

RESEARCH ARTICLE

Penentuan Rute yang Optimal pada CV Uli menggunakan *Integer Linear Programming* untuk Dapat Mencapai Target Jumlah Kunjungan Salesman.

Gheacinta Audrey Ritonga, Prafajar Sukksesanno Muttaqin* and Nia Novitasari

Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

*Corresponding author: prafajars@telkomuniversity.ac.id

Received on 16 April 2024; accepted on 22 May 2024

Abstrak

CV ULI adalah salah satu distributor tepung panir di pulau Sumatera yaitu Palembang, Jambi, Padang, Pekanbaru, Sumatera Utara dan Aceh. Namun dari beberapa wilayah yang di cakup oleh CV ULI, Sumatera Utara terutama Kota Medan belum dapat mencapai target. Faktor utama penyebab tidak tercapainya target distribusi adalah penjualan/distribusi produk belum maksimal dan mapping area dan time territory management yang belum memadai penelitian ini mempunyai rumusan masalah yaitu penentuan rute yang optimal pada CV ULI untuk dapat memenuhi target yang sudah ditentukan. Pengumpulan data dilakukan melalui studi lapangan di CV ULI dan studi literatur, dimana sumber data primer didapatkan dari perusahaan dan data sekunder didapatkan dari google *maps* terkait jarak, waktu dan titik lokasi outlet. Dibantu dengan model *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan pendekatan Integer Linear Programming (ILP) menggunakan VRPy, didapatkan bahwa perancangan yang dilakukan dengan penentuan rute yang optimal sehingga kendaraan dapat mengunjungi semua titik lokasi pelanggan dengan waktu kerja menghasilkan tidak hanya dapat mencapai target yang sudah ditentukan tetapi juga meningkat sebesar 61 dari persentase pencapaian sebelumnya sehingga dapat menjadi pertimbangan untuk CV ULI dapat mengimplementasikan perancangan yang telah dilakukan.

Key words: Distribusi, Salesman, *Vehicle Routing Problem*, Penentuan Rute

Pendahuluan

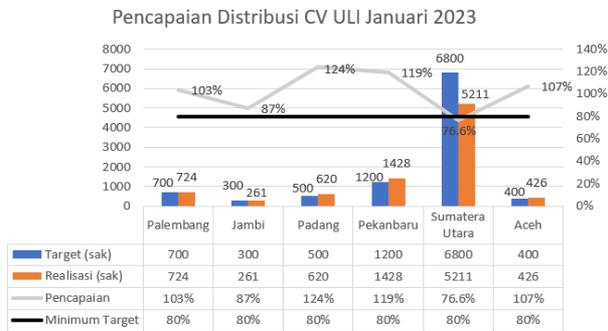
Distribusi adalah aktivitas pemasaran yang bertujuan untuk mempermudah penyampaian produk dari produsen ke konsumen. Distribusi juga disebut sebagai proses yang mencakup transportasi, penyimpanan serta penyaluran barang yang melibatkan pengiriman. Peran distributor dalam hal ini adalah menciptakan nilai dan mengalihkan kepemilikan produk. Oleh karena itu, distribusi merupakan kegiatan yang meningkatkan nilai produk dan layanan serta nilai tambah mewakili nilai guna, tempat dan waktu. Kegiatan penjualan biasanya terjadi sebagai bagian dari pemasaran. Aktivitas penjualan juga menghasilkan arus pemasaran atau arus penjualan.

PT SB adalah sebuah perusahaan industri yang bergerak dibidang produksi bahan makanan yaitu tepung panir yang sudah berdiri sejak tahun 2007 dan mampu menjual produknya hingga ke seluruh Indonesia. Sebagai produsen dan perusahaan principle, PT SB tidak dapat mendistribusikan produk miliknya sendiri dan harus menunjuk distributor di setiap pulau. CV ULI adalah salah satu distributor yang di tunjuk PT SB untuk dapat mendistribusikan atau meng-cakup pulau Sumatera. CV ULI mendistribusikan tepung panir di enam wilayah yang ada di pulau Sumatera yaitu Palembang, Jambi, Padang, Pekanbaru, Sumatera Utara, Aceh.

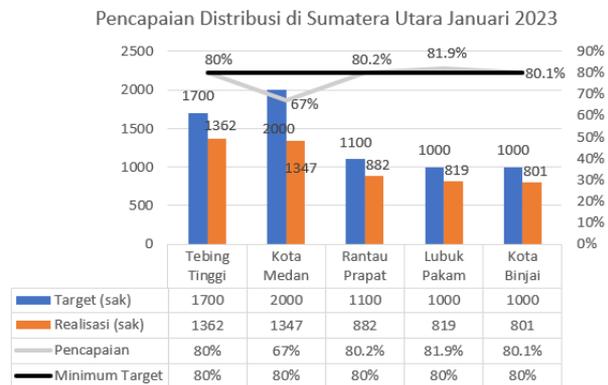
Dalam mendistribusikan produk tersebut, CV ULI mendapatkan target yang berbeda-beda disetiap wilayahnya yang sudah ditentukan oleh PT SB dengan batas persentase distribusi yaitu 80%. Penjualan produk juga dibatasi yaitu minimal 2 sak per outlet. Berdasarkan data yang didapatkan dari stakeholder CV ULI (2023), target distribusi untuk wilayah Palembang, Jambi, Padang, Pekanbaru, Sumatera Utara dan Aceh secara berturut-turut adalah 700, 300, 500, 1.200, 6.800 dan 400 sak.

Namun dalam menjalankan kegiatan perusahaan, dari beberapa wilayah yang dicakup oleh CV ULI masih ada beberapa wilayah yang belum mencapai target yang sudah ditentukan. Menurut data yang didapatkan dari stakeholder CV ULI (2023), pencapaian target paling tinggi ada di wilayah Padang dengan persentase 124% (melebihi target yang ditentukan) dan pencapaian target paling rendah pada wilayah Sumatera Utara dengan persentase 76.6% (kurang dari target yang ditentukan).

