

PENENTUAN RUTE PADA SISTEM DISTRIBUSI PRODUK

¹Suci Oktri Viarani M, ²Ahmad Syafruddin I, ³Wahyu Fitrianda Mufti

^{1*,3} Program Studi Manajemen Logistik Industri Agro, Politeknik ATI Padang,
Jl. Bungo Pasang-Tabing, Padang 25171 Indonesia

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Andalas,
Jl. Universitas Andalas, Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163

*email : sucioktriviarani02@gmail.com

Abstrak

PT. X merupakan salah satu distributoor perusahaan minuman yang menghasilkan berbagai macam minuman ringan (soft drink). Permasalahan yang terjadi pada distributor ini adalah harus melayani banyak toko yang terletak jauh dari gudang, dengan lokasi yang tersebar dibeberapa tempat serta keterbatasan sarana pengangkut dengan kapasitas rata-rata 150 dus/mobil. Jumlah toko yang harus dikunjungi setiap hari rata-rata 40 toko untuk satu wilayah pendistribusian. Perencanaan urutan-urutan pendistribusian produk ke konsumen masih berdasarkan keputusan subjektif dari supir dan kernet, sehingga waktu pendistribusian produk kurang maksimal. Penelitian ini akan merancang rute pengiriman produk menerapkan model Travelling Salesman Problem (TSP) untuk mengoptimalkan rute pendistribusian. Penelitian ini menggunakan metode pengurutan toko yaitu metode Nearest Neighbor dan Branch and Bound dengan bantuan software WinQSB sehingga diperoleh usulan rute pengiriman produk yang terbaik. Hasil tersebut dapat dilihat dengan jarak tempuh, waktu tempuh dan biaya yang lebih optimal. Berdasarkan pengolahan data diperoleh bahwa rute pengiriman produk X pada distributor PT X Bukittingi yang terbaik diperoleh dengan menggunakan metode pengurutan toko Branch and Bound.

Kata Kunci : biaya, rute, Travelling Salesman Problem (TSP), jarak tempuh, waktu tempuh

DETERMINATION OF ROUTES IN THE PRODUCT DISTRIBUTION SYSTEM

Abstract

PT. X is a distributor of beverage companies that produces various soft drinks (soft drinks). The problem that occurs in these distributors is that they have to service many shops located far from warehouses, with locations scattered in several places and limited transportation facilities with an average capacity of 150 boxes / car. The average number of stores that must be visited every day is 40 for one distribution area. Planning the sequence of product distribution to consumers is still based on subjective decisions from the driver and kernet, so the product distribution time is less than the maximum. This research will design a product delivery route applying the Traveling Salesman Problem (TSP) model to optimize the distribution route. This

research uses store sorting method namely Nearest Neighbor and Branch and Bound methods with the help of WinQSB software so that the best product delivery route is obtained. These results can be seen with more optimal mileage, travel time and costs. Based on data processing, it was found that the best X product delivery route at the distributor of PT X Bukittinggi was obtained using the Branch and Bound store ordering method.

Keywords: *cost, route, Traveling Salesman Problem (TSP), distance traveled, travel time*

PENDAHULUAN

Distribusi barang merupakan salah satu kegiatan yang penting dalam sebuah perusahaan. Proses distribusi yang baik dapat memenuhi kebutuhan dari konsumen yang sesuai keinginannya. Distribusi merupakan suatu kegiatan mengirimkan barang dari produsen ke konsumen pada saat waktu dan tempat barang tersebut dibutuhkan oleh konsumen. Kegiatan distribusi ini merupakan hal yang terpenting bagi sebuah perusahaan agar produknya sampai ke tangan konsumen dalam waktu yang tepat, jumlah yang sesuai, dan tempat yang tepat (Pujawan, 2005). Pendistribusian barang bagi banyak perusahaan akan membutuhkan biaya yang cukup besar, karena tidak dilakukan sebaik mungkin oleh perusahaan. Di Indonesia, biaya distribusi saat ini rata-rata masih 16% dari total biaya produksi. Adapun normalnya maksimal hanya 9%-10%, jika tidak diperbaiki maka akan merugikan perusahaan (Djuwansyah,dkk, 2013). Salah satu cara agar sebuah perusahaan dapat menekan harga distribusi adalah dengan meminimalkan biaya transportasi pengiriman produk (Pujawan, 2005).

PT. X merupakan salah satu perusahaan minuman yang menghasilkan berbagai macam minuman soft drink. Untuk mendistribusikan produknya PT. X

mendirikan banyak distributor di seluruh wilayah Indonesia. Salah satu distributor PT X ini adalah distributor yang terletak di daerah Parit Putus yang berada di jalan Raya Bukittinggi – Payakumbuh KM 4, Parit Putus. Distributor ini yang akan mendistribusikan produk X ke wilayah Kabupaten/Kota Bukittinggi, Payakumbuh, Padang Panjang, Batusangkar dan sekitarnya.

Proses pendistribusian produk di distributor PT X sekarang menggunakan mobil angkut perusahaan yang dialokasikan untuk masing-masing wilayah pendistribusian. Proses awal pendistribusian produk adalah toko, grosir, atau riteler melakukan permintaan ke bagian marketing perusahaan selanjutnya bagian marketing mengeluarkan delivery order (DO) sesuai permintaan konsumen.

