

USULAN RANCANGAN RUTE PENDISTRIBUSIAN PRODUK KARPET DENGAN MENGGUNAKAN METODE (1-0) *INSERTION INTRA ROUTE**

Karyma Talitha Rahma, Kusmaningrum, Susy Susanty

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: karymatalitha@gmail.com

ABSTRAK

Makalah ini membahas permasalahan yang terjadi di Toko Karpet Arjuna yang merupakan distributor dan melakukan pengiriman barang ke sejumlah outlet. Pada saat ini supir melakukan pendistribusiannya tanpa melakukan penentuan rute terlebih dahulu tetapi hanya berdasarkan intuisi. Akibatnya efisiensi pengiriman yang dinyatakan oleh jarak dan waktu tempuh tidak tercapai. Hal ini berakibat target pengiriman barang mingguan keseluruhan outlet tidak dapat diselesaikan dalam satu minggu. Permasalahan penentuan rute ini merupakan Vehicle Routing Problem yang didekati dengan metoda Nearest Neighbour untuk memperoleh rute awal. Kemudian rute tersebut diperbaiki menggunakan dengan metode (1-0) Insertion Intra Route. Hasil penelitian memberikan usulan rute yang memiliki jarak dan waktu distribusi yang lebih baik dan memenuhi target toko tersebut.

Kata kunci: *Vehicle Routing Problem, Nearest Neighbour, (1-0) Insertion Intra Route*

ABSTRACT

This paper discusses the problems occurred in store Carpet Arjuna who is the distributor and do delivery to a number of outlets. At this point the driver doing pendistribusiannya without making the determination of the route in advance but only based on intuition. As a result the efficiency of delivery stated by distance and travel time is not reached. This resulted in weekly circulation target airfreight outlet cannot be completed in one week. The problem of the determination of this route is the Vehicle Routing Problems are approached with the Nearest Neighbour method to obtain the initial route. The route then repaired using method (1-0) Insertion of Intra Route. Research results provide a proposed route that has a distance and a better distribution of time and meet the target stores.

Keywords: *Vehicle Routing Problem, Nearest Neighbour, (1-0) Insertion Intra Route*

*Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Jaringan distribusi menggambarkan pengiriman barang atau produk dari sumber ke berbagai tujuan. Salah satu aspek paling penting dalam perancangan jaringan distribusi adalah pengambilan keputusan tentang penentuan lokasi mana yang akan dikunjungi terlebih dahulu. Keputusan tersebut merupakan hal yang paling penting dalam pendistribusian.

Toko Arjuna merupakan salah satu toko karpet yang cukup besar di kota Bandung dan saat ini memiliki 65 *outlet* yang terletak di wilayah Bandung dan Cimahi. Pengiriman dilakukan atas dasar pemesanan *outlet* yang jumlah permintaannya masing-masing berbeda. Dengan adanya kecenderungan peningkatan permintaan produk karpet, mengakibatkan kegiatan pengiriman menjadi lebih sering, sehingga tidak dapat terpenuhi dalam jangka waktu 1 minggu sesuai dengan kebijakan toko. Kendala yang dihadapi Toko Arjuna antara lain kapasitas angkut kendaraan.

Lokasi *outlet* yang banyak serta jarak yang berbeda-beda antar *outlet* satu dengan yang lainnya, menyebabkan perlu adanya penentuan rute untuk kegiatan pengiriman karpet agar jarak yang diperlukan untuk setiap pengiriman menjadi lebih efisien, serta dapat meminimasi penggunaan kendaraan untuk setiap pengirimannya. Selama ini Toko Arjuna selalu melakukan pendistribusiannya berdasarkan intuisi serta tidak adanya penentuan *outlet* yang dilayani terlebih dahulu, sehingga *outlet* tidak terlayani semua. *Outlet* yang tidak terlayani dikarenakan pengiriman yang dilakukan mengalami keterlambatan karena jarak yang didapat menjadi lebih jauh sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama.

1.2 Latar Belakang

Permasalahan yang terjadi di Toko Arjuna Karpet Bandung selama ini adalah belum memiliki aturan yang menetapkan *outlet* mana yang dilayani terlebih dahulu agar mempermudah dalam pendistribusiannya, pengiriman yang dilakukan berdasarkan pengalaman sehingga tidak semua *outlet* dapat terlayani karena keterlambatan dalam pengiriman karpet yang dilakukan. Permasalahan pengiriman karpet dari toko ke *outlet-outlet* ini dapat diselesaikan dengan menentukan urutan rute kendaraan pengiriman karpet. Permasalahan penentuan rute ini disebut sebagai *Vehicle Routing Problem* (VRP).

