

Perbandingan Efisiensi Jarak dan Waktu dalam Penyelesaian VRP Toko Pandawa Grosir dengan Metode Nearest Neighbor dan Linear Programming

I Wayan Mustiawan¹, Gusti Ngurah Priambadi²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

e-mail: wayanmustiawan99@gmail.com¹, priambadi.ngurah@unud.ac.id²

Abstrak

Toko Pandawa Grosir merupakan UMKM yang bergerak di bidang grosir barang, saat ini perusahaan belum memiliki metode untuk menentukan rute pengiriman barang ke pelanggan yang dituju. Akibatnya, kendaraan harus melakukan perjalanan bolak-balik antara gudang dan pelanggan. Metode yang efektif digunakan yaitu Vehicle Routing Problem (VRP). VRP adalah permasalahan yang melibatkan penentuan rute terbaik dari satu atau beberapa pusat distribusi ke sejumlah titik penjualan yang tersebar secara geografis, menggunakan satu atau lebih kendaraan. Hasilnya didapatkan bahwa perbedaan rute baru dengan rute existing menggunakan metode vehicle routing problem dilihat dari waktu tempuh, jarak tempuh, dan rute terbaik dengan kapasitas sesuai yaitu 9 tabung gas didapatkan hasil yang optimal menggunakan metode linear programming dimana total jarak yang dihasilkan sebesar 7800 meter dan total waktu tempuh sebesar 23 menit.

Kata kunci: *Linear Programming, Nearest Neighbor, Vehicle Routing Problem*

Abstract

Pandawa Grosir shop is an Micro, Small and Medium Enterprises engaged in the wholesale of goods, currently the company does not have a method for determining the route of delivery of goods to the intended customer. As a result, the vehicle must travel back and forth between the warehouse and the customer. An effective method used is the Vehicle Routing Problem (VRP). VRP is a problem that involves determining the best route from one or more distribution centers to a number of geographically dispersed sales points, using one or more vehicles. The results show that the difference between the new route and the existing route using the vehicle routing problem method is seen from the travel time, distance, and the best route with the appropriate capacity of 9 gas cylinders obtained optimal results using the linear programming method where the total distance generated is 7800 meters and the total travel time is 23 minutes.

Keywords : *Linear Programming, Nearest Neighbor, Vehicle Routing Problem*

PENDAHULUAN

Transportasi dan distribusi merupakan salah satu aktivitas utama dalam logistik. Transportasi memainkan peran utama dalam mengirimkan barang atau jasa, namun bukan sebagai penambah nilai, melainkan sebagai faktor biaya. Semakin lama waktu transportasi, semakin berat beban yang diangkut, dan semakin jauh jarak transportasi, akan berdampak pada meningkatnya biaya transportasi (Andriansyah, 2015).

Dalam aktivitas transportasi, penentuan rute adalah permasalahan yang berkaitan dengan pengaturan urutan pelanggan yang akan dikunjungi, dimulai dan diakhiri di depot. Jika waktu kedatangan dan keberangkatan juga ditetapkan, masalah ini menjadi masalah penjadwalan. Masalah penjadwalan ini juga mencakup aspek waktu pengiriman yang

menjadi tambahan dalam perencanaan rute pengiriman (Sunil & Peter, 2006). Ada berbagai variasi rute yang dapat digunakan dalam distribusi produk dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Untuk dapat menentukan rute perjalanan yang optimal dengan biaya yang rendah, salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Vehicle Routing Problem* (VRP) (Chandra & Setiawan, 2018).

