



Studi Kasus

Aplikasi Penentuan Rute Distribusi LPG 3 Kg

Difana Meilani, Arefa Iswara

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang 25163, Sumatera Barat, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: July 16, 18
 Revised: October 14, 18
 Available online: October 30, 18

KEYWORDS

LPG 3 kg, rute pengiriman, algoritma *Clarke and Wright Savings Matrix*, *Branch and Bound*

CORRESPONDENCE

Telepon: +6281317044255
 E-mail: difana@eng.unand.ac.id

A B S T R A C T

PT IB Sumberdaya Development is one of Liquefied Petroleum Gasses (LPG) agent partners of PT Pertamina. This company is assigned to distribute 3 kg LPG. The LPG shipment is carried out from Monday to Saturday. The shipment goes to 66 depots using agent vehicle which are registered in PT Pertamina. Preliminary study found that there were problems which related to the long distance shipment and the limitation of transportation and capacity. In this research, the shipment routes of 3 kg LPG in PT IB is determined. Sumberdaya Development problems consist of the distance of the travel, the time of travel, and optimal transportation cost. Based on Clarke and Wright Savings Matrix algorithm, by considering the vehicle capacity, the distance can be minimized. The point of this algorithm is calculating the saving by measuring the available reduction of distance and time. It is done by linking the existing depots and making a route which is based on the largest saving value of the distance from agent to the destination depot. Each route is optimized by WIN QSB software by using Branch and Bound method. A program to facilitate the determination of shipment routes by using PHP programming language was designed. The proposed route for the 3 kg LPG shipment is 762.35 km with 33.58% saving, and the proposed time is 2929 minutes with 15.27% saving. The shipment schedule is designed from Monday to Saturday with each of 7 routes. This is better than the actual route used by the company.

PENDAHULUAN

Liquefied Petroleum Gasses (LPG) merupakan bahan bakar berupa gas yang dicairkan dan merupakan produk minyak bumi yang ramah lingkungan dan banyak digunakan oleh rumah tangga dan industri [1]. Program konversi minyak tanah ke LPG yang diterapkan oleh pemerintah Indonesia sejak tahun 2007 kini telah menjangkau hampir seluruh kawasan Indonesia [2, 3]. Hal ini menyebabkan banyaknya permintaan masyarakat terhadap LPG, khususnya LPG 3 kg. Produk LPG ini merupakan salah satu produk Pertamina yang paling banyak digunakan masyarakat, karena praktis dan memiliki harga yang paling murah.

PT IB Sumberdaya Development merupakan salah satu agen LPG 3 kg bersubsidi untuk wilayah Kota Padang. Perusahaan ini berlokasi di Jalan Dr. M. Hatta nomor 11D Padang, Sumatra Barat. Perusahaan ini menyalurkan LPG dari Stasiun Pengangkutan dan Pengisian Bulk Elpiji (SPPBE) kepada pangkalan yang telah terdaftar di Pertamina. Proses pendistribusian LPG 3 kg di PT IB Sumberdaya Development menggunakan 5 mobil. Pengisian tabung gas di SPPBE menggunakan 3 unit mobil besar, yaitu truk *canter* serta penyaluran tabung gas ke pangkalan menggunakan 2 unit mobil kecil, yaitu *carry* dan L300, serta 1 unit truk *canter*. Proses awal pendistribusian dimulai dari pemberian jatah jumlah *Load Order* (LO) dari Pertamina setiap bulan berdasarkan jumlah tabung dan pangkalan yang dimiliki agen serta pembagian kuota subsidi LPG

DOI: [10.25077/josi.v17.n2.p208-219.2018](https://doi.org/10.25077/josi.v17.n2.p208-219.2018)

3 kg yang dilakukan Pertamina terhadap setiap agen. Pengambilan dan pengisian ulang tabung LPG 3 kg di SPPBE dapat dilakukan setelah agen melunasi pembayaran terhadap LPG yang telah dijatahkan. Selanjutnya, agen menyalurkan LPG ke 66 pangkalan sesuai dengan pembagian jatah jumlah LPG yang dilakukan oleh agen berdasarkan jumlah tabung gas yang diinvestasikan oleh pangkalan. Jumlah tabung LPG 3 kg yang dikirimkan pada Hari Senin hingga Sabtu setiap minggu selalu sama.

Pengiriman LPG 3 kg yang dilakukan ke 66 pangkalan yang berada di Kota Padang telah berjalan dengan baik, namun belum maksimal karena jarak pengiriman yang ditempuh cukup panjang, serta sarana pengangkut dan kapasitas yang terbatas. Mobil jenis *carry* mampu mengangkut 225 tabung, mobil jenis L300 mampu mengangkut sebanyak 270 tabung, dan truk *canter* mampu mengangkut sebanyak 560 tabung gas. Sementara itu, jumlah LPG 3 kg yang harus dikirimkan pada hari kerja berkisar antara 2030 hingga 2490 tabung. Lokasi pangkalan yang tersebar di 66 titik dan kapasitas mobil pengangkut yang terbatas membuat timbulnya permasalahan terkait rute pengiriman. Contohnya, pada hari Senin, jumlah tabung LPG yang akan dikirimkan sebanyak 2170 tabung untuk 15 pangkalan. Mobil perusahaan yang digunakan untuk mengirimkan tabung adalah 3 unit mobil dengan total kapasitas 1055 tabung. Kapasitas mobil pengangkut yang lebih kecil dibandingkan jumlah tabung LPG 3 kg yang harus dikirimkan menyebabkan waktu pengiriman LPG kurang maksimal karena terjadinya pengambilan tabung gas ke

agen yang berulang-ulang untuk memenuhi pengiriman ke seluruh pangkalan. Perusahaan juga belum mengoptimalkan penggunaan mobil pengangkut karena hanya digunakan 3 mobil untuk pengiriman LPG, sedangkan total mobil yang dimiliki adalah 5 unit. Hal ini dilakukan perusahaan karena 1 unit mobil harus kembali ke SPPBE untuk melakukan pengisian LPG dan 1 unit mobil lainnya tidak digunakan untuk menghemat biaya bahan bakar yang dikeluarkan berdasarkan keterangan dari salah seorang karyawan.

Penyusunan jadwal pengiriman LPG 3 kg yang dilakukan perusahaan hanya berdasarkan pembagian kuota tabung LPG 3 kg yang ditetapkan oleh perusahaan. Misalnya, pada hari Selasa agen harus mengirimkan LPG 3 kg ke pangkalan yang berlokasi di Lubuk Minturun dan Bungus. Kedua lokasi ini memiliki jarak yang panjang yaitu 25,9 km dari agen dan jarak antara kedua pangkalan tersebut 31,5 km. Hal ini membuktikan bahwa perusahaan belum mempertimbangkan jarak dalam menjadwalkan pengiriman tabung gas sehingga dalam proses pengiriman setiap harinya, jarak yang harus ditempuh cukup panjang. Permasalahan ini dapat dioptimalkan dengan melakukan penentuan rute disesuaikan dengan kapasitas dan jarak yang harus ditempuh. Perusahaan juga belum merancang rute pengiriman LPG 3 kg dari pangkalan satu ke pangkalan lainnya dengan pemilihan rute yang konsisten dan optimal. Perencanaan urutan pengiriman LPG 3 kg masih berdasarkan pengalaman supir dengan anggapan pangkalan terdekat. Lokasi pangkalan yang tersebar di 66 lokasi yang jaraknya bervariasi dan jumlah LPG 3 kg yang harus dikirimkan berbeda setiap harinya membuat agen perlu menentukan rute transportasi yang akan dilalui kendaraan pada setiap proses pengiriman.

Dari kajian literatur, penentuan rute dan penjadwalan dapat diklasifikasikan menurut beberapa hal diantaranya karakteristik sistem pengiriman, kapasitas kendaraan, tujuan penentuan rute dan penjadwalan [4]. Secara sederhana klasifikasi masalah penentuan rute dan penjadwalan sebagai berikut: *Travelling Salesman Problem (TSP)*; *Multiple Traveling Salesman Problem (MTSP)*; *Vehicle Routing Problem (VRP)*; dan *Chinese Postman Problem (CPP)* [4].