Pengiriman karpet yang dilakukan sesuai dengan permintaan *outlet* dimana hanya terdapat proses pengiriman karpet yang dilakukan. Selain itu kendaraan yang digunakan melakukan pengiriman dari toko ke *outlet* dan kembali lagi ke toko. Toko Arjuna memiliki beberapa rute pendistribusian untuk memenuhi kebutuhan *outlet* (*Multiple Trips* VRP). Tingginya permintaan *outlet* terhadap karpet sedangkan jumlah kapasitas angkut kendaraan yang terbatas sehingga *outlet* dilayani oleh lebih dari satu kendaraan yang sama ataupun berbeda untuk memenuhi permintaannya (*Split Delivery* VRP). Penelitian ini akan memberikan usulan rute kendaraan pendistribusian karpet dengan karakteristik *Multiple Trips* VRP dan *Split Delivery* VRP dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* untuk mendapatkan rute, dan diperbaiki dengan menggunakan (1-0)*Insertion Intra Route* agar diperoleh jarak dan waktu tempuh yang minimum.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Distribusi

Distribusi adalah suatu kegiatan untuk memindahkan produk dari pihak *supplier* kepada pihak konsumen dalam suatu *supply chain*. Distribusi merupakan suatu kunci dari

keuntungan yang akan diperoleh perusahaan karena distribusi secara langsung akan mempengaruhi biaya dari *supply chain* dan kebutuhan konsumen. Jaringan distribusi yang tepat dapat digunakan untuk mencapai berbagai macam tujuan dari *supply chain*, mulai dari biaya yang rendah sampai respon yang tinggi terhadap permintaan konsumen (Chopra dan Meindl, 2010).

2.2 Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi berkaitan dengan pemenuhan dari kebutuhan konsumen dan biaya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Oleh sebab itu, perusahaan harus dapat mengestimasi jumlah kebutuhan atau permintaan konsumen dalam suatu jaringan distribusi. Karena pemenuhan akan kebutuhan konsumen akan mempengaruhi pendapatan perusahaan lewat biaya yang ditimbulkan dari suatu jaringan pengiriman.

Distribusi dipengaruhi oleh beberapa faktor struktur penyusun jaringan distribusi yang dapat mengakibatkan tercapainya pelayanan yang baik untuk konsumen. Faktor tersebut antara lain (Chopra dan Meindl, 2007):

- a. *Response time*: Berkaitan dengan waktu yang diperlukan agar produk dapat sampai pada konsumen. Apabila terjadi keterlambatan pada proses pengiriman maka konsumen akan beralih ke produk lain. Dengan demikian jaringan distribusi harus cepat merespon keadaan pasar yang bisa berubah-ubah setiap saat.
- b. *Product variety*: Banyaknya jenis produk yang ditawarkan oleh saluran distribusi tersebut, ketika jenis produk yang ditawarkan banyak maka saluran distribusi akan lebih rumit dan membutuhkan alat kontrol lain untuk mendapatkan biaya yang efisien.
- c. *Product availability*: Ketersediaan akan produk tersebut ketika permintaan pasar lebih tinggi dari permintaan yang telah diperkirakan. Hal ini biasanya terjadi pada waktu tertentu, contohnya adalah untuk produk yang memiliki permintaan yang tinggi pada saat hari besar agama ataupun tahun baru (misalnya pada saat lebaran, orang banyak memerlukan mukena, sarung, dan baju baru). Peramalan tentang peningkatan penjualan sangat penting untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal dengan waktu yang terbatas.
- d. *Customer experience*: Kemudahan konsumen mendapatkan produk dan menggunakan produk tersebut. Sebagai contoh jika produk dikategorikan sebagai produk konsumsi, maka permintaan pasar akan produk tersebut dalam kapasitas atau volume yang banyak.
- e. *Time to market*: Waktu yang dibutuhkan pasar untuk bisa menerima dan merespon produk tersebut, ketika adanya produk baru. Saluran atau jaringan distribusi harus memperhitungkan masalah ini karena jika peramalan akan terserapnya produk baru meleset jauh, maka produk tersebut biasanya akan disebut produk gagal oleh pasar.