Menurut (Amri, Rahman, & Yuniarti, 2014) *Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah suatu masalah yang fokus pada pendistribusian barang dari gudang perusahaan (depot) ke pelanggan. Pengiriman barang ini melibatkan pelayanan yang diberikan perusahaan dalam jangka waktu yang telah ditentukan kepada sejumlah pelanggan menggunakan kendaraan tertentu, dengan lokasi depot dapat berada di satu atau beberapa lokasi. Kendaraan dikemudikan oleh pengemudi melalui jalan-jalan yang dapat dilalui. Solusi dari VRP berupa rute-rute yang dapat ditempuh oleh kendaraan untuk mengirimkan semua permintaan pelanggan, dengan setiap rute ditempuh oleh satu kendaraan yang berangkat dan berakhir di depot. Metode ini akan menghasilkan *routing* yang optimal, sehingga jarak atau waktu yang dicapai akan menjadi jarak yang terpendek atau tercepat (Jaramillo, 2010).

Toko Pandawa Grosir merupakan Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) yang terletak di Gg. Taman Beji, Batubulan, Kec. Sukawati, Kabupaten Gianyar, Bali. Usaha ini bergerak di bidang grosir barang yang merupakan bisnis yang mengkhususkan diri dalam penjualan barang dalam jumlah besar kepada pelanggan bisnis, seperti pengecer, toko-toko, perusahaan, atau agen distribusi. Usaha ini bertindak sebagai perantara antara produsen atau distributor besar dengan pelanggan mereka. Produk yang dijual salah satunya tabung gas 12 kg. Produk ini terkadang perlu menggunakan jasa antar oleh pelanggan-pelanggan yang sudah menjadi pelanggan tetap. Kendaraan untuk mengantar gas 12 kg menggunakan motor roda tiga atau viar dengan kapasitas 9 tabung gas serta kecepatan kendaraan 20 km/jam.

Saat ini, perusahaan belum memiliki metode yang telah ditetapkan untuk menentukan rute pengiriman barang ke pelanggan dituju. Akibatnya, kendaraan harus melakukan perjalanan bolak-balik antara gudang dan pelanggan atau mencari rute optimal dari satu pelanggan ke pelanggan lain secara manual. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang dapat menentukan rute pengiriman yang optimal guna meningkatkan kinerja perusahaan (Ferdiansyah, et al., 2021).

Dalam pendistribusian barang ke pelanggan di daerah Batubulan, perusahaan mengedepankan kualitas yang baik seperti ketepatan, kecepatan, dan kenyamanan di setiap prosesnya. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sistem perencanaan rute awal, kemudian dilakukan perencanaan rute menggunakan metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) untuk mengetahui seberapa besar penghematan yang dapat dilakukan.

Vehicle Routing Problem (VRP)

Vehicle Routing Problem (VRP) didefinisikan sebagai permasalahan yang melibatkan penentuan rute terbaik dari satu atau beberapa pusat distribusi ke sejumlah titik penjualan yang tersebar secara geografis., menggunakan satu atau lebih kendaraan (Laporte, 1992). VRP melibatkan penggunaan sejumlah kendaraan dengan kapasitas yang serupa yang beroperasi dari sebuah depot untuk melayani sejumlah pelanggan atau titik penjualan. Depot tersebut merencanakan sejumlah rute yang akan dilalui oleh kendaraan untuk mengirim barang ke titik penjualan tersebut. Dalam VRP, perjalanan kendaraan diasumsikan dimulai dan berakhir di depot yang sama. Selanjutnya, dilakukan seleksi rute dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan dan permintaan dari titik penjualan. Kemudian, rute yang dipilih diatur sedemikian rupa sehingga menghasilkan jarak atau waktu yang minimum.

VRP digambarkan sebagai sejumlah graf yang terhubung $G = (V, E)$ dimana $V = \{1, \dots, n\}$ merupakan himpunan tidak kosong dari simpul (*vertex* atau *node*) dan E adalah himpunan busur (*edges* atau *arcs*), yang menghubungkan sepasang simpul pada graf tersebut. *Vertex* atau *node* diartikan sebagai sejumlah retail yang akan dikunjungi, dimana diasumsikan sebagai depot. Sedangkan busur melambangkan jalan yang menghubungkan

retail i ke retail j, $e = (,)$. Menurut (Gendreau, Hertz, & Laporte, 1994) dalam merancang rute yang optimal untuk meminimasi biaya transportasi, VRP harus memenuhi batasan sebagai berikut:

1. Setiap rute kendaraan berawal dan diakhiri di depot
2. Setiap konsumen atau retail hanya boleh dikunjungi satu kali oleh satu kendaraan
3. Kendaraan yang digunakan adalah homogen dan memiliki kapasitas tertentu, sehingga permintaan pelanggan pada setiap rute yang dilalui tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan
4. Jika kapasitas kendaraan sudah mencapai batas, maka konsumen berikutnya akan dilayani oleh shift berikutnya.