Untuk permasalahan pada penelitian ini, model yang cocok digunakan adalah *Vehicle Routing Problem*, yaitu masalah penentuan rute dan penjadwalan dimana diadakan beberapa pembatasan misalnya kapasitas dari beberapa kendaraan atau waktu pengiriman serta ada kemungkinan permintaan atau situasi yang berubah-ubah. Permasalahan ini diklasifikasikan lagi menjadi beberapa jenis berdasarkan batasan yang ada [5]. Fungsi dari VRP adalah untuk menyelesaikan persoalan dimana keadaan pengiriman memiliki banyak titik dan dilakukan secara kontinu pada suatu area. Sedangkan metode yang dipilih adalah metode *Clark and Wright Saving Heuristic*. Metode *saving matrix* adalah metode untuk meminimumkan jarak, waktu atau biaya dengan mempertimbangkan kendala yang ada [6]. *Clark and Wright Saving Heuristic* adalah satu metode heuristik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam transportasi untuk menentukan rute dan jadwal distribusi produk yang dikembangkan oleh Clarke dan Wright pada tahun 1964. Tujuan dari metode ini adalah untuk meminimalkan total jarak tempuh atau waktu atau biaya dengan mempertimbangkan armada yang digunakan [7].

Beberapa penelitian yang hanya merancang rute distribusi berdasarkan metode *Clark and Wright Saving Heuristic* diantaranya adalah peneliti Ekawati dan Febriana [8], Saputra [9], dan Sianipar *et al.* [4]. Namun, agar hasil yang didapatkan lebih optimal, maka dapat dilanjutkan dengan menggunakan metode *Branch and Bound*. Algoritma *Branch and Bound* merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk menemukan jalur terpendek dengan syarat semua tempat hanya dilalui sekali [10]. Selanjutnya, untuk memudahkan dalam perhitungan maka harus terintegrasi komputer sehingga diperlukan suatu aplikasi komputer agar dapat memenuhi permintaan pelanggan pada lokasi yang berbeda dengan cepat dan tepat, serta dapat meminimumkan biaya transportasi dalam setiap pengirimannya.

Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute transportasi pengiriman LPG 3 kg di PT IB Sumberdaya Development, sehingga diperoleh jarak tempuh, waktu tempuh, dan biaya transportasi yang optimal. Penelitian ini kemudian juga merancang aplikasinya sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perusahaan sehingga proses pengiriman LPG 3 kg dapat berjalan optimal.

METODE

Penelitian ini menggunakan data berikut dalam pengolahan data, yaitu:

1. Data primer

Data primer diperoleh melalui observasi langsung pada objek penelitian seperti pengamatan langsung terkait proses-proses yang ada, serta wawancara dengan pihak terkait seperti staf dan sopir PT IB Sumberdaya Development.

 - a. Waktu proses *loading* dan *unloading*

Proses *loading* adalah proses saat memasukkan tabung LPG 3 kg ke dalam mobil angkut dan proses *unloading* adalah proses menurunkan tabung LPG 3 kg dari mobil angkut. Waktu baku untuk proses *loading* dan *unloading* tabung LPG 3 kg adalah 8,152 detik.
 - b. Proses distribusi

Sistem pengiriman LPG 3 kg yang diterapkan oleh perusahaan dilakukan setelah agen menetapkan jumlah LPG yang akan dikirim ke 66 pangkalan di Kota Padang. Proses pengiriman dilakukan dengan menggunakan 3 mobil perusahaan dan pengiriman dilaksanakan pada hari Senin hingga Sabtu.
2. Data sekunder

Data sekunder diperoleh dengan cara meminta langsung kepada pihak terkait, berupa:

 - a. Jumlah pangkalan

Pangkalan yang diteliti adalah pangkalan yang telah terdaftar di agen dan berjumlah 66 pangkalan.
 - b. Jumlah pengiriman LPG 3 kg ke pangkalan.

Jumlah pengiriman LPG 3 kg ke pangkalan diperoleh dari staf perusahaan berupa data pengiriman dalam 1 bulan. Data yang diamati adalah jadwal pengiriman pada bulan Januari 2017. Jumlah pengiriman LPG ke pangkalan ditentukan oleh agen setiap bulannya sesuai dengan jumlah LO yang dijatahkan Pertamina dan jumlah LO yang dapat ditebus oleh agen kepada Pertamina.

- c. Jarak agen ke pangkalan dan jarak pangkalan ke pangkalan lainnya.
Jarak agen ke pangkalan dan jarak pangkalan ke pangkalan lainnya diperoleh dengan menggunakan aplikasi *google maps*. Jarak ini diperoleh dengan memasukkan alamat pangkalan dan agen ke *google maps* sehingga diperoleh jarak dalam km.
- d. Kapasitas mobil angkut
Alat angkut yang digunakan dalam pengiriman LPG 3 kg adalah 3 jenis mobil. Truk *canter* berkapasitas 560 tabung, *carry* berkapasitas 225 tabung, dan L300 berkapasitas 270 tabung.
- e. Kecepatan mobil angkut
Semua mobil diasumsikan memiliki kecepatan rata-rata 40 km/jam. Hal ini sesuai dengan Permenhub No. 111 Tahun 2015 [11].
- f. Penggunaan BBM untuk setiap mobil angkut
Penggunaan BBM disesuaikan dengan jenis kendaraan yang dapat dilihat pada Tabel 1. Hal ini juga menentukan jarak tempuh per liter setiap kendaraan.
- g. Waktu pengiriman
Waktu pengiriman LPG 3 kg setiap hari kerja dalam satu minggu adalah 4 jam mulai dari pukul 13.00 WIB hingga 17.00 WIB. Total waktu pengiriman LPG 3 kg adalah 240 menit untuk masing-masing alat angkut.

Tabel 1. Penggunaan BBM Setiap Mobil Angkut

Mobil Angkut	Jenis BBM	Jarak Tempuh /liter (km)	Harga /liter (Rp)
Carry	Bensin	9	6.550
L300	Bensin	10	6.550
Truk Canter	Solar	9	5.150

Pada penelitian ini, pengolahan data dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu:

1. Menentukan jarak, waktu dan biaya berdasarkan rute aktual

Pada awalnya, ditentukan waktu *loading* dan *unloading* aktual. Waktu ini didapatkan dengan mengalikan antara jumlah pengiriman dengan waktu *loading* dan *unloading* (dalam satuan detik). Satuan waktu akhir dijadikan dalam menit. Untuk perhitungan waktu tempuh aktual didapatkan dengan menggunakan perhitungan:

$$W_{ij} = \left(\frac{C_{ij}}{v} \times 60 \text{ menit} \right) + t_{i(\text{loading}+\text{unloading})} + t_{j(\text{loading}+\text{unloading})} \quad \dots (1)$$

$$\text{Biaya BBM} = \frac{\text{Jarak tempuh}}{\text{Jarak tempuh/liter}} \times \text{Harga BBM/liter} \quad \dots (2)$$

2. Menentukan jarak, waktu, dan biaya berdasarkan rute usulan.

- a. Menentukan rute pengiriman usulan dengan algoritma *clarke and wright savings matrix*

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengerjaan dengan menggunakan algoritma *clarke and wright savings* yaitu [9, 12],:

Langkah 1

Inisialisasi data jarak, data jumlah permintaan, data waktu pelayanan, kecepatan rata-rata kendaraan dan kapasitas kendaraan sebagai input yang dibutuhkan.

Langkah 2

Membuat matriks jarak antar depot ke konsumen dan antar konsumen ke konsumen, bentuk umum matriks jarak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bentuk Umum Matriks Jarak

	V ₀	...	V _i	...	V _j	...	V _n
V ₀	0						
...		0					
V _i	C _{0i}		0				
...							
V _j	C _{0j}		C _{ij}		0		
...						0	
V _n	C _{0n}		C _{in}		C _{jn}		0

Langkah 3

Menghitung nilai *saving* menggunakan persamaan (3) untuk setiap pelanggan untuk mengetahui nilai penghematan.

$$S_{ij} = C_{0i} + C_{0j} - C_{ij} \quad (3)$$

Langkah 4

Mengurutkan pasangan pelanggan berdasarkan nilai *saving* matriks jarak dari nilai *saving* matriks terbesar hingga yang terkecil. Tabel 3 menunjukkan bentuk umum dari matriks *saving*.

Tabel 3. Bentuk Umum Matriks Saving

	V ₁	...	V _i	...	V _j	...	V _n
V ₁	-						
...		-					
V _i	S _{1i}		-				
...							
V _j	S _{1j}		S _{ij}		-		
...						-	
V _n	S _{1n}		S _{in}		S _{jn}		-

Langkah 5

Membentuk rute pertama (t = 1).