2.3 Fungsi Distribusi

Kegiatan distribusi bisa dilakukan oleh perusahaan manufaktur dengan membentuk bagian distribusi/transportasi tersendiri atau diserahkan ke pihak ketiga. Dalam upayanya untuk memenuhi tujuan-tujuan tersebut, siapapun yang melaksanakan (internal perusahaan atau mitra pihak ketiga) manajemen distribusi dan transportasi pada umumnya melakukan sejumlah fungsi dasar yang terdiri dari:

- a. Segmentasi dan menentukan target *service level*
Segmentasi pelanggan perlu dilakukan karena kontribusi mereka pada *revenue* perusahaan bisa sangat bervariasi dan karakteristik tiap pelanggan bisa sangat berbeda antara satu dengan yang lainnya.
- b. Menentukan mode transportasi yang digunakan
Tiap mode transportasi memiliki karakteristik yang berbeda dan mempunyai keunggulan serta kelemahan yang berbeda juga.
- c. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman

Konsolidasi merupakan kata kunci yang sangat penting. Tekanan pendorong utama perlu melakukan konsolidasi informasi maupun pengiriman.

- d. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute
Salah satu kegiatan operasional yang dilakukan oleh gudang atau distributor adalah menentukan kapan sebuah truk harus berangkat dan rute mana yang harus dilalui untuk memenuhi permintaan dari sejumlah pelanggan.
- e. Memberikan pelayanan nilai tambah
Disamping mengirimkan produk ke pelanggan, jaringan distribusi semakin banyak dipercaya untuk melakukan proses nilai tambah. Kebanyakan proses nilai tambah tersebut, awalnya dilakukan oleh pabrik/*manufacturer*. Beberapa proses nilai tambah yang bisa dikerjakan oleh distributor adalah pengepakan (*packaging*), pelabelan harga, pemberian *barcode*, dan sebagainya.
- f. Menyimpan persediaan
Jaringan distribusi selalu melibatkan proses penyimpanan produk baik di suatu gudang pusat atau gudang regional, maupun di toko di mana produk tersebut dipajang untuk dijual. Oleh karena itu manajemen distribusi tidak bisa dilepaskan dari manajemen pergudangan.
- g. Menangani pengembalian
Manajemen distribusi juga punya tanggung jawab untuk melaksanakan kegiatan pengembalian produk dari hilir ke hulu dalam *supply chain*. Pengembalian ini bisa karena produk rusak atau tidak terjual sampai batas waktu penjualannya habis, seperti produk-produk makanan, sayur, buah, dan sebagainya.

2.4 Transportasi

Dalam manajemen transportasi/pengiriman, kita biasanya membedakan antara pihak yang memiliki barang dan pihak yang melakukan pengiriman. Pemilik barang yang berkepentingan barangnya untuk dikirim biasanya disebut sebagai *shipper*, sedangkan pihak yang bertugas melakukan pengiriman (misalnya perusahaan jasa pengiriman) dinamakan *carrier*. Mode transportasi mana yang paling baik digunakan bisa berbeda apabila ditinjau dari sudut yang berbeda (sudut *carrier* vs sudut *shipper*) (Pujawan, 2010).

2.5 Vehicle Routing Problem

Vehicle routing problems (VRP), pertama kali dikenalkan oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959 (Jin & Voratas 2008). VRP ini memegang peranan penting pada manajemen distribusi dan telah menjadi salah satu permasalahan dalam optimalisasi kombinasi yang dipelajari secara luas. VRP merupakan manajemen distribusi barang yang memperhatikan pelayanan, periode waktu tertentu, sekelompok konsumen dengan sejumlah kendaraan yang berlokasi pada satu atau lebih depot yang dijalankan oleh sekelompok pengendara, menggunakan *road network* yang sesuai. Solusi dari sebuah VRP yaitu menentukan sejumlah rute, yang masing-masing dilayani oleh suatu kendaraan yang berasal dan berakhir pada depotnya, sehingga kebutuhan pelanggan terpenuhi, semua permasalahan operasional terselesaikan dan biaya transportasi secara umum diminimalkan.

2.6 Nearest Neighbour

Metode heuristik merupakan teknik pemecahan masalah yang solusinya merupakan pendekatan untuk mencari rute yang terbaik. Teknik ini digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit dibandingkan dengan metode optimasi. Berikut ini merupakan beberapa metode heuristik adalah *Nearest Neighbour*, *Sequential Insertion*, *Clarke & Wright Saving*.