Tujuan umum VRP menurut (Toth & Vigo, 2002) adalah:

1. Meminimalkan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan penggunaan kendaraan,
2. Meminimalkan banyaknya kendaraan yang dibutuhkan untuk melayani permintaan seluruh konsumen,
3. Menyeimbangkan rute-rute dalam hal waktu perjalanan dan muatan kendaraan, dan
4. Meminimalkan pinalti sebagai akibat dari pelayanan yang kurang memuaskan terhadap konsumen, seperti keterlambatan pengiriman dan lain sebagainya

Dasar teori VRP melibatkan konsep-konsep berikut:

1. Titik: VRP melibatkan serangkaian titik yang harus dikunjungi oleh kendaraan. Titik-titik ini dapat berupa titik asal (depot), di mana kendaraan dimulai dan berakhir, serta titik tujuan (customer) yang harus dikunjungi untuk mengirimkan barang.
2. Jarak: Setiap pasangan titik dalam VRP memiliki jarak yang harus ditempuh oleh kendaraan untuk mencapai tujuan. Jarak ini dapat diukur dengan menggunakan metrik tertentu, seperti jarak Euklides, jarak Manhattan, atau metrik lainnya yang sesuai dengan konteks permasalahan.
3. Kendaraan: VRP melibatkan satu atau lebih kendaraan yang tersedia untuk mengirimkan barang. Setiap kendaraan memiliki kapasitas muatan yang terbatas dan dapat memiliki batasan lain, seperti batasan waktu atau batasan jarak tempuh.
4. Muatan: Setiap titik tujuan dalam VRP memiliki permintaan muatan tertentu yang harus dipenuhi. Muatan ini dapat berupa berat barang atau volume yang harus dikirimkan. Kendaraan harus dapat memenuhi permintaan muatan ini dengan memperhatikan kapasitas muatan kendaraan.
5. Rute: VRP mencari rute terbaik yang melibatkan semua titik tujuan dan memenuhi semua batasan yang ada. Rute ini harus efisien dalam hal jarak tempuh, waktu perjalanan, atau kriteria lain yang ditetapkan dalam masalah VRP.
6. Fungsi Tujuan: VRP membutuhkan fungsi tujuan yang harus dioptimalkan. Tujuan umumnya melibatkan meminimalkan jarak total yang ditempuh oleh semua kendaraan, meminimalkan biaya pengiriman, atau memaksimalkan efisiensi penggunaan kendaraan.
7. Batasan: VRP dapat melibatkan berbagai batasan, seperti batasan kapasitas kendaraan, batasan waktu, batasan jumlah kendaraan yang tersedia, batasan jumlah kunjungan per hari, dan sebagainya.

Pada dasarnya, VRP melibatkan pemecahan masalah pengiriman yang kompleks dengan mencari solusi yang optimal dalam hal rute kendaraan, alokasi sumber daya, dan pemenuhan permintaan pelanggan. Terdapat berbagai pendekatan dan algoritma yang dikembangkan untuk memecahkan VRP, seperti algoritma genetika, algoritma pencarian lokal, dan metode optimisasi lainnya.

Nearest Neighbor

Pada tahun 1983, diperkenalkan Metode *Nearest Neighbor* sebagai metode yang sangat sederhana dan rakus. Dalam setiap iterasinya, dilakukan pencarian pelanggan terdekat dari pelanggan terakhir yang ditambahkan ke akhir rute. Jika tidak ada posisi yang

memungkinkan untuk menempatkan pelanggan baru karena pembatasan kapasitas atau jendela waktu, rute baru dimulai dengan cara yang sama (Braysy & Gendreau, 2005).

