

Analisa Optimasi Rute Pengiriman Pre Order (PO) di Jakarta Zone pada PT. X

Felix Valentino¹, I Gede Agus Widyadana²

Abstract: PT.X is a company that working on Fast Moving Consumer Goods (FMCG) section. This company has more than 100 selling area that located in all over Indonesia. There are various selling system or distribution system in this company and one of them is Pre Order system (PO). The vehicle types that used for delivery on this system are blind van, Colt Diesel Engkel (CDE), and Cold Diesel Double (CDD). The purpose of this research is to discovered route optimization so it can shows how many vehicles are needed for the delivery. It also can decrease the operational cost for the delivery. This route optimization simulation is based on the existing route but it had been optimized with arranging the delivery using the Nearest Neighbor Insertion (NNI) concept where the delivery route will be using the shortest route. This PO delivery system also using the combination of Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW), Vehicle Routing Problem with Heterogeneous Fleet of Vehicle (VRPHFV), and Vehicle Routing Problem with Multiple Trips (VRPMT).

The result of this simulation is the total number of vehicles that can be decreased in one week are 34 unit. In Bogor, Ciracas and Pulo Gadung, 1 unit of vehicle can be removed for Senin until Thursday ($1 \times 4 \times 3 = 12$). In Sunter, there are 3 unit of vehicles that can be removed for Monday until Thursday (3×4) and lastly in Tangerang there are 2 unit of vehicles that can be removed for Monday until Friday ($2 \times 5 = 10$). The distances that should be taken are decreased from 9,604 km to 8,028 km with total duration 1372,01 hours when it actually should be taking 1484,3 hours. The reducing of distance and time become a great additional benefit for the company because the company can save more fuel that can also reduce the pollution of CO₂. For the saving of the cost in this simulation is from Rp. 948,017,052.66 become Rp. 797,589,503.62.

Keywords: Distribution, Route, NNI, VRPTW, VRPHFV, VRPMT

Pendahuluan

PT. X adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang Fast Moving Consumer Goods (FMCG). Perusahaan ini merupakan anak perusahaan dari suatu perusahaan internasional yang telah terkemuka di dunia dengan jenis produksi yang sama. PT. X sendiri pada tahun 2015 meraih penjualan pangsa pasar di Indonesia sebesar 35% didalam bidang produk yang diproduksi oleh perusahaan ini. Dari penjualan sebesar 35% PT. X memiliki berbagai macam merek yang dijual dan didistribusikan lebih dari 100 kantor area penjualan yang tersebar di seluruh Indonesia dan juga di berbagai negara lain. Pelayanan yang dilakukan oleh PT. X terhadap konsumen didukung dengan berbagai jenis kendaraan. Kendaraan yang dimiliki oleh PT. X berbeda-beda untuk tiap area penjualan karena menyesuaikan program dan volume penjualan, peraturan pemerintah, dan batasan lainnya.

Konsumen pada PT. X yang tidak melakukan pembelian produk secara rutin dapat menyebabkan rute pengiriman akan berbeda setiap harinya. Pembelian yang tidak rutin akan memberikan variasi terhadap jarak tempuh, waktu total pengiriman, dan volume untuk tiap kendaraan. Variasi tersebut juga dapat menyebabkan kebutuhan sumber daya seperti delivery vehicle, driver, helper, dan warehouse personnel yang berbeda untuk tiap harinya di masing-masing area disribusi atau warehouse.

Jarak tempuh kendaraan merupakan perpindahan dari suatu lokasi menuju lokasi lainnya. Jika pada suatu rute memiliki lokasi yang berjauhan antar lokasi lainnya maka jarak tempuhnya akan menjadi lebih besar. Jarak tempuh berbanding lurus dengan kebutuhan penggunaan bahan bakar, sehingga jarak tempuh yang besar akan meningkatkan penggunaan bahan bakar dan menyebabkan biaya pengiriman juga meningkat.

Waktu total pengiriman suatu produk dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain adalah waktu tempuh

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: flxvalentino8@gmail.com, gede@petra.ac.id

pengiriman dari suatu lokasi ke lokasi lainnya hingga kembali ke tempat awal, dan waktu bongkar. Waktu tempuh pengiriman akan menjadi lebih lama jika perpindahan antar lokasi memiliki jarak yang cukup jauh, ataupun faktor lain yang dapat terjadi seperti jalan yang ditutup, jalan macet, dan hal-hal lain. Waktu bongkar sendiri merupakan waktu yang diperlukan untuk aktivitas bongkar muatan atau mengeluarkan produk dari kendaraan saat berada di lokasi konsumen, dan waktu yang dibutuhkan saat kendaraan harus menunggu hingga kendaraan tersebut mulai melakukan aktivitas bongkaran. Aktivitas bongkar muat juga dapat terjadi di area gudang saat kendaraan menunggu diisi muatan sesuai dengan permintaan konsumen.