Algoritma *Nearest Neighbour* merupakan salah satu metode heuristik, solusi yang dihadapi dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* sebatas pendekatan untuk mencari rute yang terbaik. Penggunaan algoritma *Nearest Neighbour* membuat efektif dalam penerapannya yaitu dengan mencari konsumen yang dilayani berdasarkan jarak terdekat dari titik terakhir kendaraan untuk selanjutnya didistribusikan (Pujawan, 2005).

2.7 Insertion Intra Route

Algoritma *Local Search* merupakan metode yang menggunakan beberapa kombinasi dari teknik optimasi (Toth and Vigo, 2002). *Local Search* akan bekerja dengan baik jika perancangan dilakukan oleh beberapa jenis operator. Operator sendiri dapat mengimplementasikan permasalahan yang dihadapi sesuai dengan jenisnya agar biaya dan waktu dapat diminimasi.

Jenis *Local Search* diantaranya adalah *Local Search (1-0) Insertion intra route* dan *(2-opt) dan Local Search (1-0) Insertion intra route*. *Local Search (1-0) Insertion intra route* merupakan proses memindahkan konsumen dengan konsumen lainnya secara berurutan yang dilakukan pada rute yang sama dengan tujuan untuk meminimasi waktu yang diperlukan untuk melakukan pendistribusian setiap operasinya. Sedangkan *Local Search Insertion (2-opt)* proses penukarannya dilakukan dengan menyisipkan konsumen diantara konsumen lainnya di dalam rute yang sama. Proses penukaran terus dilakukan dengan membandingkan keseluruhan hasil penukaran (*Best Solution*) atau proses penukaran berhenti ketika mendapatkan solusi yang baik dengan total jarak sesudah penukaran lebih kecil dibandingkan total jarak sebelum dilakukan penukaran (*First Best Solution*).

2.8 Page Home Page

Page Home Page (PHP) adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat Aplikasi Web. Aplikasi Web adalah aplikasi yang berjalan di web, contohnya website, email, e-Learning, e-Banking, e-Library, dan lain-lain. PHP disebut sebagai *server side* scripting, artinya skrip PHP dijalankan di sisi server, dimana setelah skrip PHP diolah di server, hasilnya dikirimkan ke browser (klien). Jadi, pengguna di *browser* tidak bisa melihat skrip PHP aslinya, karena skrip berada di server dan hanya bisa melihat hasilnya di *browser*. Terdapat beberapa keuntungan dalam penggunaan PHP yaitu:

a. *Free*

PHP bersifat *open resource*. Sehingga kita bebas menggunakan PHP tanpa harus membayar.

b. *Lintas Platform*

PHP dapat dijalankan pada sistem operasi apapun, seperti Linux, Windows, OpenBSD, FreeBSD, Mac OS, Solaris, dan lain-lain.

c. Didukung berbagai *web server* handal

d. Mampu koneksi dengan berbagai *database*

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Langkah-Langkah Penentuan Rute dengan *Nearest Neighbour*

Langkah 1

Input data kapasitas alat angkut (Q), kecepatan kendaraan (v), data jarak (djk), jam kerja (PH), data *Loading Time* di toko (LT). Lanjut ke langkah 2.

Langkah 2

Inisiasi lokasi awal i = toko (depot). Lanjut ke langkah 3.

Langkah 3

Memindahkan karpet ke kendaraan untuk didistribusikan, menghitung waktu *loading* (LT) = 45 menit untuk (Q) = 30 karpet di toko. Lanjut ke langkah 4.

Langkah 4

Mencari *outlet* terdekat dari titik terakhir berdasarkan matriks jarak. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5

Menghitung waktu tempuh perjalanan (WT) dari satu titik ke titik lainnya. Lanjut ke langkah 6.

Langkah 6

Menentukan jumlah sisa kapasitas kendaraan.

Jika $Q_s \geq D_j$ maka permintaan *outlet* terpenuhi, menghitung waktu *unloading* (UL) karpet sesuai permintaan *outlet* (D_j).

Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7

Menghitung waktu administrasi (W_{adm}) = 5 menit. Lanjut ke langkah 8.

Langkah 8

Menghitung waktu penyelesaian (CT_h)

$$CT_h = CT_{h-1} + WT + UT + W_{adm} + LT$$

Jika waktu penyelesaian (CT_h) \leq waktu horison perencanaan (PH) maka lanjut ke langkah 9.

Jika waktu penyelesaian (CT_h) $>$ waktu horison perencanaan (PH) maka pendistribusian ke *outlet* berikutnya di batalkan. lanjut ke langkah 13.