Metode ini bekerja dengan langkah-langkah berikut. Pertama, semua rute kendaraan masih kosong. Dimulai dari rute kendaraan pertama, metode ini secara berurutan memasukkan satu per satu pelanggan terdekat yang belum dikunjungi ke dalam rute tersebut. Proses ini dilakukan selama penambahan pelanggan tersebut tidak melanggar batasan kapasitas maksimum kendaraan tersebut atau batasan-batasan yang ditentukan oleh variasi VRP lainnya. Langkah yang sama juga diulang untuk kendaraan-kendaraan berikutnya hingga semua kendaraan telah terisi penuh atau semua pelanggan telah dikunjungi (Gunawan, 2012).

Algoritma metode Nearest Neighbor (Pop & Claudiu, 2011) adalah sebagai berikut:

1. Berawal dari gudang, kemudian mencari lokasi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terpendek dari gudang. Sebagai lokasi pertama
2. Lanjutkan ke lokasi lain yang memiliki jarak terdekat dari lokasi yang terpilih sebelumnya dan jumlah pengiriman tidak melebihi kapasitas kendaraan.
 - a. Apabila ada lokasi yang terpilih sebagai lokasi berikutnya dan terdapat sisa kapasitas kendaraan, kembali ke langkah (2).
 - b. Bila kendaraan tidak memiliki sisa kapasitas, kembali ke langkah (1).
 - c. Bila tidak ada lokasi yang terpilih karena jumlah pengiriman melebihi kapasitas kendaraan, maka kembali ke langkah (1). Dimulai lagi dari gudang dan mengunjungi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terdekat.
3. Bila semua pelanggan telah dikunjungi tepat satu kali maka algoritma berakhir.

Linear Programming

Menurut (Siswanto, 1987) *Linear Programming* merupakan metode yang digunakan untuk mencari keputusan optimal, yaitu keputusan yang memberikan nilai maksimal atau minimal untuk fungsi tujuan, dengan mempertimbangkan berbagai kemungkinan keputusan yang memenuhi batasan yang ada. *Linear Programming* merupakan sebuah permasalahan yang bertujuan untuk menentukan nilai optimal dari setiap variabel, sehingga nilai fungsi tujuan linier mencapai titik maksimum atau minimum, dengan memperhatikan batasan-batasan yang ada, terutama batasan terkait input yang diberikan (Supranto, 1983).

Ada dua fungsi penting yang harus diperhatikan dalam Linear Programming yaitu fungsi tujuan dan fungsi kendala. Fungsi tujuan hanya mempunyai kemungkinan bentuk maksimasi dan dapat juga minimasi. Fungsi kendala dapat berupa pembatas dan dapat juga berupa syarat. Fungsi kendala dapat berupa persamaan ($=$) atau pertidaksamaan ($\leq$ atau $\geq$). Simbol $\leq$ akan selalu dijumpai pada fungsi kendala yang berupa pembatas dan simbol $\geq$ akan selalu dijumpai pada fungsi kendala yang berupa syarat.

Menurut (Supranto, 1983) suatu persoalan *Linear Programming* apabila memenuhi hal-hal berikut :

- a. Tujuan (*objective*) yang akan dicapai harus dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi linier. Fungsi ini disebut fungsi tujuan (*objective function*).
- b. Harus ada alternatif pemecahan. Pemecahan yang membuat nilai fungsi tujuan optimum (laba yang maksimum, biaya yang minimum, dsb) yang harus dipilih.
- c. Sumber-sumber tersedia dalam jumlah yang terbatas (bahan terbatas, dsb). Pembatasan-pembatasan harus dinyatakan di dalam pertidaksamaan yang linier (linear inequality).

