

Optimalisasi Distribusi LPG 3 kg Menggunakan Metode Linear Programming Pada PT Suka Damai Abadi Jember (Optimization Of Distribution Of gas LPG 3 kg Using Linear Programming In PT Suka Damai Abadi Jember)

Anang May Rofiq, Eka Bambang, Didik Pudjo
Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Jember (UNEJ)
Jln. Kalimantan No. 37, Jember 68121
E-mail: mayanang683@gmail.com

Abstrak

Artikel ini bertujuan untuk menentukan rute terpendek untuk pendistribusian LPG 3 kg pada PT. Suka Damai Abadi Jember. Penelitian ini bersifat Deskriptif Kuantitatif menggunakan pendekatan metode *Linear Programming* dengan *Branch and Bound*. Penelitian juga ini menggunakan simulasi 2, 3, 4 armada untuk melakukan pendistribusian LPG 3 kg ke agen – agen, dimana agen – agen tersebut meliputi 20 kecamatan yang berada di Kabupaten Jember yaitu Kebonsari, Sumbersari, Wirelegi, Kaliwates, Rambipuji, Bangsalsari, Tanggul, Balung, Wuluhan, Kasian, Umbulsari, Kencong, Jenggawah, Ambulu, Mumbulsari, Mayang, Sempolan, Jelbuk, Kalisat, Sukowono. Hasil analisis data menggunakan *Branch and Bound* dengan simulasi menggunakan 2 armada diperoleh jumlah jarak total yang ditempuh adalah 244 kilometer. Proses distribusi dua armada adalah yang optimal dibandingkan dengan tiga armada dan empat armada, hal ini disebabkan karena pendistribusian menggunakan dua armada yang berangkat pada titik yang sama sebanyak dua armada jadi jarak antar titik yang dilalui lebih sedikit meskipun jumlah titik tujuan rute armada pertama dan rute armada sangat panjang. Sedangkan menggunakan tiga armada diperoleh total jarak tempuh sebesar 265.9 kilometer. Proses distribusi dengan armada ini digunakan tiga armada yang melakukan pendistribusian dari titik yang sama ke kecamatan-kecamatan, dengan menambah jumlah armada tidak serta merta mengurangi total jarak tempuh, hal itu disebabkan pembagian armada titik-titik yang dilalui bertambah jauh antar titik keberangkatan dengan titik tujuan. Pada simulasi perhitungan dengan menggunakan empat armada diperoleh total jarak tempuh sebesar 271,4 kilometer. Dari pengolahan data tersebut pendistribusian empat armada menghasilkan total jarak yang paling besar dibandingkan dengan dua armada dan tiga armada. Dikarenakan penyebaran antar titik-titik tujuan yang dijangkau oleh rute perjalanan armada dua, tiga, dan empat armada dapat didistribusikan menggunakan satu armada saja sehingga dapat memperkecil jarak tempuh pendistribusian.

Kata kunci : *Branch and Bound*, *Linear Programming*, pendistribusian LPG 3 kg, Total Jarak, Rute Perjalanan

Abstract

This article aims to determine the shortest route to the distribution of LPG 3 kg in PT. Suka Damai Abadi Jember. This research is descriptive quantitative method approach, Linear Programming with Branch and Bound. The study also uses simulation 2, 3, 4 fleet to carry out the distribution of LPG 3 kg to the agent - the agent, wherein the agent - the agent covering 20 districts in Jember district is Kebonsari, Sumbersari, Wirelegi, Kaliwates, Rambipuji, Embankment, Balung, Wuluhan, Kasian, Umbulsari, Kencong, Jenggawah, Ambulu, Mumbulsari, Mayang, Sempolan, Jelbuk, Kalisat, Sukowono. The results of data analysis using Branch and Bound by simulation using 2 fleet obtained the number of the total distance is 244 kilometers. The process of distribution of the two fleets is optimal compared with three fleets and four fleets, it is because the distribution using two fleet set off at the same point as the two fleets so the distance between the point of being impassable less even though the number of the destination point of the first fleet and the fleet very long. While using three fleet earned a total distance of 265.9 kilometers. The process of distribution of the fleet is used three fleets that do the distribution of point yang sama to the districts, to increase its fleet does not necessarily reduce the total distance traveled, it is due to the division of the fleet points through which grow much between the departure point to the destination point. In the simulation calculations using four fleets earned a total distance of 271.4 kilometers. From these data pengolahan distribution of four fleets produce the greatest total distance compared with two aircraft and three fleets. Due to the spread between points of interest covered by the fleet travel route two, three, and four fleets can use a fleet alone is distributed so as to minimize the distance distribution.

Keywords : *Branch and Bound*, *Linear Programming*, distribution of LPG 3 kg, Total Distance, Route Travel

Pendahuluan

Kemajuan ekonomi di era globalisasi berkembang sangat pesat seiring dengan kemajuan IPTEK (Ilmu Pengetahuan dan Teknologi). Kemajuan ekonomi dan teknologi mendorong tingkat persaingan yang semakin ketat, hal ini menyebabkan tuntutan konsumen terhadap kualitas dan kuantitas suatu produk. Usaha pemenuhan tuntutan kebutuhan konsumen ditunjang oleh ketepatan distribusi suatu barang. Aliran produksi yang tidak lancar mengakibatkan terhambatnya pemenuhan kebutuhan konsumen yang berakibat konsumen kecewa, sedangkan ketersediaan produk sangat dipengaruhi oleh kelancaran distribusi barang.

