Bobot untuk masing-masing fungsi tujuan dalam model ini adalah 1.

4.2.2.3 Fungsi Tujuan

Pada tugas akhir ini fungsi tujuan yang diselesaikan meliputi empat bagian. Tiga diantara empat bagian tersebut merupakan fungsi tujuan mutlak. Prioritas pencapaian dari fungsi tujuan ini berada pada urutan pertama. Sedangkan fungsi tujuan yang keempat adalah variabel deviasi yang merupakan pelanggaran terhadap kendala. Pada keempat bagian tersebut akan dilakukan minimasi sehingga pada hasil akhir akan diperoleh rute yang paling optimal. Berikut ini adalah keempat fungsi tujuan dari model.

Minimumkan

$$Z = d_1 + d_2 + d_3 + d_4^- \quad (4.3)$$

Dengan:

$$d_1 = \sum_{(i,j) \in \mathcal{A}} d_{ij} x_{ij}$$

$$d_2 = \sum_{(i,j) \in \mathcal{A}} t_{ij} x_{ij}$$

$$d_3 = \sum_{(i,j) \in \mathcal{A}} c_{ij} x_{ij}$$

d_4^- : merupakan variabel deviasi pada batasan 2.

4.2.2.4 Batasan-batasan

Berikut ini akan dijelaskan batasan-batasan yang menyusun model penentuan rute kendaraan.

1. Batasan 1

Batasan 1 merupakan batasan model terhadap fungsi tujuan mutlak. Batasan ini memiliki penyimpangan positif dan atau negatif bernilai nol.

$$\sum_{(i,j) \in A} d_{ij} x_{ij} - d_1 = 0 \quad (4.4)$$

Persamaan (4.4) menjamin bahwa rute yang akan terbentuk terdiri dari rute kunjungan SPBU dengan jarak antar SPBU yang paling minimum.

$$\sum_{(i,j) \in A} t_{ij} x_{ij} - d_2 = 0 \quad (4.5)$$

Persamaan (4.5) menjamin bahwa waktu perjalanan yang ditempuh kendaraan untuk mengunjungi rute tertentu adalah paling minimum. Persamaan ini berhubungan dengan persamaan (4.4) karena masing-masing memuat variabel keputusan x_{ij} .

$$\sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij} - d_3 = 0 \quad (4.6)$$

Persamaan (4.6) menjamin bahwa biaya perjalanan pada kunjungan rute adalah yang paling kecil. Persamaan ini juga memuat variabel keputusan x_{ij} .

2. Batasan 2

Batasan 2 merupakan batasan model terhadap variabel deviasi yang pada fungsi tujuan akan diminimumkan nilainya. Batasan ini merepresentasikan bahwa total permintaan dari SPBU pada rute tertentu tidak melebihi kapasitas kendaraan yang akan mengunjungi.

$$\sum_{i=2}^n q_i \sum_{j=1}^n x_{ij} - V_k + d_4^- = 0 \quad (4.7)$$

Masing-masing d_4^- dan d_4^+ adalah deviasi negatif dan deviasi positif.

3. Batasan 3

Batasan 3 merupakan batasan model yang menjamin bahwa hanya ada satu kendaraan yang akan mengunjungi SPBU.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=2}^n x_{ij} = 1 \quad (4.8)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=2}^n x_{ji} = 1 \quad (4.9)$$

4. Batasan 4

Batasan 4 mensyaratkan untuk setiap SPBU kecuali depot, bahwa kendaraan tidak akan mengunjungi SPBU ke SPBU itu sendiri.

$$\sum_{i=2}^{88} x_{ii} = 0 \quad (4.10)$$

5. Batasan 5

Batasan 5 menjamin bahwa kendaraan akan berangkat dari depot dan akan kembali ke depot.

$$\sum_{j=2}^n x_{1j} \leq 1 \quad (4.11)$$

$$\sum_{i=2}^n x_{i1} \leq 1 \quad (4.12)$$

4.3 Formulasi dalam Bahasa LINGO

Setelah model terbentuk, selanjutnya model akan diterjemahkan kedalam bahasa LINGO agar hasil perhitungan komputasi dapat diselesaikan. Formulasi fungsi tujuan dalam bahasa LINGO adalah:

```
!Fungsi tujuan, minimumkan variabel deviasi;
MIN=d1+d2+d3+d4n;
!Minimumkan total jarak kunjungan;
@SUM(KUNJUNGAN:JARAK*X)-d1=0;
!Minimumkan total waktu kunjungan;
@SUM(TOTAL_WAKTU:TIJ*X)-d2=0;
!Minimumkan total biaya kunjungan;
@SUM(TOTAL_BIAYA_KUNJUNGAN:BIAYA*X)-d3=0;
!Minimumkan variabel deviasi;
@SUM(PERMINTAAN:Q*X)-24+d4n=0;
```

5. Hasil Penentuan Rute dan Pembahasan

5.1 Verifikasi Model

Verifikasi model dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan *software*.

