

Aplikasi Pengoptimalan Rute Pengiriman Barang pada PT.XYZ

Fandy Ong
Program Studi Informatika
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra
Jl.Siwalankerto 121-131
Surabaya 60236, Indonesia
Telp. (031) – 2983455
fandyong20@gmail.com

Alexander Setiawan
Program Studi Informatika
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra
Jl.Siwalankerto 121-131
Surabaya 60236, Indonesia
Telp. (031) – 2983455
alexander@petra.ac.id

Nova Sepadyati
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra
Jl.Siwalankerto 121-131
Surabaya 60236, Indonesia
Telp. (031) – 2983455
nova.s@petra.ac.id

ABSTRAK

Perusahaan yang dituju merupakan perusahaan yang bergerak di bidang distributor barang yang berlokasi di kota Manado. Masalah yang sering dihadapi PT. XYZ yaitu karena banyaknya tujuan pengiriman yang berakibat kepada sulitnya mengatur urutan perjalanan yang efektif untuk mendistribusikan barang kepada *customer* sesuai dengan kapasitas kendaraan dan waktu yang diinginkan oleh *customer*. Oleh karena itu dibutuhkan sistem informasi yang mampu memberikan rekomendasi urutan pengiriman yang lebih efektif berdasarkan tiap kendaraan yang ada di perusahaan. Aplikasi pengoptimalan pengiriman barang yang dibuat, berbasis *website* dengan menggunakan framework *Django* dan *database MySQL*. Proses yang dilakukan sistem yaitu dengan mempertimbangkan constraint yang dimiliki perusahaan yaitu berupa maksimum volume kendaraan dan jam kerja kantor, sistem akan memberikan rekomendasi urutan pengiriman yang didapat melalui *Google OR-Tools*. Metode *Genetic Algorithm* juga dipakai sebagai alternatif untuk kemudian dapat dibandingkan. Hasil akhir dari program ini yaitu sistem yang mampu menjawab kebutuhan perusahaan dengan memberikan rekomendasi urutan pengiriman dan informasi mengenai detail pengiriman untuk tiap kendaraan. Hasil pengujian yang didapat yaitu *Google OR-Tools* mendapat hasil total jarak 17.04% lebih baik serta hasil total waktu perjalanan 19.14% lebih baik dibandingkan dengan metode *Genetic Algorithm*. *Google OR-Tools* juga mendapat hasil total jarak 41.53% lebih baik serta hasil total waktu perjalanan 41.46% lebih baik dari sistem perusahaan yang sekarang. Sedangkan metode *Genetic Algorithm* mendapat hasil total jarak 14.56% lebih buruk serta hasil total waktu perjalanan 16.06% lebih buruk dibandingkan dengan *Google OR-Tools*. Dan jika dibandingkan dengan sistem perusahaan yang sekarang, *Genetic Algorithm* mendapat hasil total jarak 20.93% lebih baik serta hasil total waktu perjalanan 18.73% lebih baik dari sistem perusahaan yang sekarang.

Kata Kunci: *Google OR-Tools, Google Maps API, Pengiriman Barang*

ABSTRACT

The target company is a company engaged in the distribution of goods located in the city of Manado. Problems often faced by PT. XYZ, namely because of the large number of delivery destinations which resulted in the difficulty of arranging an effective travel sequence to distribute goods to customers according to the vehicle capacity and time desired by the customer. Therefore an

information system is needed that is able to provide recommendations for a more effective delivery order based on each vehicle in the company. The system is implemented on website by using Django framework and MySQL Database. The process carried out by the system is by considering the constraints that the company has, namely in the form of maximum vehicle volume and office working hours, the system will provide recommendations for the order of delivery obtained through Google OR-Tools. The Genetic Algorithm method is also used as an alternative for later comparison. The end result of this program is a system that is able to answer the company's needs by providing recommendations for the order of delivery and information on detailed delivery for each vehicle. The test results obtained, namely Google OR-Tools got 17.04% better total distance results and 19.14% better total travel time results compared to the Genetic Algorithm method. Google OR-Tools also had 41.53% better total distance results and 41.46% better total trip time results than the company's current system. Meanwhile, the Genetic Algorithm method results in a total distance of 14.56% worse and a total trip time of 16.06% worse than Google OR-Tools. And when compared to the current company system, the Genetic Algorithm gets a total distance of 20.93% better and the total trip time result is 18.73% better than the current company system.

Keywords: *Google OR-Tools, Google Maps API, Delivery Service*

1. PENDAHULUAN

Diera perkembangan teknologi perusahaan – perusahaan berlomba untuk meningkatkan nilai tambah agar bisa menarik *customer* sehingga perusahaan bisa bertahan dalam persaingan di dunia industri. PT. XYZ merupakan perusahaan distributor barang yang ada di kota Manado. Masalah yang sering dihadapi PT. XYZ yaitu karena banyaknya tujuan pengiriman yang dituju berakibat kepada sulitnya mengatur urutan perjalanan yang efektif untuk mendistribusikan barang kepada *customer* sesuai dengan kapasitas kendaraan dan waktu yang diinginkan oleh *customer*. Dengan urutan yang tidak efektif, maka akan muncul *cost* berlebih untuk bahan bakar dan bertambahnya waktu yang terbuang di perjalanan yang akan menyebabkan kerugian di PT. XYZ. Masalah lain yang ditemukan yaitu perusahaan juga kesulitan untuk menentukan estimasi waktu barang bisa sampai ke tempat tujuan sehingga menyebabkan *customer* kurang puas. PT. XYZ memiliki kendaraan mobil box sebanyak 3 buah yang berkapasitas volume sebesar 45.36 m³. Kendaraan ini digunakan untuk mengantarkan

barang kepada *customer* dimana pengiriman biasanya dilakukan 1 hari setelah perusahaan menerima *order*. Kendaraan harus mengantarkan barang ke tempat *customer* dan kembali lagi ke alamat distributor.