Persentase pencapaian salesman di Kota Medan tidak mencapai batas minimum PT SB yaitu 80% disebabkan oleh salesman yang tidak terstruktur dalam mengunjungi setiap outlet yang bekerja sama dengan PT SB yang mengharuskan setiap salesman mengunjungi setiap outlet setiap minggunya.



Gambar 1. Pencapaian Distribusi CV ULI Januari 2023



Gambar 2. Pencapaian Distribusi di Sumatera Utara Januari 2023

Oleh karena itu, penulis melakukan identifikasi penyebab CV ULI tidak dapat mencapai target yang sudah ditentukan. Ditemukan adanya lima faktor penyebab tidak tercapainya target untuk CV ULI Kota Medan, yaitu pelatihan atau training yang diberikan masih kurang cukup, kendaraan salesman yang tidak memadai karena tidak adanya tunjangan service rutin kendaraan, beberapa lokasi mempunyai jarak yang jauh karena jangkauan pasar yang luas, mapping area dan time and territory management yang belum memadai karena belum adanya penentuan rute, serta penjualan/distribusi produk belum maksimal.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini akan berusaha untuk menentukan rute yang optimal dalam melakukan distribusi produk agar pendistribusian lebih efektif dan efisien sesuai urutan rute dan waktu kerja salesman. Perancangan tersebut akan dilakukan dengan menggunakan model Vehicle Routing Problem dengan pendekatan Integer Linear Programming menggunakan VRPy. Agar penelitian ini dapat berfokus untuk mencapai tujuan yang diinginkan, maka peneliti terlebih dahulu menentukan batasan penelitian yang berupa: (1) Penelitian ini berfokus pada CV ULI sebagai distributor dan menggunakan data di bulan Januari 2023; (2) Penelitian ini hanya berfokus pada tempat dengan pencapaian target paling rendah yaitu Pulau Sumatera terutama Kota Medan; (3) Penelitian ini mengikuti ketentuan dan kebijakan perusahaan; (4) Penelitian ini mempunyai waktu layanan salesman 15 menit/outlet dengan kecepatan setiap kendaraan 40km/jam; dan (5) Penelitian ini tidak mempertimbangkan kemacetan lalu lintas dan kapasitas muatan salesman

Tinjauan Pustaka

Manajemen Distribusi dan Transportasi

Menurut [1] distribusi merupakan seperangkat organisasi yang saling secara aktual melakukan pembelian produk sementara dalam pendapat lain distribusi merupakan penyaluran pendapatan dan aset di dalam suatu masyarakat. Dalam konteks ekonomi bisnis, distribusi berkaitan dengan alokasi barang kepada penerima. Secara keseluruhan, distribusi mencakup semua aktivitas yang memfasilitasi perpindahan materi dan/atau nilai ekonomi dari satu entitas ekonomi ke entitas ekonomi lainnya, baik berupa barang fisik maupun non-fisik [2]. Dari dua pengertian di atas maka dapat disimpulkan bahwa distribusi adalah proses alokasi barang dari satu tempat sebagai sumber kepada tempat lainnya sebagai tujuan dengan adanya proses pembelian maupun jual beli didalamnya.

Saluran Distribusi

Saluran distribusi adalah suatu jalur atau sistem jaringan yang melibatkan lembaga-lembaga di luar produsen untuk membangun hubungan dengan konsumen. Saluran distribusi tidak hanya mencakup barang, tetapi juga dapat mencakup jasa atau kombinasi dari barang dan jasa [3]. Saluran distribusi juga dapat didefinisikan sebagai sebuah perusahaan yang saling berkaitan satu sama lain dengan menyiapkan barang agar langsung dapat digunakan konsumen. Saluran distribusi yang digunakan oleh sebuah perusahaan sangat mempengaruhi semua keputusan pada setiap bagian perusahaan. Fungsi dari saluran distribusi adalah untuk memindahkan barang dari tangan yang satu ke tangan yang lain yang dilakukan oleh produsen kepada konsumen. Menurut [1] beberapa fungsi utama yang dilaksanakan oleh anggota saluran distribusi antara lain: informasi, promosi, negosiasi, pemesanan, pembiayaan, pengambilan risiko, fisik, pembayaran, dan kepemilikan.

Distribusi Barang

Menurut [4], Distribusi Barang merupakan aktivitas pemasaran dengan melibatkan serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk mempermudah penyaluran produk dari produsen kepada konsumen dengan tujuan menciptakan kegunaan dan transfer kepemilikan produk. Secara luas, distribusi mencakup kegiatan pembelian, pemilihan dan pengelompokan barang, pembungkusan dan pengepakan, pergudangan, serta pengangkutan dan pengangkutan. Distribusi barang merupakan proses pembagian dan penyebaran barang dari produsen ke pelanggan akhir. Tujuan utamanya adalah untuk memastikan bahwa barang tersedia dan terjangkau bagi pelanggan serta memenuhi target penjualan yang ditetapkan.

Salesman

Salesman adalah orang yang bertanggung jawab untuk bertugas menyajikan suatu produk kepada publik. Namun, salesman biasanya juga dikenal yang nama fungsinya untuk mempresentasikan produk kepada publik sambil meningkatkan penjualan barang dan jasa yang ditawarkan [5]. Sementara itu dijelaskan juga terdapat lima definisi dari salesman yaitu sebagai berikut :

1. Salesman adalah kemampuan untuk menunjukkan loyalitas penjual dan kualitas produk yang dijual atau peran penjual yang berurusan dengan satu atau lebih orang dengan cara yang relevan untuk menentukan kepemilikan atau kepentingan akhir.
2. Salesman merupakan keterampilan pengambilan keputusan profesional umum yang membawa manfaat sosial nyata dalam layanan kolaboratif, bantuan atau tugas bantuan.