Proses pendistribusian produk distributor ini harus melayani banyak toko yang jauh dari gudang, dengan lokasi yang tersebar, dan sarana pengangkut terbatas jumlah dan kapasitasnya yaitu rata-rata 150 dus/krat produk. Distribusi produk dilakukan setiap hari untuk masing-masing wilayah pendistribusiannya. Proses pendistribusian dilakukan pada hari Senin hingga Sabtu, sedangkan pada hari Minggu perusahaan tidak beroperasi untuk mendistribusikan

produk ke konsumen. Distributor ini hanya mendistribusikan produk ke toko-toko yang berada di wilayah pemasarannya. Oleh karena itu, distributor ini menghadapi permasalahan dalam proses pengiriman, terutama rute pendistribusian. Menurut pihak pemasaran dari distributor ini, setiap harinya toko yang harus dikirimkan produk rata-rata 40 toko untuk satu wilayah pendistribusian. Sedangkan untuk perencanaan urutan pendistribusian produk ke konsumen masih berdasarkan keputusan subjektif dari supir dan kernet. Akibatnya, waktu pendistribusian produk kurang maksimal yang akan menyebabkan ada beberapa toko yang dikunjungi diluar jam kerja supir dan kernet sehingga pihak distributor harus mengeluarkan biaya tambahan seperti biaya lembur dan juga biaya operasional transportasi.

Untuk itu perlu dilakukan perencanaan pengiriman untuk mengoptimalkan jalur distribusi dan biaya distribusi dengan cara optimalisasi jalur pendistribusian barang sehingga dapat jumlah produk yang diangkut sesuai dengan kebutuhan konsumen. Optimalisasi distribusi dapat tercapai jika sebuah pengiriman yang dilakukan perusahaan dapat mengirimkan produk dalam kapasitas besar. Oleh karena itu, perlu dirancang rute pendistribusian produk dengan mempertimbangkan jarak tempuh dan waktu pendistribusian.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan di atas, maka penelitian ini akan merancang rute pengiriman produk di PT X dengan mempertimbangkan, jarak tempuh setiap grosir, dan jumlah permintaan grosir. Hal ini nantinya diharapkan dapat merancang rute pengiriman produk dengan jarak, waktu tempuh dan biaya yang paling minimum.

METODE PENELITIAN

Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mempelajari sistem dan mengetahui permasalahan yang ada di tempat penelitian. Permasalahan tersebut yang akan dicarikan solusi yang optimal sehingga dapat menguntungkan perusahaan.

Studi Literatur

Studi literatur merupakan kegiatan untuk mencari sumber yang akan memberikan solusi yang optimal dari permasalahan yang terjadi.

Manajemen Rantai Pasok

Rantai pasok merupakan semua tingkatan (stages) yang terlibat secara langsung dan tidak langsung, dalam memenuhi kebutuhan pelanggan termasuk pabrik, pemasok, pihak penyelenggara transportasi, gudang, ritel, dan pelanggan (Chopra, 2010).

Manajemen Distribusi dan Transportasi

Secara umum fungsi distribusi dan transportasi pada dasarnya adalah mengantarkan produk dari lokasi di mana produk tersebut diproduksi sampai dimana mereka akan digunakan. Manajemen transportasi dan distribusi mencakup baik aktivitas fisik yang secara kasat mata bisa kita saksikan, seperti menyimpan dan mengirim produk, maupun fungsi nonfisik yang berupa aktivitas pengolahan informasi dan pelayanan kepada pelanggan. Hal ini bertujuan untuk menciptakan tingkat pelayanan yang tinggi kepada pelanggan dengan mengontrol kecepatan pengiriman, dan kesempurnaan barang sampai pada pelanggan (Pujawan, 2005).

Rute Transportasi

Masalah penentuan rute transportasi dan penjadwalan merupakan salah satu permasalahan operasional dalam transportasi. Pihak logistik di suatu perusahaan harus mampu memutuskan konsumen mana yang harus dikunjungi dengan penetapan urutan kunjungan mereka, lalu kendaraan mana yang dipakai ke konsumen-konsumen tersebut dan rute mana yang harus dilalui setiap kendaraan. Pihak logistik juga harus memastikan tidak ada kendaraan yang kelebihan muatan kapasitas dan jadwal pengiriman tidak melebihi batas waktu (Sutopo, dkk, 2007).

Travelling Salesman Problem

Model permasalahan yang bertujuan untuk menemukan rute terpendek bagi seorang penjual keliling untuk berkeliling (touring) mengunjungi setiap pelanggannya sebanyak satu kali yang disebut Travelling Salesman Problem. Permasalahan pedagang keliling ini pada pokoknya sama dengan permasalahan penugasan yang ditambah sebuah fungsi pembatas yang berfungsi untuk mengeliminasi sub-tour (Taha, 1996).

Vehicle Routing Problem

Suatu perusahaan harus dapat mengoptimalkan sistem distribusinya agar dapat bersaing dengan perusahaan sejenis lainnya. Salah satu caranya adalah dengan pengoptimalan transportasi. Salah satu permasalahan dalam transportasi adalah Vehicle Routing Problems (VRP), yaitu merancang m set rute kendaraan dengan biaya rendah dimana tiap kendaraan berawal dan berakhir di depot, setiap konsumen hanya dilayani sekali oleh sebuah kendaraan dan total permintaan yang dibawa tidak

melebihi kapasitas kendaraan. Transportasi ini memberikan kontribusi biaya 1/3 sampai 2/3 dari total biaya distribusi (Toth dan Virgo, 2002). Di bawah ini merupakan tujuan umum dari Vehicle Routing Problems, diantaranya adalah (Toth dan Virgo, 2002):

1. Meminimalkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan
2. Meminimalkan jumlah kendaraan (atau pengemudi) yang dibutuhkan untuk melayani semua konsumen
3. Menyeimbangkan rute, untuk waktu perjalanan dan muatan kendaraan
4. Meminimalkan penalti akibat servis yang kurang memuaskan dari konsumen