5.1.1 Perhitungan Manual

Dalam model yang dihasilkan, variabel keputusannya adalah merancang sebuah rute dengan meminimumkan jarak total dari kunjungan, waktu, dan biaya maka perhitungan manual dilakukan dengan mencoba semua kemungkinan dari variabel tersebut. Untuk perhitungan manual ini digunakan data 3 SPBU sebagai berikut:

Tabel 5.1 Data SPBU untuk Uji Verifikasi

No	NO. SPBU	ALAMAT
1	54.601.97	JL. SULAWESI NO. 77 LINTAS JL. NIAS
2	54.601.02	JL. MULYOSARI NO. 336
3	54.601.98	JL. PLOSO BARU 183-185

Dengan mencatat semua kemungkinan dari urutan rute yang akan dilalui, berikut ini disajikan kemungkinan-kemungkinan dari rute kendaraan.

Tabel 5.2 Rute Kunjungan yang Mungkin untuk Uji Verifikasi

No	Konfigurasi Rute	Keterangan
1	1-2-3-4-1	Rute berawal dari depot kemudian dilanjutkan ke SPBU 2, SPBU 3, SPBU 4, dan kembali ke depot
2	1-2-4-3-1	Rute berawal dari depot kemudian dilanjutkan ke SPBU 2, SPBU 4, SPBU 3, dan kembali ke depot
3	1-3-2-4-1	Rute berawal dari depot kemudian dilanjutkan ke SPBU 3, SPBU 2, SPBU 4, dan kembali ke depot
4	1-3-4-2-1	Rute berawal dari depot kemudian dilanjutkan ke SPBU 3, SPBU 4, SPBU 2, dan kembali ke depot
5	1-4-2-3-1	Rute berawal dari depot kemudian dilanjutkan ke SPBU 4, SPBU 2, SPBU 3, dan kembali ke depot

6 1-4-3-2-1 Rute berawal dari depot kemudian dilanjutkan ke SPBU 4, SPBU 3, SPBU 2, dan kembali ke depot
Selanjutnya akan dihitung jarak yang dilalui untuk setiap rute seperti yang disajikan pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Manual Terhadap Jarak

No	Konfigurasi Rute	Jarak SPBU ke SPBU				Total Jarak
1	1-2-3-4-1	1 ke 2 0	2 ke 3 5.24	3 ke 4 2.92	4 ke 1 12	20.16
2	1-2-4-3-1	1 ke 2 0	2 ke 4 3.33	4 ke 3 2.92	3 ke 1 16	22.25
3	1-3-2-4-1	1 ke 3 0	3 ke 2 5.24	2 ke 4 3.33	4 ke 1 12	20.57
4	1-3-4-2-1	1 ke 3 0	3 ke 4 2.92	4 ke 2 3.33	2 ke 1 8	14.25
5	1-4-2-3-1	1 ke 4 0	4 ke 2 3.33	2 ke 3 5.24	3 ke 1 16	24.57
6	1-4-3-2-1	1 ke 4 0	4 ke 3 2.92	3 ke 2 5.24	2 ke 1 8	16.16

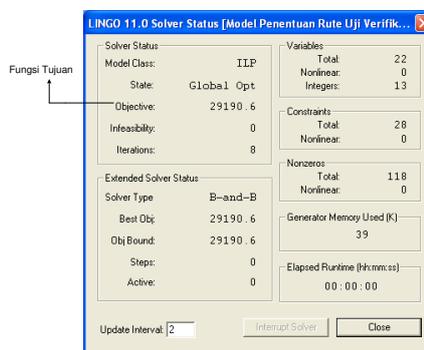
Dari perhitungan secara manual dapat diperoleh hasil minimum yaitu pada rute 1-3-4-2-1.

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Manual

Konfigurasi Rute	Total Jarak(km)	Total Waktu(menit)	Total Biaya(Rp)	Total Keseluruhan
1-3-4-2-1	14.25	22.96	29153.37	29190.6

5.1.2 Perhitungan Hasil Komputasi

Dari hasil komputasi diperoleh hasil output berupa konfigurasi rute yang terbentuk, jarak minimum, dan waktu, serta biaya perjalanan. Dari komputasi diperoleh hasil yang sama dengan hasil yang didapat pada perhitungan manual. Maka dengan ini model dapat dikatakan *verified*.