Volume atau kapasitas tampung di masing-masing kendaraan akan dipengaruhi oleh jenis kendaraan, rute tujuan yang ada, dan permintaan dari setiap konsumen. Rute yang akan digunakan dapat mengakibatkan kendaraan menampung produk hingga penuh maupun kekurangan. Pengangkutan dengan volume yang lebih rendah akan mengakibatkan biaya pengiriman menjadi meningkat. Kebutuhan sumber daya juga akan mempengaruhi jumlah biaya pengiriman, karena dalam pengadaan vehicle delivery, driver, helper, maupun warehouse personnel memerlukan modal.

Permasalahan muncul karena jadwal pengiriman untuk tiap kendaraanya saat ini masih belum optimal. Hal ini dapat dilihat dari beberapa kendaraan yang mengirim barang dengan kondisi tidak optimal atau volume yang tidak sesuai dengan kapasitas kendaraan. Masalah lain adalah kendaraan tidak dapat berangkat sesuai dengan jam kerja yang ada, atau dapat dikatakan jika kendaraan, driver, dan helper menganggur di pagi hari karena beberapa kondisi. Jadwal berangkat yang molor ini tentunya akan berdampak pada aktivitas pengiriman seperti resiko untuk overtime yang lebih tinggi karena pengiriman tidak sesuai dengan jadwal. Beberapa kendaraan di berbagai wilayah juga ada yang sudah kembali ke area masing-masing saat siang hari sekitar jam 1, yang seharusnya masih bisa lebih dioptimalkan dengan adanya rit selanjutnya maupun memindahkan atau memadatkan dengan menambahkan tujuan konsumen dari kendaraan lain. Pada hari-hari tertentu juga ada kendaraan yang tidak digunakan karena driver yang tidak masuk ataupun penyebab lainnya.

Berdasarkan rumusan masalah maka dapat disimpulkan jika rute yang telah ada saat ini masih belum maksimal. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini adalah menentukan rute optimal dari current route yang telah ada. Setelah dilakukan

optimasi rute maka rute pengiriman usulan harus divalidasi agar memenuhi time windows dan batasan kendaraan yang dapat digunakan. Dari rute yang telah dioptimalkan ini kemudian akan dapat menentukan resources requirement untuk tiap area sesuai dengan kebutuhan, dengan harapan dapat mengurangi kebutuhan kendaraan yang ada saat ini beserta driver dan helper sehingga pengeluaran perusahaan untuk biaya operasional dapat berkurang.

Ruang Lingkup penelitian tugas akhir ini dibagi menjadi dua, yaitu batasan masalah dan asumsi yang digunakan dalam penelitian. Batasan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini antara lain:

- Tidak memperhitungkan dampak kemacetan, cuaca, penutupan jalan, perpindahan alur jalan, dan hal lain yang dapat mempengaruhi pengiriman.
- Data perpindahan diperoleh dengan bantuan *Google Maps Api*.
- Penelitian hanya dilakukan di 5 area saja (Sunter, Bogor, Pulo Gadung, Ciracas, dan Tangerang).

Asumsi yang digunakan dalam melakukan penelitian ini antara lain:

- Jadwal pengiriman yang diambil untuk perhitungan adalah jadwal pengiriman 1 minggu pada bulan Oktober dengan rute kesemua konsumen yang sesuai pada daftar konsumen PO yang ada.
- Kecepatan kendaraan adalah 15 km/jam.
- Kapasitas untuk kendaraan CDD sebanyak 167 boks, CDE 91 boks, dan *Blind Van* 18 boks.
- Jam kerja *driver* dan *helper* sebesar 8 jam.
- Proses muat untuk rit pertama telah dilakukan H-1.

Metode Penelitian

Pada bagian ini akan dibahas metode-metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini.

Manajemen Distribusi dan Transportasi

Menurut Pujawan, & Mahendrawati [1], manajemen distribusi dan transportasi adalah pengelolaan untuk pergerakan atau perpindahan suatu produk dari suatu lokasi ke lokasi lain dimana pergerakan tersebut biasanya membentuk dan menghasilkan suatu jaringan. Saat ini jaringan distribusi tidak lagi dianggap sebagai fasilitas yang hanya menjalankan fungsi fisik seperti pengangkutan dan penyimpanan, tetapi merupakan bagian dari kegiatan supply chain secara holistik dan memiliki peran penting sebagai penyalur produk yang dapat memberi nilai tambah.

Secara umum terdapat tiga strategi dalam distribusi dimana masing-masing strategi memiliki kekurangan dan kelebihan. Strategi tersebut antara lain adalah pengiriman langsung (*direct shipment*), pengiriman melalui *warehouse*, dan *cross-docking*.