Langkah 9

Menentukan jumlah kapasitas dan kebutuhan *outlet* yang terpenuhi

Apabila sisa kapasitas $Q_s = 0$ dan jika D tidak terpenuhi maka lanjut ke langkah 13.

Apabila $Q_s > 0$ dan permintaan *outlet* (D) terpenuhi maka lanjut ke langkah 10.

Langkah 10

Titik *outlet* terakhir menjadi titik awal untuk menentukan *outlet* selanjutnya yang dilayani berdasarkan jarak terpendek. Lanjut ke langkah 10.

Langkah 11

Jika semua *outlet* sudah terlayani maka pendistribusian selesai.

Jika *outlet* belum terlayani semua dengan sisa kapasitas (Q_s) $>$ 0 maka kembali ke langkah 4.

Apabila *outlet* belum terlayani semua dengan sisa kapasitas ≤ 0 maka lanjut ke langkah 12.

Langkah 12

Kembali ke toko, menghitung waktu tempuh (WT), menghitung waktu *loading* di toko (LT).

Jika $CT_h \leq PH$, rute baru terbentuk.

Jika $CT_h > PH$, lanjut ke langkah 13.

Langkah 13

Pendistribusian ke *outlet* terakhir batal, Kembali ke toko, menghitung waktu tempuh (WT), menghitung waktu administrasi di toko. Tur selesai.

3.2 Langkah-Langkah Penentuan Rute dengan (1-0) Insertion Intra Route

Langkah 1

Input rute hasil perhitungan *Nearest Neighbor*.

Langkah 2

Inisialisasi Rute $R=1$ Lanjut ke langkah 3.

Langkah 3

Dimulai pada rute $R = 1$ to jumlah rute yang akan dilakukan pertukaran. Lanjut ke langkah 4.

Langkah 4

Pertukaran antara konsumen dengan konsumen lainnya yang berada dalam 1 rute yang sama, dengan cara menyisipkan sampai menghasilkan total jarak yang lebih kecil, dengan hasil rute yang baru.

Langkah 5

Jika total jarak sesudah penukaran pada rute baru \geq total jarak sebelum penukaran maka melakukan pertukaran pada *outlet* selanjutnya. Kembali ke langkah 4.

Jika total jarak sesudah penukaran pada rute baru \leq total jarak sebelum penukaran maka rute baru terbentuk. Kembali ke langkah 3.

Langkah 6

Rute baru yang terbentuk sudah terlayani semua, apabila belum maka lanjut ke Rute selanjutnya ($R= R+1$) kembali ke langkah 3.

Jika sudah maka pencarian rute baru dengan total jarak yang lebih kecil terbentuk.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam permasalahan pendistribusian karpet untuk wilayah Bandung dan Cimahi dengan menggunakan (1-0) *Insertion Intra Route* dengan pencarian solusi awal menggunakan *Nearest Neighbour* yaitu sebagai berikut:

1. Data konsumen dan *demand outlet* untuk setiap konsumen didapat dari Toko Arjuna.
2. Data jarak tempuh merupakan data jarak antara toko ke konsumen maupun jarak dari konsumen ke konsumen. Perhitungan data jarak dibantu menggunakan *Google Maps*.
3. Waktu tempuh adalah waktu yang diperlukan untuk menempuh perjalanan dari satu titik ke titik lainnya.
4. Kapasitas angkut alat kendaraan.
5. Waktu *loading*, waktu *unloading*, dan waktu administrasi.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Penentuan Rute Awal Menggunakan Metode *Nearest Neighbour*

Langkah 1

Input data jarak $d_{jk} = 0$, kecepatan kendaraan (v) = 15km/jam dan 25km/jam horison perencanaan (PH) = 480 menit, kapasitas kendaraan (Q) = 30 karpet, *loading time* di toko (LT) = 45 menit. Lanjut ke langkah 2.

Langkah 2

Inisialisasi $Tur = 1$, Rute = 1, lokasi awal = toko. Lanjut ke langkah 3.