3. Salesman merupakan kemampuan untuk menunjukkan kejujuran, kebaikan dan kemampuan beradaptasi, dan untuk membuat keputusan tentang hal-hal yang berharga bagi sebagian orang atau menyenangkan bagi orang lain.
4. Salesman adalah kemampuan untuk menulis, merencanakan, menemukan, membuat dan membentuk kehendak orang lain.
5. Salesman merupakan kemampuan untuk melakukan tugas atau tugas yang dapat bermanfaat bagi orang lain.

Vehicle Routing Problem

Sesuai dengan [6] Vehicle Routing Problem (VRP) ialah masalah perencanaan rute pengiriman yang optimal dari satu atau lebih lokasi ke sekumpulan pelanggan yang tersebar secara geografis di bawah kondisi yang telah ditentukan sebelumnya. Ada beberapa batasan yang tidak boleh diabaikan, antara lain ketidakmampuan armada untuk mengangkut produk melebihi kapasitasnya, ketidakmampuan armada untuk melintasi rute selain yang telah ditentukan, dan pelayanan yang diberikan kepada pelanggan harus diselesaikan dalam waktu yang telah ditentukan.

Klasifikasi VRP

1. Capacitated VRP Capacitated VRP adalah mencari cara terbaik untuk mengirimkan produk dari satu gudang ke beberapa pelanggan, dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan yang terbatas, dan tujuan utamanya adalah meminimalkan jumlah kendaraan yang digunakan misalnya jumlah barang yang dibawa dilarang melebihi kapasitas armada [6].
2. Heterogeneous Fleet VRP Heterogeneous Fleet VRP merupakan varian dari VRP dimana kendaraan dalam armada berbeda satu sama lain dalam hal kapasitas, kecepatan, dan biaya bahan bakar. HVRP adalah salah satu jenis VRP dengan konflik bahwa suatu perusahaan mempunyai armada yang bervariasi, umumnya berupa kapasitas angkut setiap armada. VRP ini pula bisa dianggap menjadi VRP armada campuran [6].
3. Time Window VRP Window VRP merupakan masalah transportasi dimana waktu kunjungan pelanggan ditentukan dalam bentuk jendela waktu yang membatasi waktu kedatangan dan keberangkatan kendaraan [6].
4. Pickup and Delivery VRP Pickup and Delivery VRP adalah kategorisasi VRP yang mensyaratkan barang dimuat pada titik tertentu dan dibongkar di tempat tujuan. Kendaraan yang sama harus digunakan untuk penjemputan dan pengantaran sehingga lokasi penjemputan dan pengantaran berada pada rute yang sama [7].
5. VRP dilengkapi dengan Backhauls VRP backhaul adalah kategorisasi VRP dimana armada mengantarkan dan mengambil pada rute yang sama [8].
6. Multi Depot VRP Multi Depot VRP adalah masalah pengoptimalan yang menemukan cara terbaik untuk mengirimkan produk dari beberapa gudang ke banyak pelanggan saat kapasitas kendaraan dan jarak tempuh terbatas [6].
7. Periodic VRP Periodic VRP digunakan saat perencanaan selesai dalam jangka waktu tertentu. Pengiriman ke konsumen bisa terjadi pada waktu yang berbeda-beda. Armada dapat mengirim atau mengunjungi konsumen beberapa kali per interval yang telah ditentukan. Periodic VRP adalah varian dari masalah perutean kendaraan untuk menemukan rute terbaik untuk mengirimkan produk dari depot ke pelanggan secara berkala dengan mempertimbangkan kendala kapasitas dan jarak tempuh kendaraan [6].
8. VRP with Multiple Product and Compartments VRP VRP with Multiple Product and Compartments VRP adalah VRP tempat pengiriman barang atau produk pelanggan dengan produk yang berbeda dengan fungsi yang bervariasi. VRP ini juga bisa dikenal sebagai VRP cross-sectional. Toth dan Vigo memberikan usul terhadap model VRP-MPC ini untuk mendapatkan solusi secara optimal. VRP-MPC mencakup pemilihan rute dan penugasan produksi pada kendaraan. Pemilihan rute transportasi ini mengacu dengan jarak dan kapasitas kendaraan sedangkan distribusi produknya pada jumlah dan berat produk serta kapasitas kompartemen kendaraan [6].
9. Split Delivery VRP Split Delivery VRP adalah kebutuhan VRP pelanggan dapat dipisah. Maksud dari VRP ini ialah untuk meminimalisir biaya. Toth dan Vigo mengusulkan SDVRP adalah masalah yang sangat kompleks dan sulit dipecahkan sehingga diperlukan adanya pengembangan algoritma optimasi yang efisien untuk solusi yang optimal atau mendekati optimal [6].
10. Multi Trip VRP Multi Trip VRP adalah jenis VRP dengan masalah armada yang digunakan oleh perusahaan yang terbatas dan kapasitasnya kecil sehingga mengakibatkan penggunaan armada yang berulang dan lebih kecil untuk beberapa kendaraan. Toth dan Vigo mengusulkan bahwa MTRVRP mencakup pemilihan rute dan alokasi jarak pada kendaraan yang dipakai. Pemilihan rute mengacu pada jarak tempuh dan kapasitas kendaraan sedangkan pemilihan trip mengacu pada waktu dan kapasitas kendaraan [6].