Pendistribusian barang atau jasa merupakan hal yang sangat penting dari kegiatan perusahaan. Pendistribusian merupakan suatu proses kegiatan pemasaran yang bertujuan untuk mempermudah kegiatan penyaluran barang atau jasa dari pihak produsen ke pihak konsumen menurut Tjiptono (dalam Nur Cahyo Ari Wibawa, 2013:15). Masalah yang sering terjadi terkait pendistribusian adalah membuat keputusan-keputusan mengenai rute yang dapat mengoptimalkan jarak tempuh, waktu tempuh, banyaknya kendaraan yang beroperasi dan sumber daya lain. Sistem distribusi barang salah satu faktor pendukung utama setelah proses produksi. Tidak adanya kontrol terhadap pendistribusian dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan, oleh karena itu distribusi dibutuhkan untuk memaksimalkan jalur dan meminimumkan biaya diperlukan penerapan suatu model distribusi, yaitu dengan optimalisasi jalur pendistribusian barang sehingga dapat memaksimalkan jumlah barang yang diangkut.

Lingkup aktivitas distribusi pada umumnya meliputi beberapa daerah atau titik yang terpencar dalam suatu wilayah tertentu. Lokasi yang saling terpencar itulah seringkali menjadi permasalahan utama dalam mencapai efektifitas distribusi karena terdapat banyak kemungkinan rute yang dapat ditempuh dalam prosesnya. Kemampuan untuk menentukan rute distribusi yang efektif bisa menjadi suatu keunggulan, terutama bagi perusahaan yang kegiatan utamanya adalah mendistribusikan barang.

Salah satu perusahaan yang kegiatan utamanya mendistribusikan barang adalah PT Suka Damai Abadi Jember. PT Suka Damai Abadi Jember merupakan suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang pendistribusian gas elpiji 3kg dijalan wolter monginsidi Kabupaten Jember. Pada saat ini gas elpiji merupakan kebutuhan utama warga untuk memasak. Sejak pemerintah mencanangkan program konversi minyak tanah bersubsidi ke LPG tertentu mulai tahun 2007 kebutuhan LPG di Indonesia meningkat dengan sangat drastis. Sistem pendistribusian gas LPG di perusahaan ini dilakukan oleh karyawan dengan urutan pengisian gas elpiji dari SPPBE (Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Bulk Elpiji) kemudian karyawan langsung mendistribusikan gas elpiji ke agen.

PT Suka Damai Abadi Jember mempunyai daerah pendistribusian 20 kecamatan yang berada di Kabupaten Jember yang meliputi kecamatan Kebonsari, Sumbersari, Wirolegi, Kaliwates, Rambipuji, Bangsalsari, Tanggul, Balung, Wuluhan, Kasian, Mumbulsari, Kencong,

Jenggawah, Ambulu, Mumbulsari, Mayang, Sempolan, Jelbuk, Kalisat, Sukowono.

Pertimbangan perusahaan dalam mengatur rute distribusi hanyalah keterbatasan kapasitas, volume barang yang diangkut dan lokasi pelanggan, tanpa mengetahui apakah jarak tempuh rute yang dipilih sudah minimal atau belum sehingga waktu yang dibutuhkan relatif lama jika permintaan pelanggan sedikit karena barang harus dikumpulkan terlebih dahulu hingga jumlahmencukupi untuk dikirim. Akibatnya perusahaan masih menemui kesulitan dalam pengiriman barang ke pelanggan tepat waktu yang menyebabkan rute distribusi semakin kompleks. Hal ini menimbulkan permasalahan penentuan jalur paling efektif yang dapat ditempuh dalam proses distribusi gas LPG 3 kg ke seluruh pelanggan.

Rute terefektif dalam melakukan proses distribusi dapat ditentukan dengan metode *Integer Linear Programming*. Metode ini menggunakan perhitungan matematis untuk memenuhi fungsi tujuan yaitu meminimalkan jarak tempuh berdasarkan batasan-batasan tertentu. Dengan perhitungan secara matematis tersebut dapat diketahui urutan rute yang harus ditempuh dalam proses pendistribusian keseluruhan titik dengan jarak tempuh yang paling efektif.

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan rute/perjalanan terpendek dalam pendistribusian adalah *Linear Programming* dengan *Branch and Bound*. *Branch and Bound* adalah metode yang menggunakan percabangan dan penentuan batas atas dan batas bawah nilai tujuan dalam formulasi untuk memenuhi persyaratan yang disyaratkan oleh asumsi.

Rumusan masalah dalam artikel ini adalah bagaimana rute terpendek yang dapat ditempuh dalam proses distribusi gas LPG 3 kg dari PT Suka Damai Abadi Jember?

Artikel ini bertujuan untuk untuk mendapatkan rute terpendek yang dapat ditempuh dalam proses distribusi gas LPG 3 kg dari PT Suka Damai Abadi Jember.

Metode Penelitian

Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif suatu bentuk penelitian yang berdasarkan data yang dikumpulkan selama penelitian yang secara sistematis mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat dari objek yang diteliti dengan menggabungkan hubungan antar variabel yang terlibat didalamnya, kemudian diinterpretasikan berdasarkan teori-teori dan literatur-literatur yang berhubungan dengan jalur.

Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kualitatif dan data kuantitatif. Data kuantitatif yaitu data yang berupa angka-angka yang dapat dihitung atau diukur secara matematis. Data kuantitatif dalam penelitian ini adalah jarak antar pelanggan. Sedangkan data kualitatif yaitu data yang tidak dapat dihitung atau diukur secara matematis yaitu profil perusahaan, struktur organisasi, dan wewenang Penelitian ini menggunakan data primer yang berupa catatan

hasil observasi serta hasil wawancara dengan pihak perusahaan.