Langkah 6

Menentukan pelanggan pertama yang ditugaskan pada rute dengan cara memilih kombinasi pelanggan dengan nilai *saving* terbesar.

Langkah 7

Menghitung banyaknya jumlah permintaan dari konsumen yang telah terpilih. Apabila jumlah permintaan masih memenuhi kapasitas kendaraan maka lanjut ke langkah 8. Apabila jumlah permintaan melebihi kapasitas kendaraan, maka dilanjutkan ke langkah 11.

Langkah 8

Menghitung total jarak, waktu perjalanan, waktu pelayanan, dan total waktu berdasarkan pelanggan yang telah terpilih.

Langkah 9

Apabila total waktu kecil dari total waktu tersedia, maka pelanggan tersebut terpilih untuk ditugaskan pada rute kemudian lanjut ke langkah 10. Apabila waktu besar dari waktu tersedia, maka dilanjutkan ke langkah 11.

Langkah 10

Memilih pelanggan selanjutnya yang akan ditugaskan berdasarkan kombinasi pelanggan terakhir yang terpilih dengan nilai *saving* terbesar, kembali ke langkah 7.

Langkah 11

Menghapus pelanggan terakhir yang terpilih, lanjut ke langkah 12.

Langkah 12

Memasukkan pelanggan yang terpilih sebelumnya untuk ditugaskan kedalam rute maka rute (t) telah terbentuk. Apabila masih ada pelanggan yang belum terpilih maka lanjut ke langkah 13. Apabila semua pelanggan telah ditugaskan, maka proses pengerjaan algoritma *clarke and wright savings* telah selesai.

Langkah 13

Pembentukan rute baru ($t = t + 1$), lanjut ke langkah 6.

- b. Menggunakan metode *branch and bound* untuk masing-masing rute

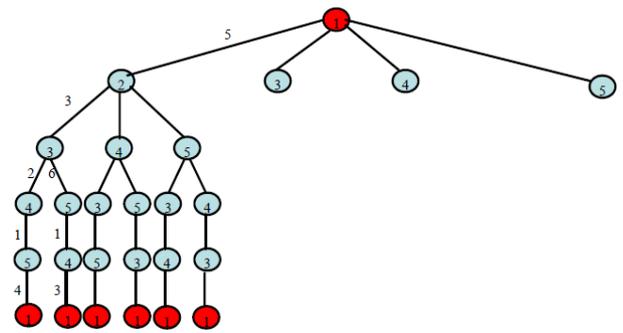
Metode ini menggunakan pohon pencarian (*search tree*) dan setiap simpul di pohon merupakan representasi dari sejumlah kemungkinan solusi dari TSP (Traveling Salesmen Problem) [10]. Permasalahan *Traveling Salesman Problem* (TSP) adalah permasalahan dimana seorang salesman harus mengunjungi setiap titik konsumen, dan harus dimulai dan berawal dari tempat yang sama [13, [14]. Metode ini hanya dapat digunakan untuk masalah optimasi saja. Algoritma dimulai dengan pengisian sebuah nilai ke akar dari pohon pencarian tersebut. Pencabangan dilakukan dengan memasang sebuah *pending node* ke *pending node* lain yang lebih rendah levelnya. Bobot juga dihitung pada setiap proses dan ditulis di simpul pohon. Jika sebuah simpul diketahui merupakan solusi yang tidak mungkin bagi persoalan yang dihadapi, simpul tersebut diisi dengan nilai tak terbatas (*infinity*). Algoritma berhenti ketika sudah tidak mungkin lagi untuk membentuk simpul baru di pohon atau hasil terakhir yang ditemukan merupakan hasil yang lebih rendah (minimum) dari isi simpul yang telah ada pada level yang lebih rendah.

Tujuan dari metode ini adalah untuk menemukan solusi dengan mengenumerasikan sedikit mungkin simpul pohon. Dalam melakukan pencabangan harus dipilih sebuah *pending node* yang mempunyai bobot paling kecil. Pencarian solusi dengan pencabangan berhenti ketika kita telah menemukan solusi yang mungkin dan merupakan bobot terkecil dari semua bobot *pending node* [15]. Gambar 1 menunjukkan *search tree* pada metode *branch and bound*.

Model matematis yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan ini dengan metode *branch and bound* adalah:

- 1. Variabel keputusan

Variabel keputusan adalah rute pengiriman produk, yaitu X_{ij}
 $\in \{0,1\}$. Apabila $X_{ij} = 1$ maka perjalanan dilakukan dari titik i menuju titik j . Sebaliknya apabila $X_{ij} = 0$ maka tidak ada perjalanan dilakukan dari titik i menuju titik j .



Gambar 1. *Search Tree* pada Metode *Branch and Bound*

- 2. Fungsi tujuan

Fungsi tujuan dari permasalahan ini adalah meminimumkan jarak dan waktu tempuh dalam pengiriman LPG 3 kg. Formulasi matematis dari fungsi tujuan ini adalah :

$$\text{Min } \sum_i^n \sum_j^n X_{ij} C_{ij} \tag{2}$$

- 3. Fungsi kendala

Fungsi kendala pada permasalahan ini adalah jumlah mobil angkut yang digunakan, kapasitas mobil angkut, jumlah LPG yang akan dikirimkan, serta waktu kerja per hari. Formulasi matematis untuk fungsi kendala adalah :

- a. Setiap konsumen hanya dapat dilayani oleh satu kendaraan.

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1, \text{ untuk } j = 2, 3, \dots, n-1 \text{ dan } i \neq j \tag{3}$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1, \text{ untuk } i = 2, 3, \dots, n-1 \text{ dan } i \neq j \tag{4}$$

- b. Kapasitas mobil angkut harus lebih besar dari jumlah permintaan yang akan dikirim kepada pelanggan

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} D_i \leq P_x \tag{5}$$

- c. Waktu yang digunakan untuk pengiriman harus lebih kecil dibandingkan waktu kerja per hari.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} W_{ij} \leq W_k \tag{6}$$

Metode *branch and bound* menggunakan *software* WINQSB.

- 3. Merancang program untuk menentukan waktu tempuh dan biaya transportasi pengiriman LPG 3 kg

Program ini dirancang untuk memudahkan perusahaan dalam menentukan waktu tempuh dan biaya transportasi pengiriman LPG 3 kg. Program dirancang menggunakan bahasa pemrograman PHP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jarak, Waktu, dan Biaya Transportasi Berdasarkan Rute Aktual

Berdasarkan jadwal pengiriman, maka dapat ditentukan total jarak tempuh, waktu, serta biaya transportasi yang diterapkan perusahaan saat ini. Pada awalnya dilakukan perhitungan terhadap waktu *loading* dan *unloading* yang dilakukan perusahaan saat ini. Contohnya pada rute Senin, waktu *loading* dan *unloading* di setiap pangkalan dapat dilihat pada Tabel 4. Selanjutnya dilakukan perhitungan jarak, waktu, dan biaya untuk setiap harinya.

Tabel 4. Perhitungan Waktu Loading dan Unloading Aktual Hari Senin pada Bulan Januari 2017

Nomor Pangkalan	Jumlah Pengiriman	Jenis Kendaraan	Waktu (menit)
4	100	1300	13,59
8	160	1300	21,74
12	150	canter	20,38
18	70	carry	9,51
19	60	carry	8,15
26	280	canter	38,04
32	150	carry	20,38
37	150	1300	20,38
40	150	carry	20,38
42	140	1300	19,02
52	280	canter	38,04
55	100	canter	13,59
56	130	1300	17,66
64	100	1300	13,59
66	150	canter	20,38
Total			2170

Tabel 4 menunjukkan bahwa pengiriman tabung LPG dilakukan ke 15 pangkalan. Tabel 5 merupakan rekapitulasi jarak, waktu, dan biaya aktual untuk hari Senin. Pada kolom rute, angka 0 artinya Agen, angka 4 artinya Pangkalan 4, dan angka 8 artinya Pangkalan 8. Total jarak tempuh pada hari Senin yaitu 143,7 km dan waktu tempuh 490 menit. Jarak yang ditempuh oleh mobil angkut dipengaruhi oleh jenis bahan bakar yang digunakan, maka diperoleh biaya sebesar Rp92.884,00. Rekapitulasi jarak, waktu, dan biaya aktual yang dikeluarkan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Jarak, Waktu, dan Biaya Aktual

