

Optimasi Rute Pengiriman *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* PT. X

Widi Santoso Wijanarko¹, Nova Sepadyati²

Abstract: Optimization in the distribution process needs to be done to increase the efficiency and effectiveness of delivery, reduce travel distance, and save costs. One of the optimization processes in the distribution process is to determine the optimal distribution route. Route optimization will help a company with a lot of customer combination that need to be served everyday with a limited resources or constraints. The purpose of this research is to help PT. X to have a reference for making the optimal route in solving the capacitated vehicle routing problem with time windows. AnyLogistix Software will be used in the optimization process to determine the optimal distribution route by building a model inside the software with capacitated vehicle and time windows constraints. Optimization's results shows more than 20% distance reduction that can be used to determine *retail* product delivery routes based on measurable data for PT. X

Keywords: optimization; VRP; anylogistix

Pendahuluan

PT. X adalah perusahaan gas swasta terbesar di Indonesia yang telah berdiri sejak tahun 1975. Salah satu lini bisnis terbesar yang dijalankan oleh PT. X adalah menghasilkan gas industri yang didistribusikan ke berbagai titik di Indonesia. Gas industri yang dihasilkan diperoleh dengan merubah berbagai gas atmosfer menjadi bentuk *liquid*, yang selanjutnya didistribusikan dalam bentuk *liquid* ataupun kembali diubah menjadi gas dalam tabung untuk penjualan *retail*. Penjualan produk gas dan *liquid* sendiri dilakukan dengan proses distribusi menggunakan transportasi darat. Proses distribusi tersebut dilakukan setiap harinya berdasarkan permintaan pelanggan pada tanggal yang diinginkan oleh konsumen. Permintaan pelanggan yang terjadi pada tanggal yang berbeda-beda menyebabkan pesanan harian yang diterima oleh PT. X setiap harinya memiliki kombinasi pengiriman yang berbeda-beda. Pelanggan yang dimiliki juga berasal dari berbagai sektor industri dengan skala usaha yang bervariasi, baik dari perorangan hingga perusahaan besar. Hal ini menyebabkan PT. X harus menentukan rute pengiriman terbaik yang berbeda setiap harinya. Proses penentuan rute pengiriman dilakukan secara manual

berdasarkan pengalaman masa lalu dari *driver* untuk menentukan urutan pengiriman yang dilakukan. Banyaknya jenis kombinasi rute pengiriman dari berbagai pelanggan dari PT. X menyebabkan penentuan rute secara manual memiliki resiko yang cukup besar untuk menimbulkan kesalahan dan asumsi. Keputusan yang tidak tepat akibat asumsi dapat menimbulkan jarak yang lebih panjang dengan waktu yang lebih lama. Hal ini menyebabkan jumlah pelanggan yang dapat dijangkau dalam satu hari dapat menjadi lebih sedikit dan mengakibatkan penggunaan armada lebih banyak untuk dapat menjangkau seluruh pelanggan per harinya.

Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan melakukan optimasi penentuan rute distribusi. Optimasi dilakukan dengan tujuan memetakan setiap pelanggan yang dapat dijangkau oleh suatu cabang dari suatu daerah tertentu, dan menentukan alur pengiriman yang ada. Melalui optimasi penentuan rute pengiriman yang terukur melalui simulasi, maka proses pengiriman dapat terjadi dengan lebih cepat dan tepat. Selain itu dengan menentukan rute pengiriman yang terukur, maka jarak tempuh yang tidak diperlukan akibat asumsi pribadi dapat diminimalkan. Jarak yang lebih singkat akan berpengaruh pada percepatan pengiriman yang berdampak pada penghematan bahan bakar. Melalui optimasi rute pengiriman dapat membantu PT. X dalam proses

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: widiwijanarko1@gmail.com, nova.s@petra.ac.id

pengambilan keputusan pada distribusi produk *retail*.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini yaitu dengan metode optimasi melalui bantuan *software AnyLogistix*. Alur proses optimasi dengan bantuan *software AnyLogistix* sebagai berikut.

Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan pada proses distribusi produk *retail* yang terdapat di PT. X. Proses identifikasi masalah bertujuan untuk menemukan akar permasalahan yang terjadi pada proses distribusi produk *retail*. Identifikasi masalah dilakukan dengan melakukan wawancara dengan orang-orang yang terkait dengan proses distribusi yang ada. Permasalahan yang ditemukan dari hasil wawancara adalah, proses pengiriman produk *retail* PT. X belum pernah dipetakan dengan rute yang memperhatikan *variable* seperti jarak, ataupun biaya. Proses pengiriman hanya dilakukan berdasarkan kemampuan cabang pengisian ulang yang ada dalam memenuhi *demand* yang diminta, serta kesediaan tabung isi ulang yang tersedia. Penentuan rute hanya dilakukan berdasarkan pengalaman dan pengetahuan dari *driver* untuk menentukan urutan rute pengiriman setiap harinya. Permasalahan ini dapat dinamakan sebagai *Vehicle Routing Problem (VRP)*.