Vehicle Routing Problem (VRP)

Menurut Toth, & Vigo [2] Vehicle Routing Problem merupakan salah satu hal yang memperoleh banyak perhatian karena dapat meningkatkan efisiensi dan keuntungan dari sistem transportasi. VRP dijelaskan sebagai salah satu permasalahan atas menentukan rute dari satu atau lebih depot untuk melayani konsumen. Kebutuhan kendaraan yang akan melayani konsumen disesuaikan dengan kebutuhan atas jumlah konsumen yang telah ada. Tujuan dari VRP adalah meminimalkan jumlah kendaraan yang digunakan untuk melayani konsumen, meminimalkan keluhan pelanggan, menyeimbangkan rute, menentukan rute untuk melayani konsumen dengan biaya operasional yang minimum.

Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)

Menurut Toth, & Vigo [3] Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) adalah perluasan dari Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) dimana pelayanan untuk tiap konsumen harus dimulai dalam interval waktu yang telah ditentukan. Cordeau, et al [4] berpendapat penerapan VRPTW dibagi menjadi 2 jenis, yaitu: *hard time windows*, *soft time windows*.

Vehicle Routing Problem Heterogeneous Fleet of Vehicles (VRPHFV)

VRPHFV merupakan suatu kasus besar problem optimasi. Pada umumnya armada atau kendaraan yang digunakan untuk distribusi mempunyai ukuran kapasitas yang heterogen. VRPHFV berbeda dengan VRP pada umumnya, yang mana VRPHFV mempunyai kendaraan yang heterogen, kapasitas kendaraan yang bervariasi, dan adanya *fixed cost* serta *variable cost*. Metode ini akan membentuk sekumpulan rute kendaraan, dimana setiap kendaraan mulai dan berakhir di depot, melayani pelanggan yang mempunyai permintaan tertentu dengan kendaraan yang heterogen sesuai dengan kebutuhan konsumen.

Vehicles Routing Problem with Multiple Trips (VRPMT)

Dalam VRP standar, satu kendaraan hanya dapat melayani berbagai konsumen sebanyak satu rute

saja dalam horizon perencanaan. VRPMT memungkinkan satu kendaraan memiliki lebih dari satu rute atau rit selama horizon waktu yang ada. Kendala tambahan dari model ini adalah berupa kendala maksimum total jarak tempuh atau maksimum waktu perjalanan kendaraan. Kendaraan yang dapat memiliki beberapa rit ini bertujuan untuk meminimumkan biaya operasional total, selain itu VRPMT juga dapat meminimumkan jumlah kendaraan yang telah ada.

Nearest Neighbor Insertion (NNI)

Metode Nearest Neighbor Insertion (NNI) pertama kali diperkenalkan pada tahun 1983 dan merupakan metode yang sangat sederhana dan tamak (*greedy*). Menurut Madonna, & Irmansyah [5], pada metode ini pemilihan rute akan didasarkan dari lokasi yang memiliki jarak yang terpendek. Pada metode ini pertama, memilih salah satu titik yang mewakili suatu titik awal tujuan kendaraan pengirim. Selanjutnya memilih titik tujuan yang akan dikunjungi berikutnya dengan pertimbangan memilih titik yang memiliki jarak terdekat dengan titik yang sebelumnya dikunjungi serta sesuai dengan *time windows*, dan kapasitas dari kendaraan. Setelah seluruh titik dikunjungi atau seluruh titik telah terhubung, maka tutup rute perjalanan dengan kembali ke titik asal atau depot.

Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan data merupakan proses pemilihan data yang akan digunakan dalam pengolahan data. Data yang dibutuhkan untuk pengolahan penentuan rute antara lain adalah data pengiriman produk ke konsumen PO, jarak perpindahan antar lokasi, volume untuk tiap konsumen PO, lama waktu bongkar di semua konsumen PO, informasi konsumen PO, perincian biaya *fixed cost* dan *variable cost*, spesifikasi kendaraan, waktu muat di gudang, dan kebijakan perusahaan dalam penentuan rute.

Jumlah konsumen PO untuk lima area yang menjadi objek penelitian adalah sekitar 360 konsumen PO dengan rincian 48 konsumen di area Bogor, 46 konsumen di area Ciracas, 31 konsumen di area Pulo Gadung, 112 konsumen di area Sunter, dan 127 konsumen di area 127. Untuk lokasi masing-masing konsumen PO, dan lokasi gudang dapat diketahui dari koordinat untuk setiap lokasi. Koordinat bujur lintang yang telah dimiliki berguna untuk mencari perpindahan antar lokasi dari gudang ke gudang, gudang ke toko, toko ke toko, maupun toko ke gudang. Pengambilan data perpindahan ini dibantu dengan menggunakan Google Maps Api yang diaplikasikan pada Microsoft Excel.

Kendaraan yang dimiliki PT. X untuk pengiriman PO pada lima area adalah 40 unit kendaraan. Dari 40 kendaraan yang dimiliki oleh PT. X untuk 5 area terbagi dalam 21 kendaraan jenis Colt Diesel Double (CDD), 18 kendaraan jenis Colt Diesel Engkel (CDE), dan 1 kendaraan jenis *blind van*. Kecepatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 15 km/jam, untuk pembakaran bahan bakar tiap kendaraannya diketahui sebesar 4 liter/km sehingga biaya bahan bakar dapat diasumsikan Rp 1.350,0.- untuk tiap kilomernya.