Pengantaran barang kepada *customer* merupakan bagian yang sangat penting dalam proses *Supply Chain Management*. Karena bukan hanya menyangkut dengan kepuasan *customer*, tapi penentuan rute pengiriman yang tepat bisa untuk mempercepat pengiriman atau mengurangi biaya. Masalah penentuan rute optimal untuk meminimasi *cost* ini dikenal dengan istilah *vehicle routing problem* atau *VRP*. Namun pada kenyataannya pendistribusian barang lebih kompleks karena bisa mengandung banyak faktor pembatas atau *constraint* seperti waktu dan kapasitas. *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Window (CVRPTW)* merupakan bagian dari *Vehicle Routing Problem (VRP)* dengan tambahan kendala batasan waktu dan kapasitas kendaraan. Tujuan utama dari *CVRPTW* adalah meminimalisasi jarak tempuh perjalanan dengan tetap memerhatikan kendala yang ada.

Berdasarkan kondisi dan permasalahan tersebut maka pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan aplikasi yang akan membuat sistem penentuan rute pengiriman barang terbaik dengan bantuan *Google Maps API* dan *Google OR-Tools* untuk mengatasi permasalahan yang sesuai dengan permasalahan PT. XYZ. Metode *Genetic Algorithm* juga dipakai sebagai alternatif untuk kemudian dapat dibandingkan. Dengan aplikasi ini diharapkan agar bisa membantu perusahaan agar bisa menentukan jarak dan waktu terbaik sehingga bisa mengestimasi biaya dan waktu yang paling minimum.

2. DASAR TEORI

2.1 Distribusi Barang

Supply chain merupakan rangkaian dari fasilitas, fungsi dan aktivitas perusahaan yang terlibat dalam pembuatan dan penyaluran barang atau jasa. Rangkaian tersebut dimulai dari pemasok dan berakhir pada konsumen akhir [8]. *SCOR model* adalah *standardized process reference* model yang dirancang oleh *Supply-Chain Council (SCC)* yang digunakan untuk mengukur kinerja dari *Supply Chain*. Didalam *SCOR* menyangkut aktivitas bisnis yang terkait dengan semua fase untuk memenuhi permintaan pelanggan. Pada model *SCOR*, proses-proses yang ada di dalam *supply chain* dibagi menjadi enam proses inti, yaitu: *plan, source, make, deliver, return, dan enable* [1]. Penelitian saat ini berfokus pada proses *supply chain* bagian *deliver* yang didalamnya meliputi proses distribusi barang kepada pelanggan, dimana pada proses ini akan ditingkatkan kinerja *supply chain* perusahaan pada saat melakukan proses *deliver*.

Distribusi barang adalah kegiatan untuk memindahkan produk dari pihak *supplier* kepada konsumen dalam bentuk suatu *supply chain*. Layanan distribusi barang merupakan suatu kunci keuntungan yang akan diperoleh perusahaan karena distribusi barang secara langsung akan mempengaruhi biaya dari *supply chain* dan kebutuhan konsumen. Jaringan pengiriman yang efektif dapat digunakan untuk mencapai berbagai macam kebutuhan *supply chain* mulai dari biaya yang rendah dan respon yang tinggi terhadap permintaan konsumen [2].

Transportasi dalam *supply chain* diartikan sebagai aktifitas pergerakan produk dari satu lokasi ke lokasi lain dalam satu rantai pasokan. Pengelolaan kegiatan transportasi yang efektif dan efisien akan memastikan pengiriman barang dari perusahaan ke pelanggan dengan tepat waktu, tepat jumlah, tepat kualitas, dan

tepat penerima. Biaya transportasi sendiri merupakan komponen biaya terbesar dalam struktur biaya *logistic*, sehingga kurang dari 60% dari total biaya *logistic* perusahaan merupakan biaya transportasi [12].

2.2 Google Maps

Google Maps adalah layanan pemetaan yang dikembangkan oleh *Google*. Layanan *google maps* memberikan layanan peta berupa citra satelit, peta jalan, panorama 360°, kondisi lalu lintas, atau perencanaan rute. Perencanaan rute menggunakan *Google Maps* bisa dipilih untuk bepergian dengan berjalan kaki, mobil, sepeda, atau angkutan umum. *Google Maps* menyediakan data geografis berupa *Google Maps API (Application Programming Interface)* yang dapat diakses oleh program.

Google Maps API (Application Programming Interface) merupakan sebuah *API* yang disediakan oleh *Google* untuk menggunakan peta *Google (Google Map)* dalam aplikasi yang kita bangun. *Google Maps API* memungkinkan kita melihat dan memodifikasi peta dan informasi yang ada di dalamnya yang dimanfaatkan untuk melihat lokasi tertentu, mencari posisi suatu alamat, pencarian rute, serta estimasi waktu dan jarak tempuh antar titik. *Google Maps API* menampung berbagai *API* yang berbeda, yang berada di bawah kategori seperti *Maps, Places, dan Routes*. *Google Map* memungkinkan pengguna membangun aplikasi interaktif dalam platform *iOS, Android, Web* (dengan *Javascript*), dan *Web Service* [4].