Nearest Neighbour

Algoritma Nearest Neighbor merupakan teknik yang sederhana dan terbuka untuk berbagai macam variasi masalah. Pada algoritma ini, peraturannya hanya pergi ke node terdekat yang belum dikunjungi dengan mengikutkan beberapa batasan. Pada setiap iterasinya, dilakukan pencarian pelanggan terdekat dengan pelanggan yang terakhir untuk ditambahkan pada akhir rute tersebut. Rute baru dimulai dengan cara yang sama jika tidak terdapat posisi yang fesibel untuk menempatkan pelanggan baru karena kendala kapasitas atau time windows (Pop, 2011). Algoritma metode Nearest Neighbor adalah sebagai berikut (Pop, 2011):

1. Berawal dari gudang, kemudian mencari lokasi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terpendek dari gudang. Sebagai lokasi pertama
2. Lanjutkan ke lokasi lain yang memiliki jarak terdekat dari lokasi

yang terpilih sebelumnya dan jumlah pengiriman tidak melebihi kapasitas kendaraan

- a. Apabila ada lokasi yang terpilih sebagai lokasi berikutnya dan terdapat sisa kapasitas kendaraan, kembali ke langkah b.
 - b. Bila kendaraan tidak memiliki sisa kapasitas, kembali ke langkah a.
 - c. Bila tidak ada lokasi yang terpilih karena jumlah pengiriman melebihi kapasitas kendaraan, maka kembali ke langkah a. Dimulai lagi dari gudang dan mengunjungi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terdekat.
3. Bila semua pelanggan telah dikunjungi tepat satu kali maka algoritma berakhir.

Branch and Bound

Algoritma Branch and Bound merupakan metode pencarian di dalam ruang solusi secara sistematis. Ruang solusi diorganisasikan ke dalam pohon ruang status. Pohon ruang status tersebut dibangun dengan skema BFS (Breadth First Search). Untuk mempercepat pencarian ke simpul solusi, maka setiap simpul diberi sebuah nilai ongkos (cost). Simpul berikutnya yang akan diekspansi adalah simpul yang memiliki ongkos paling kecil diantara simpul-simpul hidup lainnya. Sedangkan simpul lainnya dimatikan (Riyanto, 2014).

BFS (Breadth First Search). BFS dikenal sebagai pencarian melebar dalam pohon. Misalkan graf G mempunyai n buah simpul. Traversal di dalam graf dilakukan mulai simpul v . Algoritma BFS adalah sebagai berikut: bangkitkan simpul v , kemudian semua simpul yang bertetangga dengan

simpul v dibangkitkan terlebih dahulu. Selanjutnya, simpul yang belum dibangkitkan dan bertetangga dengan simpul-simpul tadi dibangkitkan, demikian seterusnya. Jika graf berbentuk pohon berakar, maka semua simpul pada level d dibangkitkan terlebih dahulu sebelum membangkitkan simpul-simpul pada level $d+1$. Algoritma BFS menggunakan antrian untuk menyimpan simpul-simpul yang baru dibangkitkan. Simpul-simpul yang baru dibangkitkan ditempatkan di belakang antrian. Prinsip antrian yang digunakan adalah FIFO (First In First Out). Dengan skema ini, simpul hidup dimasukkan ke dalam antrian, simpul berikutnya yang akan menjadi simpul ekspansi adalah simpul yang pertama masuk ke dalam antrian (Riyanto, 2014).

Biaya Distribusi

Biaya distribusi merupakan biaya yang berhubungan dengan semua kegiatan, mulai dari saat barang-barang telah dibeli/ diproduksi sampai barang-barang tiba di tempat pelanggan. Klasifikasi biaya distribusi secara umum yaitu:

1. Biaya Langsung Penjualan (Direct Selling Expense), merupakan semua biaya langsung untuk memperoleh order, termasuk biaya langsung dari para salesmen, manajemen dan pengembalian penjualan, kantor-kantor cabang, dan jasa penjualan yaitu semua biaya yang lazim berhubungan dengan mencari order.
2. Biaya Periklanan dan Promosi Penjualan, merupakan semua pengeluaran media advertensi, biaya-biaya yang berhubungan dengan berbagai jenis promosi penjualan, pengembangan padar dan publisitas.

3. Biaya Transportasi, merupakan semua beban transportasi untuk pengiriman barang kepada para pelanggan dan atas barang yang dikembalikan, serta biaya untuk mengelola dan memelihara bekerjanya fasilitas-fasilitas transportasi keluar.
4. Biaya Pergudangan dan Penyimpanan (Warehousing and Storage Expense), merupakan semua biaya untuk penggudangan, penyimpanan, penanganan persediaan, pemenuhan order, dan pembukuan serta penyiapan pengiriman.
5. Biaya Distribusi Umum, merupakan semua biaya lain yang berhubungan dengan fungsi-fungsi distribusi di bawah manajemen penjualan yang tidak termasuk pada klasifikasi di atas. Ini dapat meliputi biaya umum pengelolaan penjualan, pelatihan, riset pasar, dan fungsi-fungsi staf seperti akuntansi.

Pada penelitian ini biaya distribusi yang dihitung berdasarkan biaya transportasi yaitu biaya bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan untuk mobil angkut adalah bahan bakar premium dengan biaya Rp. 6.450,- per liter (mulai 1 April 2016). Biaya distribusi akan dipengaruhi oleh total jarak yang akan ditempuh oleh mobil angkut. Jadi, jika jarak distribusi semakin jauh maka biaya distribusi semakin besar dan sebaliknya.