Metode Analisis Data

Untuk mendapatkan rute terpendek dalam penelitian ini, maka metode *Branch and Bound* dengan pendekatan pemrograman linear yang merupakan analisis optimalisasi atas lokasi dan jalur distribusi optimal dengan beberapa parameter sebagai berikut:

a. Parameter

$$X_{ij}$$

Dimana:

i = titik awal keberangkatan

j = titik tujuan

b. Fungsi Tujuan

Meminimumkan:

$$z = \sum C_{ij} X_{ij}$$

Keterangan:

C_{ij} = jarak antar lokasi masing-masing titik awal keberangkatan dengan masing-masing titik tujuan.

c. Fungsi kendala

Ada beberapa fungsi kendala untuk mendapatkan biaya distribusi optimal diantaranya sebagai (Kara dan Bektas:2006)

- Banyaknya armada yang berangkat dan kembali lagi ke titik awal

$$\sum_{j=m} X_{1j} = \sum_{i=m} X_{i1}$$

- Derajat tiap titik, artinya setiap keberangkatan dari satu titik hanya terjadi sekali, dan setiap titik tujuan hanya dikunjungi sekali (Kara dan Bektas:2006).

$$\sum_{k=2} X_{ik} = 1 \quad k=2$$

$$\sum_{k=2} X_{kj} = 1 \quad k=2$$

- Penghilangan *subtour*, dimasukkan untuk menghilangkan perjalanan yang tidak memenuhi persyaratan yang harus dilalui oleh masing-masing armada. Perjalanan yang tidak memenuhi persyaratan adalah perjalanan yang tidak dimulai dari titik awal dan atau tidak diakhiri di titik awal pula. Atau perjalanan bolak balik antara dua titik saja (Kara dan Bektas:2006)

$$U_i + (L - 2) X_{i1} - X_{i1} \leq L - 1 \quad i = 2, \dots, n$$

$$U_i + X_{i1} + (2 - K) X_{i1} \leq 2 \quad i = 2, \dots, n$$

$$X_{i1} + X_{i1} \leq 1 \quad i = 2, \dots, n$$

$$U_i - U_j + L A_{ij} + (L - 2) X_{ji} \leq L - 1 \quad i = 2, \dots, n$$

Dimana :

U_i = jumlah titik yang telah dikunjungi dalam lintasan dari titik awal, hingga ke titik i.

K = jumlah minimum titik yang harus dikunjungi.

L = jumlah titik maksimum yang akan dikunjungi.

- Bilangan integer biner, seluruh solusi optimal dari perhitungan berupa bilangan bulat 1 atau 0

$$X_{ij} = \text{bilangan integer biner (0,1)}$$

$$X_{ij} = 1, \text{ jika } (i,j) \in T$$

$$0, \text{ jika } (i,j) \notin T$$

Diman T = rute perjalanan

d. Asumsi- asumsi

Asumsi yang digunakan dalam fungsi kendala adalah sebagai berikut:

Jumlah armada yang melakukan distribusi minimal dua, jumlah titik yang dikunjungi minimal dua, jumlah maksimal armada untuk kota tertentu ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Kara dan Bektas,2006):

$$2 \leq m \leq n-1/2$$

Jumlah titik maksimal yang dapat dikunjungi disesuaikan dengan persamaan sebagai berikut (Kara dan Bektas,2006):

$$2 \leq K \leq n-1/m \text{ dan } L = (n-1)-K(m-1)$$

Dimana: m = Jumlah armada

n = Jumlah titik

Perhitungan dengan metode *Integer Linear Programming* pada penelitian ini menggunakan software LPSolve IDE 5.5.0.

Hasil Penelitian

Koefisien Fungsi Tujuan

Dalam penelitian ini koefisien fungsi tujuan diperoleh dari jarak yang harus ditempuh dari satu titik (agen) ke seluruh titik lainnya. Jarak tersebut didapat dari pengukuran melalui fasilitas peta elektronik Google Maps. Setiap agen diberi kode berupa angka sebagai parameter untuk masing-masing variabel yang akan digunakan. Angka yang digunakan dalam pengkodean tersebut tidak berdasarkan aturan khusus. Berikut ini daftar kode untuk setiap agen:

Tabel 1 Kode Untuk Setiap Agen

Agen	Titik	Agen	Titik
Sumbersari	1	Gumuk Mas	11
Kebonsari	2	Kencong	12
Wirolegi	3	Jenggawah	13
Kaliwates	4	Ambulu	14
Rambipuji	5	Mumbulsari	15
Bangsalsari	6	Mayang	16
Tanggul	7	Sempolan	17
Balung	8	Jelbuk	18
Wuluhan	9	Kalisat	19
Kasian	10	Sukowono	20

Sumber: PT Suka Damai Abadi

a. Formulasi Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan berupa minimisasi jarak yang harus ditempuh oleh armada pengirim barang dari PT. Suka Damai Abadi Jember ke agen-agen, di notasikan sebagai berikut:

$$\text{Minimumkan: } Z_j = 4,2X_{12} + 3,3X_{13} + 8X_{14} + 13,4X_{15} + \dots + 18,5X_{2016} + 20,9X_{2017} + 12,2X_{2018} + 8,5X_{2019}$$

Sebagai contoh penjelasan, variabel $4,2X_{12}$ berarti perjalanan antara titik satu yaitu kecamatan sumpersari ke titik dua yaitu kecamatan kaliwates menempuh jarak 4,2 kilometer.

b. Formulasi Fungsi Kendala

Fungsi kendala dalam metode transportasi dibagi menjadi tiga bagian yaitu fungsi kendala untuk titik awal, fungsi kendala untuk setiap titik (derajat titik), dan fungsi kendala untuk penghilangan subtour. Fungsi-fungsi kendala tersebut adalah fungsi kendala untuk memecahkan masalah model jalur terpendek. Untuk penjelasan fungsi kendala sebagai berikut:

1. Fungsi Kendala Untuk Titik Awal Keberangkatan

Fungsi Kendala Distribusi Agar Titik Pertama Sebagai titik Keberangkatan Sesuai Jumlah Armada. Tujuan dari penyusunan fungsi kendala ini adalah untuk memastikan agar titik awal keberangkatan menjadi titik keberangkatan seluruh jumlah armada. Pada model ini kecamatan yang menjadi titik awal keberangkatan adalah kecamatan Sumpersari dengan kode 1. Untuk perhitungan pertama yang menggunakan armada, maka titik 1 akan menjadi titik keberangkatan sebanyak dua kali. Sedangkan pada asumsi selanjutnya titik 1 akan menjadi titik keberangkatan sebanyak 3, dan 4 kali pada masing-masing simulasi. Berikut adalah contoh fungsi kendalanya:

$$X_{12}+X_{13}+X_{14}+X_{15}+X_{16}+X_{17}+X_{18}+X_{19}+X_{110}+X_{111a}+X_{112a}+X_{113a}+X_{114a}+X_{115a}+X_{116a}+X_{117a}+X_{118a}+X_{119a}+X_{120}=2;$$

Fungsi kendala diatas berarti perjalanan dari titik 1 ke titik 2, perjalanan dari titik 1 ke titik 3, dan seterusnya hingga perjalanan dari titik 1 ke titik 20 harus terjadi 2 kali.

Fungsi Kendala Distribusi Agar Jumlah Titik Pertama Sebagai Titik Tujuan Sesuai Dengan Jumlah Armada. Tujuan penyusunan fungsi kendala ini adalah agar nantinya seluruh armada yang melakukan distribusi akan kembali lagi ke tempat awal keberangkatan. Untuk memastikan agar titik awal keberangkatan yaitu titik 1 menjadi titik tujuan sebanyak jumlah armada. Perhitungan pertama titik 1 akan menjadi titik tujuan sebanyak dua kali. Contohnya sebagai berikut:

$$X_{21}+X_{31}+X_{41}+X_{51}+X_{61}+X_{71}+X_{81}+X_{91}+X_{101}+X_{111}+X_{121}+X_{131}+X_{141}+X_{151}+X_{161}+X_{171}+X_{181}+X_{191}+X_{201}=2;$$

Fungsi kendala diatas berarti perjalanan dari titik 2 ke titik 1, perjalanan dari titik 3 ke titik 1, hingga perjalanan dari titik 20 ke titik 1 harus terjadi dua kali.

2. Fungsi Kendala Untuk Setiap Titik (Derajat Tiap Titik)

Fungsi kendala ini mirip dengan fungsi kendala sebelumnya, perbedaannya adalah setiap titik selain titik 1 harus menjadi titik keberangkatan dan tujuan sebanyak satu kali saja.

Derajat Tiap Titik Agar Setiap Titik Dikunjungi Satu Kali. Tujuan fungsi kendala ini adalah untuk memastikan setiap titik selain titik awal (titik 1) dikunjungi satu kali, sehingga tidak ada lokasi yang dikunjungi lebih dari satu kali atau dikunjungi lebih dari satu armada sekaligus pada saat yang bersamaan. Berikut adalah contoh fungsi kendalanya:

$$X_{12}+X_{32}+X_{42}+X_{52}+X_{62}+X_{72}+X_{82}+X_{92}+X_{102}+X_{112}+X_{122}+X_{132}+X_{142}+X_{152}+X_{162}+X_{172}+X_{182}+X_{192}+X_{202}=1;$$

Fungsi kendala diatas bermakna perjalanan dari titik 1 ke titik 2, dari titik 3 ke titik 2, hingga perjalanan dari titik 20 ke titik 2 harus terjadi satu kali.

Derajat Tiap Titik Agar Menjadi Titik Keberangkatan Satu Kali. Fungsi kendala ini adalah fungsi kendala pelengkap fungsi kendala sebelumnya. Jika fungsi kendala sebelumnya memastikan armada mengunjungi tiap titik satu kali, maka untuk melakukannya setiap armada harus dipastikan untuk berangkat satu kali dari setiap titik. Berikut adalah contoh fungsinya:

$$X_{61}+X_{62}+X_{63}+X_{64}+X_{65}+X_{67}+X_{68}+X_{69}+X_{610}+X_{611}+X_{612}+X_{613}+X_{614}+X_{615}+X_{616}+X_{617}+X_{618}+X_{619}+X_{620}=1;$$

Fungsi kendala diatas bermakna perjalanan yang dimulai dari titik 6 ke titik 1, dari titik 6 ke titik 2, dan seterusnya hingga 6 ke titik 20 harus berlangsung satu kali.