Adapun *API* yang akan digunakan dalam sistem pengoptimalan pengiriman barang pada penelitian ini adalah *Google Maps Distance Matrix API, Google Maps Directions API, dan Google Maps Geocoding API*.

2.2.1 Google Maps Distance Matrix API

Distance Matrix API adalah layanan *API* dari *Google* yang menyediakan jarak dan waktu perjalanan berupa matriks dari titik – titik alamat yang harus dikunjungi [4]. *API* ini mengembalikan informasi berdasarkan rute yang direkomendasikan antara titik awal dan akhir sesuai dengan yang dihitung oleh *Google Maps API*, yang terdiri dari baris yang berisi perbandingan durasi dan jarak untuk setiap titik – titik yang ada dalam matriks. Estimasi yang diberikan merupakan hasil dari data *historical traffic* dan *live traffic* [2]. Secara umum, *Distance Matrix API* akan memberikan hasil response *best guess* yakni hasil estimasi yang memiliki nilai terbaik baik dari data *historical traffic* maupun *live traffic* dalam perjalanan [4].

2.2.2 Google Maps Directions API

Directions API adalah layanan *API* dari *Google* yang menghitung arah atau rute antar lokasi menggunakan *HTTP request*. Dengan *API* ini, pengguna bisa mencari rute pada beberapa mode transportasi seperti *transit, driving, walking* atau *cycling*. *API* ini juga bisa mencari arah atau rute *waypoint* yang dicari bahkan jika titik destinasi lebih dari 1 tujuan. *API* ini membutuhkan *input* berupa alamat asal dan alamat tujuan dalam bentuk teks, atau dalam bentuk koordinat sekalipun yaitu dengan titik *latitude* dan titik *longitude* dari alamat asal serta alamat tujuan. *Directions API* akan mengembalikan hasil paling efisien saat mencari arah atau rute antar titik. Waktu perjalanan adalah faktor utama yang dioptimalkan, tetapi *API* juga dapat mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti jarak, jumlah belokan, dan banyak lagi saat memutuskan rute mana yang paling efisien [4].

2.2.3 Google Maps Geocoding API

Geocoding API adalah layanan *API* dari *Google* yang mengubah alamat yang berupa teks menjadi koordinat geografis yaitu menjadi titik *longitude* dan *latitude* yang dapat digunakan untuk menandakan suatu lokasi pada peta. Adapun *reverse geocoding* yang berfungsi sebaliknya yaitu untuk mengubah koordinat geografis menjadi alamat yang berupa teks yang dapat dibaca manusia. *Geocoding API* menggunakan *HTTP request* sebagai cara untuk mengakses layanannya [4].

2.3 Vehicle Routing Problem (VRP)

Vehicle Routing Problem adalah suatu permasalahan yang meliputi penentuan rute – rute yang harus dilalui oleh kendaraan yang berawal dan berakhir di depot asalnya. Terdapat satu atau lebih depot, satu atau lebih pelanggan yang memiliki permintaan (*demand*) tertentu, satu atau lebih kendaraan dengan kapasitas tertentu, waktu layanan (*service time*) pada setiap pelanggan, batasan waktu layanan pada setiap pelanggan (*time window*), dan batasan waktu layanan keseluruhan (*time horizon*) [7].

Tujuan umum *VRP* menurut Toth dan Vigo (2002) [10] 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.

Asumsi yang biasa digunakan dalam *vehicle routing problem* adalah setiap kendaraan mempunyai kapasitas yang sama dan jumlah kendaraan yang bisa bervariasi. Adapun beberapa karakteristik dari permasalahan *VRP* adalah sebagai berikut [12]:

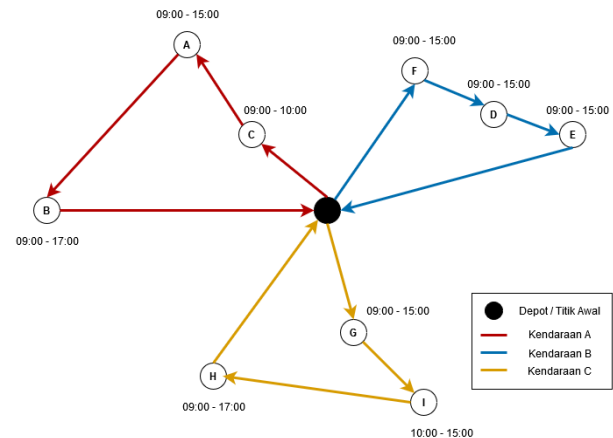
- Perjalanan kendaraan berawal dan berakhir dari dan ke depot awal.
- Ada sejumlah tempat yang semuanya harus dikunjungi dan dipenuhi permintaannya tepat satu kali.
- Jika kapasitas kendaraan sudah terpakai dan tidak dapat melayani tempat berikutnya, kendaraan dapat kembali ke depot untuk memenuhi kapasitas kendaraan dan melayani tempat berikutnya.