Hari	Jumlah Pangkalan Dikunjungi	Jarak Tempuh (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Biaya BBM (Rp)
Senin	15	143,7	490,00	92.884
Selasa	24	233,85	655,80	152.049
Rabu	20	203,3	597,06	130.005
Kamis	18	202,5	553,74	134.437
Jumat	23	184,25	614,68	119.072
Sabtu	22	180,15	546,03	119.143
Total		1147,75	3457,32	747.590

Jarak, Waktu, dan Biaya Transportasi Berdasarkan Rute Usulan

Menentukan rute pengiriman usulan dimulai dengan menggunakan algoritma *clarke and wright savings matrix*. Rute yang telah terbentuk dioptimalkan kembali dengan menggunakan metode *branch and bound*. Selanjutnya dilakukan perhitungan

Tabel 5. Perhitungan Jarak, Waktu, dan Biaya Aktual Senin

No Rute	Mobil Angkut	Rute	Jarak Tempuh (Km)	Waktu Tempuh (menit)	Biaya BBM
1	L300	0-4-8-0	$2,2 + 0,7 + 2,6 = 5,5$	43,58	Rp 3.603
2	Carry	0-18-32-0	$1,5 + 12,2 + 12,4 = 26,1$	69,04	Rp 18.995
3	Truk Canter	0-26-52-0	$6 + 8,8 + 7,5 = 22,3$	109,54	Rp 12.761
4	Carry	0-40-19-0	$1,1 + 9 + 7,5 = 17,6$	54,93	Rp 12.809
5	L300	0-64-37-0	$10,6 + 3,1 + 11,9 = 25,6$	72,37	Rp 16.768
6	L300	0-42-56-0	$5,2 + 6,7 + 3,6 = 15,5$	59,93	Rp 10.153
7	Truk Canter	0-66-55-0	$9,4 + 9,6 + 10,9 = 31,1$	80,62	Rp 17.796
	Total Jarak		143,7	490,00	Rp 92.884

terhadap biaya transportasi yang ditimbulkan oleh rute pengiriman usulan.

Menentukan Rute Pengiriman Usulan dengan Algoritma Clarke and Wright Savings Matrix

Pengolahan data dengan metode ini dilakukan untuk setiap hari kerja yaitu mulai dari Senin hingga Sabtu. Pengolahan data dilakukan dengan beberapa langkah:

1. Membuat matriks jarak antar agen ke pangkalan dan pangkalan ke pangkalan lainnya, dapat dilihat pada Tabel 7. Jarak dalam kilometer ini didapatkan dengan menggunakan *google maps*.

Tabel 7. Matriks Jarak Antar Agen ke Pangkalan dan Pangkalan ke Pangkalan Lainnya

		Agen		Pangkalan					
		1	2	3	4	5	...	66	
Pangkalan	Agen	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	8,5	-	-	-	-	-	-	-
	2	10,8	8,7	-	-	-	-	-	-
	3	5,9	8,7	13,7	-	-	-	-	-
	4	2,2	6,7	10,9	4,9	-	-	-	-
	5	10	5,2	10,6	5,6	9,3	-	-	-
	6	10,7	5,9	11,3	6	10	0,7	...	-
	7	7,4	4,7	6,4	9,1	5,1	5,6	...	-
	8	2,6	6,9	11,6	4,5	0,7	6,9	...	-
	9	6,1	8,4	7,9	10,4	6,1	8,4	...	-
	10	9,9	11,5	6,4	13,5	9,2	11,5	...	-
...	-	
66	9,4	2,7	8,3	8,4	8,7	5	...	-	

2. Membuat matriks penghematan jarak antar agen ke pangkalan
Hitung nilai penghematan menggunakan rumus persamaan (3) untuk setiap pangkalan dan ditampilkan pada Tabel 8.
3. Mengurutkan pasangan pelanggan berdasarkan nilai penghematan jarak dari nilai terbesar hingga terkecil untuk mendapatkan rute.
Pengurutan nilai penghematan dilakukan untuk setiap hari kerja. Pada awalnya ditentukan berapa rute yang dibutuhkan untuk mengirimkan tabung gas setiap harinya. Penetapan jumlah rute ini dilakukan berdasarkan jumlah LO yang diterima agen setiap harinya yaitu 4 LO atau 2240 tabung dengan 7 rute. Langkah selanjutnya adalah menentukan rute pertama pada hari Senin dengan mengurutkan nilai penghematan jarak terbesar hingga terkecil pada matriks penghematan, ini dapat dilihat pada Tabel 9. Batasan yang digunakan dalam menentukan rute sesuai dengan fungsi kendala pada formula matematis, yaitu batasan kapasitas mobil angkut, jumlah LPG 3 kg yang akan dikirimkan, serta waktu pengiriman.

Tabel 8. Matriks Penghematan Jarak

		Pangkalan						
		1	2	3	4	5	...	66
Pangkalan	1	-						
	2	10,6	-					
	3	5,7	13,5	-				
	4	4	2,7	3,2	-			
	5	13,3	10,2	10,3	2,9	-		
	6	13,3	17,3	10,6	2,9	20	...	
	7	11,2	14,2	4,2	4,5	11,8	...	
	8	4,2	11,8	4	4,1	5,7	...	
	9	6,2	14,6	1,6	2,2	7,7	...	
	10	6,9	18,4	2,3	2,9	8,4	...	
	
66	15,2	20,2	6,9	2,9	14,4	...	-	

Tabel 9. Penentuan Rute 1 pada Hari Senin

		Pangkalan											
		1	2	20	21	22	23	24	25	26	30	31	32
Pangkalan	1	-											
	2	10,6	-										
	3	5,7	13,5										
	22	10,6	16,3	16,9	10,6	-							
	23	6,8	4,6	11,8	7,9	8,4	-						
	24	5,7	15,2	10,7	7,3	3,8	21,9	-					
	25	13,3	19,9	18,9	11,5	15,5	16,5	23,4	-				
	26	1,9	13,5	6,9	2,9	3,4	11,5	19,8	3,5	-			
	27	10,4	17,7	16,2	10,4	14	13,7	23,6	14,4	5,1			
	28	9,1	9,7	14,5	7,9	12,7	13,6	24	13,3	4,6			
	29	5,7	10	10,3	6,9	3,3	16,8	10,6	3,9	0,6			
	30	13,9	11,4	18,9	14	12	12,7	17,3	13	3,3	-		
	31	9,9	5,3	14,9	11,4	8	12,3	13,5	8,6	0,4	11,3	-	
	32	5,7	21	10,6	7,2	3,8	29,1	16,4	4,7	0,1	7,1	6,9	-
	33	9,3	17,5	15,5	8,5	13,3	17,7	28	14,7	4,6	9,9	5,8	2,3
	34	11,2	12,7	16,9	11,9	12,4	11,3	18,4	12,2	4	13,4	9,9	5,2
	35	12,6	11,5	18,8	12,6	13	12,2	18,1	13,4	3,4	14	10,5	5,8
	36	16,1	20,1	18,6	13,9	11,3	20,3	24,8	13,3	3,4	14,4	11,9	7,2
	37	9,6	15,9	15,2	7,9	13,6	19,6	30	14,7	4,6	10,5	5,8	2,3
	38	16	29,9	19,8	13,9	13,7	48,9	53,4	16,6	3,4	14,3	11,8	7,1
	39	7,2	15,1	12,1	8,7	5,3	12,1	10,9	5,8	0,1	8,6	8,3	7,1
40	1	9,7	4,1	0,2	0,7	6,5	10,4	0,8	0,6	0,6	0,1	0,7	
63	6,9	17	11,8	7,9	8,4	11,7	23	8,5	10,9	8,3	5,8	1,1	
64	9,1	12,5	14,5	7,8	12,7	17,1	27,4	13,3	4,6	10,5	5,8	2,5	
65	15	13,4	20	16,36	13,1	14	18,5	13,7	5,5	16,45	14	9,3	
66	15,2	20,2	21,4	14	14,3	15,8	20,3	16,3	3,4	15,4	11,9	7,2	

Keterangan :

- = Nilai penghematan terbesar pertama
- = Nilai penghematan terbesar kedua
- = Nilai penghematan terbesar ketiga

Contoh perhitungan untuk penentuan rute adalah, misalnya apabila mobil angkut adalah Truk *Canter* 1 dengan total kapasitas mobil angkut sebanyak 560 tabung LPG. Nilai penghematan terbesar pertama didapatkan 53,4 km yang merupakan Pangkalan 24 dan 38, maka kedua pangkalan tersebut digabung menjadi satu rute. Dari data diketahui, pengiriman ke Pangkalan 24 adalah 100 tabung dan pengiriman ke Pangkalan 38 adalah 210 tabung, kemudian dicari penghematan terbesar diantara kedua pangkalan tersebut. Nilai penghematan terbesar kedua adalah 48,9 km, maka pangkalan 24, 38 dan 23 dapat digabung menjadi satu rute. Pengiriman ke pangkalan 32 adalah 70 tabung (kapasitas yang diangkut tidak boleh melebihi kapasitas mobil angkut. Maka total pengiriman tabung LPG rute 1 Hari Senin adalah 520 dan rutenya menjadi Agen- Pangkalan 24 – Pangkalan 38 – Pangkalan 23 – Pangkalan 32 – Agen.