METODE

Pengumpulan Data

Metode penelitian dalam pengumpulan data yang kami gunakan untuk VRP toko Pandawa Grosir adalah melalui wawancara. Dalam wawancara ini, kami secara langsung berinteraksi dengan pihak terkait di toko Pandawa Grosir untuk mendapatkan informasi yang relevan dengan permasalahan VRP yang sedang kami teliti. Selama wawancara, kami mencatat secara cermat jawaban dari pihak toko Pandawa Grosir. Kami juga memberikan

kesempatan kepada mereka untuk memberikan masukan, saran, dan pendapat mereka terkait solusi yang mungkin dapat diterapkan dalam VRP toko mereka. Wawancara merupakan metode yang sangat efektif karena memungkinkan kami untuk mendapatkan perspektif yang lebih dalam dan pemahaman yang lebih mendalam tentang permasalahan VRP yang spesifik di toko Pandawa Grosir. Data yang kami kumpulkan melalui wawancara ini akan menjadi dasar dalam menganalisis dan merancang model VRP yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik toko tersebut.

Pengolahan Data

Setelah melakukan wawancara dan mengumpulkan data dari toko Pandawa Grosir terkait VRP, langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data. Berikut adalah langkah-langkah pengolahan data yang kami terapkan:

1. Transkripsi: Kami mendengarkan rekaman wawancara atau mengulas catatan wawancara yang telah kami buat, lalu mentranskripsikan jawaban yang diberikan oleh pihak toko Pandawa Grosir ke dalam bentuk teks tertulis. Hal ini membantu kami dalam menganalisis data dengan lebih mudah dan akurat.
2. Kategorisasi: Kami mengidentifikasi dan mengkategorikan data yang relevan dengan VRP. Misalnya, kami mengelompokkan informasi terkait rute pengiriman, jumlah kendaraan yang digunakan, jarak antar destinasi, waktu pengiriman, dan kendala yang dihadapi.
3. Pengkodean: Kami memberikan kode atau label pada data yang telah dikategorikan. Ini membantu dalam proses analisis lebih lanjut dan memudahkan identifikasi pola atau temuan yang muncul dari data.
4. Kami mencari kesamaan, perbedaan, dan keterkaitan antar data untuk memahami secara lebih mendalam tentang VRP di toko Pandawa Grosir.
5. Interpretasi: Kami menganalisis hasil pengolahan data dan menginterpretasikan temuan-temuan yang relevan dengan VRP. Kami mencoba untuk memahami implikasi dari temuan tersebut dan mempertimbangkan solusi yang mungkin untuk mengoptimalkan rute pengiriman barang di toko Pandawa Grosir dengan menggunakan dua metode yaitu Linear Programming dan Nearest Neighbor.

Pengolahan data ini menjadi dasar bagi kami dalam merancang model dan strategi yang sesuai dengan kebutuhan toko Pandawa Grosir dalam menyelesaikan permasalahan VRP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Perusahaan

Toko Pandawa Grosir merupakan Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) yang terletak di Gg. Taman Beji, Batubulan, Kec. Sukawati, Kabupaten Gianyar, Bali. Usaha ini bergerak di bidang grosir barang yang merupakan bisnis yang mengkhususkan diri dalam penjualan barang dalam jumlah besar kepada pelanggan bisnis, seperti pengecer, toko-toko, perusahaan, atau agen distribusi. Usaha ini bertindak sebagai perantara antara produsen atau distributor besar dengan pelanggan mereka. Toko Pandawa Grosir menjual sembako (sembilan bahan pokok) biasanya menjual berbagai jenis barang kebutuhan sehari-hari dan bahan makanan. Contohnya air galon, tabung gas, minyak goreng, dan lain-lain. Pemilik Toko Pandawa Grosir memberikan jasa pengantaran untuk air galon dan tabung gas kepada pelanggan tetap.