Gambar 5.1 LINGO Solver Status untuk Uji Verifikasi

Sedangkan untuk laporan hasil penyelesaian untuk setiap fungsi tujuan ditunjukkan pada gambar berikut:

Variable	Value	Reduced Cost	Nilai Fungsi Tujuan
KAP_KENDARAAN	32.00000	0.000000	d1 (jarak)
D1	14.25000	0.000000	d1 (jarak)
D2	22.96000	0.000000	d2 (waktu)
D3	29153.37	0.000000	d2 (waktu)
D4N	0.000000	0.000000	d2 (waktu)
JUMLAH_KENDARAAN	1.000000	0.000000	d3 (biaya)
BIAYA_SEWA_KENDARAAN	718967.0	0.000000	d3 (biaya)
BIAYA_TOTAL	748120.4	0.000000	d3 (biaya)
Q(1)	0.000000	0.000000	Nilai Variabel deviasi d4
Q(2)	8.000000	0.000000	Nilai Variabel deviasi d4
Q(3)	8.000000	0.000000	Nilai Variabel deviasi d4
Q(4)	8.000000	0.000000	Nilai Variabel deviasi d4
BIAYA_TOTAL	748120.4	0.000000	Biaya Total

Gambar 5.2 Solution Report untuk Uji Verifikasi

5.1.3 Analisa Hasil Terhadap Rute yang Terbentuk, Biaya dan Waktu Kunjungan

5.1.3.1 Rute yang Terbentuk

Pada hasil output dari komputasi, rute dapat ditunjukkan pada variabel $X(i,j)$ dimana i dan j menyatakan SPBU yang akan dikunjungi. Nilai dari variabel ini mengindikasikan urutan-urutan rute dalam satu kali kunjungan.

X(1, 1)	0.000000	0.000000
X(1, 2)	1.000000	16384.53
X(1, 3)	0.000000	32769.04
X(1, 4)	0.000000	24576.78
X(2, 1)	0.000000	0.000000
X(2, 2)	0.000000	0.000000
X(2, 3)	0.000000	10739.57
X(2, 4)	1.000000	6827.680
X(3, 1)	1.000000	0.000000
X(3, 2)	0.000000	10739.57
X(3, 3)	0.000000	0.000000
X(3, 4)	0.000000	5978.370
X(4, 1)	0.000000	0.000000
X(4, 2)	0.000000	6827.640
X(4, 3)	1.000000	5978.370
X(4, 4)	0.000000	0.000000

Gambar 5.3 Nilai Variabel Keputusan dari Komputasi

Rute hasil komputasi yang paling optimal adalah 1-3-4-2-1 dengan total jarak tempuh 14.25 km.

5.1.3.2 Waktu

Waktu terdiri dari waktu antrian, waktu *unload* tiap *compartment* dan waktu perjalanan dalam melakukan kunjungan rute. Sehingga dapat dihitung total

waktu yang diperlukan oleh satu jenis kendaraan dalam melakukan satu kali kunjungan rute.

Waktu total = waktu antrian + waktu *unload* + waktu perjalanan

Dari hasil yang sudah diperoleh, maka total waktu yang diperlukan untuk permasalahan SPBU seperti diatas adalah:

$$\begin{aligned} t_{\text{total}} &= 70 \text{ menit} + (3 \times 30 \text{ menit}) + 22.96 \text{ menit} \\ &= 182.96 \text{ menit.} \end{aligned}$$

5.1.3.3 Biaya

Biaya total terdiri dari biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap adalah biaya sewa untuk setiap jenis kendaraan yang besarnya tidak bergantung pada jauh dekatnya rute yang dikunjungi. Sedangkan biaya variabel merupakan biaya perjalanan yang besarnya bergantung pada jarak yang dikunjungi oleh kendaraan.

$$\begin{aligned} \text{Biaya total} &= \text{Biaya tetap} + \text{biaya variabel} \\ &= \text{Rp } 718.967,00 + \text{Rp } 29.153,37 \\ &= \text{Rp } 748.120,37 \end{aligned}$$

5.2 Running Komputasi

Penyelesaian model yang telah dibangun dengan *software* LINGO membutuhkan waktu yang sangat lama dan tidak praktis dari segi waktu komputasi apabila diselesaikan dalam jumlah besar. Selain itu terdapat batasan variabel sehingga *running* komputasi hanya dapat dilakukan pada sample yang kecil. Dari hasil percobaan yang dilakukan, penyelesaian 88 SPBU sekaligus belum memiliki penyelesaian global. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengijinkan pencapaian solusi sub-optimal untuk *problem*.

Upaya untuk mencapai solusi sub-optimal dilakukan dengan membagi SPBU menjadi beberapa *cluster*. Pada *clustering* ini digunakan kriteria kedekatan jarak antar SPBU untuk pengelompokan dalam satu *cluster*.

Untuk pengelompokan SPBU digunakan teknik *clustering K-means* dengan program Matlab menggunakan ukuran *dissimilarity* berupa jarak yang dihitung dengan metode *Euclidean*. Jumlah *cluster* yang diinginkan sebanyak lima *cluster*.