Beberapa ketentuan dalam menentukan rute dengan menggunakan algoritma *clarke and wright savings matrix* adalah:

- a. Jumlah tabung gas yang akan dikirim tidak boleh melebihi total kapasitas mobil angkut. Apabila penggabungan rute menghasilkan kapasitas yang melebihi kapasitas mobil angkut, maka kurangi pangkalan yang terpilih terakhir.
 - b. Apabila pengiriman tabung gas ke pangkalan tidak dapat dilakukan untuk satu kali pengiriman, maka pengiriman dilakukan untuk hari selanjutnya. Hal ini berdasarkan ketentuan *traveling salesman problem* bahwa kendaraan hanya dapat mengunjungi pangkalan satu kali. Lakukan pembentukan rute berdasarkan nilai penghematan untuk rute 2 hingga rute 7 setiap harinya.
4. Menghitung jarak tempuh dari setiap rute
 Perhitungan jarak tempuh dilakukan dengan melihat matriks jarak dan disesuaikan dengan pangkalan yang akan dikunjungi. Perhitungan jarak tempuh yang dihasilkan dari pembentukan rute dengan algoritma *clarke and wright*

savings matrix dilakukan untuk semua rute setiap harinya, ditampilkan pada Tabel 10.

Total minimal traveling distance merupakan total jarak tempuh minimum.

Penggunaan Metode Branch and Bound untuk Masing-masing Rute

Metode *branch and bound* digunakan untuk menyusun setiap rute yang dihasilkan berdasarkan algoritma *clarke and wright savings matrix* untuk mendapatkan penyusunan rute yang lebih optimal. Penyusunan rute ini dilakukan dengan menggunakan software WINQSB. Tampilan akhir solusi pengoptimalan rute untuk penyusunan rute 1 hari Senin dengan menggunakan software WIN QSB dapat dilihat Tabel 11. *From Node* pada Tabel 11 artinya adalah titik mulai (agen), *Connect To* artinya titik yang akan dikunjungi (pangkalan), *Distance* artinya jarak tempuh, dan

Setelah rute dioptimalkan dengan menggunakan metode *branch and bound*, maka diperoleh jarak minimum yang akan ditempuh kendaraan setiap harinya. Pada awalnya dilakukan perhitungan terhadap waktu *loading* dan *unloading* yang disesuaikan dengan jumlah pengiriman tabung gas ke setiap pangkalan. Contohnya pada Hari Senin, waktu *loading* dan *unloading* di setiap pangkalan dapat dilihat pada Tabel 12. Selanjutnya dilakukan perhitungan waktu tempuh dan biaya transportasi berdasarkan rute usulan yang telah seperti pada Tabel 13. Perbandingan jarak, waktu, dan biaya antara rute perusahaan saat ini dengan rute usulan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 10. Perhitungan Jarak Tempuh Rute Usulan Hari Senin

No. Rute	Mobil Angkut	Rute	Jarak Tempuh (Km)
1	Truk <i>Canter</i> 1	0-24-38-23-32-0	8,8+27,5+23+16,7+12,4=88,4
2	Truk <i>Canter</i> 2	0-16-17-63-2-62-33-0	15+4,7+5,1+9,6+5,3+4+10,9=54,6
3	<i>Carry</i>	0-35-39-0	7,6+5,4+4,6=17,6
4	<i>Carry</i>	0-20-66-0	12,4+0,4+9,4=22,2
5	L300	0-44-64-12-0	11,3+0,65+0,8+10,6=23,35
6	L300	0-5-6-28-0	10+0,7+10,1+1,5=22,3
7	L300	0-45-0	4,1+4,1=8,2
Total Jarak			236,65

Tabel 11. Penyusunan Rute 1 Hari Senin

No. Rute	From Node	Connect To	Distance/Cost
1	0	32	12,4
2	32	24	4
3	24	38	27,5
4	38	23	23
5	23	0	5,4
Total Minimal Travelling Distance or Cost = 72.30			

Tabel 12. Rekapitulasi Pengiriman LPG 3 Kg Hari Senin Rute Usulan

No. Pangkalan	Nama Pangkalan	Jumlah Tabung yang Dikirim ke Pangkalan	Apakah Kapasitas Mingguan Terpenuhi	No. Rute	Kendaraan	Waktu Loading dan Unloading (Menit)
2	Nedrawati	75	Ya	2	Truck <i>Canter</i> 2	10,19
5	Abdul Gani	110	Ya	6	L300	14,95
6	Yandrizal	110	Ya	6	L300	14,95
12	Harun	50	Kurang 140	5	L300	6,79
16	Syuknil	100	Ya	2	Truck <i>Canter</i> 2	13,59
17	Helmi Darmon	110	Ya	2	Truck <i>Canter</i> 2	14,95
18	Richa Retania	50	Kurang 160	6	L300	6,79
20	Yoserizal Hamid	75	Kurang 145	4	<i>Carry</i>	10,19
23	Oristiva	140	Ya	1	Truck <i>Canter</i> 1	19,02
24	Novita Asnim	100	Ya	1	Truck <i>Canter</i> 1	13,59
32	Rinto Jufriadi	70	Kurang 380	1	Truck <i>Canter</i> 1	9,51
33	Asrim	65	Kurang 135	2	Truck <i>Canter</i> 2	8,83
35	Afdal	140	Ya	3	<i>Carry</i>	19,02
38	Jesi Sefrita	210	Ya	1	Truck <i>Canter</i> 1	28,53
39	Yulius	85	Kurang 285	3	<i>Carry</i>	11,55
44	Rizal	120	Ya	5	L300	16,30
45	Hamidah	170	Ya	7	L300	23,10
62	Retlisnawati	150	Ya	2	Truck <i>Canter</i> 2	20,38
63	Beni Susanti	60	Ya	2	Truck <i>Canter</i> 2	8,15
64	Mulya Hendra	100	Ya	5	L300	13,59
66	Yusmiati	150	Ya	4	<i>Carry</i>	20,38
Total		2240				

Tabel 13. Menghitung Waktu Tempuh dan Biaya Rute Usulan Hari Senin

No. Rute	Kendaraan	Jarak Tempuh (km)	Waktu Tempuh (menit)	Waktu Tempuh/ Kendaraan	Biaya (Rp)
1	Truk Canter 1	72,30	179,10	179,10	41.372
2	Truk Canter 2	47,70	147,64	147,64	27.295
3	Carry	17,60	56,97		12.809
4	Carry	22,20	63,87	120,84	16.157
5	L300	22,30	70,51		14.770
6	L300	8,20	70,13	176,04	14.607
7	L300	212,85	35,40		5.371
Total		212,85	623,62		132.380

Tabel 14. Perbandingan Jarak, Waktu, dan Biaya antara Rute Saat Ini dengan Rute Usulan per Minggu

Hari	Jarak (km)		Waktu (menit)		Biaya		Jumlah Pengiriman (tabung)		Jumlah Pangkalan Dikunjungi	
	Aktual	Usulan	Aktual	Usulan	Aktual (Rp)	Usulan (Rp)	Aktual	Usulan	Aktual	Usulan
Senin	143,70	212,85	490	623,62	92.884	132.380	2170	2240	15	21
Selasa	233,85	152,45	655,80	531,66	152.049	99.112	2245	2230	24	14
Rabu	203,30	135,35	597,06	504,65	130.005	87.130	2150	2220	20	16
Kamis	202,50	108,20	553,74	449,66	134.437	70.484	2060	2115	18	15
Jumat	184,25	82,30	614,68	414,20	119.072	52.088	2490	2140	23	12
Sabtu	180,15	71,20	546,03	405,71	119.143	45.021	2030	2200	22	10
Total	762,35	3457,31	2929,49	747,590	486.215	13145	13145	13145	122	88