Integer Linear Programming

Integer Linear Programming adalah model solusi matematis dimana hasil penyelesaian kasus program linier diubah menjadi bilangan bulat dalam bentuk pecahan, atau teknik analisis untuk menghasilkan solusi optimal untuk program linier bilangan bulat, baik teknik analisis program linier yang menggunakan biner (binary) 0 dan 1 dikenal seperti pemrograman zero-one [9]. Dalam buku The Vehicle Routing Problem [6] digunakan metode pemodelan Integer Linear Programming untuk mengatasi masalah secara akurat dengan memanfaatkan variabel-variabel yang dapat didefinisikan untuk pengambilan keputusan dalam menentukan rute atau atribut lainnya.

Algoritma Pemrograman

Menurut [10], Algoritma pemrograman adalah algoritma perangkat lunak yang memainkan peran penting dalam kehidupan manusia. Algoritma adalah inti dari komputasi dan pemrosesan data. Algoritma terkait dengan banyak bidang teknologi informasi, algoritma perutean dalam jaringan komputer, algoritma gambar garis Brensenham (bidang grafik komputer), algoritma Knuth-Morris-Pratt untuk menemukan pola dalam teks (bidang layanan informasi), dan lain-lain.

Vehicle Routing Problem Yields (VRPy)

VRPy (Vehicle Routing Problem with Yields) merupakan salah satu cara untuk mengatasi masalah optimasi rute kendaraan. Masalah ini mampu menyelesaikan pengiriman barang atau jasa dari satu atau lebih lokasi ke beberapa lokasi pelanggan yang berbeda dengan jumlah kendaraan yang terbatas dan tujuannya adalah untuk menentukan rute pengiriman yang paling efisien dan optimal. Menurut sebuah penelitian, VRPy mempertimbangkan jarak tempuh, waktu pengiriman, kapasitas kendaraan. Solusi yang efektif dan optimal dari VRPy dapat membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengiriman barang dan jasa, serta mengurangi biaya dan waktu pengiriman [11].

Metodologi Penelitian

Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan digunakan sebagai studi awal atau langkah awal yang dapat dilakukan oleh penulis untuk dapat memberikan gambaran atas permasalahan yang akan diselesaikan.

Studi Lapangan di CV ULI

Yang pertama penulis lakukan yaitu melakukan observasi di CV ULI. Saat melakukan observasi di CV ULI, penulis diajak langsung berdiskusi dengan stakeholder terkait yang ada di CV ULI dan melakukan identifikasi permasalahan yang ada untuk dapat diangkat serta dapat diselesaikan oleh penulis.

Studi Literatur

Langkah yang penulis lakukan setelah mengidentifikasi dan diskusi dengan stakeholder terkait permasalahan yang akan penulis angkat, penulis melakukan studi literatur terkait permasalahan tersebut yang bersumber dari jurnal nasional, jurnal internasional, buku, dan juga dari penelitian-penelitian terdahulu untuk dapat mempermudah dan juga sebagai referensi bagi penulis saat melakukan proses penyelesaian permasalahan.

Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini penulis melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan sebagai input dan parameter untuk mendukung permasalahan yang diangkat. Penulis melakukan pengumpulan data dengan cara melakukan diskusi atau wawancara kepada stakeholder perusahaan. Data yang penulis dapatkan adalah data kuantitatif serta data primer maupun sekunder.

Tahap Perancangan Sistem

Tahap selanjutnya setelah tahap pengumpulan data adalah tahap perancangan sistem yang terdapat tahap pengolahan data di dalamnya. Data-data yang penulis dapatkan dilakukan pengolahan untuk membantu melakukan perancangan dengan pendekatan integer linear programming dan software VRPy yang mengacu pada model matematika yang terdapat pada Vehicle Routing Problem. Kemudian dengan dilakukannya perancangan dengan batasan-batasan yang ada, didapatkan hasil penentuan rute setiap salesman. Hasil tersebut kemudian dilakukan verifikasi apakah hasil sudah sesuai dengan model yang ditentukan dan validasi berdasarkan spesifikasi dan standar perancangan yang penulis lakukan.

Tahap Analisis dan Evaluasi

Pada tahap ini yaitu dilakukan analisis hasil perancangan yang didapatkan sebelumnya dengan melakukan perhitungan expected fulfillment jika perancangan diimplementasi. Kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan kondisi awal sehingga mendapatkan nilai kenaikan setelah dilakukannya perancangan.

Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir yaitu tahap kesimpulan dan saran. Pada tahap ini berisikan hasil kesimpulan dari penelitian usulan yang penulis lakukan dalam menyelesaikan masalah yang ada. Tahap ini juga berisikan saran untuk penelitian selanjutnya dan perusahaan agar dapat lebih baik lagi.

Hasil dan Pembahasan

Spesifikasi Rancangan

Pada Tabel 1 di bawah terdapat spesifikasi rancangan yaitu hasil dari kombinasi standar perancangan dan batasan yang sudah penulis lakukan sebelumnya untuk dapat menyelesaikan masalah yang ada di CV ULI.

Table 1. Spesifikasi Rancangan

No	Spesifikasi	Nilai dan Tolak Ukur
1	Waktu Kerja	1. 6 Hari/Minggu 2. 24 Hari/Bulan 3. 8 Jam/Hari 4. 480 menit/Hari 5. 192 Jam/Bulan 6. 11520 Menit/Bulan
2	Waktu Istirahat	1 Jam atau 60 Menit
3	Waktu Kunjungan	15 Menit
4	Jumlah Salesman	5 Salesman
5	Cakupan Area	Kota Medan dengan 21 Kecamatan
6	Target Distribusi	321 outlet yang telah bekerja sama dengan perusahaan

Model Matematika

Sebelum dilakukannya perancangan, permasalahan yang ada dirumuskan dengan model matematika dengan fungsi tujuan untuk menentukan rute yang optimal sehingga dapat berdampak kepada target distribusi. Di bawah ini merupakan model matematika dimana:

V = Kumpulan node

= $\{0, 1, \dots, n\}$, node 0 adalah depot atau DC perusahaan

N = Kelompok titik tujuan

= $\{1, \dots, n\}$

A = Hubungan ketertarikan antar node

= $\{(i, j) : 0 \leq i, j \leq n, i \neq j\}$

K = Kumpulan kendaraan yang digunakan

Indeks:

$i = 1, 2, 3, \dots, N$

adalah titik yang memulai kegiatan distribusi

$j = 1, 2, 3, \dots, N$

adalah titik yang memulai kegiatan distribusi

$k = 1, 2, 3, \dots, K$

adalah kendaraan yang digunakan untuk kegiatan distribusi

Parameter:

D_{ij} = Jarak tempuh armada dari titik i ke j

$[E, L]$ = Waktu awal berangkat dan terakhir kembali untuk setiap kendaraan dari distribution center

S_i = Waktu pelayanan

C_{ij} = Kecepatan rata-rata

a_{ik} = Waktu kedatangan untuk kendaraan k pada titik i

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{jika ada perjalanan dari konsumen } i \text{ ke konsumen } j \\ & \text{oleh kendaraan } k \\ 0 & \text{jika tidak ada perjalanan dari konsumen } i \text{ ke} \\ & \text{konsumen } j \text{ oleh kendaraan } k \end{cases}$$

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min} \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in A} D_{ij} x_{ijk} \quad (1)$$

Berdasarkan fungsi tujuan di atas, yaitu untuk menentukan rute yang optimal dimana D_{ij} merupakan jarak tempuh armada dari titik i ke titik j sementara x_{ijk}^{ij} yaitu perjalanan kendaraan dari titik i ke j menggunakan kendaraan k .

Fungsi Pembatas:

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in V} x_{kij} \leq 1 \quad \forall i \in N \quad (2)$$

Memastikan bahwa perjalanan kendaraan dari titik i ke titik j hanya dapat dikunjungi satu kendaraan atau satu salesman.

$$\sum_{i \in N} x_{ki0} \leq 1 \quad \forall k \in K \quad (3)$$

Memastikan bahwa kendaraan k mengunjungi pelanggan i saat keluar dari depot sehingga kendaraan k tidak dapat penugasan lebih dari satu kali.

$$\sum_{j \in N} x_{k0j} \leq 1 \quad \forall k \in K \quad (4)$$

Memastikan bahwa kendaraan k kembali ke depot saat dari pelanggan j sehingga kendaraan k tidak dapat penugasan lebih dari satu kali.

$$(a_{ik} + s_i + \frac{D_{ij}}{C_{ij}} - a_j) = 0 \quad \forall k \in K, (i, j) \in A \quad (5)$$

Memastikan bahwa waktu kunjungan kendaraan k kepada titik-titik yang akan dilalui. Waktu kunjungan kendaraan yaitu penjumlahan waktu kedatangan, waktu pelayanan titik i dan waktu tempuh antar titik didapatkan dari pembagian antara jarak tempuh dan kecepatan rata-rata armada yang kemudian dikurangi dengan waktu kedatangan pada titik j .

$$E \leq a_{0k} \leq L \quad \forall k \in K \quad (6)$$

Memastikan bahwa waktu awal keberangkatan kendaraan k dan waktu terakhir kendaraan k kembali ke depot dan kedatangan kendaraan k ke depot harus berada di rentang waktu tersebut (waktu kerja).

Hasil Penentuan Route Terbaik Setiap Salesman

Setelah dilakukannya tahap demi tahap untuk penentuan rute yang optimal setiap salesman dengan dibantu software VRPy maka didapatkan output pada Tabel 2 di bawah seperti yang diharapkan. Terlihat bahwa setiap salesman memiliki rincian rute outlet yang akan dikunjungi.

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa hasil penentuan rute salesman pada outlet-outlet yang dicakup sudah sesuai atau tidak lebih dari waktu kerja salesman dan setiap outletnya hanya dikunjungi oleh satu salesman sesuai zona cluster masing-masing sehingga dari perancangan tersebut dapat dipastikan telah memenuhi batasan yang telah ditentukan.

Verifikasi Hasil Perancangan

Verifikasi digunakan untuk membuktikan bahwa hasil perancangan penentuan rute yang optimal sesuai dengan model matematika yang digunakan. Berikut ini adalah batasan yang ada pada model matematika:

Hari	Salesman 1	Salesman 2	Salesman 3	Salesman 4	Salesman 5
Senin	CV ULI, Outlet 15,13,1,8,10,16,18, 12,14,17,7,11,CV ULI	CV ULI, Outlet 13,8,16,17,10,15,12,7,1,14, 11,18,CV ULI	CV ULI, Outlet 66,59,57,55,51,56,53, 60,54,65,52,CV ULI	CV ULI, Outlet 13,15,1,11,17,8,7,16, 14,10,12,CV ULI	CV ULI, Outlet 9,12,14,10,13,15,1, 11,7,CV ULI
Selasa	CV ULI, Outlet 61,57,59,58,62,60,3, 9,5,2,4,6, CV ULI	CV ULI, Outlet 34,36,32,5,3,9,4,2,6,29,31, 33,CV ULI	CV ULI, Outlet 61,63,31,29,26,28,32, 30,62,64,58,CV ULI	CV ULI, Outlet 28,26,9,5,27,29,25,3, 4,6,2,CV ULI	CV ULI, Outlet 5,4,2,3,8,6,24,29, 30,CV ULI
Rabu	CV ULI, Outlet 68,63,66,70,71,72,67, 65,56,64,69,54,CV ULI	CV ULI, Outlet 27,23,30,25,21,19,22,20, 35,26,28,24,CV ULI	CV ULI, Outlet 25,20,21,49,50,48,27, 23,33,22,24,CV ULI	CV ULI, Outlet 20,18,24,22,19,21,23, 40,46,44,45,CV ULI	CV ULI, Outlet 25,20,18,23,27,19, 21,26,28,CV ULI
Kamis	CV ULI, Outlet 45,50,47,51,42,52,49, 44,46,48,55,43,CV ULI	CV ULI, Outlet 47,41,51,48,46,39,50, 42,44,40,45,49,CV ULI	CV ULI, Outlet 43,45,47,38,36,42,39, 44,41,46,37,CV ULI	CV ULI, Outlet 31,43,33,37,35,36,39, 32,34,42,41,CV ULI	CV ULI, Outlet 22,17,42,44,40,41, 39,43,16,CV ULI
Jumat	CV ULI, Outlet 32,35,39,30,40,36, 34,33,31,41,37,53, CV ULI	CV ULI, Outlet 68,61,66,64,57,38,43, 37,62,67,65,63,CV ULI	CV ULI, Outlet 4,8,6,9,5,3,34,7,40, 35,2,CV ULI	CV ULI, Outlet 55,57,52,50,58,56,51, 54,59,30,38,CV ULI	CV ULI, Outlet 33,36,35,32,51,38, 31,37,34,CV ULI
Sabtu	CV ULI, Outlet 23,25,27,19,29,20,22, 28,26,21,24,38, CV ULI	CV ULI, Outlet 70,55,53,59,54,56,60,69, 58,52,CV ULI	CV ULI, Outlet 17,19,13,14,12,11,18, 1,16,15,10,CV ULI	CV ULI, Outlet 49,53,61,47,48,60, CV ULI	CV ULI, Outlet 47,49,45,50,52,48, 46,CV ULI

Gambar 3. Tabel Hasil Penentuan Route Terbaik Setiap Salesman

Hari	Salesman 1	Salesman 2	Salesman 3	Salesman 4	Salesman 5
Senin	CV ULI, Outlet 15,13,1,8,10,16,18, 12,14,17,7,11,CV ULI	CV ULI, Outlet 13,8,16,17,10,15,12,7,1,14, 11,18,CV ULI	CV ULI, Outlet 66,59,57,55,51,56,53, 60,54,65,52,CV ULI	CV ULI, Outlet 13,15,1,11,17,8,7,16, 14,10,12,CV ULI	CV ULI, Outlet 9,12,14,10,13,15,1, 11,7,CV ULI

Gambar 4. Rute perjalanan kendaraan Salesman

Table 2. Kendaraan

Hari	Salesman 1
Senin	CV ULI, Outlet 15,13,1,8,10,16,18,12,14,17,7,11, CV ULI

1. Rute perjalanan kendaraan hanya dapat dikunjungi satu armada atau satu salesman. Dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa setiap salesman mengunjungi outlet yang berbeda-beda atau tidak ada salesman yang mengunjungi outlet yang sama pada hari yang sama.
2. Kendaraan k mengunjungi pelanggan berawal dan berakhir di depot. Pada hasil yang didapatkan, penentuan rute sudah dirancang dengan pembatas bahwa perjalanan salesman harus dimulai dan berakhir di depot kemudian dapat diverifikasi dengan Tabel 3 di bawah ini:
3. Waktu kunjungan harus berada di rentang waktu kerja. Dari hasil penentuan rute yang didapatkan, penulis melakukan verifikasi hasil penentuan rute sesuai dengan waktu kerja yang sudah ditetapkan perusahaan. Pada Tabel 4 di bawah ini terdapat rincian perhitungan berdasarkan rute yang dihasilkan pada salesman 1 di hari Senin dengan data waktu yang didapatkan dari Google Maps:

Validasi Perancangan

Setelah dilakukan verifikasi perancangan, selanjutnya dilakukan validasi perancangan untuk mengetahui target-target yang penulis lakukan dalam penyelesaian masalah di CV ULI dapat terpenuhi dengan baik. Di bawah ini merupakan tabel validasi perancangan dalam menyelesaikan masalah yang terjadi di CV ULI:

Analisis Hasil Perancangan

Pada tahapan analisis ini dilakukan perbandingan kondisi awal dan kondisi usulan setelah adanya penentuan rute yang optimal. Dapat dilihat dari hasil penentuan rute maka salesman dapat mengunjungi semua outlet setiap minggunya. Hal ini juga dibuktikan dengan penentuan rute yang optimal dapat mempengaruhi persentase pencapaian distribusi di kota Medan. Pertama, pada Tabel V.1.1 dilakukan perbandingan total

Table 3. Waktu kunjungan harus berada di rentang waktu kerja

Salesman 1 Hari Senin					
Nama	Waktu Tempuh (Menit)	Waktu Pelayanan (Menit)	Total Waktu Tempuh	Pukul Mulai	Pukul Selesai
CV ULI	0	0	0	08.00	
Outlet 15	16	15	31	08.00	08.31
Outlet 13	20	15	35	08.31	09.06
Outlet 1	10	15	25	09.06	09.31
Outlet 8	10	15	25	09.31	09.56
Outlet 10	10	15	25	09.56	10.21
Outlet 16	10	15	25	10.21	10.46
Outlet 18	10	15	25	10.46	11.11
Outlet 12	15	15	30	11.11	11.41
Break	-	-	60	11.41	12.41
Outlet 14	15	15	30	12.41	13.11
Outlet 17	15	15	30	13.11	13.41
Outlet 7	15	15	30	13.41	14.11
Outlet 11	10	15	25	14.11	14.36
CV ULI	30	15	45	14.36	15.21
CV ULI	-	-	60	15.21	16.21