Langkah 3

Menghitung waktu *loading* (LT) = 45 menit untuk 30 karpet yang dikirim ke *outlet-outlet*. Perhitungan waktu *loading* di Depot dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Waktu *Loading* di Depot

Tur	Rute	No Konsumen		Jarak Tempuh (km)	Demand (unit)	Jumlah Karpet (unit)	Permintaan Tidak Terpenuhi (unit)	Waktu Layanan (menit)		Waktu tempuh (menit)	Waktu adm (menit)	CT _h (menit)
		Dari	Ke					loading	Unloading			
1	1	0	-	0	0	30	0	45	0	0	0	45.000

Langkah 4

Mencari *outlet* terdekat dari lokasi awal (0) berdasarkan matriks jarak yaitu *outlet* no 29 (dewi interior) dengan jarak 0,16 km. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5

Menghitung waktu tempuh perjalanan (*WT*) dari Toko (0) ke *outlet* (29). Jarak dibagi kecepatan kendaraan. Lanjut ke langkah 6.

$$WT = \frac{d_{ij}}{v} \times 60 \text{ menit}$$

$$= \frac{0,16}{15} \times 60 \text{ Menit} = 0,64 \text{ menit}$$

Langkah 6

Menentukan jumlah sisa kapasitas kendaraan

$$Q_s = Q - D$$

$$= 30 - 4$$

$$= 26 \text{ karpet}$$

Menghitung waktu *unloading* (UT) karpet sesuai Permintaan *outlet* (*D*) di *outlet*.

$$UT = \text{waktu unloading di outlet} \times \text{permintaan outlet (D)}$$

$$= 1,5 \text{ menit} \times 4 \text{ karpet}$$

$$= 6 \text{ menit}$$

Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7

Menghitung waktu administrasi (*W_{adm}*) = 5 menit untuk setiap *outlet*. Lanjut ke langkah 8.

Langkah 8

Menghitung waktu penyelesaian (CT_k) untuk setiap *outlet*.

$$CT_h = CT_{h-1} + WT + UT + W_{adm} + LT = 45 + 0,64 + 6 + 5 + 0 = 56,640 \text{ menit}$$

Perhitungan waktu penyelesaian pada konsumen 1 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Waktu Penyelesaian di Konsumen

Tur	Rute	No Konsumen		Jarak Tempuh (km)	Demand (unit)	Jumlah Karpet (unit)	Permintaan Tidak Terpenuhi (unit)	Waktu Layanan (menit)		Waktu tempuh (menit)	Waktu adm (menit)	CT _h (menit)
		Dari	Ke					loading	Unloading			
1	1	0	-	0	0	30	0	45	0	0	0	45.000
		0	29	0.16	4	26	0	0	6	0.64	5	56.640

Lanjut ke langkah 9.

Langkah 9

Jumlah sisa karpet di kendaraan Qs = 26 dan permintaan *outlet* terpenuhi. Lanjut ke langkah 10.

Langkah 10

Titik *outlet* terakhir (*Outlet 29*) menjadi titik awal untuk menentukan *outlet* selanjutnya yang dilayani berdasarkan jarak terpendek. Lanjut ke langkah 11.

Langkah 11

Outlet belum terlayani semua dengan sisa Qs = 26 maka kembali ke langkah 4. Proses terus berlanjut sampai semua konsumen terlayani dan tur terbentuk dengan hasil keseluruhan untuk setiap tur yang terbentuk setelah dilakukan perhitungan menggunakan *Nearest Neighbour* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan menggunakan *Nearest Neighbour*

Tur	Rute	Urutan Konsumen Yang Dilayani
1	1	0-29-4-6-7-21-3-20-23-0
	2	0-40-62-65-60-61-0
	3	0-49-54-2-52-1-50-19-37-44-48-5-0
2	1	0-32-5-51-59-56-22-9-58-63-27-53-0
	2	0-36-41-34-25-35-8-55-28-64-0
	3	0-10-11-38-42-31-0
3	1	0-39-43-15-12-57-14-13-47-30-33-0
	2	0-24-16-18-17-0
4	1	0-64-46-45-26-0

4.2.2 Perbaikan Rute Menggunakan Metode (1-0) *Insertion Intra-Route*

Solusi awal yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* diperbaiki dengan menggunakan (1-0) *Insertion Intra-Route* dengan menggunakan program PHP. Rekapitulasi Perhitungan menggunakan (1-0) *Insertion Intra-Route* dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan menggunakan (1-0) *Insertion Intra-Route*

Tur	Rute	Urutan Konsumen Yang Dilayani
1	1	0-29-4-6-7-21-3-20-23-0
	2	0-62-65-40-60-61-0
	3	0-40-5-54-2-52-1-50-19-37-48-49-0
2	1	0-8-35-34-32-9-22-58-63-27-53-28-55-8-35-34-0
	2	0-51-59-56-43-15-12-57-14-37-48-44-0
	3	0-10-11-38-42-31-0
3	1	0-10-11-31-38-42-47-13-30-33-39-0
	2	0-24-16-18-17-0
4	1	0-46-64-45-26-0

5. ANALISIS

5.1 ANALISIS HASIL PEMBENTUKAN RUTE

Berdasarkan hasil pembentukan rute dengan solusi awal yang menggunakan metode *Nearest Neighbour* didapatkan 4 Tur. Total jarak yang dilalui yaitu 209,98 km. Rekapitulasi hasil perhitungan dengan metode *Nearest Neighbour* dapat dilihat pada Tabel 5.