Jadwal pengiriman untuk konsumen PO diperoleh dari masing-masing area dengan bantuan para supervisor dan admin untuk mengisi form yang telah disediakan. Data pengiriman yang digunakan merupakan data pada bulan Oktober. Data lain yang dibutuhkan adalah data volume konsumen PO, data ini didapat dari SAP yang memberikan informasi barang keluar dari gudang. Data volume ini akan berguna untuk dapat mengetahui jumlah banyaknya barang yang dikirimkan ke setiap konsumen PO, yang akan mempengaruhi kapasitas kendaraan dan rute usulan yang akan dibuat. Data volume dari masing-masing konsumen PO ini juga akan berguna dalam perhitungan durasi bongkar muat yang akan dilakukan.

Data yang telah terkumpul kemudian akan diolah agar dapat melakukan analisa mengenai konsumen PO dan juga diolah untuk simulasi durasi penggunaan kendaraan. Simulasi penggunaan kendaraan ini bertujuan untuk melihat apakah pengiriman yang ada saat ini telah memiliki biaya pengiriman yang minimum atau belum. Simulasi ini akan dilakukan terhadap rute yang telah ada maupun rute baru yang sesuai dengan *mapping* untuk area konsumen yang berdekatan. Jadwal pengiriman yang telah ada kemudian akan dimasukkan ke *template* pengiriman yang telah dibuat untuk masing-masing area. Contoh salah satu *template* ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Template* Pengiriman

PULO GADUNG				
Senin				
Double 1	Engkel 1	Double 2	Engkel 2	Engkel 3
04	04	04	04	04
95	119	103	120	114
04	04	04	124	04
95		119	122	
04		04	123	
95			04	
04				

Tabel 1 merupakan salah satu contoh pengiriman produk di area Pulo Gadung pada hari Senin.

Dimana pada tabel ini dapat diketahui jika kendaraan yang digunakan berjumlah 5 unit dengan rincian 2 kendaraan CDD, dan 3 kendaraan CDE. Rute pengiriman dari tiap kendaraan dapat dilihat pada nomor yang ada pada masing-masing kolom. Contohnya pada kendaraan Double 2, dapat dilihat jika kendaraan ini berangkat dari lokasi dengan indeks 04 menuju lokasi dengan indeks 103 dan kembali lagi ke lokasi dengan indeks 04, setelah itu kendaraan ini melakukan rit yang kedua dengan tujuan konsumen dengan indeks 119 setelah pengiriman telah selesai dilakukan maka kendaraan Double 2 akan kembali ke lokasi dengan indeks nomor 04.

Berdasarkan pengiriman yang telah ada maka dapat diketahui pula secara rinci untuk *volume* tiap konsumen, *volume tiap* pengirimannya, perpindahan dari lokasi ke lokasi, total perpindahan untuk masing-masing kendaraan, waktu bongkar muat di gudang maupun konsumen, serta durasi antar lokasi. *Volume* untuk tiap tujuan konsumen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Volume* tiap Konsumen

Volume (boks)				
Double 1	Engkel 1	Double 2	Engkel 2	Engkel 3
0	0	0	0	0
79.9	147.9	50.2	20.3	41.6
0	0	0	3	0
79.9		147.9	3	
0		0	10	
79.9			0	
0				
239.7	147.9	198.2	36.3	41.6

Pada Tabel 2 dapat dilihat *volume* untuk masing-masing toko tiap jenis kendaraan yang berbeda. Kendaraan yang memiliki jumlah *volume* terbanyak adalah kendaraan Double 1 dengan total *volume* sebanyak 239 boks dari tiga ritase dengan jumlah konsumen satu tiap ritasanya, dan kendaraan yang *volumenya* paling sedikit adalah Engkel 2 dengan total *volume* 36 boks dari satu ritase dengan jumlah konsumen sebanyak empat konsumen. Data *volume* ini kemudian dapat digunakan untuk mencari waktu bongkar muat di lokasi konsumen. Contoh waktu bongkar muat secara rinci dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Durasi Bongkar Muat di Konsumen

Bongkar Muat (jam)				
Double 1	Engkel 1	Double 2	Engkel 2	Engkel 3
0	0	0	0	0
2	4	0.909	0.666	0.839
0	0	0	0.524	0
2		4	0.524	
0		0	0.581	
2			0	
0				
6	4	4.909	2.296	0.839