Table 4. Validasi Perancangan

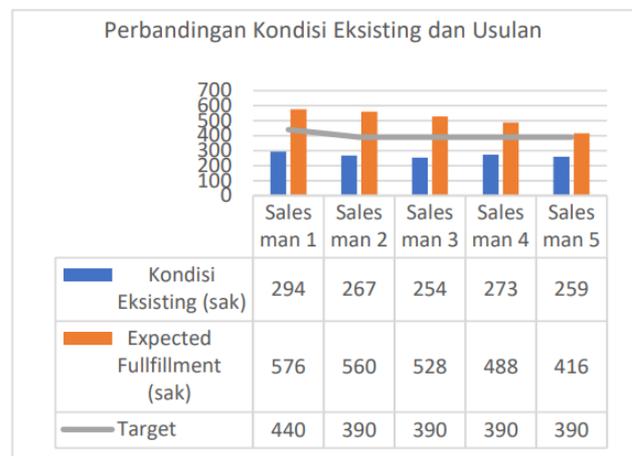
Kategori	Target Validasi	Pencapaian
Target Kinerja	1. Mempunyai urutan rute setiap salesman sesuai waktu kerja.	Adanya perancangan yang dilakukan dengan pemilihan rute yang optimal setiap harinya
Standart Acuan	1. Regulasi Pemerintah	Dengan tetap mengikuti hari kerja, waktu kerja, dan waktu istirahat sesuai undang-undang ketenagakerjaan dan ketentuan perusahaan
	2. Batasan Realistis	Dengan tetap mengikuti ketentuan perusahaan meliputi waktu kerja, wilayah cakupan salesman (sales territory), dan jumlah salesman.
	3. Spesifikasi Perancangan	Dengan tetap mengikuti nilai dan tolak ukur yang ada pada spesifikasi perancangan.

jarak tempuh pada kondisi awal dan kondisi usulan setelah adanya perancangan:

Tabel di atas membuktikan dengan penentuan rute yang optimal dapat mempengaruhi persentase pencapaian distribusi di kota Medan. Berikut ini adalah perhitungan kondisi usulan setelah adanya perancangan:

Setelah dilakukan perhitungan pada kondisi usulan dan didapatkan perkiraan pencapaian distribusi pada kondisi usulan dalam satu bulan jika perancangan ini diimplementasikan, kemudian dilakukan perbandingan antara kondisi aktual dan kondisi usulan seperti pada grafik di bawah ini:

Dengan perbandingan kondisi eksisting dan kondisi usulan pada grafik di atas kemudian dilakukan juga perbandingan persentase

**Gambar 5.** Perbandingan Kondisi Eksisting dan Usulan

pencapaian kondisi eksisting dan expected fulfillment berdasarkan target yang ditetapkan. Di bawah ini merupakan perbandingan persentase pencapaian distribusi pada kondisi eksisting dan usulan:

Analisis Perkiraan Biaya

Dari penentuan rute yang optimal dapat dilihat analisis hasil perancangan dan sudah didapatkan bahwa dengan adanya penentuan rute yang optimal dapat mencapai bahkan meningkatkan target distribusi. Kemudian penulis menambahkan analisis biaya hanya untuk gambaran tambahan bagi CV ULI dengan tujuan untuk mengetahui perkiraan biaya yang dikeluarkan setelah adanya penentuan rute yang tetap. Sebelum melakukan analisis biaya, di bawah ini merupakan tabel komponen untuk biaya harian yang diberikan CV ULI kepada setiap salesman:

Kemudian dilakukan analisis spesifikasi kendaraan yang didapatkan dari website resmi Honda dengan tipe kendaraan yang digunakan oleh salesman. Di bawah ini merupakan tabel konsumsi dan biaya bahan bakar minyak:

Dari data-data di atas, dilakukan perhitungan biaya dari hasil penentuan rute yang sudah dirancang. Di bawah ini merupakan perhitungan biaya yang diambil dari hasil salesman 1 pada hari Senin:

1. Perkiraan Biaya Bahan Bakar Minyak Kondisi Usulan

- Perkiraan jumlah bensin yang diperlukan

$$\frac{\text{Total jarak}}{\text{Konsumsi BBM}} = \frac{17,31 \text{ km}}{62 \text{ km/liter}} = 0,2797 \text{ liter}$$

- Perkiraan biaya yang dikeluarkan = Jumlah BBM \times harga BBM = 0,2797 liter \times Rp 10.000 = Rp 2.797 \approx Rp 3.000

2. Perkiraan Biaya Parkir Kondisi Usulan Penulis melakukan pemerataan biaya parkir setiap kunjungan sebesar Rp 2.000 untuk setiap outlet. Pada hari Senin salesman 1 mengunjungi 12 outlet sehingga perkiraan biaya parkir yang dikeluarkan sebesar Rp 24.000.

Dari analisis yang penulis lakukan dengan hasil perkiraan biaya bahan bakar minyak dan biaya parkir setelah adanya penentuan rute yang optimal dapat menjadi pertimbangan bagi CV ULI dalam menentukan pembagian biaya dalam biaya harian setiap salesman.

Table 5. Analisis Hasil Perancangan

Salesman 1 di Hari Senin		
Keterangan	Urutan Kunjungan	Total Jarak
Kondisi Awal	CV ULI, Outlet 5,1,11,3,6,7,13,CV ULI	46,30 km
Kondisi Usulan	CV ULI, Outlet 15,13,1,8,10,16,18,12,14,17,7,11,CV ULI	17,31 km

Table 6. Analisis Hasil Perancangan

No	Keterangan	Kunjungan Mingguan	Kunjungan Bulanan	Min. Pembelian	Perkiraan Distribusi Bulanan
1	Salesman 1	72 Outlet	288 Outlet	2 sak	576 sak
2	Salesman 2	70 Outlet	280 Outlet	2 sak	560 sak
3	Salesman 3	66 Outlet	264 Outlet	2 sak	528 sak
4	Salesman 4	61 Outlet	244 Outlet	2 sak	488 sak
5	Salesman 5	52 Outlet	208 Outlet	2 sak	416 sak