VRP merupakan permasalahan optimasi kombinatorial dalam menentukan jalur atau rute pengiriman atas distribusi suatu barang. Klasik *vehicle routing problem* sendiri merupakan perkembangan dari *Traveling Salesman Problem (TSP)* (Barnhart & Laporte [1]). VRP memiliki banyak sekali jenis turunan berdasarkan batasan yang ada. Jenis turunan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW)*. Batasan kapasitas dan jendela waktu akan menjadi faktor yang dipertimbangkan dalam optimasi.

Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan untuk menggali berbagai informasi dari berbagai sumber untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang ditemukan. Pada tahap studi literatur dilakukan studi dari jurnal, buku,

artikel maupun penelitian masa lampau pada topik yang dirasa mirip atau terkait yang dapat menjadi tambahan dasar dalam melakukan penelitian. Proses studi literatur pada penelitian ini, difokuskan untuk dapat mendapatkan informasi mengenai cara melakukan optimasi pada rute distribusi atau terhadap *vehicle routing problem*. Hasil dari studi literatur akan membantu dalam melakukan penelitian agar lebih sesuai dengan topik dan data pendukung masa lampau.

Pengumpulan Data

Data merupakan dasar dalam melakukan penelitian dan melakukan perbaikan. *Trackabout* merupakan perangkat lunak yang digunakan oleh PT. X untuk mencatat segala hal yang berhubungan dengan produk *retail*. Pencatatan ini termasuk mengenai laporan pengiriman harian produk *retail* dari setiap *filling station* yang ada di seluruh Indonesia menuju setiap relasi yang ada. Melalui laporan pengiriman dapat diambil data terkait pelanggan, data kapasitas dan jumlah angkutan yang dimiliki setiap cabangnya. Selain itu beberapa data seperti alamat cabang, alamat relasi didapatkan dari *database* yang dibangun oleh peserta magang PT. X periode sebelumnya yang disimpan oleh Departemen *Human Capital*.

Optimasi Menggunakan *Software AnyLogistix*

Konsep Optimasi adalah suatu hal yang intuitif bagi manusia untuk terus berkembang. Mencari jalan yang lebih baik atas suatu proses atau pun objek adalah hal yang umum ditemukan. Perbaikan yang terus menerus guna menemukan cara ataupun hasil yang lebih baik dapat dikatakan sebagai optimasi. Optimasi berguna untuk dapat melakukan perbaikan berkelanjutan pada berbagai sektor industri yang ada (French [2]). Terdapat beberapa tahapan yang perlu diperhatikan dalam membangun optimasi. Langkah pertama adalah menentukan objektif dari simulasi yang akan dilakukan. Selanjutnya adalah mengumpulkan data–data terkait yang mendukung berjalannya optimasi. Langkah ketiga adalah melakukan validasi data. Data yang didapatkan perlu dicek dan dipastikan telah memenuhi kriteria dalam optimasi yang akan dilakukan. Apabila data yang didapat masih kurang sesuai, maka dapat melakukan pembersihan data atau mencari data dari sumber lain. Langkah keempat adalah membangun model optimasi menggunakan data yang sudah sesuai dan cocok. Model yang telah dibangun selanjutnya perlu divalidasi untuk

mengetahui apakah model tersebut sudah sesuai dengan objektif yang ingin dibuat pada awal pembentukan optimasi. Apabila model belum memenuhi objektif maka model dapat dibangun kembali. Apabila model yang dibuat sudah sesuai maka model dapat mulai dijalankan dalam optimasi yang ada.

Optimasi yang dilakukan untuk menentukan rute distribusi yang optimal pada pengiriman barang *retail* PT. X menggunakan *software AnyLogistix*. *Software AnyLogistix* merupakan aplikasi yang berfokus pada optimasi rantai pasok. Melalui penggunaan modul *Transportation Optimization (TO)* dengan memperhatikan kapasitas kendaraan dan jendela waktu, optimasi akan dijalankan. Optimasi akan dijalankan berdasarkan data yang di dapat dari laporan perjalanan milik PT. X yang tersimpan pada *Trackabout*. Optimasi dapat dimodelkan untuk menghasilkan pilihan rute yang lebih baik berdasarkan batasan dan situasi yang sudah dimodelkan. Hasil optimasi dapat membantu mengambil keputusan bagi para pegawai operasional lapangan dalam menentukan rute pengiriman.