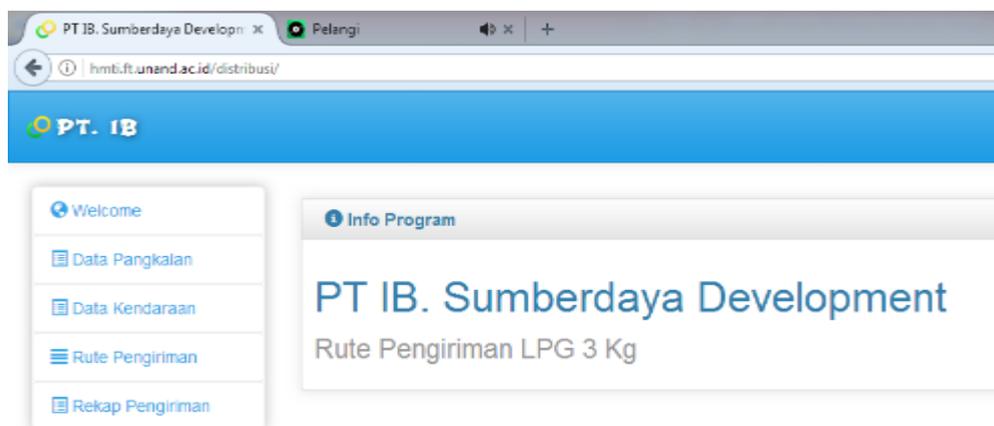
Rancangan Program untuk Menentukan Waktu Tempuh dan Biaya Transportasi Pengiriman LPG 3 kg

Program ini dirancang untuk memudahkan perusahaan dalam menentukan waktu tempuh dan biaya transportasi pengiriman LPG 3 kg. Program dirancang menggunakan bahasa pemrograman *Hypertext preprocessor* (PHP). PHP adalah bahasa pemrograman web berupa *script* yang dapat diintegrasikan dengan HTML [16, 17]. Gambar 2 memperlihatkan tampilan awal dari program.

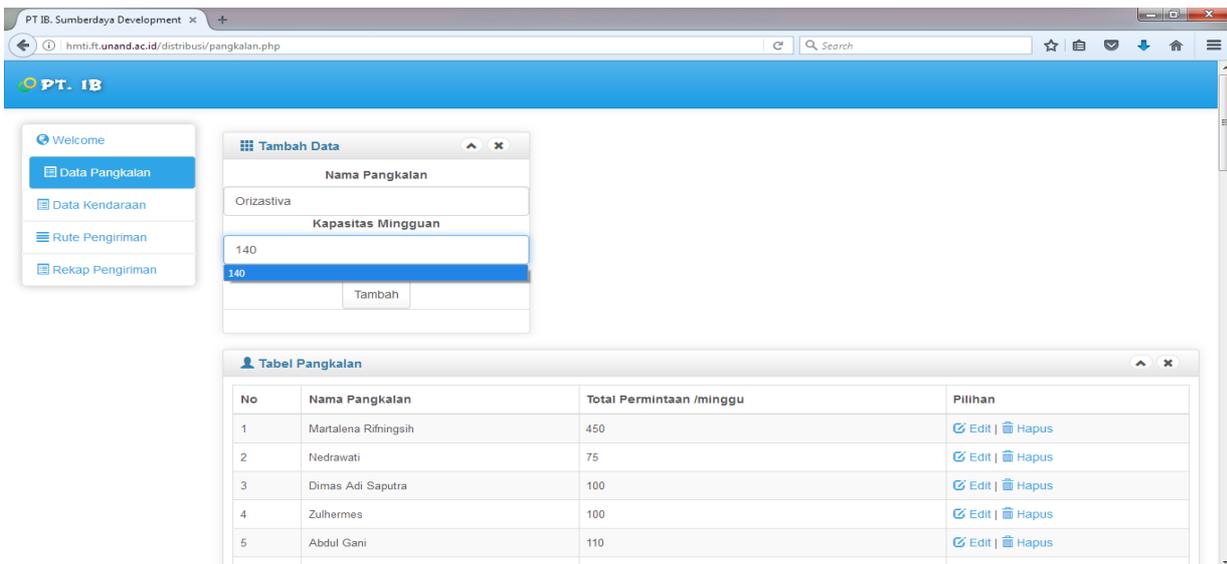
Menu "Data Kendaraan" digunakan untuk menginputkan data mengenai kendaraan yang akan digunakan dalam proses pengiriman LPG, dapat dilihat pada Gambar 3. Rekap data untuk seluruh kendaraan, kapasitas angkut, jarak tempuh per liter, serta biaya BBM per liter dapat dilihat pada Gambar 4. Pada menu "Rute Pengiriman", penentuan rute LPG dapat dilakukan. dengan memilih rute Senin, kemudian menentukan pangkalan yang akan menerima LPG pada hari tersebut. Setelah memasukan jumlah pangkalan pada suatu rute yang akan dikirim maka akan menampilkan tampilan awal dari rute hari Senin seperti pada Gambar 5.

Selanjutnya pangkalan pada hari Senin akan muncul, sesuai dengan jumlah pangkalan yang diinputkan. Total jarak tempuh dan jumlah tabung yang akan dikirim ke setiap pangkalan dapat diinputkan, *interface* nya terlihat pada Gambar 6. Menu berikutnya menginputkan kendaraan yang dipilih untuk digunakan pada rute tersebut. *Interface* pemilihan kendaraan dapat dilihat pada Gambar 7. Tabel rute berupa kendaraan, jumlah yang dikirim, rute yang dilalui, jarak tempuh, waktu tempuh, serta biaya akan tampil seperti pada Gambar 8. Ini merupakan output dari penginputan rute sebelumnya.

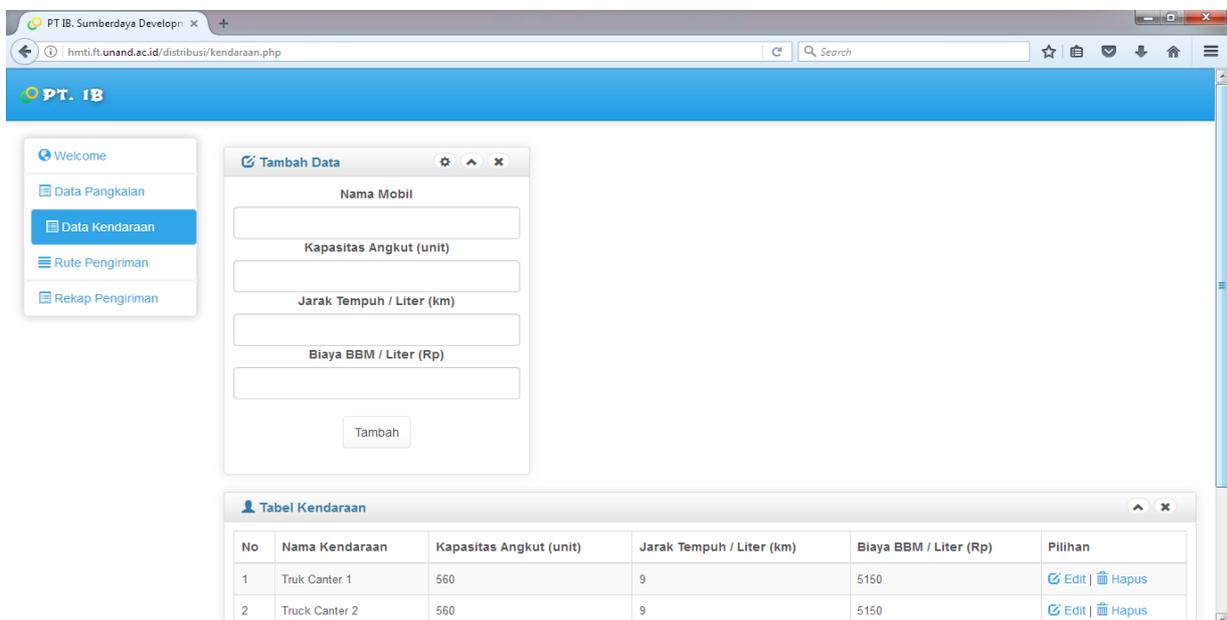
Selain tabel rute juga ditampilkan tabel rekap pengiriman, yang diperlukan untuk mengetahui waktu *loading* dan *unloading* serta kapasitas pengiriman LPG telah terpenuhi. Penentuan rute ini dilakukan untuk satu minggu, maka nanti akan tampil *interface* rekap pengiriman yang isinya berupa tabel biaya, yang memberikan informasi total biaya pengiriman untuk setiap harinya serta jumlah tabung yang dikirim. Selain itu, juga ditampilkan jadwal pengiriman yang memberikan informasi kapan pengiriman akan dilakukan kepada setiap pangkalan yang bekerjasama dengan agen seperti pada Gambar 9.