Pada Tabel 3 dapat dilihat rincian dari masing-masing kendaraan yang digunakan. Terdapat kendaraan yang memiliki durasi cukup lama yaitu sekitar 6 jam, namun ada kendaraan yang memiliki durasi yang sedikit yaitu sekitar 0.83 jam saja. Cara Durasi bongkar muat ini akan berguna dalam total perhitungan durasi penggunaan kendaraan. Untuk mendapatkan waktu bongkar ini terdapat dua macam, jika konsumen yang terdapat pada jadwal pengiriman merupakan konsumen PO unik maka waktu bongkar akan langsung melihat pada data waktu bongkar untuk konsumen PO unik. Untuk konsumen PO yang lain atau PO *regular* maka jumlah volume (V) yang ada akan dikalikan dengan jumlah waktu bongkar (b) untuk satu boksnya, setelah itu ditambahkan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menunggu giro (G). Secara lebih jelasnya dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

$$\sum_1^n B_i = V_i * b + G \tag{1}$$

Waktu untuk lokasi pengiriman dari lokasi ke lokasi akan tergantung dari jarak antar lokasi yang akan dikunjungi. Dari *template* pengiriman yang ada juga dapat diketahui jaarak antar lokasi secara detail. Contoh jarak antar lokasi ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perpindahan Antar Lokasi

Perpindahan (km)				
Double 1	Engkel 1	Double 2	Engkel 2	Engkel 3
0	0	0	0	0
4.77	21.87	4.77	10.15	7.14
4.71	21.56	6.54	0.76	9.48
4.77		21.87	2.36	
4.71		21.56	5.15	
4.77			8.67	
4.71				
28.43	43.44	54.75	27.09	16.63

Pada Tabel 4 dapat dilihat jarak atau perpindahan yang ditempuh oleh masing-masing kendaraan yang tersedia. Perpindahan ini akan digunakan untuk mencari durasi antar lokasi pengiriman. Durasi pengiriman dapat dihitung dengan perpindahan antar lokasi yang dibagi dengan kecepatan kendaraan yang pada penelitian ini diasumsikan 15 km/jam untuk durasi pengiriman ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Durasi Pengiriman tiap Kendaraan

Durasi Pengiriman (jam)				
Double 1	Engkel 1	Double 2	Engkel 2	Engkel 3
0	0	0	0	0
0.318	1.458	0.318	0.677	0.476
0.314	1.438	0.436	0.050	0.632
0.318		1.458	0.158	
0.314		1.438	0.343	
0.318			0.578	
0.314				
2.895	3.896	4.650	2.806	2.108

Pada Tabel 5 dapat diketahui durasi atau lama perpindahan dari suatu lokasi ke lokasi lainnya. Durasi ini sepenuhnya akan tergantung terhadap perpindahan antar lokasi, dimana semakin besar perpindahannya maka durasi yang dibutuhkan juga semakin tinggi. Setelah semua data telah terkumpul maka durasi kendaraan dapat diketahui. Durasi penggunaan kendaraan untuk area Pulo Gadung pada hari Senin dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Durasi Penggunaan Kendaraan

Durasi DN Siap (jam)				
Double 1	Engkel 1	Double 2	Engkel 2	Engkel 3
1	1	1	1	1
2.318	5.458	1.228	1.343	1.315
1.064	1.438	1.186	0.575	0.632
2.318		5.458	0.682	
1.064		1.438	0.925	
2.318			0.578	
0.314				
10.395	7.896	10.309	5.102	2.947

Tabel 6 merupakan durasi penggunaan kendaraan untuk tiap kendaraan yang dimiliki dengan kondisi Delivery Note (DN) siap. Pada contohnya untuk kendaraan Double 1 memiliki durasi penggunaan selama 10.352 jam, namun untuk kendaraan Engkel 3 durasi penggunaannya hanya sebesar 2.94 jam atau dapat dikatakan belum terutilisasi dengan baik karena utilitasnya hanya sekitar 36.8%. Maka dari

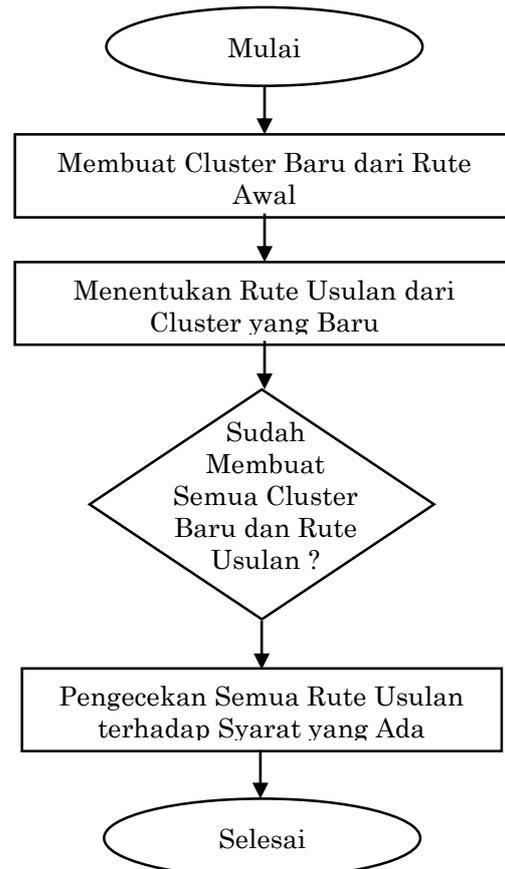
itu optimisasi rute masih sangat mungkin dilakukan jika berdasarkan simulasi yang dilakukan. Optimisasi rute ini akan dibantu dengan menggunakan Mapline.