Gambar 4.1 Lokasi Toko Pandawa Grosir
Sumber : Google Maps

Data Permintaan

Data permintaan yang dimiliki oleh Toko Pandawa Grosir adalah 10 lokasi yang tersebar di sekitar Kabupaten Gianyar, Kecamatan Sukawati. Adapun jarak lokasi dengan waktu tempuh dari Toko Pandawa Grosir serta permintaan tabung gas 12 kg adalah sebagai berikut.

Data Koordinat Lokasi

Vehicle Routing Problem membutuhkan data koordinat dari setiap lokasi yang dikunjungi. Kemudian, dicari jarak menggunakan coding. Berikut merupakan data koordinat setiap lokasi dan service time.

Tabel 4.2 Koordinat Lokasi

Nodes	Kode	Latitude	Longitude	Servicetime (Menit)
Toko Pandawa Grosir	0	-8.6393650	115.2702256	0
Puri Chandra Asri Blok A.100	1	-8.6434138	115.2708294	5
Puri Chandra Asri Blok G.20	2	-8.6428284	115.2678177	5
Kantin SMP Cipta Dharma	3	-8.6439864	115.2746389	5
Bumi Sasih Asri 2B	4	-8.6352780	115.2639172	5
KJPP ANA & Rekan Gianyar	5	-8.6363177	115.2593452	5
Giriya Mandhara Puruhita	6	-8.6351484	115.2553786	5
Perumahan Unud No.31	7	-8.6359253	115.2600475	5
Warung Bumi Santi	8	-8.6360246	115.2643895	5
Gang Batu Sari No.2	9	-8.6405262	115.2670871	5
Asrama Polri II	10	-8.6396673	115.2658635	5

Data Jarak dan Waktu Tempuh Antar Titik

Waktu tempuh dapat ditentukan dengan membagi jarak antar titik dengan kecepatan kendaraan yang digunakan dalam mencapai titik tujuan. Adapun kecepatan dari kendaraan Toko Pandawa Grosir dalam mendistribusikan tabung gas 12 kg diasumsikan sama yaitu 20 km/jam. Data waktu tempuh berikut merupakan data yang menggunakan satuan jarak dalam meter dan waktu dalam menit.

Tabel 4.3 Data Jarak Antar Titik

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	750	500	1000	950	1900	1700	1720	950	400	650
1	750	0	260	350	1600	2600	2400	2420	1600	1100	1300
2	500	260	0	500	1400	2400	2100	2200	1400	900	1000
3	1000	350	500	0	1900	2800	2600	2700	1900	1300	1500

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	950	1600	1400	1900	0	1700	1400	1500	750	1100	1000
5	1900	2600	2400	2800	1700	0	300	220	950	1500	1400
6	1700	2400	2100	2600	1400	300	0	160	700	1300	1200
7	1720	2420	2200	2700	1500	220	160	0	750	1400	1300
8	950	1600	1400	1900	750	950	700	750	0	600	500
9	400	1100	900	1300	1100	1500	1300	1400	600	0	230
10	650	1300	1000	1500	1000	1400	1200	1300	500	230	0

Tabel 4.4 Data Waktu Tempuh Antar Titik

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.00	2.25	1.50	3.00	2.85	5.70	5.10	5.16	2.85	1.20	1.95
1	2.25	0.00	0.78	1.05	4.80	7.80	7.20	7.26	4.80	3.30	3.90
2	1.50	0.78	0.00	1.50	4.20	7.20	6.30	6.60	4.20	2.70	3.00
3	3.00	1.05	1.50	0.00	5.70	8.40	7.80	8.10	5.70	3.90	4.50
4	2.85	4.80	4.20	5.70	0.00	5.10	4.20	4.50	2.25	3.30	3.00
5	5.70	7.80	7.20	8.40	5.10	0.00	0.90	0.66	2.85	4.50	4.20
6	5.10	7.20	6.30	7.80	4.20	0.90	0.00	0.48	2.10	3.90	3.60
7	5.16	7.26	6.60	8.10	4.50	0.66	0.48	0.00	2.25	4.20	3.90
8	2.85	4.80	4.20	5.70	2.25	2.85	2.10	2.25	0.00	1.80	1.50
9	1.20	3.30	2.70	3.90	3.30	4.50	3.90	4.20	1.80	0.00	0.69
10	1.95	3.90	3.00	4.50	3.00	4.20	3.60	3.90	1.50	0.69	0.00