3. Penghilangan Subtour

Penghilangan subtour dimaksudkan untuk menghilangkan urutan perjalanan yang menyebabkan suatu perjalanan bolak-balik antara dua titik. Selain itu kendala penghilangan subtour juga akan mengeliminasi perjalanan yang tidak dimulai dari titik awal yaitu titik 1. Fungsi kendala penghilangan subtour saling terkait dan saling melengkapi satu sama lain.

$$\text{Penghilangan Subtour } X_{i1}+X_{1i} \leq 1$$

Eliminasi subtour ini dimaksudkan untuk menghilangkan perjalanan bolak-balik antara titik 1 ke titik lainnya sehingga armada hanya mengunjungi satu kota saja kemudian kembali lagi ke titik awal.

$$X_{17}+X_{71} \leq 1;$$

Makna dari fungsi kendala diatas adalah perjalanan bolak-balik dari titik 1 ke titik 7 hanya boleh terjadi maksimal satu kali. Jadi salah satu dari keduanya akan dihilangkan.

$$\text{Penghilangan Subtour } U_1+X_{11}+(2-K)X_{11} \geq 2$$

Eliminasi subtour ini sebagai batas bawah (*Lower Bound*) pada proses percabangan dengan metode *Branch and Bound*. Fungsinya adalah untuk menyesuaikan jumlah minimal kota yang harus dikunjungi oleh setiap armada. Jadi setiap armada tidak akan memutar balik ke titik 1 sebelum jumlah n kota terlewati. Pada penelitian ini, nilai K yang merupakan jumlah minimal kota yang harus dikunjungi 2 kota atas dasar pertimbangan syarat minimal jumlah armada yang digunakan dalam perhitungan model ini yaitu 2 armada.

$$U_3+X_{13}+X_{31} \geq 2;$$

Contoh diatas berarti bahwa pada perjalanan U_3 , jika perjalanan itu adalah perjalanan titik satu ke titik tiga dan sebaliknya maka perjalanan kedua harus melewati lebih dari dua titik.

$$\text{Penghilangan Subtour } U_i+(L-2)X_{i1}-X_{1i} \leq L-1$$

Penghilangan subtour ini dimaksudkan untuk memastikan jumlah maksimal kota yang dapat dilalui oleh setiap armada dengan mengacu pada jumlah minimal kota yang wajib dilewati dan jumlah armada yang tersedia. Kendala ini juga berfungsi sebagai batas atas (*Upper Bound*).

$$U_4+14X_{14}-X_{41} \leq 15;$$

Fungsi kendala diatas adalah pelengkap untuk kendala sebelumnya untuk membuat batasan menjadi tidak feasible untuk digunakan dalam model sehingga subtour dihilangkan dari perjalanan.

Penghilangan *Subtour* $U_i - U_j + LX_{ij} + (L-2)X_{ji} \leq L-1$

Kendala ini disusun untuk setiap perjalanan yang telah melalui sejumlah titik tertentu yang dinotasikan dengan U . Perbedaannya adalah tidak boleh terjadi perjalanan bolak-balik perjalanan dari titik keberangkatan ke titik tujuan. Dari notasi U dapat dilihat bahwa perjalanan ke U yang dimulai dari titik i ke titik j tidak boleh dilakukan secara bolak-balik.

$$U_2 - U_4 + 16X_{24} + 14X_{42} \leq 15;$$

$$U_4 - U_2 + 16X_{42} + 14X_{24} \leq 15;$$

Fungsi kendala diatas adalah jumlah kota maksimal yang dapat dilalui dikurangi dengan satu akan selalu tidak terpenuhi dengan jumlah maksimal kota yang dapat dilalui tanpa pengurangan sehingga *subtour* akan hilang dari solusi optimal.

Pembahasan

Hasil Optimal Untuk Dua Armada

Pada perhitungan yang mendapatkan solusi optimal nilai K adalah 2. Hasil yang diperoleh pada simulasi ini ditunjukkan oleh nilai variabel. Variabel-variabel tersebut bernilai 1 atau 0. Angka-angka itu berarti, jika variabel bernilai 1 maka perjalanan antara dua titik pada variabel tersebut dilakukan. Pada perhitungan pertama, jumlah armada yang digunakan adalah dua unit, jumlah titik 20, jumlah minimal titik yang harus dikunjungi tiap armada adalah 2 titik. Perhitungan data menggunakan software LPSOLVE IDE 5.5.0.5 dengan 119 iterasi dan waktu analisis sebesar 0,04 detik menghasilkan solusi dengan total jarak tempuh sejauh 224 kilometer dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 2 Solusi Optimal Untuk Dua Armada

No	Variabel	Solusi	No	Variabel	Solusi
1	X_{12}	1	12	X_{1112}	1
2	X_{13}	1	13	X_{127}	1
3	X_{213}	1	14	X_{1314}	1
4	X_{310}	1	15	X_{149}	1
5	X_{41}	1	16	X_{1513}	1
6	X_{54}	1	17	X_{163}	1
7	X_{65}	1	18	X_{1716}	1
8	X_{76}	1	19	X_{181}	1
9	X_{816}	1	20	X_{1920}	1
10	X_{98}	1	21	X_{2018}	1
11	X_{1011}	1			

Sumber: Data diolah

Seluruh variabel lain yang tidak dicantumkan pada Tabel 2 memiliki solusi bernilai 0 dan tidak termasuk kedalam solusi

optimal. Dari Tabel 2 dapat diketahui rute yang harus ditempuh oleh masing-masing armada dengan mengurutkan perjalanan yang dimulai dari titik 1 ke titik selanjutnya hingga kembali lagi ke titik 1. Hasil rute yang di tempuh oleh setiap armada memenuhi persyaratan fungsi kendala yaitu:

1. Setiap armada berangkat dari titik 1 pada awal perjalanan dan kembali ke titik 1 pada akhir perjalanan.
2. Kemudian setiap titik menjadi titik keberangkatan sebanyak satu kali dan menjadi titik tujuan sebanyak satu kali.
3. Tidak terjadi subtour atau perjalanan bolak-balik antar dua titik.