Hasil Simulasi Rute Awal

Simulasi yang akan dibuat pertama kali untuk mengetahui penggunaan kendaraan adalah simulasi rute awal, dimana simulasi ini menyesuaikan dengan jadwal pengiriman yang diberikan oleh masing-masing *supervisor*. Hasil simulasi untuk rute awal memiliki banyak peluang untuk dilakukan optimisasi sehingga kendaraan yang dimiliki dapat terutilisasi lebih baik dan bertujuan untuk mengurangi biaya operasional dalam melakukan pengiriman. Hasil untuk simulasi rute awal ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Pada Tabel 7 dapat dilihat jika area Bogor merupakan area dengan penggunaan kendaraan yang terpadat, dimana total jarak yang dilakukan dalam satu minggu berdasarkan simulasi adalah 2746.52 km dan rata-rata durasi penggunaan kendaraan untuk tiap kendaraannya selama satu minggu adalah 7.986 jam, namun jumlah barang yang dimuat dalam tiap ritasanya masih kecil dengan jumlah rata-rata sekitar 71.2 boks per ritasanya. Untuk wilayah yang lain khususnya Sunter dan Tangerang, durasi penggunaan kendaraan per kendaraannya masih belum maksimal karena rata-rata durasi penggunaannya hanya sekitar 6.097 hingga 6.406 jam.

Hal selanjutnya yang harus dilakukan setelah memperoleh hasil dari simulasi rute awal adalah melakukan simulasi untuk rute usulan. Untuk melakukan simulasi rute usulan harus telah mengetahui rute usulan yang telah dibuat untuk per area gudang. Penentuan rute usulan ini didasari oleh rute awal atau rute yang telah ada. Prosedur atau pola pikir mengenai pembuatan rute pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Prosedur Pembuatan Rute Baru

Verifikasi dan Validasi

Verifikasi untuk penelitian ini adalah membandingkan perpindahan antar lokasi yang diperoleh dari Google Maps Api yang digunakan untuk simulasi dibandingkan dengan perpindahan yang diperoleh dari survei. Perbedaan antara hasil survei dan simulasi sekitar 0.45 km, sehingga cukup dikatakan verif. Validasi yang dilakukan pada kali ini adalah menunjukkan simulasi kepada karyawan bagian logistik seperti Regional Distribution Executive (RDE), Supervisor Area Distribution (SAD), *driver*, dan *helper*.

Tabel 7. Hasil Simulasi Awal

	Bogor	Ciracas	Pulo Gadung	Sunter	Tangerang
Total Jarak (km)	2746.52	1750.32	849.01	2324.40	1933.97
Average Durasi DN / Kendaraan	7.986	7.401	7.056	6.097	6.406
Total Point Overtime	145.5	89	46	38.5	32
Average Volume / Ritase (boks)	71.2	93.4	73.9	91.3	91.4
Average Ritase / Truk	2.15	2.6	2.52	2.733	3.311

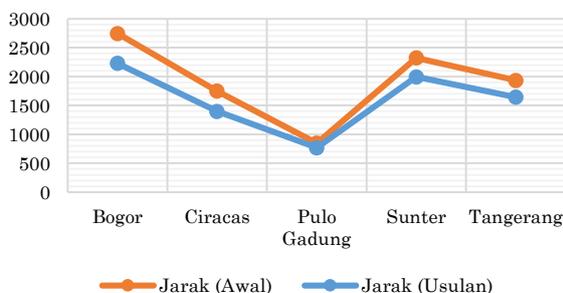
Perbandingan Hasil Simulasi Rute Awal dan Rute Usulan

Hasil dari simulasi rute usulan dapat mengetahui total dari kendaraan yang dibutuhkan untuk tiap area. Kendaraan yang dikurangi lebih diprioritaskan kendaraan dengan status *extend* atau kendaraan dengan jadwal kontrak akan habis. Prioritas ini dilakukan agar perusahaan dapat meminimumkan biaya *termination cost* saat memutuskan kontrak yang ada. Detail kebutuhan kendaraan untuk tiap area dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Daftar Pemakaian Kendaraan

Hari	Bogor (8)	Ciracas (6)	Pulogadung (5)	Sunter (12)	Tangerang (9)
Senin	7	5	4	9	7
Selasa	7	5	4	9	7
Rabu	7	5	4	9	7
Kamis	7	5	4	9	7
Jumat	8	6	5	12	7
Total	36	26	21	47	34