Perhitungan biaya distribusi dapat ditulis dengan rumus berikut:

$$TB = BB \times \left(\frac{JT}{R}\right) \quad \dots (1)$$

Keterangan:

TB : Total Biaya (Biaya distribusi per rute) (Rp)

BB : Biaya BBM (Rp/Liter)

JT : Jarak Tempuh (Km)

R : Rasio (Konsumsi BBM) (Liter/Km)

Identifikasi masalah

Tahapan ini dilakukan pendefinisian masalah yang terjadi pada lapangan yang diperoleh dari studi lapangan mengenai jaringan pendistribusian produk. Setelah dilakukan studi lapangan diketahui permasalahan yang terdapat di distributor PT X yaitu masalah pendistribusian produk ke konsumen yang belum mempertimbangkan perencanaan dan penjadwalan distribusi yang baik. Hal ini disebabkan karena tidak adanya perhatian perusahaan terhadap proses pengiriman barang, dimana dalam pengiriman barang berdasarkan kedekatan lokasi pengiriman barang berdasarkan jumlah permintaan konsumen sehingga terdapat beberapa konsumen yang dikunjungi diluar jam kerja supir dan kernetnya. Selain itu dalam pengiriman barang berdasarkan pada keputusan supir untuk mengirimnya. Oleh sebab itu akan menimbulkan permasalahan bagi perusahaan seperti lamanya proses pengiriman barang ke konsumen dan akan memerlukan biaya yang cukup tinggi untuk biaya bahan bakar mobil. Dari permasalahan tersebut perlu dilakukan perancangan rute distribusi produk yang optimal sehingga dapat meminimalkan biaya distribusi, jarak tempuh dan waktu tempuh. Dari penelitian ini diharapkan menghasilkan usulan rute pengiriman produk yang optimal untuk semua toko yang memesan produk dengan mempertimbangkan kapasitas angkut dan jarak masing-masing toko

Perumusan masalah

Masalah yang akan dibahas adalah bagaimana menentukan rute yang optimal dalam pendistribusian produk dengan pertimbangan jarak tempuh dan waktu pendistribusian serta menentukan perbandingan biaya yang dikeluarkan jika dilakukan perhitungan pengiriman yang optimal dibandingkan dengan keadaan aktual.

Karakteristik Sistem

Distributor PT X Bukittinggi memiliki wilayah-wilayah pendistribusian yang berada di sekitar Kota Bukittinggi, Payakumbuh, Batusangkar dan Padang Panjang. Pada proses pendistribusian produk X distributor PT X Bukittinggi telah menentukan ketetapan yang harus dilakukan. Ketetapan yang dilakukan perusahaan yaitu setiap wilayah pendistribusian hanya memiliki 1 mobil angkut yang sama untuk mendistribusikan produk Coca Cola. Pada setiap wilayah pendistribusian terdapat sebanyak 270 toko, dimana dari 270 toko tersebut terbagi kedalam 6 rute pendistribusian yang berlaku untuk semua wilayah pendistribusian. Oleh karena itu, pada penelitian ini hanya menggunakan data satu wilayah pendistribusian yaitu wilayah pendistribusian 1 Kota Bukittinggi.

Pemilihan Metode Penyelesaian

Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada distributor PT X Bukittinggi yang pendistribusiannya dilakukan langsung ke sejumlah outlet-outlet atau toko-toko yang ada disekitar sekitar Kota Bukittinggi, Payakumbuh, Batusangkar dan Padang Panjang. Sistem distribusi yang dilakukan oleh distributor belum optimal karena pendistribusian yang dilakukan hanya berusaha memenuhi permintaan dari setiap outlet atau toko

yang ada tanpa memperhitungkan jarak dan waktu tempuh pendistribusian. Permasalahan yang ada pada distributor PT. X Bukittinggi perlu dilakukan pencarian solusi yang terbaik, yaitu dengan perhitungan dan analisa terhadap faktor-faktor yang menjadi kendala dalam proses pendistribusian produk. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan pendistribusian produk pada distributor PT. X Bukittinggi adalah *Travelling Salesman Problem (TSP)*.

Metode *Travelling Salesman Problem (TSP)* lebih sesuai untuk menyelesaikan permasalahan pendistribusian produk pada distributor PT. X Bukittinggi, dikarenakan keadaan yang ada pada perusahaan bahwa untuk menuju suatu lokasi konsumen terdapat beberapa pilihan rute (alternatif) dengan jarak, biaya dan waktu tempuh yang berbeda-beda dan perencanaan urutan pendistribusian produk ke konsumen masih berdasarkan keputusan subjektif dari supir dan kernet. Selain itu, keseluruhan proses pendistribusian dilakukan dari titik awal (asal) kembali ke titik asal. Metode *Travelling Salesman Problem* yang digunakan yaitu metode *Nearest Neighbor* dan metode *Branch and Bound*. Pada penelitian ini, pengolahan data menggunakan *software* WINQSB untuk mendapatkan rute distribusi produk yang terbaik.

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 tipe data yaitu data primer dan data sekunder

1. Data Primer
 - a. Proses Distribusi
 - b. Proses *Loading* dan *Unloading*

2. Data Sekunder
 - a. Jumlah Toko
 - b. Jumlah Permintaan Toko
 - c. Jarak Distributor ke Toko dan Jarak Toko ke Toko lainnya
 - d. Kapasitas Alat Angkut

Pengolahan Data

Setelah data dikumpulkan dilakukan pengolahan berdasarkan permasalahan yang terjadi dengan menggunakan metode pengurutan konsumen yaitu *Nearest Neighbor* dan *Branch and Bound*. Kemudian hasil dari kedua prosedur tersebut dipilih mana yang menghasilkan jarak yang minimum. Terdapat beberapa pengolahan data yang dilakukan diantaranya yaitu:

1. Proyeksi Data Permintaan
2. Penentuan kapasitas kendaraan berdasarkan data rata-rata permintaan setiap toko.
3. Pengolahan data aktual perusahaan
4. Pengelompokan dan pengurutan toko usulan
5. Perhitungan biaya distribusi