Tabel 3 Rute Perjalanan Armada Pertama

Urutan perjalanan	Variabel	Dari kecamatan	Ke kecamatan
1	X_{12}	Sumbersari	Kebonsari
2	X_{213}	Kebonsari	Jenggawah
3	X_{1314}	Jenggawah	Ambulu
4	X_{149}	Ambulu	Wuluhan
5	X_{98}	Wuluhan	Balung
6	X_{816}	Balung	Mayang
7	X_{1615}	Mayang	Mumbulsari
8	X_{1517}	Mumbulsari	Sempolan
9	X_{1719}	Sempolan	Kalisat
10	X_{1920}	Kalisat	Sukowono
11	X_{208}	Sukowono	Jelbuk
12	X_{81}	Jelbuk	Sumbersari

Sumber: Data Diolah

Jumlah total jarak yang harus ditempuh oleh armada pertama pada model ini adalah 128.7 kilometer. Daerah pendistribusian untuk armada pertama meliputi kecamatan-kecamatan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 4 Rute Perjalanan Armada Kedua

Urutan perjalanan	Variabel	Dari kecamatan	Ke kecamatan
1	X_{13}	Sumbersari	Wirolegi
2	X_{310}	Wirolegi	Kasian
3	X_{1011}	Kasian	Gumuk Mas
4	X_{1112}	Gumuk Mas	Kencong
5	X_{127}	Kencong	Tanggul
6	X_{76}	Tanggul	Bangsalsari
7	X_{65}	Bangsalsari	Rambipuji
8	X_{54}	Rambipuji	Kaliwates
9	X_{41}	Kaliwates	Sumbersari

Sumber: Data diolah

Untuk rute armada kedua jarak total jarak yang ditempuh adalah sebesar 99.8 kilometer. Simulasi-simulasi selanjutnya dilakukan untuk membandingkan jarak tempuh yang dihasilkan dari perhitungan. Agar perbandingan seimbang,

maka seluruh asumsi untuk simulasi-simulasi selanjutnya disamakan dengan asumsi-asumsi yang digunakan pada perhitungan dengan menggunakan dua armada.

Hasil Optimal Untuk Tiga Armada

Pada solusi optimal untuk tiga armada jumlah fungsi kendala pembatas diubah menjadi tiga, sehingga akan ada tiga armada yang akan berangkat sekaligus untuk melakukan proses distribusi. Perhitungan kali ini beberapa koefisien variabel berubah menyesuaikan dengan persyaratan jumlah armada. Pada perhitungan menggunakan LPSOLVE IDE 5.5.0.5 menghasilkan solusi optimal sebesar 265.9 dengan 77 kali iterasi dalam waktu 0,04 detik.

Tabel 5 Solusi Optimal Untuk Dua Armada

No	Variabel	Solusi	No	Variabel	Solusi
1	X ₁₁₄	1	12	X ₁₀₁₁	1
2	X ₁₁₅	1	13	X ₁₁₁₂	1
3	X ₁₁₉	1	14	X ₁₂₇	1
4	X ₂₁	1	15	X ₁₃₂	1
5	X ₃₁	1	16	X ₁₄₉	1
6	X ₄₁₃	1	17	X ₁₅₁₇	1
7	X ₅₄	1	18	X ₁₆₃	1
8	X ₆₅	1	19	X ₁₇₁₆	1
9	X ₇₆	1	20	X ₁₈₁	1
10	X ₈₁₀	1	21	X ₁₉₂₀	1
11	X ₉₈	1	22	X ₂₀₁₈	1

Sumber: Data Diolah

Variabel lain yang tidak dicantumkan dalam tabel diatas adalah variabel yang tidak termasuk kedalam fungsi solusi atau variabel yang bernilai 0. Rute perjalanan untuk ketiga armada dapat diketahui dengan mengurutkan perjalanan dari titik 1 ke titik selanjutnya hingga kembali lagi ke titik 1. Rute perjalanan juga memenuhi persyaratan fungsi kendala.

Tabel 6 Rute Perjalanan Armada Pertama

Urutan perjalanan	Variabel	Dari kecamatan	Ke kecamatan
1	X ₁₁₄	Sumbersari	Ambulu
2	X ₁₄₉	Ambulu	Wuluhan
3	X ₉₈	Wuluhan	Balung
4	X ₈₁₀	Balung	Kasian
5	X ₁₀₁₁	Kasian	Gumuk Mas
6	X ₁₁₁₂	Gumuk Mas	Kencong
7	X ₁₂₇	Kencong	Tanggul
8	X ₇₆	Tanggul	Bangsalsari
9	X ₆₅	Bangsalsari	Rambipuji
10	X ₅₄	Rambipuji	Kaliwates
11	X ₄₁₃	Kaliwates	Jenggawah
12	X ₁₃₂	Jenggawah	Kebonsari
13	X ₂₁	Kebonsari	Sumbersari

Sumber: Data Diolah

Armada pertama menempuh total jarak sejauh 137.3 kilometer untuk mendistribusikan gas LPG 3kg dengan waktu keberangkatan yang sama dengan armada kedua dan armada ketiga.

Tabel 7 Rute Perjalanan Armada Kedua

Urutan perjalanan	Variabel	Dari kecamatan	Ke kecamatan
1	X ₁₁₅	Sumbersari	Mumbulsari
2	X ₁₅₁₇	Mumbulsari	Sempolan
3	X ₁₇₁₆	Sempolan	Mayang
4	X ₁₆₁₃	Mayang	Wirolegi
5	X ₁₃₁	Wirolegi	Sumbersari

Sumber: Data Diolah

Armada kedua menempuh total jarak 75.5 kilometer untuk mendistribusikan gas LPG 3kg. Sedangkan rute distribusi yang harus ditempuh oleh armada ketiga adalah sebagai berikut:

Tabel 8 Rute Perjalanan Armada Ketiga

Urutan perjalanan	Variabel	Dari kecamatan	Ke kecamatan
1	X ₁₁₉	Sumbersari	Kalisat
2	X ₁₉₂₀	Kalisat	Sukowono
3	X ₂₀₁₈	Sukowono	Jelbuk
4	X ₁₈₁	Jelbuk	Sumbersari

Sumber: Data Diolah

Armada ketiga menempuh total jarak sebesar 53.1 kilometer dari ketiga Armada tersebut, armada ketiga menempuh jarak paling pendek dan total titik yang dilalui paling sedikit dibandingkan dengan armada-armada yang lainnya.