Verifikasi

Tahap verifikasi perlu dilakukan untuk mengetahui hasil optimasi ataupun sistem yang sudah dimodelkan benar adanya dan sesuai. Melalui verifikasi *user* dapat melihat kesinambungan antara data yang digunakan dengan hasil sistem yang telah dimodelkan. Apabila pada saat proses verifikasi ditemukan ketidaksesuaian maka perlu dilakukan pengulangan terhadap optimasi yang dilakukan. Proses verifikasi dari hasil optimasi yang ada dapat dilakukan dengan membandingkan hasil optimasi terhadap kondisi aktual berdasarkan data operasional yang didapatkan dari rekapan data yang berada pada lapangan. Perbandingan antara data operasional dengan data optimasi dapat menunjukkan bahwa optimasi yang dibangun tidak melenceng dari kenyataan yang ada, dan dapat digunakan untuk proses pengambilan keputusan dalam penentuan rute yang lebih optimal.

Validasi

Validasi dilakukan untuk memastikan hasil optimasi sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Proses validasi dilakukan dengan mempresentasikan hasil rute optimasi kepada pihak perusahaan. Apabila hasil optimasi tidak sesuai dengan kebutuhan perusahaan maka perlu dilakukan kembali

pengumpulan data sesuai keinginan perusahaan dan membangun kembali model untuk proses optimasi. Melalui proses validasi maka hasil optimasi telah mencapai titik akhir dan dapat dianalisa dan ditarik kesimpulan.

Analisa dan Penarikan Kesimpulan

Analisa dan pembahasan adalah tahapan untuk dapat mengobservasi hasil optimasi lebih langsung. Melalui analisa dan pembahasan berbagai informasi dapat dipaparkan dan diberikan melalui penjelasan yang komprehensif. Segala bentuk informasi yang bersifat terperinci juga dapat disampaikan agar hasil penelitian dapat tersampaikan dengan baik, sesuai maksud dan tujuan penelitian. Interpretasi penulis terhadap hasil optimasi diberikan pada tahapan ini. Dari hasil analisa dan pembahasan yang dilakukan, maka perlu ditarik kesimpulan akhir dari penelitian tersebut. Penarikan kesimpulan bertujuan memberikan rangkuman singkat mengenai hasil penelitian. Kesimpulan yang diberikan menjawab tujuan penelitian dan hasil yang didapatkan setelah penelitian dijalankan. Kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan dan peneliti-peneliti selanjutnya yang memiliki kesamaan topik dan bahasan.

Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah tahapan awal dalam pembentukan model pemetaan rute distribusi dengan metode optimasi. Data yang dipilih dan digunakan adalah data-data yang dapat membangun model sesuai dengan keperluan yang ada, dalam memodelkan alur distribusi produk *retail*. Data yang digunakan seperti data lokasi, data produk, data kendaraan, data *demand*, kebijakan dan batasan yang diambil oleh PT. X dalam melakukan pengiriman. Data diambil dari *database* perusahaan yang tercatat dalam aplikasi berbasis web yang digunakan oleh perusahaan untuk keperluan arsip dan pencatatan. Periode pengambilan data yang diambil merupakan data pada 7 Maret 2022 – 12 Maret 2022.

Data Lokasi

Data Lokasi merupakan data yang berisikan informasi mengenai letak dari pelanggan dan cabang yang terlibat dalam penelitian yang akan

mempengaruhi hasil optimasi yang dilakukan. Data yang yang digunakan adalah data *latitude* dan *longitude* dari setiap pelanggan dan cabang. Contoh data lokasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh data lokasi cabang dan pelanggan

No	Jenis	Kode	Latitude	Longitude
1	Perusahaan	Cabang Sidoarjo	-7.38XXX	112.71XXX
2	Pelanggan	100888	-7.48XXX	112.70XXX
3	Pelanggan	101443	-7.46XXX	112.72XXX
4	Pelanggan	102633	-7.29XXX	112.76XXX
5	Pelanggan	105586	-7.36XXX	112.73XXX
6	Pelanggan	117510	-7.64XXX	112.69XXX
7	Pelanggan	120521	-7.36XXX	112.72XXX
8	Pelanggan	120656	-7.33XXX	112.76XXX
9	Pelanggan	120671	-7.34XXX	112.76XXX
10	Pelanggan	120681	-7.31XXX	112.77XXX
11	Pelanggan	120698	-7.56XXX	112.71XXX
12	Pelanggan	120769	-7.25XXX	112.65XXX
13	Pelanggan	120804	-7.14XXX	112.63XXX
14	Pelanggan	120850	-7.55XXX	112.70XXX
15	Pelanggan	120879	-7.29XXX	112.68XXX
16	Pelanggan	120880	-7.29XXX	112.68XXX
17	Pelanggan	120883	-7.29XXX	112.68XXX
18	Pelanggan	121088	-7.37XXX	112.76XXX
19	Pelanggan	142843	-7.26XXX	112.73XXX
20	Pelanggan	159555	-7.26XXX	112.73XXX