Analisis

Analisis berdasarkan pengolahan data mengenai permasalahan yang terjadi. Analisis yang dilakukan membandingkan rute pengiriman yang dirancang dengan rute aktual yang dilakukan distributor PT X dengan mempertimbangkan jarak tempuh, waktu pengiriman, dan biaya pengiriman, analisis perbandingan biaya yang dikeluarkan dengan menggunakan rute pengiriman yang dirancang

Penutup

Penutup berisikan kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk distributor PT X terkait poses distribusi produk yang lebih baik dan

saran yang diberikan untuk mengembangkan dan perbaikan pada penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan adalah menentukan kapasitas mobil berdasarkan permintaan rata-rata, mengurutkan rute aktual yang dilakukan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* dan *Branch and Bound* yang dihitung dengan *software* WinQSB serta merancang rute pengiriman dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* dan *Branch and Bound Methods* yang dihitung dengan *software* WinQSB. Kemudian rute yang memiliki total jarak, waktu distribusi, dan biaya distribusi yang paling minimum akan dipilih.

Penentuan Kapasitas Mobil

Penentuan kapasitas mobil dilakukan dengan menghitung jumlah permintaan setiap produk dikalikan dengan volume produk tersebut pada masing-masing toko, selanjutnya dijumlahkan untuk semua toko yang melakukan permintaan pada satu rute pendistribusian dan ditambahkan dengan *allowance*. Volume produk yang dihasilkan dibandingkan dengan kapasitas kendaraan yang digunakan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan Kapasitas Mobil Berdasarkan Permintaan Rata-Rata

Rute	Kapasitas Kendaraan	Volume Produk	Sisa
Senin	3906000	2363231.2	1542769
Selasa		2987562.6	918437
Rabu		1833594.4	2072406
Kamis		2836809.8	1069190
Jumat		2895455.2	1010545
Sabtu		2395449.1	1510551

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari Tabel 1 tidak terdapat volume produk yang melebihi kapasitas kendaraan sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap rute melakukan pendistribusian dengan menggunakan 1 mobil dan 1 kali trip pendistribusian.

Perhitungan Total Jarak Aktual

Perhitungan awal yang dilakukan adalah menghitung total jarak tempuh dari distributor X Bukittinggi yang selama ini telah diterapkan, yaitu:

1. Pendistribusian produk hari Senin pendistribusian mengunjungi konsumen sebanyak 44 toko. Berawal dari gudang distributor menuju ke semua toko kemudian kembali lagi ke gudang. Total jarak pendistribusian yaitu 28,7 Km dengan total pengiriman produk sebanyak 155 krat atau dus.
2. Pendistribusian produk hari Selasa pendistribusian mengunjungi konsumen sebanyak 45 toko. Total jarak pendistribusian yaitu 34 Km dengan total pengiriman produk sebanyak 194 krat atau dus.
3. Pendistribusian produk hari Rabu pendistribusian mengunjungi konsumen sebanyak 42 toko. Total jarak pendistribusian yaitu 48 Km dengan total pengiriman produk sebanyak 129 krat atau dus.
4. Pendistribusian produk hari Kamis pendistribusian mengunjungi konsumen sebanyak 47 toko. Total jarak pendistribusian yaitu 10 Km dengan total pengiriman produk

sebanyak 179 krat atau dus.

5. Pendistribusian produk hari Jumat pendistribusian mengunjungi konsumen sebanyak 45 toko. Total jarak pendistribusian yaitu 14,8 Km dengan total pengiriman produk sebanyak 168 krat atau dus.
6. Pendistribusian produk hari Sabtu pendistribusian mengunjungi konsumen sebanyak 47 toko. Total jarak pendistribusian yaitu 59,5 Km dengan total pengiriman produk sebanyak 161 krat atau dus.

Pengurutan Rute Usulan

Pengurutan rute usulan dimulai dengan perhitungan jarak dan waktu tempuh pada kondisi awal pendistribusian produk. Setelah itu, menentukan pengurutan rute awal dengan metode *Nearest Neighbor* dan *Branch and Bound Method* diperoleh dengan *software* WinQSB yang mana rute ini akan dibandingkan dengan racangan rute usulan dan rute awal. Perancangan rute awal pendistribusian hanya menggunakan metode pengurutan rute toko karena pengalokasian setiap rute distribusi hanya menggunakan 1 mobil saja.

Pemakaian *software* ini digunakan untuk menentukan pengurutan rute toko dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Rekapitulasi hasil pengurutan toko menggunakan *software* WinQSB untuk metode *Nearest Neighbor* dapat dilihat pada Gambar 1 dan untuk metode *Branch and Bound* dapat dilihat pada Gambar 2.

05-03-2016	From Node	Connect To	Distance/Lost		From Node	Connect To	Distance/Lost
1	Node1	Node44	1	24	Node45	Node9	0.2
2	Node44	Node43	0.1	25	Node9	Node8	0.1
3	Node43	Node26	0.1	26	Node8	Node7	0.2
4	Node26	Node27	0	27	Node7	Node5	0.1
5	Node27	Node28	0.1	28	Node5	Node6	0.1
6	Node28	Node29	0	29	Node6	Node10	0.9
7	Node29	Node30	0.1	30	Node10	Node11	0
8	Node30	Node31	0	31	Node11	Node12	0.1
9	Node31	Node32	0.1	32	Node12	Node13	0
10	Node32	Node33	0.1	33	Node13	Node14	0.1
11	Node33	Node34	0.1	34	Node14	Node15	0
12	Node34	Node35	0.2	35	Node15	Node16	0.5
13	Node35	Node36	0.6	36	Node16	Node17	0.1
14	Node36	Node39	0.9	37	Node17	Node23	3.3
15	Node39	Node38	0.1	38	Node23	Node19	1
16	Node38	Node41	0	39	Node19	Node20	0.1
17	Node41	Node40	0.1	40	Node20	Node21	0.1
18	Node40	Node42	0.2	41	Node21	Node22	0
19	Node42	Node37	0.2	42	Node22	Node3	8.3
20	Node37	Node24	4.2	43	Node3	Node4	0.2
21	Node24	Node25	0	44	Node4	Node2	1.3
22	Node25	Node18	2.8	45	Node2	Node1	2.8
23	Node18	Node45	0.7				
	Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	31.20
	(Result	from	Nearest	Neighbor	Heuristic]		