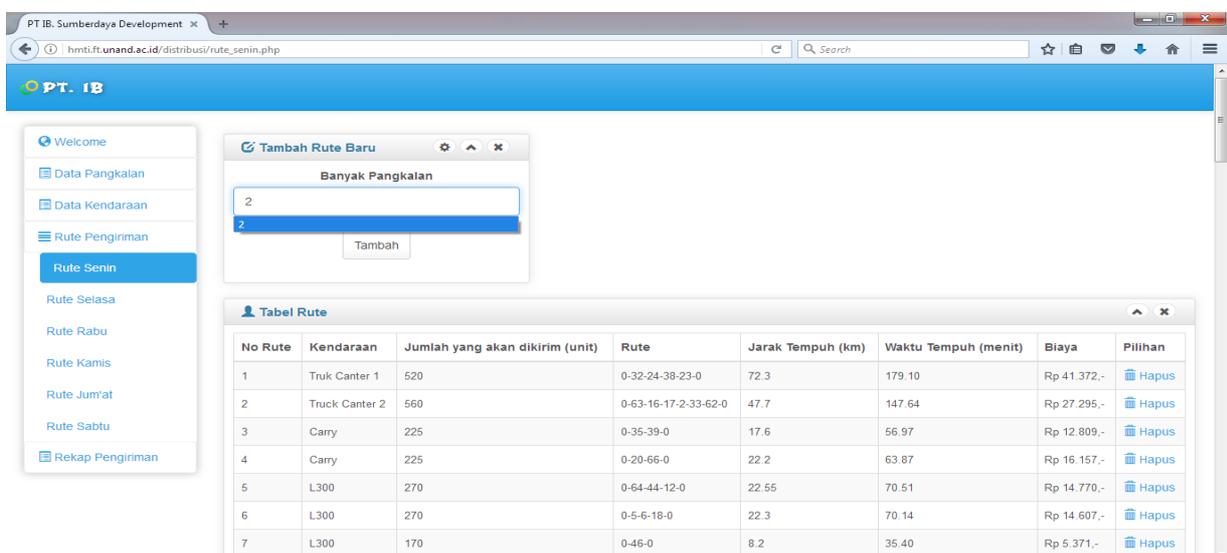
Gambar 2. Interface Program



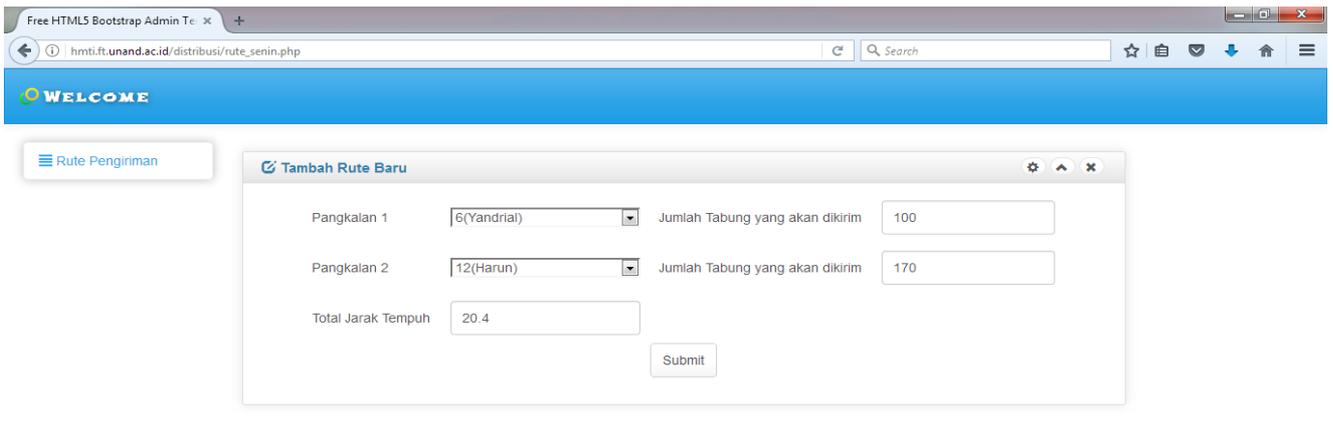
Gambar 3. Interface Data Pangkalan



Gambar 4. Interface Data Kendaraan

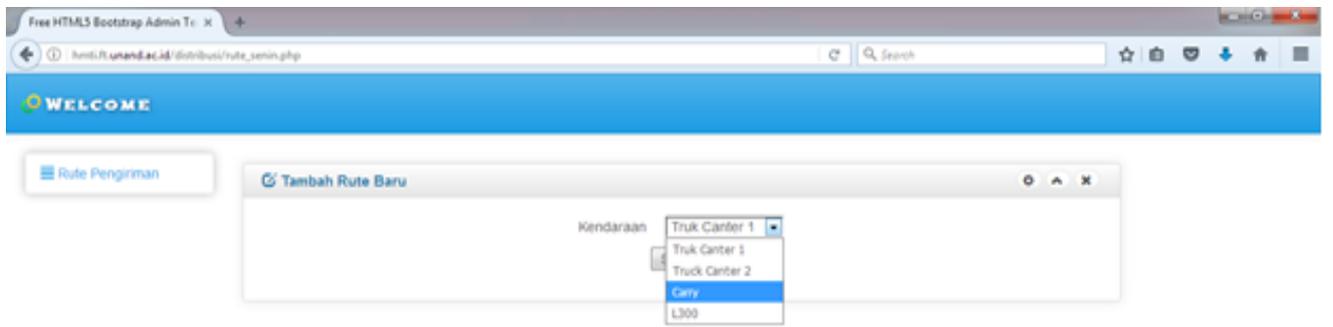


Gambar 5. Interface Awal dari Rute Hari Senin



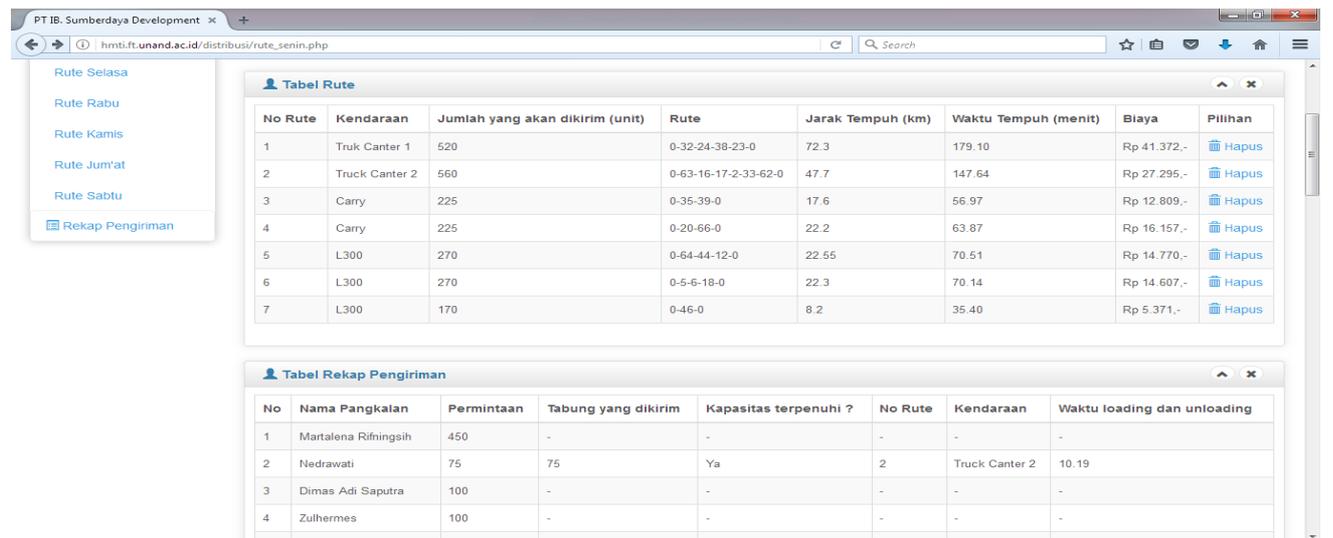
© Mak Uncu - 2017

Gambar 6. *Interface* Penentuan Pangkalan



© Mak Uncu - 2017

Gambar 7. *Interface* Pemilihan Kendaraan



Gambar 8. *Interface* Tabel Rute dan Tabel Rekap Pengiriman

Hari	Biaya	Jumlah Pengiriman (tabung)	Jumlah Pangkalan Dikunjungi
Senin	Rp 132.381,-	2240	21
Selasa	Rp 99.113,-	2230	14
Rabu	Rp 87.130,-	2220	16
Kamis	Rp 70.484,-	2115	15
Jumat	Rp 52.088,-	2140	12
Sabtu	Rp 45.021,-	2200	10
Total	Rp 486.217,-	13145	88