Pada penelitian ini terdapat satu Cabang PT. X di Sidoarjo dan 102 pelanggan yang akan menjadi titik antar dari proses optimasi. Satu cabang akan menjadi titik angkut dan titik kembali dari setiap pengiriman yang ada. 102 pelanggan yang dipilih merupakan pelanggan yang memiliki permintaan pengiriman paling tinggi per harinya dan memiliki frekuensi pengiriman lebih dari satu kali dalam durasi 7 - 12 Maret 2022. Setiap harinya akan terdapat pelanggan dalam kisaran 16 - 20 pelanggan yang akan dilayani. Pelanggan akan diberikan nama berdasarkan kode pelanggan yang tercatat pada PT. X. Kode ini bersifat unik sehingga pelanggan yang berbeda tidak akan memiliki kode yang sama.

Data Produk

Pada penelitian kali ini produk *retail* pada PT. X akan dirangkum menjadi 1 produk saja. Produk yang digunakan dalam optimasi akan diberi nama “Produk” dengan satuan unit. Satuan unit menunjukkan bahwa dimensi untuk setiap produk *retail* yang dimiliki PT. X sudah seragam, sehingga perhitungan dapat dilakukan dalam

satuan unit/pcs. Merangkum produk dilakukan menjadi 1 jenis dilakukan untuk mempermudah dan mempercepat optimasi yang dilakukan. Banyaknya jenis produk tidak akan berpengaruh pada rute pengiriman yang ada.

Data Kendaraan

Data kendaraan mencakup mengenai spesifikasi dari kendaraan yang dimiliki dalam melakukan distribusi produk *retail* yang ada. Pengangkutan untuk produk *retail* dilakukan menggunakan kendaraan berjenis truk yang dimiliki oleh PT. X. Truk yang dimiliki PT. X memiliki jenis, kapasitas dan kecepatan yang berbeda-beda. Data kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data kendaraan

No	No. Plat	Jenis Truk	Volume (unit)	Kecepatan (km/jam)
1	W 815X	Light Truck R6	224	25
2	W 905X	Tronton RB 8	248	20
3	W 970X	Light Truck R6	224	25
4	W 833X	Light Truck R6	224	25
5	W 938X	Light Truck R6	224	25
6	W 892X	Light Truck R6	224	25
7	W 990X	Light Truck R4	168	30
8	W 895X	Light Truck R4	168	30

PT. X cabang sidoarjo memiliki delapan buah kendaraan yang digunakan sebagai kendaraan operasional dalam proses distribusi produk *retail*. Delapan Kendaraan yang dimiliki PT. X terbagi menjadi tiga jenis kendaraan berdasarkan kapasitas angkutnya. Terdapat lima kendaraan berjenis *Light Truck R6* dengan kapasitas angkut 224 unit. Dua buah kendaraan berjenis *Light Truck R4* dengan kapasitas 168 dan satu buah kendaraan berjenis Tronton RB 8 dengan kapasitas 248 unit. Tiga jenis kendaraan memiliki kecepatan yang berbeda-beda sesuai dengan kapasitasnya. Kecepatan kendaraan pada Tronton RB 8 akan memiliki kecepatan 20 km/jam dengan memperhatikan muatan maksimal yang dapat diangkut dapat berjumlah hingga 248 unit dengan kisaran total berat dapat mencapai hingga 110 kwintal. Pada *light truck R6* kecepatan akan berada pada angka 25 km/jam dengan muatan total dapat mengangkut 224 unit. Kenaikan kecepatan mempertimbangkan bahwa *light truck* memiliki muatan kendaraan yang lebih ringan, sehingga memungkinkan kendaraan untuk bergerak lebih cepat. Pada *light truck R4* kecepatan

kendaraan berada pada kecepatan 30 km/jam dengan total muatan 168 unit.

Data Permintaan

Data permintaan ataupun data *demand* adalah data yang akan berpengaruh pada pembentukan rute pengiriman setiap harinya. Data *demand* milik PT. X yang digunakan pada penelitian ini diambil dari laporan pengiriman cabang Sidoarjo yang tercatat pada aplikasi berbasis website untuk melacak aset tabung gas milik PT. X. Pencatatan permintaan dilakukan dalam waktu tiap hari. Data permintaan pada yang digunakan adalah data tanggal 7 Maret 2022 – 12 Maret 2022.