Gambar 1. Rekapitulasi Hasil Pengurutan Rute Senin Metode *Nearest Neighbor*

05-03-2016	From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
1	Node1	Node2	2.8	24	Node10	Node25	4.2
2	Node2	Node4	1.3	25	Node25	Node24	0
3	Node4	Node3	0.2	26	Node24	Node43	2.1
4	Node3	Node6	2.2	27	Node43	Node29	0.2
5	Node6	Node5	0.1	28	Node29	Node32	0.2
6	Node5	Node7	0.1	29	Node32	Node40	2.1
7	Node7	Node8	0.2	30	Node40	Node42	0.2
8	Node8	Node9	0.1	31	Node42	Node37	0.2
9	Node9	Node45	0.2	32	Node37	Node41	0.5
10	Node45	Node18	0.7	33	Node41	Node38	0
11	Node18	Node23	1.2	34	Node38	Node39	0.1
12	Node23	Node19	1	35	Node39	Node36	0.9
13	Node19	Node20	0.1	36	Node36	Node35	0.6
14	Node20	Node22	0.1	37	Node35	Node34	0.2
15	Node22	Node21	0	38	Node34	Node33	0.1
16	Node21	Node17	4.4	39	Node33	Node31	0.2
17	Node17	Node16	0.1	40	Node31	Node30	0
18	Node16	Node15	0.5	41	Node30	Node28	0.1
19	Node15	Node14	0	42	Node28	Node27	0.1
20	Node14	Node13	0.1	43	Node27	Node26	0
21	Node13	Node12	0	44	Node26	Node44	0.2
22	Node12	Node11	0.1	45	Node44	Node1	1
23	Node11	Node10	0				
	Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	28.70
	(Result	from	Branch	and	Bound	Method]	

Gambar 2 Rekapitulasi Hasil Pengurutan Rute Senin Metode *Branch and Bound*

Contoh Perhitungan Waktu Distribusi Rute Senin (Metode *Nearest Neighbor*)

1. Waktu Set Up mobil angkut yaitu diasumsikan 15 menit
2. Waktu perjalanan total = total jatak tempuh dibagi dengan kecepatan rata-rata

$$\text{Waktu perjalanan total} = 31,2 \text{ km} / 30 \text{ km/jam} = 1,04 \text{ jam} = 62,4 \text{ menit}$$
3. Waktu pelayanan total = (jumlah toko * % toko yang dikunjungi) x waktu pelayanan yaitu diasumsikan 10 menit

$$\text{Waktu pelayanan total} = (45 * 0,9) * 10 = 396 \text{ menit}$$
4. Waktu *unloading* = $\left(\frac{JTP}{KPM}\right)$

$$\text{Waktu Unloading} = 155 / 5 = 31 \text{ menit}$$

Keterangan :
 JTP = Jumlah Total Permintaan
 KPM = Kecepatan Pembongkaran
5. Waktu total = (waktu Set Up mobil angkut + waktu perjalanan + waktu pelayanan + waktu *unloading*)

$$\text{Waktu Total} = 15 + 62,4 + 396 + 31 = 504,4 \text{ menit} = 8,41 \text{ Jam}$$

Rute Senin (Metode *Branch and Bound*)

1. Waktu Set Up mobil angkut yaitu diasumsikan 15 menit
2. Waktu perjalanan total = total jatak tempuh dibagi dengan kecepatan rata-rata

$$\text{Waktu perjalanan total} = 28,7 \text{ km} / 30 \text{ km/jam} = 0,956 \text{ jam} = 57,4 \text{ menit}$$
3. Waktu pelayanan total = (jumlah toko * % toko yang dikunjungi) x waktu pelayanan yaitu diasumsikan 10 menit

$$\text{Waktu pelayanan total} = (45 * 0,9) * 10 = 396 \text{ menit}$$
4. Waktu *unloading* = $\left(\frac{JTP}{KPM}\right)$

$$\text{Waktu Unloading} = 155 / 5 = 31 \text{ menit}$$

Keterangan :

JTP = Jumlah Total Permintaan

KPM = Kecepatan Pembongkaran

5. Waktu total = (waktu Set Up mobil angkut + waktu perjalanan + waktu pelayanan + waktu *unloading*)

$$\text{Waktu Total} = 15 + 57,4 + 396 + 31 = 499,4 \text{ menit} = 8.32 \text{ Jam}$$

Perhitungan Biaya Distribusi

Perhitungan biaya distribusi dihitung berdasarkan biaya bahan bakar yang dikeluarkan saat melakukan proses pengiriman produk ke konsumen. Pengiriman produk dikirim dengan menggunakan mobil angkut yaitu mobil Minibus Grand Max dimana konsumsi pemakaian bahan bakarnya yaitu 1 : 10 artinya 1 liter bahan bakar akan menempuh jarak 10 Km. Nilai ini diperoleh dari hasil wawancara langsung dengan sopir.