Setelah mendapatkan hasil jarak dari *Nearest Neighbour*, maka dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode (1-0) *Insertion Intra Route*. Perbaikan ini dilakukan untuk mencari

jarak yang lebih minimum dibandingkan jarak dari hasil rute sebelumnya. Jarak yang lebih minimum ini secara tidak langsung akan mengurangi waktu yang digunakan.

Tabel 5. Rekapitulasi Total Jarak menggunakan Metode *Nearest Neighbour*

Tur	Rute	Urutan Konsumen Yang Dilayani	Total Jarak Tempuh (km)
1	1	0-29-4-6-7-21-3-20-23-0	2,728
	2	0-40-62-65-60-61-0	4,4
	3	0-49-54-2-52-1-50-19-37-44-48-5-0	4,68
2	1	0-32-5-51-59-56-22-9-58-63-27-53-0	23
	2	0-36-41-34-25-35-8-55-28-64-0	29,4
	3	0-10-11-38-42-31-0	8,4
3	1	0-39-43-15-12-57-14-13-47-30-33-0	19,9
	2	0-24-16-18-17-0	50,9
4	1	0-64-46-45-26-0	66,6
TOTAL JARAK TEMPUH			209,98

Berdasarkan hasil perbaikan rute dengan menggunakan metode (1-0) *Insertion Intra Route*, di dapatkan hasil jarak sebesar 196,778 km. Rekapitulasi hasil perhitungan jarak dengan menggunakan metode (1-0) *Insertion Intra Route* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Total Jarak menggunakan Metode (1-0) *Insertion Intra Route*

Tur	Rute	Urutan <i>Outlet</i> yang Dilayani	Total Jarak Tempuh (km)
1	1	0-29-4-6-3-20-23-21-7-0	2,518
	2	0-62-65-40-60-61-0	3,45
	3	0-49-54--2-52-1-50-19-5-44-48-37-0	4,14
2	1	0-32-5-51-59-56-9-22-58-63-53-27-0	22,4
	2	0-36-41-34-25-64-28-55-8-35-0	26,67
	3	0-10-11-38-42-31-0	8,4
3	1	0-39-43-15-12-57-14-13-47-30-33-0	19,913
	2	0-24-16-18-17-0	43,3
4	1	0-46-64-45-26-0	65,6
TOTAL JARAK TEMPUH			196,778

5.2 ANALISIS PERBANDINGAN WAKTU DISTRIBUSI

Berdasarkan hasil rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour*, didapatkan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pendistribusian karpet sebanyak 1638,292 menit. Rekapitulasi hasil perhitungan waktu yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Total Waktu yang Dibutuhkan dengan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour*

Tur	Rute	Urutan Konsumen Yang Dilayani	Waktu (menit)
1	1	0-29-4-6-7-21-3-20-23-0	150,912
	2	0-40-62-65-60-61-0	142,6
	3	0-49-54-2-52-1-50-19-37-44-48-5-0	175,22
2	1	0-32-5-51-59-56-22-9-58-63-27-53-0	224,28
	2	0-36-41-34-25-35-8-55-28-64-0	173,98
	3	0-10-11-38-42-31-0	80,660
3	1	0-39-43-15-12-57-14-13-47-30-33-0	206,08
	2	0-24-16-18-17-0	222,66
4	1	0-64-46-45-26-0	261,9
TOTAL WAKTU			1638,292

Setelah dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode (1-0) *Insertion Intra Route* didapatkan jumlah waktu yang dibutuhkan lebih minimum yaitu sebesar 1600,212menit. Rekapitulasi hasil perhitungan dengan menggunakan metode (1-0) *Insertion Intra Route* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Total Waktu yang Dibutuhkan dengan Menggunakan Metode (1-0) *Insertion Intra Route*