No	Nama Pangkalan	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Total
1	Martalena Rifingsih	-	-	450	-	-	-	450
2	Nedrawati	75	-	-	-	-	-	75
3	Dimas Adi Saputra	-	-	-	100	-	-	100
4	Zulhermes	-	-	-	-	-	100	100

Gambar 9. Interface Rekap Pengiriman

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah rute pengiriman usulan yang dirancang untuk PT IB Sumberdaya Development dengan menggunakan algoritma *clarke and wright saving matrix* lebih baik dibandingkan rute aktual yang diterapkan perusahaan. Selanjutnya, penyusunan rute dilakukan untuk masing-masing rute dengan metode *branch and bound* untuk hasil jarak yang lebih optimal. Total jarak tempuh pada Hari Senin bisa dioptimalkan dengan jarak awal 235,85 km menjadi 212,85 km setelah dilakukan penyusunan rute dengan metode *branch and bound*. Rute usulan yang dirancang memberikan hasil jarak tempuh 762,35 km dengan penghematan sebesar 33,58 %, waktu tempuh 2929,492 menit dengan penghematan sebesar 15,27 %, biaya transportasi Rp 486.215,00 dengan penghematan sebesar 34,96 %. Sehingga rute dan jadwal pengiriman LPG 3 kg yang dirancang dengan ketentuan pengiriman dilaksanakan dari Hari Senin hingga Sabtu dengan masing-masing 7 rute lebih baik dibandingkan rute aktual yang diterapkan perusahaan saat ini.

Saran yang diberikan untuk perbaikan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya biaya transportasi tidak hanya mempertimbangkan biaya bahan bakar karena terdapat aspek biaya lain yang dapat diperhitungkan seperti biaya pemeliharaan fasilitas transportasi.
2. Pengembangan penerapan CVRP dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan heuristik lainnya, seperti *tabu search* atau *cross entropy* untuk membandingkan metode mana yang dapat menyelesaikan permasalahan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Ariansyah, D. Destiani, and H. E. Retnadi, "Perancangan Perangkat Lunak Pendistribusian Liquid Petroleum Gas (LPG) Di PT. Denas Shantika Perkasa," *J. STT-Garut*, vol. 11, pp. 1–9, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.021>.
- [2] W. A. Subakdo and Y. A. Nugroho, "In-Bound dan Out-Bound Logistic pada Distribusi LPG 3KG di Indonesia," *J. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, no. November, pp. 1–10, 2016.
- [3] R. K. Andadari, P. Mulder, and P. Rietveld, "Energy poverty reduction by fuel switching. Impact evaluation of the LPG conversion program in Indonesia," *Energy Policy*, vol. 66, pp. 436–449, 2014.
- [4] M. Sianipar, D. Fu, W. Sutopo, and M. Hisjam, "Penentuan Rute Kendaraan Menggunakan Metode Clark and Wright (Studi Kasus: PT . Sinar Sosro)," *Performa*, vol. 16, no. 2, pp. 143–151, 2017, <https://doi.org/10.20961/performa.16.2.16990>.
- [5] K. Braekers, K. Ramaekers, and I. Van Nieuwenhuyse, "The Vehicle Routing Problem: State of the Art Classification and review," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 99, pp. 300–313, 2016, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.12.007>.
- [6] A. Ikhsan, "Optimalisasi Distribusi Produk Menggunakan Daerak Penghubung dan Metode Saving Matrix," *J. REKAVASI*, vol. 1, pp. 1–10, 2013.
- [7] I. S. Kurniawan, S. Susanty, and H. Adianto, "Usulan Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Clarke & Wright Savings," *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 1, no. 4, pp. 125–136, 2014.
- [8] R. Ekawati and N. Febriana, "Optimalisasi Rute Distribusi Air Minum Quelle dengan Algoritma Clarke & Wright Saving dan Model," in *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri*,

- 2017, pp. 1–7.
- [9] A. W. Saputra *et al.*, “Optimalisasi Vehicle Routing Problem Dengan Pendekatan Metode Saving Matrix dan Clarke & Wright Saving Heuristic,” *J. Rekayasa*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2017.
- [10] S. Kasus, P. T. Paris, J. Mandiri, D. B. Paillin, and J. M. Tupan, “Pemecahan Traveling Salesman Problem Menggunakan Teknik Branch and Bound dan Cheapest Insertion Heuristic,” in *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*, 2018, no. 2014, pp. 7–8.
- [11] Kementerian Perhubungan RI, “Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 111 Tahun 2015 tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan.” pp. 1–27, 2015.
- [12] L. Octora, A. Imran, and S. Susanty, “Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke & Wright Savings dan Algoritma Sequential Insertion,” *Reka Integr.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2014.
- [13] W. K. Cahyaningsih, “Penyelesaian Capacitated vehicle Routing Problem (Cvrp) Menggunakan Algoritma Sweep Untuk Optimasi Rute Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat,” in *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNY*, 2015, pp. 1–8.
- [14] A. Rini, S. Susanty, and Y. Nurdiansyah, “Usulan Perbaikan Rute Pendistribusian Ice Tube Menggunakan Metode Nearest Neighbour Dan Genetic Algorithm *,” *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 3, no. 4, pp. 401–410, 2015.
- [15] P. Amriyati, D. Chaerani, and E. Lesmana, “Solusi Optimal Model Optimisasi Robust Untuk Masalah Traveling Salesman Dengan Ketidaktentuan Kotak Dan Pendekatan Metode Branch And Bound,” *J. Tek. Ind.*, vol. 17, no. 2, pp. 81–88, 2016.
- <https://doi.org/10.9744/jti.17.2.81-88>.
- [16] A. Suhadya, “Perancangan Website Sebagai Media Promosi dan Informasi,” *J. Inform. Pelita Nusant.*, vol. 3, no. 1, pp. 82–86, 2018.
- [17] D. Meilani, Y. Meuthia, and F. Andika, “Perancangan Sistem Informasi Administrasi Penduduk (Studi Kasus: Nagari Panyubarangan Kabupaten Dharmasraya),” in *Seminar Nasional Sistem Komputer dan Informatika (SNSKI) 2014, Perkembangan Teknologi Mobile: Hardware, Software dan Aplikasi*, 2014, pp. 204–216.

NOMENKLATUR

C_{ij}	Jarak dari titik i menuju titik j
$S_{i,j}$	Jarak yang dapat dihemat jika rute $0-i-0$ digabungkan dengan rute $0-j-0$ menjadi rute tunggal $0-i-j-0$ yang dilayani oleh satu kendaraan.
C_{0i}	Jarak antara <i>node</i> 0 dan i .
C_{0j}	Jarak antara <i>node</i> 0 dan j .
C_{ij}	Jarak antara <i>node</i> i dan j .
n	Jumlah pangkalan
X_{ij}	Perjalanan mobil angkut dari titik i menuju j
D_i	Jumlah pengiriman LPG 3 kg ke pangkalan (tabung)
P	Kapasitas mobil angkut (tabung)
x	Jenis mobil angkut
W_{ij}	Waktu pengiriman LPG 3 kg yang dibutuhkan mobil angkut dari titik i menuju j (menit)
W_k	Waktu Kerja/hari (menit)
v	Kecepatan mobil angkut
$t_{i,j}(\text{loading+unloading})$	Waktu <i>loading</i> dan <i>unloading</i> di pangkalan i, j