Data Durasi Bongkar Muat

Proses bongkar muat akan mempengaruhi lamanya waktu perpindahan dari satu tujuan ke tujuan lain. PT. X sendiri memiliki rentang perkiraan waktu bongkar muat, berdasarkan *historic demand*. Rentang yang digunakan berkisar pada 9 - 11 detik/unit. Berdasarkan data tersebut maka waktu bongkar muat akan bervariasi untuk setiap lokasinya. *AnyLogistix* yang digunakan sebagai *software* optimasi tidak dapat mengakomodasi waktu alokasi yang berbeda untuk setiap pelanggan, namun hanya dapat dilakukan untuk setiap optimasi. Batasan tersebut menjadikan waktu bongkar muat akan diatur berdasarkan rata - rata *demand* setiap harinya. Waktu bongkar muat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data durasi bongkar muat

No	Tanggal	Rata-Rata Demand (unit)	Waktu Bongkar Muat (Detik)
1	07-Mar-22	38	418
2	08-Mar-22	37	407
3	09-Mar-22	29	319
4	10-Mar-22	32	352
5	11-Mar-22	37	407
6	12-Mar-22	26	286

Waktu bongkar muat untuk setiap harinya berbeda - berdasarkan dari rata-rata permintaan atau *demand* yang ada. Hasil kolom “Rata-Rata Demand” didapatkan dari hasil pembagian total jumlah permintaan yang ada dengan banyaknya permintaan yang dibulatkan ke atas. Nilai waktu bongkar muat sendiri didapatkan dari hasil kali antara “Rata-Rata Demand” dengan waktu 11 detik. Waktu 11 detik dipilih sebagai batas atas atau waktu terlama untuk dapat melakukan bongkar muat untuk setiap

unitnya. Dengan mempertimbangkan waktu terlama maka hasil optimasi dapat sesuai dengan kemungkinan terburuk pada operasional.

Data Jendela Waktu

Jendela waktu adalah waktu yang ditetapkan sebagai batasan waktu dalam pengantaran produk *retail*. Penggunaan jendela waktu memberikan batasan bagi perusahaan dalam melakukan pengiriman. Pengiriman tidak bisa dilakukan di luar dari jendela waktu yang berjalan. Pelanggan dapat menerima barang pada pukul 08.00 WIB - 17.00 WIB. Cabang Sidoarjo dapat melakukan pengiriman pada waktu 08.00 WIB - 17.00 WIB.

Pembangunan Model Pada *AnyLogistix*

Model optimasi dibangun menggunakan bantuan *software AnyLogistix* sebagai media optimasi. Pada *software AnyLogistix* terdapat beberapa jenis optimasi yang dapat dilakukan dengan tujuan yang berbeda-beda. Penggunaan tabel-tabel yang berbeda juga akan mempengaruhi hasil optimasi yang dilakukan.

Pemilihan Jenis Optimasi dan Rentang Waktu

Optimasi dijalankan dengan memilih *Transportation Optimization* sebagai model optimasi dasar untuk dijalankan pada Aplikasi *AnyLogistix*. Selain itu rentang waktu untuk durasi optimasi juga perlu ditetapkan. Hal ini bertujuan untuk membagi banyaknya pengiriman atau *shipments* yang dapat dilakukan dalam kurun waktu optimasi berlangsung. *Interface* dari proses penentuan jenis optimasi dan rentang waktu durasi optimasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. User interface pemilihan jenis dan waktu

Gambar 1 adalah contoh tampilan dalam proses penentuan jenis optimasi dan durasi waktu pada

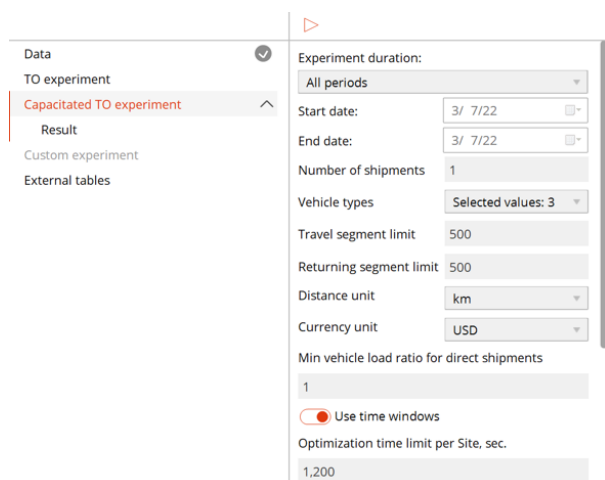
optimasi tanggal 7 Maret 2022. Skenario diberi nama “07/03/2022” sebagai penanda untuk membedakan skenario yang sedang dibangun. *Transportation Optimization* dipilih sebagai jenis optimasi yang ingin dilakukan, sesuai dengan tujuan optimasi yaitu mencari rute optimal pada pengiriman Cabang Sidoarjo pada tanggal 7 Maret 2022. Tanggal mulai dan tanggal berakhir berisikan tanggal yang sama, dikarenakan optimasi akan dilakukan dalam rentang waktu harian.