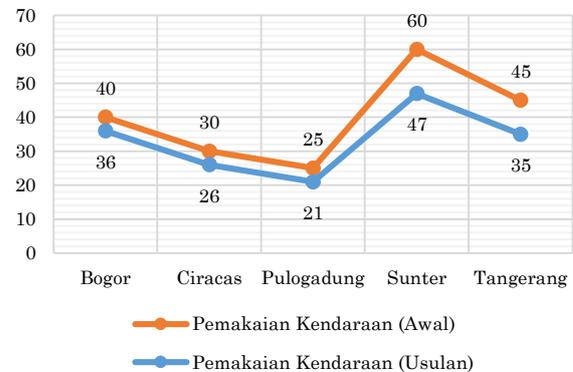
Pada Tabel 8 dapat dilihat kebutuhan kendaraan untuk semua area. Untuk area Bogor, Ciracas, dan Pulogadung dapat mengurangi sebanyak 1 kendaraan pada hari Senin hingga Kamis dengan rincian Bogor dari 8 kendaraan menjadi 7 kendaraan, Ciracas dari 6 kendaraan menjadi 5 kendaraan, dan Pulogadung dari 5 kendaraan menjadi 4 kendaraan. Untuk area Sunter dapat berkurang 3 kendaraan pada hari Senin hingga Kamis dari 12 kendaraan menjadi 9 kendaraan. Untuk area Tangerang dapat mengurangi kendaraan dengan jumlah 2 kendaraan pada hari Senin hingga Jumat dari 9 kendaraan menjadi 7 kendaraan. Perubahan rute awal menjadi rute usulan ini juga dapat mengurangi jarak tempuh tiap kendaraan. Perbedaan jarak secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Jarak Awal dan Usulan

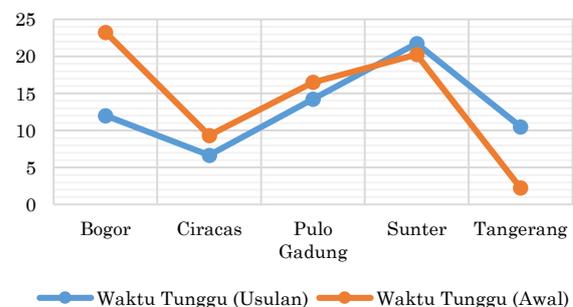
Pada Gambar 2 dapat dilihat jika total jarak dari semua area dapat berkurang. Penurunan jumlah jarak yang ditempuh untuk masing-masing area ini

juga dapat mengurangi *waste inefficient transportation* yang tidak diperlukan. Untuk perbandingan pemakaian kendaraan selama satu minggu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Pemakaian Kendaraan

Pada Gambar 3 dapat dilihat jika jumlah pemakaian kendaraan yang dimiliki saat ini dapat dikurangi sesuai dengan kebutuhan. Pengurangan kendaraan ini jika dilaksanakan maka pengeluaran untuk *fixed cost* (biaya sewa, gaji *driver*, dan gaji *helper*) dapat ditekan sesuai dengan jumlah kendaraan yang diputus kontraknya. Adanya pengurangan kendaraan maka PT. X perlu untuk menyewa kendaraan tambahan saat dibutuhkan. Perubahan rute ini juga menyebabkan penurunan ritase tiap kendaraan sehingga kegiatan kendaraan kembali ke *warehouse* untuk melakukan aktivitas muat dan melanjutkan pengiriman dapat diminimumkan. Adanya penurunan jumlah kendaraan yang kembali ke *warehouse* untuk melakukan aktivitas muat adalah pengurangan *waste unnecessary motion*, sedangkan berkurangnya waktu tunggu yang dibutuhkan untuk muat barang untuk pengiriman selanjutnya merupakan upaya untuk mengurangi *waste* untuk waktu tunggu (*waiting*). Berkurangnya waktu tunggu untuk muat di area dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Waktu Tunggu

Pada Gambar 4 dapat dilihat jika tidak semua area waktu tunggu berkurang. Untuk area Sunter dan Tangerang memiliki peningkatan waktu tunggu di

gudang. Hal ini sebenarnya merupakan *waste* ataupun dampak dari pengurangan kendaraan yang cukup banyak dibandingkan dengan area lainnya (dapat dilihat pada Gambar 3). Untuk perhitungan dan perbandingan biaya untuk rute awal dan rute usulan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Biaya Rute Awal dan Usulan

	Awal	Usulan
Biaya Sewa	Rp 228,587,000	Rp 181,859,000
Biaya Driver	Rp 267,630,855	Rp 213,969,075
Biaya Helper	Rp 258,378,332	Rp 207,322,421
Lain-lain	Rp 116,716.67	Rp 111,300
TPOK	Rp 110,874,975	Rp 90,094,425
Biaya Lembur	Rp 29,606,018	Rp 20,960,386
Biaya BBM	Rp 52,823,155	Rp 44,156,668
Termination Cost	-	Rp 11,899,000
Adhoc (Deliveree)	-	Rp 27,217,255
Total km (bulan)	38,416.84 km	32,113.94 km
Fixed Cost	Rp 754,596,187	Rp 603,150,496
Variabel Cost	Rp 193,420,865	Rp 167,221,779
Total Cost	Rp 948,017,052	Rp 797,589,530