Data Rute Awal

Rute awal yang selama ini dijalankan oleh Toko Pandawa Grosir dalam mendistribusikan tabung gas 12 kg di sekitar wilayah Kabupaten Gianyar, Kecamatan Sukawati dicari sesuai dengan kelompok daerah yang dirasa pemilik searah. Adapun rute awal dari distribusi Toko Pandawa Grosir adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5 Data Rute Awal

No	Rute Awal	Jarak Tempuh (Meter)	Waktu Tempuh (Menit)	Kapasitas (Tabung)	
1	Toko Pandawa Grosir - Kantin SMP Cipta Dharma - Puri Chandra Asri Blok G.20 - Puri Chandra Asri Blok A.100 - Bumi Sasih Asri 2B - Toko Pandawa Grosir	0 - 3 - 2 - 1 - 4 - 0	4310	12.93	7
2	Toko Pandawa Grosir - KJPP ANA & Rekan Gianyar - Giriya Mandhara Puruhita - Perumahan Unud No.31 - Toko Pandawa Grosir	0 - 5 - 6 - 7 - 0	4080	12.24	3
3	Toko Pandawa Grosir - Warung Bumi Santi - Gang Batu Sari No.2 - Asrama Polri II - Toko Pandawa Grosir	0 - 8 - 9 - 10 - 0	2430	7.29	7
Total		10820	32.46	17	

Hasil VRP

Berdasarkan dari hasil perhitungan VRP *Linear Programming* dengan menggunakan Google Colab didapatkan hasil 2 rute baru dengan total jarak 7800 meter dan waktu tempuh 23 menit serta setiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Rute Baru VRP *Linear Programming*

No	Rute Baru (Menggunakan VRP <i>Linear Programming</i>)	Jarak Tempuh (Meter)	Waktu Tempuh (Menit)	Kapasitas (Tabung)
1	Toko Pandawa Grosir - Puri Chandra Asri Blok A.100 - Kantin SMP Cipta Dharma - Puri Chandra Asri Blok G.20 - Asrama Polri II - Gang Batu No.2 - Toko Pandawa Grosir 0 - 1 - 3 - 2 - 10 - 9 - 0	3230	9.69	9
2	Toko Pandawa Grosir - Bumi Sasih Asri 2B - Giriya Mandhara Puruhita - KJPP ANA & Rekan Gianyar - Perumahan Unud No.31 - Warung Bumi Santi - Toko Pandawa Grosir 0 - 4 - 6 - 5 - 7 - 8 - 0	4570	13.31	8
Total		7800	23	17

Berdasarkan dari hasil perhitungan VRP *Nearest Neighbor* dengan menggunakan Google Colab didapatkan hasil 2 rute baru total jarak 10320 meter dan waktu tempuh 30.96 menit serta setiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.7 Rute Baru VRP *Nearest Neighbor*

No	Rute Baru (Menggunakan VRP <i>Nearest Neighbor</i>)	Jarak Tempuh (Meter)	Waktu Tempuh (Menit)	Kapasitas (Tabung)
1	Toko Pandawa Grosir - Gang Batu Sari No.2 - Asrama Polri II - Warung Bumi Santi - Giriya Mandhara Puruhita - Perumahan Unud No.31 - Toko Pandawa Grosir 0 - 9 - 10 - 8 - 6 - 7 - 0	3710	11.13	9
2	Toko Pandawa Grosir - Puri Chandra Asri Blok G.20 - Puri Chandra Asri A100 - Kantin SMP Cipta Dharma - Bumi Sasih Asri 2B - KJPP ANA & Rekan Gianyar - Toko Pandawa Grosir 0 - 2 - 1 - 3 - 4 - 5 - 0	6610	19.83	8
Total		10320	30.96	17

Jika kita bandingkan antara rute awal dengan hasil VRP, kedua metode mendapatkan hasil yang lebih optimal. Namun jika membandingkan diantara kedua metode tersebut, metode *linear programming* menghasilkan 2 rute dengan total jarak yang lebih optimal yaitu 7800 meter dengan total waktu tempuh 23 menit.

SIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa perbedaan rute baru dengan rute *existing* menggunakan metode *vehicle routing problem* dilihat dari waktu tempuh, jarak tempuh, dan rute terbaik dengan kapasitas sesuai yaitu 9 tabung gas didapatkan hasil yang optimal menggunakan

metode *linear programming* dimana total jarak yang dihasilkan sebesar 7800 meter dan total waktu tempuh sebesar 23 menit dengan rute sebagai berikut .

1. Toko Pandawa Grosir - Puri Chandra Asri Blok A.100 - Kantin SMP Cipta Dharma - Puri Chandra Asri Blok G.20 - Asrama Polri II - Gang Batu No.2 - Toko Pandawa Grosir
2. Toko Pandawa Grosir - Bumi Sasih Asri 2B - Giriya Mandhara Puruhita - KJPP ANA & Rekan Gianyar - Perumahan Unud No.31 - Warung Bumi Santi - Toko Pandawa Grosir

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, M., Rahman, A., & Yuniarti, R. (2014). Penyelesaian Vehicle Routing Problem Dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbor (Studi Kasus : MTP Nganjuk Distributor PT. Coca Cola). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 2(1).
- Andriansyah. (2015). *Manajemen Transportasi Dalam Kajian dan Teori*.
- Braysy, O. B., & Gendreau, M. (2005). Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part 1: Route Construction and Local Search Algorithms”*Inform. System Oper. Res*, 39, 104-118.
- Chandra, A., & Setiawan, B. (2018). Optimasi Jalur Distribusi dengan Metode Vehicle Routing Problem (VRP). *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 5(2). Retrieved from <http://ejournal.stmt-trisakti.ac.id/index.php/jmtranslog>
- Ferdiansyah, A., Sholihah, S. A., Rifni, M., Grets, E. S., Situmorang, J. K., & Oktaviany, I. (2021). Analisis Perencanaan Rute Pengiriman Barang Menggunakan Metode Vehicle Routing Problem (VRP). *Jurnal Sistem Transportasi dan Logistik*, 1(1). doi:<http://dx.doi.org/10.54324/jstl.v1i1.632>
- Gendreau, M., Hertz, A., & Laporte, G. (1994). A tabu search heuristic for the vehicle routing problem. *Management Science*, 40, 1276 - 1290.
- Gunawan, P. (2012). Enhanced Nearest Neighbors Algorithm for Design of water Network. *Chemical Engineering Science*, 84, 197-206.
- Jaramillo, J. (2010). *The green single vehicle routing problem*. Myrtle Beach, SC: SE INFORMS Annual Meeting.
- Laporte, G. (1992). The Vehicle Routing Problem: An Overview of Exact and Approximate Algorithms. *European Journal of Operational Research*, 59, 345-358. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(92\)90192-C](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(92)90192-C)
- Pop, & Claudiu, P. (2011). Heuristic algorithms for solving the generalized vehicle routing problem. *International Journal of Computers Communications & Control* 6.1, 158-165.
- Siswanto, B. (1987). *Manajemen Tenaga Kerja*. Bandung: Sinar Dunia.
- Sunil, C., & Peter, M. (2006). *Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operation* (Vol. 51). In *Economic Annals*. doi:<https://doi.org/10.2298/eka0670067a>
- Supranto, J. (1983). *Linier Programming*. Institut Teknologi dan Bisnis Widya Gama Lumajang: UI Press.
- Toth, & Vigo. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Florida: Society and Mathematics.