Pengunaan Data Pada Tabel-Tabel Optimasi

Tabel adalah bagian-bagian untuk mengisikan data berdasarkan kebutuhan pada proses optimasi. Tabel yang dipilih dan digunakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan dari pengguna yang ada. Pada optimasi digunakan 11 tabel yang akan berisi data - data terkait pemodelan optimasi. Tabel yang digunakan adalah tabel “Customer”, “DCs and Factories”, “Fleets”, “Locations”, “Paths”, “Periods”, “Product”, “Sourcing”, “Time Windows” dan “Vehicle Type”. Data dari masing-masing tabel akan mempengaruhi hasil dari optimasi yang dijalankan.

Penentuan Parameter

Pada *Transportation Optimization AnyLogistic* terdapat beberapa parameter yang perlu ditentukan sebelum optimasi dijalankan. Parameter tersebut diantaranya terkait tanggal mulai dan berakhirnya optimasi, jumlah pengiriman atau *shipments* dalam periode optimasi, jenis kendaraan yang dapat digunakan, batas perjalanan antar lokasi, nilai yang diperlukan untuk dapat melakukan *direct shipments*, dan penggunaan *time windows* dalam optimasi.



Gambar 2. Interface parameter optimasi

Parameter Optimasi pada Gambar 2 menunjukkan adanya satu kali pengiriman dalam durasi optimasi yang terjadi pada tanggal 7 Maret 2022. Jenis

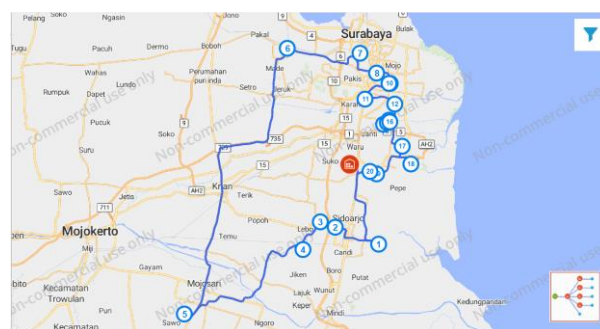
kendaraan yang dapat digunakan dalam proses pengiriman adalah tiga jenis yaitu *Light Truck R6*, *Light Truck R4*, dan *Tronton RB 8*. Batasan 500 kilometer diberikan pada *Travel Segment Limit* dan *Returning Segment Limit*. Nilai 1 diberikan untuk jumlah minimum apabila pelanggan ingin melakukan *direct shipment*. Nilai “1” mengindikasikan bahwa kapasitas truk harus terpenuhi 100% apabila pelanggan ingin proses pengiriman langsung. Tombol “*use time windows*” juga perlu diaktifkan agar penggunaan *time windows* yang telah ditentukan pada tabel dapat berjalan.

Pembangunan Ulang Simulasi

Pada penelitian ini optimasi yang telah dibangun hanya akan berlaku untuk kondisi tanggal tersebut. Perlu dibangun optimasi lain pada tanggal - tanggal lainnya. Akan terdapat enam optimasi yang dibangun untuk tanggal 7 Maret 2022 - 12 Maret 2022. Optimasi yang dibangun akan menggunakan tabel-tabel dan parameter yang sama namun dengan data yang berbeda berdasarkan pelanggan dan banyaknya permintaan pada hari tersebut.

Hasil Optimasi dan Interpretasi

Hasil optimasi dan interpretasi merupakan hasil *running transportation optimization* dengan data-data, batasan dan parameter yang didapat. Terdapat enam hasil optimasi dari masing masing optimasi setiap harinya. Sebagai contoh maka akan digunakan hasil optimasi tanggal 11 Maret 2022 yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta jalur rute optimasi 11 Maret 2022

Gambar 3 menunjukkan jalur pergerakan pada pengiriman tanggal 11 Maret 2022. Rute perjalanan dimulai dengan pelanggan yang berada pada selatan Cabang Sidoarjo. Rute pengiriman bergerak melingkar ke arah selatan Kabupaten Sidoarjo, lalu menuju daerah Kabupaten Mojokerto pada bagian barat dan bergerak naik ke utara pada Kota Surabaya, dan diakhiri dengan bergerak ke selatan menuju Cabang Sidoarjo. Pola melingkar menunjukkan jalur pengiriman yang sudah baik untuk meminimalisir pergerakan berulang.