Rekapitulasi biaya distribusi rute awal, pengurutan rute usulan dengan kedua metode dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Total Biaya Distribusi Rute Awal

Rute	Jarak (Km)	Biaya Distribusi (Rp)
Senin	28.7	Rp 18,511.50
Selasa	34	Rp 21,930.00
Rabu	48	Rp 30,960.00
Kamis	10	Rp 6,450.00
Jumat	14.8	Rp 9,546.00
Sabtu	59.5	Rp 38,377.50
Total	195	Rp 125,775.00

Contoh Perhitungan:

Rute Senin

Jarak tempuh = 28,7 Km

Total Biaya =

$$\left(28,7 \text{ km} \times \frac{1}{10 \text{ km}}\right) \times \text{Rp } 6.450,00 / \text{liter}$$

$$= \text{Rp } 18.511,00$$

Tabel 2. Total Biaya Distribusi Pengurutan Rute Usulan

Rute	<i>Nearest Neighbour</i>		<i>Branch and Bound</i>	
	Jarak (Km)	Biaya Distribusi (Rp)	Jarak (Km)	Biaya Distribusi (Rp)
Senin	31.2	Rp 20,124.00	28.7	Rp 18,511.50
Selasa	28	Rp 18,060.00	27	Rp 17,415.00
Rabu	33	Rp 21,285.00	33	Rp 21,285.00
Kamis	5.6	Rp 3,612.00	5.6	Rp 3,612.00
Jumat	12	Rp 7,740.00	11.1	Rp 7,159.50
Sabtu	58.4	Rp 37,668.00	58.4	Rp 37,668.00
Total	168.20	Rp 108,489.00	163.80	Rp 105,651.00

Contoh Perhitungan:

1. Rute Senin (Metode *Nearest Neighbor*)

Jarak tempuh = 31,2 Km

Total Biaya =

$$\left(31,2 \text{ km} \times \frac{1}{10 \text{ km}}\right) \times \text{Rp } 6.450,00 / \text{liter} \\ = \text{Rp } 20.124,00$$

2. Rute Senin (Metode *Branch and Bound*)

Jarak tempuh = 28,7 Km

Total Biaya =

$$\left(28,7 \text{ km} \times \frac{1}{10 \text{ km}}\right) \times \text{Rp } 6.450,00 / \text{liter} \\ = \text{Rp } 18.511,00$$

Analisis Pemilihan Rute Terbaik

Penentuan rute pendistribusian dilakukan dengan metode *nearest neighbor* dan *branch and bound* yang digunakan untuk menentukan rute aktual, pengurutan rute usulan, pengurutan rancangan rute usulan 1 dan pengurutan rancangan rute usulan 2. Hasil dari rute-rute tersebut akan dibandingkan jarak, waktu dan biaya distribusi yang paling terkecil yang akan dijadikan sebagai rekomendasi rute usulan. Dalam penentuan waktu dan biaya distribusi dihitung berdasarkan jarak tempuh distribusi karena diasumsikan bahwa hubungan jarak, waktu dan biaya adalah linear sehingga jika jarak tempuh besar maka waktu dan biaya distribusi juga besar, begitupun sebaliknya.

Analisis Rute Aktual

Penentuan jarak untuk rute aktual diperoleh dari perhitungan jumlah jarak antar toko yang berdasarkan urutan rute yang diperoleh dari perusahaan. Waktu distribusi diperoleh dari waktu set up mobil, waktu perjalanan, waktu pelayanan dan waktu *loading* produk. Biaya distribusi didapatkan melalui total jarak tempuh oleh sebuah rute dengan rasio perbandingan bahan bakar yang digunakan oleh mobil angkut terhadap biaya bahan bakar.

Analisis Pengurutan Rute Usulan

Penentuan jarak untuk pengurutan rute usulan dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan *branch and bound* diperoleh dari *software* WinQSB dengan menginputkan data jarak antar toko aktual. Pada metode *Nearest neighbor* total jarak yang dihasilkan berkurang sebesar 26,8 Km atau dengan kata lain dilakukan penghematan jarak kurang lebih 13,74% dari sebelumnya. Sedangkan pada total waktu distribusi berkurang sebesar 0,89 jam dan penghematan waktu sebesar 1,73 % dari sebelumnya. Pada total biaya distribusi berkurang sebesar 17.286 Rupiah dan penghematan biaya sebesar 13,74% dari sebelumnya. Sedangkan pada metode *Branch and bound* menghasilkan pengurangan total jarak tempuh

sebesar 31,2 Km dan penghematan jarak sebesar 16% dari rute aktual. Total waktu distribusi diperoleh pengurangan 1,04 jam dan diperoleh penghematan waktu sebesar 2,01% dari rute aktual. Total biaya distribusi mengalami penurunan sebesar 20.124,00 Rupiah dan untuk penghematan total biaya distribusi sama dengan nilai penghematan total jarak tempuh yaitu 16 % dari rute aktual karena dalam penentuan total biaya distribusi hanya dipengaruhi oleh jarak tempuh.

Analisis Sensitivitas Rute Usulan Terpilih

Analisis sensitivitas dilakukan terhadap rute usulan yang optimal dengan metode *Branch and Bound*. Analisis sensitivitas dilakukan untuk dapat mengetahui seberapa besar kepekaan rute usulan ini terhadap perubahan-perubahan yang terjadi. Adapun beberapa parameter yang dapat berubah-ubah sewaktu-waktu adalah sebagai berikut:

1. Jumlah Toko Bertambah, Permintaan Setiap Toko juga Meningkat

Jika pada periode kedepan jumlah toko yang melakukan pembelian di distributor PT X Bukittinggi bertambah maka secara otomatis total permintaan juga akan bertambah. Rute usulan yang dibuat saat ini hanya untuk permintaan dari 270 toko yang dibagi ke 6 rute pendistribusian. Karena dilakukan penambahan toko maka akan terjadi perubahan kapasitas kendaraan pada setiap rute dan juga memungkinkan untuk melakukan penambahan mobil angkut, penambahan jam kerja, atau penambahan trip pendistribusian. Oleh karena itu, jika jumlah toko meningkat dan

peningkatan permintaannya melebihi kapasitas kendaraan maka rute usulan metode *Branch and Bound* ini tidak dapat digunakan lagi.