5.2.1 Hasil Output LINGO

Setelah dilakukan dekomposisi, kemudian dilakukan *running* komputasi untuk keseluruhan *cluster* sehingga didapatkan output sistem seperti yang disajikan pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Output LINGO untuk Rute Kunjungan Kendaraan ke SPBU

No. SPBU	Kode SPBU	Konfigurasi Rute	Keterangan
5	54.601.02	1-5-58-53-47-1	Rute berawal dari depot kemudian dilanjutkan ke SPBU 5, SPBU 58, SPBU 53, SPBU 47 dan kembali ke depot
47	54.601.84		
53	54.601.92		
58	54.601.97		
59	54.601.98	1-59-22-21-15-1	Rute berawal dari depot kemudian dilanjutkan ke SPBU 59, SPBU 22, SPBU 21, SPBU 15 dan kembali ke depot
15	54.601.106		
21	54.601.19		
22	54.601.20		
24	54.601.23	1-34-56-24-29-1	Rute berawal dari depot kemudian

29	54.601.36		dilanjutkan ke SPBU 34, SPBU 56, SPBU 24, SPBU 29 dan kembali ke depot
56	54.601.95		
34	54.601.44		

No. SPBU	Kode SPBU	Konfigurasi Rute	Keterangan
36	54.601.47	1-54-68-36-79-1	Rute berawal dari depot kemudian dilanjutkan ke SPBU 54, SPBU 68, SPBU 36, SPBU 79 dan kembali ke depot
54	54.601.93		
68	54.602.48		
79	54.602.60		
70	54.602.50	1-70-16-10-61-1	Rute berawal dari depot kemudian dilanjutkan ke SPBU 70, SPBU 16, SPBU 10, SPBU 61 dan kembali ke depot
10	54.601.08		
16	54.601.12		
61	54.602.11		

6. Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

1. Dengan menggunakan metode pendekatan *goal programming*, dapat diperoleh model penentuan rute kunjungan kendaraan pada studi kasus SPBU yang dilayani oleh PT. Pertamina Surabaya.
2. Model yang diperoleh membentuk rute dengan jarak minimum sehingga dapat mempersingkat waktu kunjungan dan meminimumkan total biaya pengiriman. Selain itu model juga telah memenuhi fungsi kendala yang dimiliki perusahaan.

6.2 Saran

1. Perencanaan penentuan rute dapat dikembangkan untuk kasus kendaraan multikapasitas.
2. Penggunaan model penentuan rute *goal programming* dapat menjadi alternatif bagi manajemen perusahaan dalam menentukan rute optimal pada kegiatan distribusi di Pertamina.
3. Bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian pada kasus dimana terdapat batasan kelas jalan.

7. Daftar Pustaka

- [1] Atmasari. 2010. **Penjadwalan Perawat Unit Gawat Darurat dengan Menggunakan Goal Programming**. Tugas Akhir. Metematika ITS.
- [2] Calvete, H.I., et al. 2007. **A Goal Programming Approach to Vehicle Routing Problems with Soft Time Windows**. European Journal of Operational Research 177 (2007) 1720-1733.
- [3] Charnes, A., Cooper, W.W., 1961 (dalam tugas akhir Kartika Megasari-Matematika ITS). **Management Models and Industrial Application of Linear Programming**. Wiley, New York.
- [4] Chen Z-L. 2004. **Integrated Production and Distribution Operations: Taxonomy, Models, and Review**. In: **Simchi-Levi D, Wu D, Chen Z-L, editors**. Handbook of Quantitative Supply Chain Analysis: Modelling in the E-Business Era. Boston, MA: Academic Publishers, Kluwer; 2004. p. 711–46.
- [5] Desrosiers, J, et al, 1995. **Time Constrained Routing and Scheduling**. Handbooks in OR & MS Vol. 8, Chapter 2, Elsevier Science B. V.

-
- [6] Irawan, Deni. 2010. **Pengembangan Model Periodic Inventory Routing Problem untuk Penjadwalan Truk Tangki Multi Kapasitas (Studi Kasus: ISG PT. PERTAMINA UPms V Surabaya)**. Tugas Akhir. Teknik Industri ITS.
 - [7] Megasari, Kartika. 2010. **Goal Programming untuk Perencanaan Produksi Agregat dengan Kendala Sumber Daya**. Tugas Akhir. Metematika ITS.
 - [8] Sembiring, Anita, C. 2008. **Penentuan Rute Distribusi Produk yang Optimal dengan Menggunakan Algoritma Heuristik pada PT. Coca Cola Bottling Indonesia Medan**. Tugas Sarjana. Universitas Sumatera Utara.
 - [9] Taha, Hamdy A, 2003. **Operations Research: An Introduction Seventh Edition**. Prentice Hall, Pearson Education, Inc, Upper Saddle River, New Jersey.