Adapun penelitian ini akan berusaha membahas pengoptimalan pengiriman barang dengan batasan kapasitas kendaraan dan *time-window* tertentu dari permintaan order pelanggan sehingga mengambil model *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Window (CVRPTW)*.

2.4 Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Window (CVRPTW)

Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Window adalah varian yang merupakan modifikasi dari *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* dan *Vehicle Routing Problem with Time-Window (VRPTW)*. Varian ini memiliki batasan bahwa permintaan *customer* dalam satu rute dibatasi oleh kapasitas kendaraan (sesuai karakteristik *CVRP*) dan adanya penambahan *time window* pada customer untuk dapat menerima barang. Tiap pelanggan memiliki *time-windows* berupa selang waktu batas awal dan batas akhir yang berbeda antar satu pelanggan dan yang lainnya untuk menandakan kapan pelanggan bisa dikunjungi [3]. Pengiriman tidak boleh dilakukan melebihi dari batasan yang

diberikan. Berikut ini adalah gambar ilustrasi dari *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Window* yang bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi CVRPTW

2.5 Google OR-Tools

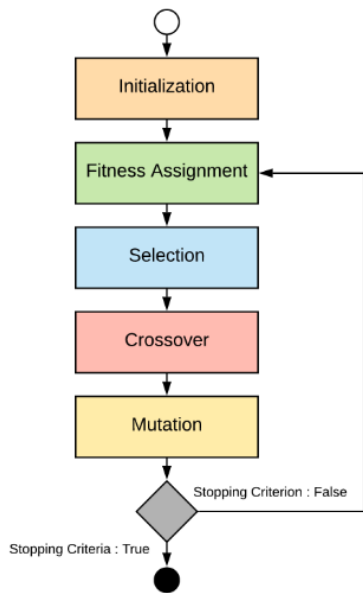
Dilansir dari website resmi *Google OR-Tools* [5], *OR-Tools* adalah rangkaian *software open source* dari *Google* untuk optimisasi, yang disesuaikan untuk mengatasi masalah terberat di dunia dalam *vehicle routing*, *flows*, *integer and linear programming*, dan *constraint programming*. *OR-Tools* berupaya menemukan solusi terbaik untuk masalah dari sekumpulan besar kemungkinan solusi. *OR-Tools* mencakup *solver* untuk *Constraint Programming*, *Linear and Mixed-Integer Programming*, *Vehicle Routing*, dan *Graph Algorithms*. *OR-Tools* tersedia di berbagai macam bahasa pemrograman yaitu *Python*, *C++*, *Java*, dan *.Net*. Pengguna diharuskan untuk melakukan *download* dan instalasi terlebih dahulu sebelum bisa menggunakan *tool* ini.

Dalam *Google OR-Tools* terdapat *search strategy* yang dipakai untuk melakukan *routing* [5] yaitu:

- *First Solution Strategy*: adalah suatu metode yang digunakan *solver* untuk menemukan solusi pertama yang memungkinkan.
- *Local Search Strategies*: Untuk menemukan solusi yang lebih baik, dapat menggunakan strategi pencarian yang lebih *advanced*, yaitu dengan *local search strategies* atau yang disebut *metaheuristik*. Namun dalam penggunaan *local search strategies* dibutuhkan *time limit* yang harus ditentukan sebagai kondisi agar *solver* bisa berhenti mencari.

2.6 Genetic Algorithm

Genetic Algorithm (GA) merupakan suatu metode *metaheuristik* untuk mencari solusi optimum dari suatu permasalahan dengan menggunakan skema genetik yang meniru proses evolusi biologis pada makhluk hidup [6]. Algoritma genetika telah terinspirasi oleh mekanisme seleksi alam yang diperkenalkan oleh Darwin. Mereka menerapkan operator tertentu ke populasi atau solusi dari masalah yang dihadapi, sedemikian rupa sehingga membentuk populasi baru (*offspring*) yang lebih baik dibandingkan dengan populasi sebelumnya (*parent*) sesuai dengan fungsi kriteria yang telah ditentukan. Algoritma ini sudah berhasil diterapkan dalam berbagai permasalahan kombinatorial, mulai dari *Traveling Salesman Problem (TSP)*, *VRP*, dan penjadwalan produksi [11]. Berikut ini adalah langkah – langkah dasar dalam *Genetic Algorithm* [9] yang dapat dilihat pada Gambar 2.