Tur	Rute	Urutan Konsumen Yang Dilayani	Waktu (menit)
1	1	0-29-4-6-7-21-3-20-23-0	150,072
	2	0-62-65-40-60-61-0	137,300
	3	0-40-5-54-2-52-1-50-19-37-48-49-0	171,560
2	1	0-8-35-34-32-9-22-58-63-27-53-28-55-8-35-34-0	222,840
	2	0-51-59-56-43-15-12-57-14-37-48-44-0	166,580
	3	0-10-11-38-42-31-0	80,660
3	1	0-10-11-31-38-42-47-13-30-33-39-0	206,08
	2	0-24-16-18-17-0	205,38
4	1	0-46-64-45-26-0	259,74
TOTAL WAKTU			1600,212

5.3 ANALISIS PERBANDINGAN UTILITAS KAPASITAS KENDARAAN

Kapasitas angkut kendaraan menjadi kendala dalam penentuan rute distribusi. Pada saat ini, toko arjuna karpet memiliki 2unit kendaraan untuk pendistribusian ke setiap *outlet* dengan kapasitas yang sama yaitu sebanyak 30 karpet. Berdasarkan tur yang terbentuk adalah 4 tur dengan 9 rute. Jumlah tur sama dengan jumlah kendaraan, sehingga dibutuhkan 4 buah kendaraan. Apabila Toko Arjuna ingin melakukan pendistribusian dalam 1 hari, maka Toko Arjuna ini membutuhkan 4 jumlah kendaraan. Namun, kendaraan yang dimiliki oleh Toko Arjuna sebanyak 2 unit. Maka, pengiriman dilakukan dalam 2 hari. Kendaraan 1, akan mendistribusikan Tur 1 pada hari pertama, dan tur 3 pada hari ke dua. Sedangkan kendaraan 2, akan mendistribusikan Tur 2 pada hari pertama, dan tur 4 pada hari ke ke dua. Kendaraannya mendistribusikan Tur 1, karena Tur 1 memiliki 3 rute pendistribusian, begitu pula dengan kendaraan 2 yang mendistribusikan Tur 2, karena memiliki 3 rute. Selanjutnya kendaraan 1 di hari ke dua akan mendistribusikan Tur 3 karena memiliki 2 rute, sedangkan Tur 4 akan di distribusikan oleh kendaraan 2 dengan 1 rute.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah:

1. Rute yang terbentuk berdarkan karakteristik *Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and with Split Delivery* (VRPMTSD). Penyelesaian VRPMTSD ini menggunakan metode *Nearest Neighbour* dan diperbaiki oleh *Local Search* ((1-0) *Insertion Intra Route*).
2. Dari hasil perhitungan didapatkan total jarak penyelesaian dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* sebesar 209,98km dan perbaikan menggunakan *Local Search* sebesar 196,778 km. Penghematan jarak setelah perbaikan adalah 13,202km.
3. Jumlah kendaraan yang dimiliki oleh Toko Arjuna pada saat ini yaitu sebanyak 2 unit. Berdasarkan tur yang terbentuk adalah 4 tur dengan 9 rute. Maka, pengiriman dilakukan dalam 2 hari. Kendaraan 1, akan mendistribusikan Tur 1 pada hari pertama, dan tur 3 pada hari ke dua. Sedangkan kendaraan 2, akan mendistribusikan Tur 2 pada hari pertama, dan tur 4 pada hari ke ke dua.
4. Saran untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah perusahaan dapat mengimplementasikan hasil penelitian yang dilakukan untuk rute pendistribusian wilayah Bandung dan Cimahi. Penelitian ini juga dapat dikembangkan dengan menggunakan operator *local search* yang lain seperti 2-0 opt *intra route*, ataupun menggunakan metode

metaheuristik lainnya seperti, *genetic algorithm*, *tabu search*, *ant colony* untuk menghasilkan solusi yang lebih optimal.

REFERENSI

Chopra dan Meindl, 2007. *Supply Chain Management, strategy, planning dan operations Third edition*. Pearson Education, Inc. New Jersey.

Chopra dan Meindl, 2010. *Supply Chain Management, strategy, planning dan operations fourth edition*. Pearson Education, Inc. New Jersey.

Jin, A.T., dan Voratas, K. (2008). Particle Swarm Optimization and Two Solution Representations For Solving The Capacitated Vehicle Routing Problem. Elsevier-Science Direct.

Pujawan, I. N, 2010. *Supply Chain Management*, Edisi Kedua, Guna Widya, Surabaya.

Pujawan, N., 2005, *Supply Chain Management*, Penerbit Guna Widya, Surabaya.

Toth,P dan Vigo, D, 2002. *The Vehicle Routing Problem. Society for Industrial and Applied Mathematics*, 2002.