Pada hasil optimasi juga didapatkan hasil dalam bentuk numerik. Hasil numerik menyatakan besaran jarak tempuh, tanggal pengiriman, jenis kendaraan yang digunakan. Penampilan hasil optimasi numerik. Optimasi numerik menunjukkan total jarak yang ditempuh pada rute perjalanan hasil 11 Maret 2022. Jarak yang ditempuh adalah sebesar 150,748 kilometer. Pengiriman dilakukan menggunakan truk berjenis *Light Truck R4* sebanyak satu kali pengiriman.

Hasil optimasi numerik juga *dibreak down* menjadi segmentasi setiap perpindahan dari 1 lokasi menuju lokasi berikutnya. Hasil segmentasi ini akan menunjukkan besaran jarak tempuh, lama waktu dari satu lokasi menuju lokasi berikutnya. Hasil segmentasi optimasi 11 Maret 2022 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil segmentasi optimasi

No	Origin	Destination	Distance, km	Amount (pcs)
1	Cabang Sidoarjo	158750 - A	13.92123	654
2	158750 - A	118678 - A	7.784396	597
3	118678 - A	158591 - A	1.909215	593
4	158591 - A	121091 - A	5.316963	571
5	121091 - A	120850 - A	23.17404	532
6	120850 - A	120769 - A	42.44364	420
7	120769 - A	159555 - A	10.611544	378
8	159555 - A	145915 - A	4.936584	357
9	145915 - A	120745 - A	3.581627	308
10	120745 - A	120770 - A	0.799942	300
11	120770 - A	101440 - A	4.613926	296
12	101440 - A	120681 - A	5.062388	268
13	120681 - A	101514 - A	3.628016	239
14	101514 - A	120762 - A	1.218923	208
15	120762 - A	120748 - A	0.708263	179
16	120748 - A	109503 - A	0.569894	92
17	109503 - A	101969 - A	4.93743	85
18	101969 - A	143927 - A	3.931377	72
19	143927 - A	101401 - A	6.967743	63
20	101401 - A	120688 - A	1.104545	30
21	120688 - A	Cabang Sidoarjo	3.525912	0

Tabel 4 menunjukkan dua puluh satu perpindahan pada rute perjalanan pada tanggal 11 Maret 2022. Truk mengangkut produk *retail* sebanyak 654 unit untuk didistribusikan kepada 20 pelanggan. Rute yang ditetapkan menghasilkan hasil yang optimal berdasarkan *demand* dan kombinasi pelanggan pada tanggal 11 Maret 2022 yang ditandai dengan tidak

adanya pelanggan yang terlewatkan. Pengiriman berakhir pada pukul 13:48 WIB ketika truk sampai di Cabang Sidoarjo sebagai titik akhir pemberhentian

Perbandingan Rute Hasil Aktual VS Optimasi

Hasil optimasi perlu dibandingkan dengan hasil aktual, agar hasil optimasi dapat dilakukan verifikasi. Melalui perbandingan yang ada dapat diketahui apakah hasil optimasi menghasilkan rute pengiriman yang lebih optimal. Perbandingan pada jarak secara numerik dan visualisasi akan dilakukan agar dapat mengetahui peningkatan dari model hasil optimasi menggunakan aplikasi *AnyLogistix*. Hasil perbandingan pada contoh model tanggal 11 Maret 2022 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan rute aktual vs optimasi

Tanggal	Truk	Rute Ke-	Pelanggan	Jarak	Total Jarak	Total Jarak	Pelanggan	Rute Ke-
11-Mar-22	W 815X XX	1	Cabang Sidoarjo	76.5 km	362.9 km	150.748	Cabang Sidoarjo	1
		2	120688				158750	2
		3	158750				118678	3
		4	101401				158591	4
		5	101514				121091	5
		6	158591				120850	6
		7	118678				120769	7
		8	Cabang Sidoarjo				159555	8
	W 970X XX	1	Cabang Sidoarjo	123 km			145915	9
		2	120850				120745	10
		3	159555				120770	11
		5	121091				101440	12
		6	Cabang Sidoarjo				120681	13
		1	Cabang Sidoarjo				101514	14
		2	120762				120762	15
	W 938X XX	3	120748	73 km			120748	16
		4	109503				109503	17
		5	120681				101969	18
		6	120745				143927	19
		7	120769				101401	20
		8	101969				120688	21
9		Cabang Sidoarjo	Cabang Sidoarjo		22			
W 833X XX	1	Cabang Sidoarjo	69.7 km	362.9 km	150.748	150.748	Cabang Sidoarjo	
	2	101440						
	3	145915						
	4	120770						
	5	121091						
W 990X XX	6	Cabang Sidoarjo	20.7 km					
	1	Cabang Sidoarjo						
	2	143927						
		3	Cabang Sidoarjo					