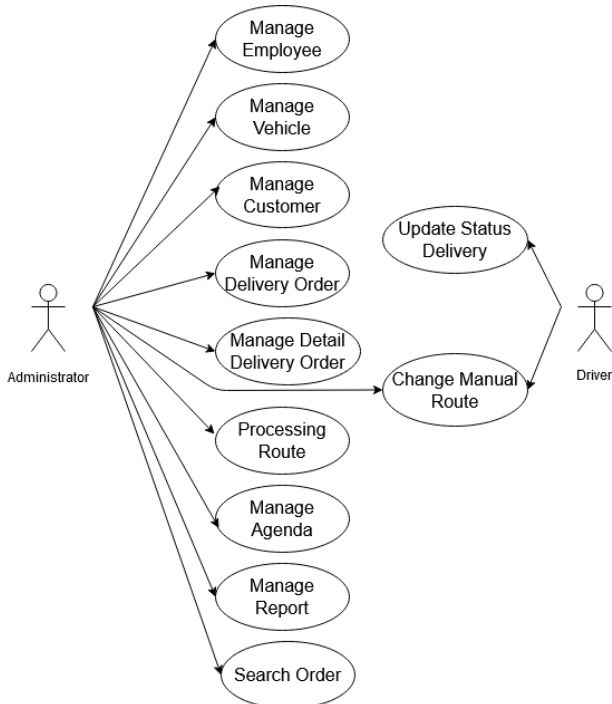


Gambar 2. Langkah – langkah dalam Genetic Algorithm

3. DESAIN SISTEM

3.1 Usecase Diagram

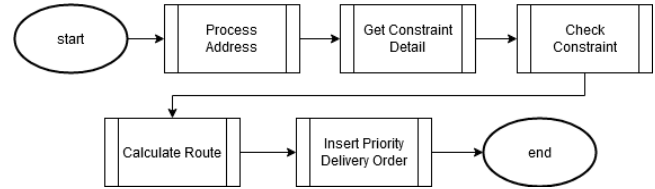
Terdapat 2 actor yang ada didalam use cased diagram sistem ini yaitu administrator dan driver. Administrator berperan sebagai administrator kantor yang bisa melakukan manage terhadap data – data yang diperlukan untuk menjalankan sistem. Sedangkan driver sendiri berperan sebagai pengguna yang memanfaatkan sistem untuk bisa menerima hasil rute pengiriman barang, melakukan update terhadap status pengiriman, serta kemampuan untuk mengganti rute yang belum dikunjungi secara manual. Usecase Diagram sistem ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Usecase Diagram

3.2 Desain Flowchart

Desain flowchart pada bagian kalkulasi rute ini digunakan untuk mengetahui gambaran dari kinerja proses kalkulasi rute yang digunakan sistem. Secara umum proses dibagi menjadi 5 bagian yaitu proses process address, proses get constraint detail, proses check constraint, proses calculate route, dan proses insert priority delivery order. Flowchart dari perhitungan kalkulasi rute yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Kalkulasi Rute

3.2.1 Process Address

Pada proses ini, akan dilakukan pemrosesan alamat dari customer yang melakukan order. Sistem akan mengambil alamat customer dari data customer yang sudah diinputkan ke dalam sistem sebelumnya. Setelah sistem mengambil titik longitude dan latitude dari para customer, maka sistem akan memanggil Distance Matrix API untuk mendapatkan matrix perbandingan jarak antar semua titik alamat yang harus dikunjungi.

3.2.2 Get Constraint Detail

Pada proses ini, sistem akan mengambil semua constraint yang dibutuhkan yaitu volume dari masing – masing delivery order. Sistem kemudian akan menyimpan hasil constraint tersebut beserta detail tiap delivery order kedalam sebuah array delivery order. Hasil dari total constraint delivery order ini kemudian akan digunakan untuk mengecek apakah constraint tersebut tidak melebihi batas yang sudah ditentukan.

3.2.3 Check Constraint

Pada proses ini, sistem akan memeriksa constraint dari semua delivery order apakah memenuhi batas constraint yang sudah ditentukan. Pertama – tama sistem akan mengambil informasi mengenai volume maksimum yang bisa ditampung dari kendaraan perusahaan. Kemudian sistem juga akan mengambil time-window constraint yang sudah ditentukan dari perusahaan yaitu sesuai dengan jam kerja perusahaan. Kemudian akan dilakukan pemeriksaan apakah total constraint yang didapatkan dari proses sebelumnya tidak melebihi kapasitas dari kendaraan. Jika melebihi, maka delivery order terakhir yang sudah disimpan sebelumnya akan dikeluarkan dari list array pengiriman dan akan dihitung total constraint yang baru. Proses ini akan dilakukan sampai volume dari delivery order tidak melebihi kapasitas dari kendaraan.

3.2.4 Calculate Route

Pada proses ini, sistem akan melakukan perhitungan rute pengiriman terbaik menggunakan Google OR-Tools. Matrix jarak antar titik yang sudah didapatkan dengan Distance Matrix API akan dimasukkan kedalam OR-Tools. Jika rute hasil pengiriman barang sudah terurutkan berdasarkan tiap kendaraan maka sistem akan mengkalkulasikan perkiraan waktu dan jarak yang perlu ditempuh setiap kendaraan. Selanjutnya sistem akan melakukan pemeriksaan apakah estimasi waktu dari seluruh pengiriman barang melewati batas time-window atau tidak. Jika melewati,

maka *delivery order* yang terakhir dimasukkan akan dikeluarkan dari *list array* urutan pengiriman barang dan akan dihitung ulang estimasi jarak dan waktu yang baru. Jika memenuhi *time-window* maka *list array* urutan pengiriman barang akan disimpan.