2. Jumlah Toko Tetap, Permintaan Setiap Toko Meningkat

Kondisi ketika jumlah toko yang digunakan tetap sama namun permintaan tiap toko meningkat akan berpengaruh terhadap rute usulan ini. Hal ini juga akan terjadi sewaktu-waktu, mengingat rute usulan yang dihasilkan menggunakan rata-rata permintaan tiap toko. Oleh karena itu, perlu diperkirakan seberapa besar peningkatan permintaan tiap grosir sehingga rute usulan *Branch and Bound* ini masih dapat digunakan.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari pengolahan data yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Rute pengiriman produk X pada distributor PT X Bukitting yang terbaik diperoleh dengan menggunakan metode pengurutan toko *Branch and Bound* dengan hasil rute Senin dengan jarak tempuh 28,7 Km dan waktu tempuh 8,32 jam yang sama dengan rute aktualnya, rute Selasa dengan jarak tempuh 27 Km dengan penghematan sebesar 20,59 % dan waktu tempuh 8,55 jam dengan penghematan sebesar 2,66 %, rute Rabu dengan jarak tempuh 33 Km dengan penghematan sebesar 31,25 % dan waktu tempuh 8,08 jam dengan penghematan 5,83 %, rute Kamis dengan jarak tempuh 5,6 Km dengan penghematan 44 % dan waktu tempuh 8,08 jam dengan penghematan 1,78 %, rute Jumat dengan jarak tempuh 11,1 Km dengan penghematan sebesar 25 % dan waktu tempuh 7,93 jam dengan

penghematan sebesar 1,53 %, rute Sabtu dengan jarak tempuh 58,4 Km dengan penghematan 1,85 % dan waktu tempuh 9,78 jam dengan penghematan sebesar 0,37 %.

2. Biaya distribusi pada rute usulan ini lebih rendah dibandingkan dengan rute aktual, dimana pada rute usulan biaya distribusi yang dikeluarkan sebesar Rp 105.651,00 (per minggu) sedangkan biaya distribusi yang dikeluarkan untuk rute aktual sebesar Rp 125.775,00 (per minggu) sehingga diperoleh penghematan sebesar 16 % jika menggunakan rute usulan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, Mahardhika, Arif R. dan Rahmi Y. (2013). *Penyelesaian Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbor (Studi Kasus : MTP Nganjuk Distributor PT. Coca Cola)*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Boestami, R., Gembong, B. dan Murti, A. (2013). Pengaturan Transportasi dan Distribusi Barang dengan Metode Transportasi dan Saving Matrix. *BISTEK Jurnal Bisnis dan Teknologi, Volume 20, Nomor 1, Juni 2013, ISSN 0854-4395I*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Chopra, Sunil. (2010). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Djuwansyah, Hafizah L., Betty Y. dan I Nyoman W. A. (2013). Mengukur Kesiapan Industri Nasional Jelang AEC 2015. *Media Industri*. No. 02-2013, hal 7.
- Gunawan, Indra M. dan Henry K.W. (2012). *Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Pada Sistem Distribusi Barang dengan Ant Colony Optimization*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kaspul, E. (2011). *Penentuan Rute Distribusi Produk Minuman Ringan PT. Coca-Cola Distribution Indonesia DC (Distribution Center) Pontianak Menggunakan Metode Travelling Salesman Problem*. Program Studi Teknik Industri. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Lucyana, T. (2011). *Penentuan Metode Heuristik Klasik Terbaik Pada Permasalahan Rute Kendaraan (Studi Kasus: PT X)*. Tugas Akhir. Universitas Indonesia, Depok.
- Pop, Petrica Claudiu, et al. (2011). "Heuristic algorithms for solving the generalized vehicle routing problem." *International Journal of Computers Communications & Control* 6.1: 158-165.
- Pujawan, I Nyoman. (2005). *Supply Chain Management*. Denpasar: Guna Widya.
- Riyanto, Agus. Rispianda. dan Fifi H. M. (2014). Usulan Perbaikan Rute Pengiriman Dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbour Dan Branch And Bound Di Home Industry Donat Enak Bandung. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Volume 02, Nomor 02, Oktober 2014, ISSN: 2338-5081*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Sembiring, Anita C. (2008). *Penentuan Rute Distribusi Produk yang Optimal dengan Menggunakan Algoritma Heuristik Pada PT X Bottling Indonesia Medan*. Tugas Akhir Universitas Sumatera Utara, Medan.

- Sutopo, W., Yuniaristanto dan Bernadet, R. W. (2007). Penyusunan Rute Pengiriman Es Balok di PT. XYZ Menggunakan Metode Fisher and Jaikumar Algorithm. *Gema Teknik - Nomor 1/Tahun X Januari 2007*. Universitas Sebelas Maret.
- Taha HA. (1996). Riset Operasi. Binarupa Aksara. Jakarta.
- Toth dan Virgo. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia, SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Application.
- Triyanto Febri T, Hari A. dan Susy S. (2015). Usulan Rancangan Rute Distribusi Gas LPG 3 Kg Menggunakan Metode Heuristik Dan Metode Branch And Bound di PT X. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Volume 03, Nomor 03, Juli 2015, ISSN: 2338-5081*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Usman, Nurul Afifah. (2015). *Usulan Rute Pengiriman Produk Minyak Sari Murni di PT Incasi Raya*. Tugas Akhir Universitas Andalas, Padang.