Tabel 5 memuat informasi mengenai jarak tempuh keseluruhan dari lima truk yang beroperasi untuk melayani 20 pelanggan terpilih. Total jarak tempuh dari 5 truk mencapai 362,9 kilometer. Total jarak tempuh dari optimasi menunjukkan hasil sebesar 150,748 kilometer Hasil yang jauh berbeda disebabkan jumlah penggunaan truk yang berbeda. Optimasi memetakan bahwa dalam melayani 20 pelanggan diperlukan 1 truk saja.

Summary Perbandingan Aktual VS Optimasi

Rangkuman mengenai perbandingan rute aktual dan usulan hasil optimasi bertujuan memberikan gambaran besar mengenai perbandingan yang ada. Akan terdapat enam perbandingan yang dilakukan berdasarkan jumlah optimasi setiap harinya. Rangkuman perbandingan dapat dilihat pada Tabel 6 .

Tabel 6. Summary perbandingan rute

No	Tanggal	Total Jarak Aktual (km)	Total Jarak Optimasi (km)	Persentase Reduksi Jarak
1	7 Maret 2022	374,5	175,569	53,39%
2	8 Maret 2022	370,6	159,318	57,01%
3	9 Maret 2022	297,7	119,635	56,68%
4	10 Maret 2022	294,6	189,628	35,63%
5	11 Maret 2022	362,9	150,748	58,46%
6	12 Maret 2022	195,5	96,165	50,81%

Berdasarkan rangkuman perbandingan didapati bahwa 5 dari 6 optimasi berhasil mereduksi jarak diatas 50%. Hasil paling tinggi didapati pada tanggal 11 Maret 2022 dimana hasil optimasi mereduksi jarak mencapai 58% dari hasil aktual. Nilai reduksi paling rendah terjadi pada tanggal 10 Maret 2022. Nilai reduksi terjadi pada angka 35.53%. Rangkuman perbandingan rute aktual dan hasil optimasi menunjukkan bahwa optimasi melalui *AnyLogistix* cukup mampu untuk mereduksi jarak yang ada dengan merancang rute perjalanan yang lebih baik.

Simpulan

Optimasi rute pengiriman adalah salah satu upaya untuk dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam rantai pasok proses distribusi. Melalui penggunaan *software* optimasi *AnyLogistix* didapatkan rancangan rute pengiriman yang terukur dalam angka dengan dukungan visualisasi. Rute yang optimal dapat dirancang menggunakan data - data operasional

yang dimiliki perusahaan dan dipadukan dengan proses iterasi otomatis melalui penggunaan aplikasi *AnyLogistix*. Hasil verifikasi dari optimasi pada tanggal 7 Maret 2022 - 12 Maret 2022 mampu memberikan gambaran yang lebih baik mengenai perancangan optimasi rute pengiriman dengan permasalahan kapasitas dan jendela waktu dengan sifat yang dapat terukur kepada PT. X. Hasil lebih dari 20% penghematan jarak didapatkan apabila perusahaan dapat mengoptimalkan rute pengiriman pada proses distribusinya.

Penggunaan aplikasi *AnyLogistix* dapat menjadi salah satu referensi terpercaya kepada PT.X dalam mengambil keputusan untuk menentukan rute distribusi pada produk *retail* yang dimiliki. Hal ini mengingat PT. X memiliki banyak cabang dengan jumlah pelanggan mencapai puluhan ribu. Melalui penggunaan aplikasi, proses optimasi dapat dipermudah tanpa perlu melakukan iterasi secara manual dan proses pengambilan keputusan dapat dipermudah dengan dukungan dari data hasil optimasi. rangkuman perbandingan didapati bahwa 5 dari 6 optimasi berhasil mereduksi jarak diatas 50%. Hasil paling tinggi didapati pada tanggal 11 Maret 2022 dimana hasil optimasi mereduksi jarak mencapai 58% dari hasil aktual. Nilai reduksi paling rendah terjadi pada tanggal 10 Maret 2022. Nilai reduksi terjadi pada angka 35.53%. Rangkuman perbandingan rute aktual dan hasil optimasi menunjukkan bahwa optimasi melalui *AnyLogistix* cukup mampu untuk mereduksi jarak yang ada dengan merancang rute perjalanan yang lebih baik.

Daftar Pustaka

1. Barnhart, C., and Laporte, G., (Eds.), *Handbook in Operation Research & Management Science*, Elsevier, 2007.
2. French, M., *Fundamentals of Optimization*, Springer, 2018.