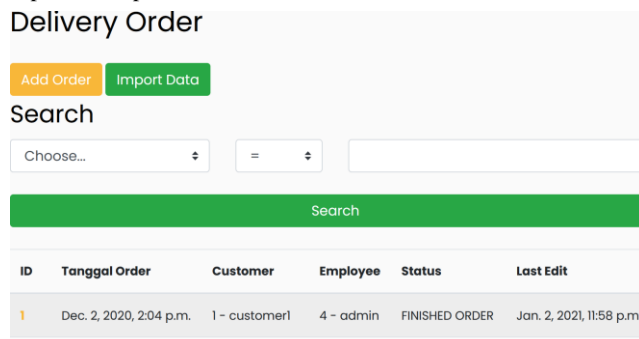
3.2.5 Insert Priority Delivery Order

Pada proses ini, *delivery order* yang memiliki *time-window* akan disisipkan kepada *list* urutan pengiriman yang sudah dihitung sebelumnya. Pertama-tama sistem akan mengelompokkan pengiriman berdasarkan tiap kendaraan. Setelah itu untuk tiap kendaraan akan dilihat kendaraan mana yang masih kurang dari maksimum kapasitas kendaraan dan waktu yang ada, jika ditambahkan *delivery order* yang memiliki *time-window* khusus. Untuk setiap kendaraan yang masih mencukupi, akan dihitung kemungkinan terbaik *delivery order* ini akan disisipkan. Setelah semua kendaraan telah dihitung kemungkinan terbaik untuk disisipkan *delivery order* tersebut, maka akan dipilih satu kendaraan yang memiliki total jarak paling kecil dibanding kendaraan lainnya. Dan langkah terakhir yaitu menyisipkan *delivery order* tersebut kedalam *list* urutan pengiriman barang untuk kendaraan yang memiliki jarak terminimum.

4. PENGUJIAN SISTEM

4.1 Atur Data

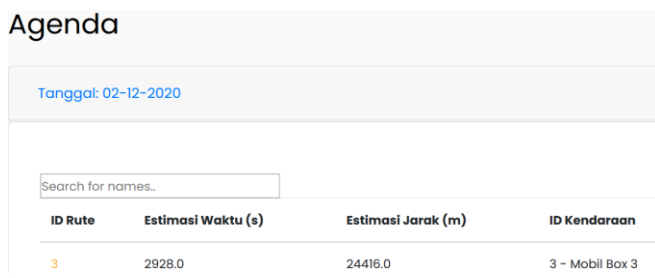
Pada halaman awal atur data terdapat tabel yang berisi semua data yang dipilih misalnya untuk data *customer*, maka semua data *customer* akan muncul di tabel tersebut dan terdapat fitur pencarian yang memudahkan *administrator* untuk mencari dan mengubah data yang diinginkan. Tampilan halaman atur data dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Awal Halaman Atur Data

4.2 Agenda

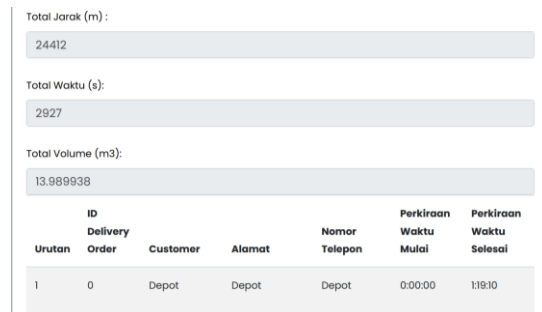
Pada halaman agenda, *administrator* bisa melihat semua rute yang belum terselesaikan berdasarkan tanggal terkecil dari tanggal pengiriman rute. Tampilan halaman agenda dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Awal Halaman Agenda

4.3 Rute

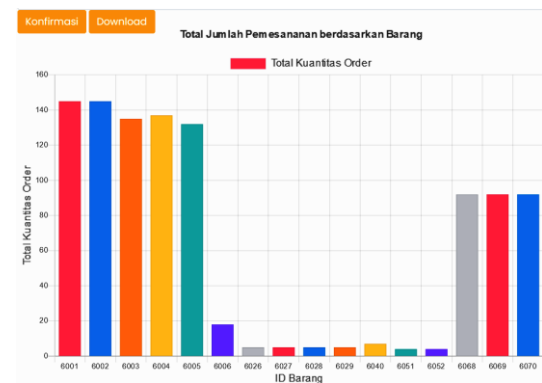
Pada halaman rute, pengguna bisa memilih semua *delivery order* yang berstatus “*Pending Order*” diurutkan berdasarkan tanggal terlama masuk *delivery order*. Terdapat *checkbox* pada *list delivery order* agar bisa dipilih *delivery order* mana saja yang mau dirutekan. Tampilan halaman rute dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Halaman Rute

4.4 Laporan

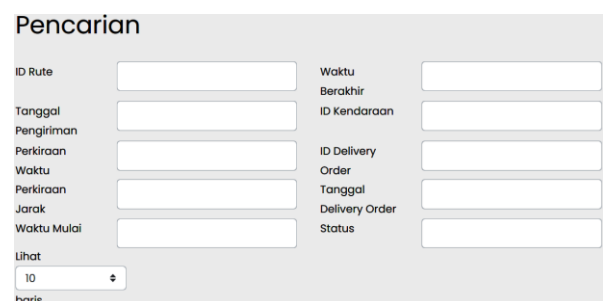
Pada halaman ini, pengguna bisa memilih untuk melihat laporan terkait dengan data yang ada dalam sistem. Fitur ini dimaksudkan agar pengguna bisa menggunakan data yang sudah divisualisasikan dalam grafik untuk memudahkan pengguna untuk mengambil keputusan. Tampilan halaman laporan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Halaman Laporan