Hasil Optimal Untuk Empat Armada

Simulasi berikutnya menggunakan empat armada sebagai batasan fungsi kendala. Pada simulasi ini keempat armada akan berangkat bersama-sama sekaligus dari titik pertama dan mendistribusikan gas LPG 3kg ke seluruh agen-agen. Berubahnya batasan fungsi kendala diikuti oleh perubahan jumlah maksimal titik yang dapat dikunjungi dan perubahan beberapa fungsi kendala. Hasil perhitungan dengan software LPSOLVE IDE 5.5.0.5 menunjukkan jarak total yang harus ditempuh oleh keempat armada adalah 271.4 kilometer dengan 177 kali iterasi dalam waktu 0,08 detik.

Tabel 9 Solusi Optimal Untuk Empat Armada

No	Variabel	Solusi	No	Variabel	Solusi
1	X ₁₁₄	1	13	X ₁₀₁₁	1
2	X ₁₁₅	1	14	X ₁₁₁₂	1
3	X ₁₁₇	1	15	X ₁₂₇	1
4	X ₁₁₉	1	16	X ₁₃₂	1
5	X ₂₁	1	17	X ₁₄₉	1
6	X ₃₁	1	18	X ₁₅₁₃	1
7	X ₄₁	1	19	X ₁₆₃	1
8	X ₅₄	1	20	X ₁₇₁₆	1

9	X ₆₅	1	21	X ₁₈₁	1
10	X ₇₆	1	22	X ₁₉₂₀	1
11	X ₈₁₀	1	23	X ₂₀₁₈	1
12	X ₉₈	1			

Sumber: Data Diolah

Berbeda dengan proses sebelumnya yang menggunakan tiga armada. Distribusi dengan empat armada menjadikan jumlah perjalanan yang harus dilakukan dalam proses distribusi meningkat menjadi 23 perjalanan, dan armada yang melakukan perjalanan distribusi keagen-agen menjadi empat armada. Untuk rincian rute dengan menggunakan empat armada dengan masing-masing armada adalah sebagai berikut:

Tabel 10 Rute perjalanan armada pertama

Urutan perjalanan	Variabel	Dari kecamatan Ke kecamatan	
1	X ₁₁₄	Sumbersari	Ambulu
2	X ₁₄₉	Ambulu	Wuluhan
3	X ₉₈	Wuluhan	Balung
4	X ₈₁₀	Balung	Kasian
5	X ₁₀₁₁	Kasian	Gumuk Mas
6	X ₁₁₁₂	Gumuk Mas	Kencong
7	X ₁₂₇	Kencong	Tanggul
8	X ₇₆	Tanggul	Bangsals
9	X ₆₅	Bangsals	Rambipuji
10	X ₅₄	Rambipuji	Kaliwates
11	X ₄₁	Kaliwates	Sumbersari

Sumber: Data Diolah

Armada pertama menempuh jarak sejauh 120.4 kilometer untuk mendistribusikan gas LPG 3kg. Armada pertama mendistribusikan paling banyak dan jumlah titik yang dilalui juga paling banyak. Sedangkan untuk jalur distribusi armada kedua disajikan pada tabel berikut:

Tabel 11 Rute perjalanan armada kedua

Urutan perjalanan	Variabel	Dari kecamatan Ke kecamatan	
1	X ₁₁₅	Sumbersari	Mumbulsari
2	X ₁₅₁₃	Mumbulsari	Jenggawah
3	X ₁₃₂	Jenggawah	Kebonsari
4	X ₂₁	Kebonsari	Sumbersari

Sumber: Data Diolah

Jumlah kecamatan yang dikunjungi oleh armada kedua adalah 3 kecamatan yang meliputi kecamatan mumbulsari, jenggawah, dan kebonsari dengan jarak tempuh sebesar 56 kilometer. Untuk rute armada ketiga disajikan pada tabel berikut:

Tabel 12 Rute perjalanan armada ketiga

Urutan perjalanan	Variabel	Dari kecamatan Ke kecamatan	
-------------------	----------	-----------------------------	--

1	X ₁₁₇	Sumbersari	Sempolan
2	X ₁₇₁₆	Sempolan	Mayang
3	X ₁₆₃	Mayang	Wirolegi
4	X ₃₁	Wirolegi	Sumbersari

Sumber: Data Diolah

Jumlah kecamatan yang dikunjungi oleh armada ketiga sama banyaknya dengan jumlah kecamatan yang dikunjungi oleh armada kedua. Perbedaannya adalah armada ketiga melakukan distribusi dengan jarak lebih pendek yaitu sebesar 41.9 kilometer. Untuk armada keempat disajikan pada tabel berikut:

Tabel 13 Rute perjalanan armada keempat

Urutan perjalanan	Variabel	Dari kecamatan Ke kecamatan	
1	X ₁₁₉	Sumbersari	Kalisat
2	X ₁₉₂₀	Kalisat	Sukowono
3	X ₂₀₁₈	Sukowono	Jelbuk
4	X ₁₈₁	Jelbuk	Sumbersari

Sumber: Data Diolah

Armada keempat menempuh jarak sebesar 53.1 kilometer. Jumlah titik yang ditempuh sama dengan armada ketiga dan kedua.