Table 7. Total Kenaikan Persentase Pencapaian

No	Keterangan	Target	Realisasi	Persentase Pencapaian
1	Aktual (sak)	2.000	1.347	67\%
2	Usulan (sak)	2.000	2.568	128\%
Total Kenaikan Persentase Pencapaian				61\%

Table 8. Analisis Perkiraan Biaya

Keterangan	Nama	Jumlah
Biaya Harian	Biaya Bahan Bakar Minyak	Rp. 20.000
Setiap Salesman	Biaya Makan	Rp. 25.000
Total		Rp. 15.000

Table 9. konsumsi dan biaya bahan bakar minyak

Tipe Kendaraan	Biaya BBM	Konsumsi BBM
Motor Revo	Rp. 10.000 /liter	62km /liter

Table 10. Perkiraan Biaya Parkir Kondisi Usulan

No	Keterangan	Target	Realisasi	Persentase Pencapaian
1	Eksisting (sak)	2.000	1.347	67%
2	Usulan (sak)	2.000	2.568	128%
Total Kenaikan Persentase Pencapaian				61%

Kesimpulan

Pada permasalahan yang ada di CV ULI, penulis memberikan usulan solusi yang bertujuan untuk mendapatkan penentuan rute yang optimal sehingga dapat mencapai target yang sudah ditentukan oleh PT

SB. Dibantu dengan model Vehicle Routing Problem dengan pendekatan Integer Linear Programming menggunakan software VPRP, penulis sudah melakukan perancangan penentuan rute yang optimal pada CV ULI sehingga dari usulan yang penulis lakukan, dapat dilihat bahwa tidak hanya terjadi ketercapaian target tetapi juga terjadi kenaikan pencapaian distribusi di Kota Medan sebesar 1.221 sak atau 61% dari pencapaian distribusi awal setelah adanya penentuan rute yang dapat menjadi pertimbangan CV ULI untuk dapat mengimplementasikan perancangan yang dilakukan oleh penulis.

Daftar Pustaka

- Kotler P, Armstrong G. Principles of Marketing. Pearson; 2018.
- Segetlija Z, Mesarić J, Dujak D. IMPORTANCE OF DISTRIBUTION CHANNELS-MARKETING CHANNELS-FOR NATIONAL ECONOMY. 2016.
- Dharmmesta BS. Manajemen Pemasaran; 2015.
- Zulkarnaen W, Dewi Fitriani I, Yuningsih N, Muhammadiyah Bandung S, Tasikmalaya S. PENGEMBANGAN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT DALAM PENGELOLAAN DISTRIBUSI LOGISTIK PEMILU YANG LEBIH TEPAT JENIS, TEPAT JUMLAH DAN TEPAT WAKTU BERBASIS HUMAN RESOURCES COMPETENCY DEVELOPMENT DI KPU JAWA BARAT. 2020;4(2).
- Kotler P, Keller KL. Marketing Management. Prentice Hall; 2012.
- Toth P, Vigo D. Vehicle routing: problems, methods, and applications. SIAM; 2014.
- Tasan AS, Gen M. A Genetic Algorithm Based Approach to Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pick-up and Deliveries. 2010.
- Pradenas L, Oportus B, Parada V. Mitigation of greenhouse gas emissions in vehicle routing problems with backhauling. Expert Systems with Applications. 2013;40(8):2985-91. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.014>.
- Ganian R, Ordyniak S. Solving integer linear programs by exploiting variable-constraint interactions: A survey. Algorithms. 2019;12(2). Available from: <https://doi.org/10.3390/A12120248>.
- Cormen TH, Leiserson CE, Rivest RL, Stein C. Introduction to Algorithms, Third Edition. MIT Press; 2009.
- Hosseinabadi AAR, Vahidi J, Balas VE, Mirkamali SS. OVRP_GELS: solving open vehicle routing problem using the

- gravitational emulation local search algorithm. *Neural Computing and Applications*. 2018;29(10):955-68.
12. Hosseinabadi AAR, Vahidi J, Balas VE, Mirkamali SS. OVRP_GELS: solving open vehicle routing problem using the gravitational emulation local search algorithm. *Neural Computing and Applications*. 2018;29:955-68. [Jan. 2, 2023]. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00521-016-2608-x>.
 13. Tasan AS, Gen M. A genetic algorithm based approach to vehicle routing problem with simultaneous pick-up and deliveries. *Computers & Industrial Engineering*. 2012;62(3):755-61. [Dec.11, 2022]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835211003482>.
 14. Straka M. The Position Of Distribution Logistics In The Logistic System Of An Enterprise. *Acta Logistica*. 2017;4(2):23-6. [Jan. 7, 2023]. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/b2c2/2b9e0335d8638b0d9a32540247c32d252b41.pdf>.
 15. Pradenas L, Oportus B, Parada V. Mitigation of greenhouse gas emissions in vehicle routing problems with backhauling. *Expert Systems with Applications*. 2013;40(8):2985-91. [Dec.11, 2022]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417412012559>.
 16. Ganian R, Ordyniak S. Solving integer linear programs by exploiting variable-constraint interactions: A survey. *Algorithms*. 2019;12(12):248. [Dec.20, 2022]. Available from: <https://www.mdpi.com/1999-4893/12/12/248>.
 17. Zulkarnaen W, Fitriani ID, Yuningsih N. Pengembangan Supply Chain Management Dalam Pengelolaan Distribusi Logistik Pemilu Yang Lebih Tepat Jenis, Tepat Jumlah Dan Tepat Waktu Berbasis Human Resources Competency Development Di KPU Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*. 2020;4(2):222-43. [Dec.20, 2022]. Available from: <https://www.journal.stiemb.ac.id/index.php/mea/article/view/372>.