4.5 Pencarian

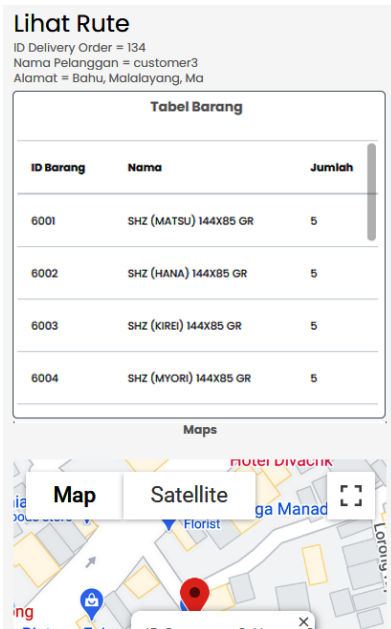
Pada halaman pencarian, *administrator* bisa mencari data – data yang berkaitan dengan rute dan *delivery order*. Di halaman ini, pengguna juga bisa mencari data berdasarkan kolom yang ingin dicari dengan menyetikkan *keyword* kedalam *field* yang sudah disediakan berdasarkan urutan kolom. Tampilan halaman pencarian dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Halaman Pencarian

4.6 Lihat Rute

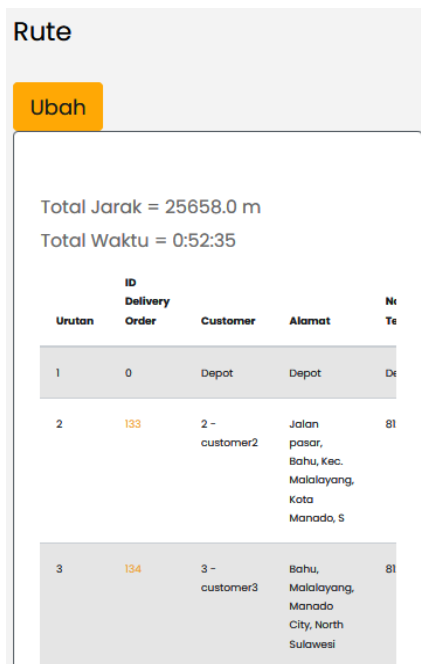
Pada halaman lihat rute, *driver* dapat melihat rute yang ditugaskan kepadanya dalam tampilan map menggunakan *Google Maps*. Dalam tampilan ini, terdapat informasi mengenai pelanggan dan barang apa saja yang harus diantarkan di pengiriman selanjutnya. Tampilan halaman lihat rute dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Halaman Lihat Rute

4.7 Ubah Rute

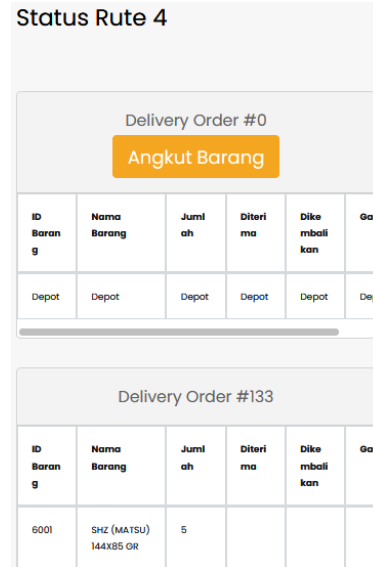
Pada halaman ubah rute, *driver* dapat mengubah rute yang ditugaskan kepadanya secara manual. Total waktu dan jarak yang ditempuh kendaraan akan berubah sesuai dengan inputan baru dari driver yang merubah. Tampilan ubah rute dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Halaman Ubah Rute

4.8 Status Rute

Pada halaman status rute, *driver* dapat mengganti status pengiriman *delivery order* didalam rute yang dia pilih. Hal ini dapat membantu *administrator* mengenai informasi sejauh mana perjalanan telah dilakukan oleh tiap rute tanpa menanyakan secara manual kepada *driver* yang bertugas untuk mengantarkan barang di rute tersebut. Tampilan halaman status rute dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan Halaman Status Rute

4.9 Hasil Perbandingan

Data rute yang digunakan untuk dibandingkan adalah data rute pengantaran barang dalam 1 minggu yang terdiri dari 5 hari operasional pengantaran barang dengan titik pengantaran sebanyak 174 titik destinasi alamat *customer*. Berikut ini adalah hasil total jarak, total waktu, dan persen utilitas kendaraan yang didapatkan dari menggunakan *Google OR-Tools* dan *Genetic Algorithm*. Kemudian juga dibandingkan hasil yang didapat dengan sistem perusahaan yang sekarang untuk melihat perbedaan hasil yang didapat sistem dan dari perusahaan. Tabel perbandingan hasil rute dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Perbandingan Hasil Rute Harian

	Google OR-Tools	Genetic Algorithm	Perusahaan
Total Jarak Hari 1	77.094 m	90.869 m	115.104 m
Total Jarak Hari 2	90.583 m	106.772 m	128.041 m
Total Jarak Hari 3	90.867 m	105.609 m	128.169 m
Total Jarak Hari 4	88.191 m	102.629 m	121.009 m
Total Jarak Hari 5	88.774 m	103.847 m	124.091 m
Total Waktu Hari 1	11.674 s	14.389 s	17.901 s
Total Waktu Hari 2	12.645 s	14.999 s	16.838 s
Total Waktu Hari 3	12.552 s	14.854 s	17.645 s
Total Waktu Hari 4	12.206 s	14.330 s	16.604 s
Total Waktu Hari 5	12.555 s	14.859 s	18.202 s