Dari perhitungan dengan menggunakan dua armada diperoleh jumlah jarak total yang ditempuh adalah 244 kilometer. Proses distribusi dua armada adalah yang optimal dibandingkan dengan tiga armada dan empat armada, hal ini disebabkan karena pendistribusian menggunakan dua armada yang berangkat pada titik yang sama sebanyak dua armada jadi jarak antar titik yang dilalui lebih sedikit meskipun jumlah titik tujuan rute armada pertama dan rute armada sangat panjang. Sedangkan menggunakan tiga armada diperoleh total jarak tempuh sebesar 265.9 kilometer. Proses distribusi dengan armada ini digunakan tiga armada yang melakukan pendistribusian dari titik yang sama ke kecamatan-kecamatan, dengan menambah jumlah armada tidak serta merta mengurangi total jarak tempuh, hal itu disebabkan pembagian armada titik-titik yang dilalui bertambah jauh antar titik keberangkatan dengan titik tujuan. Pada simulasi perhitungan dengan menggunakan empat armada diperoleh total jarak tempuh sebesar 271,4 kilometer. Dari pengolahan data tersebut pendistribusian empat armada menghasilkan total jarak yang paling besar dibandingkan dengan dua armada dan tiga armada. Dikarenakan penyebaran antar titik-titik tujuan yang dijangkau oleh rute perjalanan armada dua, tiga, dan empat armada dapat didistribusikan menggunakan satu armada saja sehingga dapat memperkecil jarak tempuh pendistribusian.

Dari uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa tujuan dari penelitian ini telah tercapai sesuai dengan tujuan penelitian yaitu untuk menentukan jalur distribusi terpendek. Hal itu memenuhi fungsi dan tujuan perencanaan pola distribusi yang dapat menghemat waktu dan jarak tempuh.

Penghematan waktu dan jarak tempuh dapat dipergunakan untuk kegiatan lain semisal perawatan kendaraan yang digunakan sebagai proses distribusi. Selain itu penghematan-penghematan tersebut berarti peningkatan efektivitas kerja yang dapat meningkatkan daya saing perusahaan terhadap competitor.

Kesimpulan dan Keterbatasan

Kesimpulan

Kegiatan rutin yang dilakukan oleh PT Suka Damai Abadi Jember dalam mendistribusikan gas LPG 3kg ke agen-agen dalam hal ini pos kecamatan di Kabupaten Jember membutuhkan perhitungan khusus. Perhitungan tersebut dibutuhkan untuk membantu mengoptimalkan sumber daya yang digunakan dalam proses distribusi agar perusahaan mendapatkan keuntungan sesuai dengan yang diharapkan. Berdasarkan perhitungan dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Urutan pola distribusi dari jarak yang paling pendek adalah dengan menggunakan dua armada dengan jarak tempuh 224 kilometer, tiga armada dengan total jarak tempuh 265,9 kilometer, empat armada 271.4 kilometer. Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak armada yang digunakan maka akan bertambah jauh total jarak yang harus ditempuh, dengan asumsi titik minimal yang wajib dilalui sama. Dari urutan jarak diatas, dapat diketahui bahwa rute distribusi terpendek terjadi pada penggunaan armada pengirim gas LPG 3kg sejumlah dua armada.

Keterbatasan

Penelitian ini tidak menjelaskan besarnya efisiensi biaya yang digunakan untuk pendistribusian gas LPG 3kg. Penelitian ini menjelaskan rute terpendek untuk setiap armada yang melakukan pendistribusian gas LPG 3kg. Sampel yang diambil dalam penelitian ini hanya sebagian dari kecamatan yang ada di kabupaten Jember dan distribusi pada penelitian ini tidak dibagi dalam jadwal tertentu, sehingga kemungkinan yang bisa terjadi jika distribusi dijadwal setiap minggu atau setiap bulan akan menambah efisiensi dari perusahaan.

Pihak PT Suka Damai Abadi Jember dapat menggunakan dua armada dengan jumlah 20 titik kecamatan, dikarenakan dengan menggunakan dua armada menghasilkan rute terpendek/efektif. Mahasiswa dapat lebih sadar akan aplikasi linear programming dalam berbagai bidang yang dapat ditemui di kehidupan nyata dan dapat mengaplikasikannya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pemilik PT Suka Damai Abadi Jember yaitu Ibu Susilowati yang telah memberikan informasi berkaitan dengan data yang dibutuhkan penulis.

Daftar Pustaka

- Arikunto, S. 2006. **Prosedur Penelitian Suatu pendekatan Praktik**. Ed Revisi VI. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Heizer & Render. 2005. **Manajemen Operasi Edisi Ketujuh**. Jakarta: Salemba Empat.
- Kara, I. and Bektas, T. 2006. Integer Linear Programming Formulation of Multiple Salesman Problems and its Variation. *European Journal of Operation Research*. Vol 174, issue 3, 1 November 2006.
- Muslich, Muhammad. 2010. **Metode Pengambilan Keputusan Kuantitatif**. Edisi pertama, Cetakan Kedua. Bumi Aksara.
- Nur Cahyo Ari Wibawa. 2013. **Optimalisasi Distribusi Gula Pasir Menggunakan Linear Programming Pada Pt Madubaru Pg-Ps Madukismo Yogyakarta**. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Suyanto. 2010. **Algoritma Optimasi Determenistik atau Probabilitik**. Jakarta: Graha Ilmu.
- Umar, Husein. 2003. **Business An Introduction**. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Wahyujati Ajie. 2008. **Integer Programming Operation Research**. Jakarta