Pada Tabel 9 dapat dilihat penurunan biaya untuk *fixed cost* maupun *variable cost*, namun terdapat biaya tambahan yaitu pembayaran Deliveree dan *termination cost* yang termasuk dalam *variable cost*. Total penghematan yang diperoleh adalah sekitar Rp 150,000,000 dengan persentase sekitar 16%. Informasi lain yang dapat dilihat pada Tabel ini adalah total jarak yang ditempuh, total kunjungan, dan total volume selama satu bulan. Perbedaan jarak yang ditempuh oleh rute awal dengan rute usulan kurang lebih sekitar 6,300 km dimana penghematan jarak ini juga merupakan *additional benefit* bagi perusahaan karena mendukung *sustainability* perusahaan dimana berkurangnya jarak akan mengurangi pula pemakaian BBM, yang mana penggunaan BBM yang lebih sedikit akan mengurangi CO² yang dihasilkan kendaraan saat mengirim barang.

Simpulan

Optimisasi Rute yang dilakukan di Jakarta Zone untuk pengiriman PO dilakukan agar jumlah kendaraan yang ada sekarang dapat berkurang sehingga dapat menekan biaya operasional. Optimisasi rute yang dilakukan harus divalidasi, dimana batasan yang ada harus diperhatikan seperti time windows dari konsumen, serta batasan akan kendaraan apa yang bisa dan tidak bisa digunakan. Optimisasi rute dilakukan dengan konsep NNI dan cluster dari rute yang sudah ada. Dari simulasi yang dilakukan terdapat peluang untuk mengurangi satu unit kendaraan untuk area Bogor, Ciracas, dan Pulo Gadung karena kebutuhan pada hari Senin hingga Kamis dapat dikurangi satu unit kendaraan, sedangkan untuk hari Jumat ketiga area ini akan menyewa satu kendaraan adhoc dari Deliveree

sebanayak satu unit. Untuk area Sunter terdapat peluang untuk mengurangi tiga kendaraan pada hari senin hingga kamis, sedangkan untuk hari Jumat area Sunter harus menyewa kendaraan tambahan sebanyak tiga unit. Untuk area Tangerang dapat mengurangi sebanyak dua unit kendaraan karena dua kendaraan tidak terpakai dari hari Senin hingga Jumat.

Dari pengurangan jumlah kendaraan yang digunakan diperoleh penghematan untuk biaya operasional mengirim barang ke konsumen. Hal ini dapat dilihat dari total cost dapat dihemat dari Rp 948,017,052 untuk rute awal menjadi Rp 797,589,530 dengan jumlah penghematan sebesar Rp 150,427,522. atau sekitar 15.867%. Penghematan untuk per satu boksnya adalah Rp 36,075.41 untuk rute awal menjadi Rp 30,351.11 untuk rute usulan. Selain itu juga terdapat *additional benefit* dari hasil simulasi optimisasi rute ini jika diimplementasikan. Total jarak untuk melakukan pengiriman yang dapat ditekan ini akan berdampak terhadap penghematan pemakaian BBM, dimana penghematan BBM selain menekan biaya operasional juga menghasilkan CO₂ yang lebih sedikit daripada rute awal.

Saran yang dapat diberikan adalah Simulasi yang dilakukan ini masih bisa dikembangkan lebih jauh lagi jika data yang digunakan untuk penelitian dapat lebih detail. Data yang sekiranya dibutuhkan untuk kedepannya dapat direncanakan dan dipikirkan bagaimana cara untuk mendapatkan atau mencatat data tersebut. Agar jika ingin melakukan *improvement* baru tidak perlu menunggu waktu yang lama. Selain itu untuk pengiriman PO diharapkan agar pengiriman yang masih berbeda dengan jadwal pengiriman tiap harinya juga bisa lebih diatur agar pengiriman yang dilakukan dapat sesuai dengan jadwal pengiriman yang seharusnya, dan jika ingin melakukan analisa mengenai rute pengiriman konsumen PO akan menjadi lebih mudah, dan baik.

Daftar Pustaka

1. Pujawan, I. N., & Mahendrawati, E. (2010). *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
2. Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematic
3. Toth, P., & Vigo, D. (2014). *Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
4. Cordeau, J.-F., Desaulniers, G., Desrosiers, J., Solomon, M. M., & Soumis, F. (2000). The VRP with Time Windows. *Les Cahiers du GERAD*, 2.
5. Madonna, E., & Irmansyah, M. (2013). Aplikasi Metode Nearest Neighbour pada Penentuan Jalur Evakuasi Terpendek untuk Daerah Rawan Gempa dan Tsunami. *Jurnal Elektron*, 45-46.