Data total semua jarak dan waktu yang didapat dari *Google OR-Tools*, *Genetic Algorithm*, dan sistem perusahaan selama 1 minggu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Kumulatif Perbandingan Hasil Rute

	<i>Google OR-Tools</i>	<i>Genetic Algorithm</i>	Perusahaan
Total Jarak	435.509 m	509.726 m	616.414 m
Total Waktu	61.632 s	73.431 s	87.190 s

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pembuatan aplikasi, dapat diambil kesimpulan antara lain:

- Aplikasi dapat memberikan informasi tentang detail rute pengiriman barang beserta alamat pengiriman, dan barang yang dipesan dalam delivery order yang diantar dalam suatu rute
- Aplikasi dapat memberikan hasil pengurutan rute dengan memperhatikan jumlah kendaraan perusahaan
- Dari hasil penentuan rute dari data harian perusahaan, menggunakan metode *Genetic Algorithm* mendapat hasil total jarak 14.5602% lebih buruk jika dibandingkan dengan rute pengiriman menggunakan *Google OR-Tools*. *Genetic Algorithm* juga mendapat hasil total waktu perjalanan 16.0681% lebih buruk dibandingkan dengan *Google OR-Tools*. Namun jika dibandingkan dengan sistem perusahaan, *Genetic Algorithm* masih lebih baik karena mendapat hasil total jarak 20.9305% lebih cepat dari sistem perusahaan yang sekarang. *Genetic Algorithm* juga mendapat hasil total waktu perjalanan 18.7373% lebih cepat dibanding sistem perusahaan yang sekarang.
- Dari hasil penentuan rute dari data harian perusahaan, menggunakan *Google OR-Tools* mendapat hasil total jarak 17.0414% lebih baik jika dibandingkan dengan rute pengiriman menggunakan metode *Genetic Algorithm*. *Google OR-Tools* juga mendapat hasil total waktu perjalanan 19.1443% lebih baik dibandingkan dengan metode *Genetic Algorithm*. Jika dibandingkan dengan sistem perusahaan, *Google OR-Tools* juga mendapat hasil lebih baik karena mendapat hasil total jarak 41.5388% lebih cepat dari sistem perusahaan yang sekarang. *Google OR-Tools* juga mendapat hasil total waktu perjalanan 41.4687% lebih cepat dibanding sistem perusahaan yang sekarang.
- Berdasarkan hasil kuisioner, dapat disimpulkan bahwa desain sistem sudah baik, mudah untuk digunakan, dan dapat menjawab kebutuhan dari permasalahan yang terjadi. Serta secara keseluruhan program dinilai baik.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan aplikasi lebih lanjut antara lain:

- Penambahan platform yang bisa diakses seperti aplikasi *mobile* yang bisa diakses dari *smartphone* tanpa *web browser*.
- Untuk perbandingan menggunakan *Genetic Algorithm* bisa menggunakan metode heuristik lainnya yang dapat membantu metode untuk berjalan lebih baik.
- Penambahan fitur dalam aplikasi yang bisa menampilkan semua kemungkinan rute yang bisa ditempuh menggunakan *Google Maps*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] APICS, Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model, Diakses pada 12 Oktober 2020, dari <https://www.apics.org/apics-for-business/frameworks/scor>
- [2] Chopra, S., & Meindl, P. 2013. Supply Chain Management, 5th Edition.
- [3] Ester, L., Intan, R., & Handoyo, A. 2018. Aplikasi Pemilihan Rute Pengiriman Barang pada Perusahaan Elektronik di Surabaya dengan Menggunakan Metode K-Means Clustering Dan Google Maps API. *Jurnal Infra Petra*, 6(1).
- [4] Google, Google Maps Platform Documentation, Diakses pada 10 Oktober 2020, dari <https://developers.google.com/maps/documentation>
- [5] Google, Google OR-Tools, Diakses pada 10 Oktober 2020, dari <https://developers.google.com/optimization>
- [6] Iswari, T., & Asih, A. M. S. 2018. Comparing genetic algorithm and particle swarm optimization for solving capacitated vehicle routing problem. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 337(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/337/1/012004>
- [7] Satyananda, D., & Artikel, R. 2017. Google Map API service for VRP Solving Application. *Seminar Nasional Integrasi Matematika Dan Nilai Islami*, 1(1), 240–245.
- [8] Setiawan, A. I., & Suhardi, B. 2015. Integrasi Supply Chain Dan Dampaknya Terhadap Performa Perusahaan: Survei pada Perusahaan Penyedia Jasa Makanan di Surakarta. *Benefit*, 9(1), 1–20.
- [9] Surana, P. 2019. Benchmarking Optimization Algorithms for Capacitated Vehicle Routing Problems. <https://doi.org/10.31979/etd.cjgg-7wvf>
- [10] Toth P, Vigo D. 2002. An overview of vehicle routing problems. *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Siam.
- [11] William Tanujaya, D. R. S. D. D. E. 2011. Penerapan Algoritma Genetik Untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing Di Pt.Mif. *Widya Teknik*, 10(1), 92–102.
- [12] Windya, V., & Saptadi, S. 2019. Pemilihan Rute Terpendek Dalam Proses Distribusi Menggunakan Metode Vrp Dengan Algoritma Genetika Di Pt. Tirta Investama Danone Aqua. *Industrial Engineering Online Journal Universitas Diponegoro*, 8(3).