

Optimalisasi Rute Distribusi Produk Menggunakan Metode *Traveling Salesman Problem*

Karina Auliasari¹, Mariza Kertaningtyas², Diah Wilis Lestaring Basuki³

^{1,2,3} Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo Km. 2, Malang

Email: karina.auliasari86@gmail.com, mariza_kertaningtyas@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan yang sering terjadi dalam proses pendistribusian produk pada perusahaan ini adalah belum optimalnya rute pendistribusian produk sehingga seringkali terjadi perubahan rute dan penjadwalan ulang pengiriman produk. Hal ini terjadi karena pihak manajemen pemasaran belum mengaplikasikan suatu metode optimalisasi dan belum adanya dukungan terkomputerisasi untuk menghasilkan informasi yang mendukung dalam pengambilan keputusan rute distribusi. Tujuan diterapkannya metode *traveling salesman problem* (TSP) adalah memberikan pilihan solusi rute distribusi yang dapat meminimalisir keterlambatan pengiriman barang dan mengoptimalkan sarana transportasi, sumber daya manusia, waktu dan biaya yang dimiliki untuk mengirimkan produk. Berdasarkan hasil uji performa penerapan metode TSP menunjukkan bahwa menggunakan parameter jarak dan waktu tempuh maka dapat dihasilkan pilihan dua rute pengiriman yang berbeda. Pilihan dua rute yang dihasilkan dari komputerisasi menggunakan metode TSP dengan teknik *branch and bound* dilengkapi dengan penyajian pohon keputusan dari titik awal hingga titik tujuan yang pada akhirnya membentuk rute yang optimal.

Kata Kunci: Optimalisasi, Distribusi, *Traveling Salesman Problem*, Jarak, Waktu.

ABSTRACT

The common problem that occurs in the product distribution process is that the product distribution route is not optimal, so there are frequent route changes and product rescheduling. This happens because the marketing management has not applied an optimization method and there is no computerized support to produce information that supports decision making in distribution routes. The purpose of implementing the traveling salesman problem (TSP) method is to provide a choice of distribution route solutions that can minimize delays in the delivery of goods and optimize transportation facilities, human resources, time and costs to deliver products. Based on the results of the application of the TSP method, it shows that using the distance and time parameters, a choice of two different delivery routes can be generated. The choice of two routes generated from computerization using the TSP method with branch and bound techniques is complemented by the presentation of decision trees from the starting point to the destination point which ultimately forms an optimal route

Keywords: Optimization, Distributed, *Traveling Salesman Problem*, Distance, Time.

Corresponding Author:

Karina Auliasari

Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang,

Email: karina.auliasari86@gmail.com

Pendahuluan

Distribusi produk secara umum dikenal dengan istilah logistik, yang didefinisikan sebagai proses perencanaan dan penyediaan informasi terkait dengan proses penyimpanan hingga pengiriman suatu barang. Distribusi produk dimulai secara berjenjang yaitu dari lokasi penyimpanan seperti pusat produksi, pusat distribusi, tempat grosir dan pengecer. Masalah transportasi

merupakan kendala yang sering dihadapi oleh pihak manajemen pemasaran produk. Transportasi distribusi ataupun pengiriman produk membutuhkan perencanaan yang baik. Dalam melakukan perencanaan yang baik tentunya dibutuhkan data permintaan dari tiap lokasi konsumen disertai dengan data-data pendukung seperti jarak, waktu tempuh, biaya transportasi dan lain sebagainya. Tujuan utama dari perencanaan pendistribusian barang adalah bagaimana pihak

manajemen bisa mengoptimalkan jumlah sumber daya yang dimiliki untuk mendistribusikan barang sampai ke tujuan. Sumber daya yang dimaksud bisa berupa optimalisasi waktu, optimalisasi biaya transportasi, optimalisasi jarak tempuh ataupun optimalisasi tenaga dan sarana transportasi yang terlibat dalam proses pendistribusian barang.

Dalam rangka memudahkan proses perencanaan yang terstruktur, pihak manajemen biasanya akan mendefinisikan terlebih dahulu seberapa banyak produk yang harus dikirim ke setiap konsumen maupun pusat distribusi jika titik awal pengiriman dimulai dari pabrik. Selanjutnya dibentuk sebuah gambaran jaringan pendistribusian (*network distribution*) yang berisi titik-titik (*nodes*) yang terhubung dari satu titik awal distribusi ke masing-masing titik tujuan melalui beberapa garis (*graph*). Dari bentuk jaringan inilah pihak manajemen mendapatkan gambaran rute pendistribusian yang dilengkapi dengan parameter jumlah permintaan produk, dan jumlah total biaya ataupun jarak ataupun waktu yang diperlukan dalam proses pendistribusian produk. Metode *traveling salesman problem* (TSP) hadir sebagai metode yang mempermudah pihak manajemen perusahaan untuk mengoptimasi sumber daya yang digunakan dalam proses distribusi produk. Metode TSP merupakan metode yang bersifat *non-deterministic polynomial-time complete* dimana tidak ada penyelesaian yang paling optimal jika keseluruhan penyelesaian belum dicoba. Tujuan dari metode TSP adalah memilih rute yang memiliki nilai jarak total paling minimum diantara beberapa pilihan rute.

Sejauh ini metode TSP banyak diaplikasikan pada beberapa penelitian dengan berbagai algoritma untuk mengoptimasi sumber daya yang digunakan dalam proses distribusi produk. Seperti penelitian yang dilakukan Farida di tahun 2005 yang menerapkan algoritma genetika multi obyektif untuk penyelesaian *travel salesman problem*. Dari penelitian Farida menunjukkan bahwa hasil perhitungan algoritma genetika memberikan hasil yang optimum, namun untuk nilai n kota yang semakin besar waktu proses algoritma semakin lama [1]. Kusri dan Istiyanto di tahun 2007 juga melakukan penelitian menggunakan algoritma *cheapest insertion heuristic* untuk menyelesaikan kasus *traveling salesman problem*. Pengujian algoritma pada penelitian ini menggunakan parameter jumlah kota yang berbeda-beda untuk melihat performa seberapa cepat algoritma dapat menghasilkan solusi. Performa algoritma diukur menggunakan parameter waktu dengan satuan detik, dari hasil pengujian menunjukkan bahwa banyaknya jumlah kota mempengaruhi waktu proses penyelesaian algoritma *cheapest insertion heuristic* [2]. Selanjutnya Hasanah, dkk pada tahun 2013 menerapkan algoritma heuristik untuk mendapatkan rute distribusi barang yang paling optimal. Dari hasil penelitian Hasanah, dkk menunjukkan bahwa dengan menerapkan algoritma heuristik terjadi perubahan urutan kunjungan distributor yang dilalui pada proses pengiriman

barang sehingga jarak rute yang dihasilkan lebih minimum [3]. Serupa dengan Hasanah penelitian yang dilakukan Azka di tahun 2015 juga menerapkan algoritma *heuristic* namun Azka memiliki tujuan yang berbeda yaitu algoritma digunakan untuk proses *mining* pada proses bisnis pengadaan barang dan jasa. Algoritma *heuristic* oleh Azka lebih diterapkan untuk mempertimbangkan urutan suatu kejadian pada proses pengadaan barang dan jasa dengan mengabaikan kejadian yang sama namun diproses bisnis yang berbeda. Dari hasil penelitian Azka algoritma *heuristic* terbukti membantu menganalisis model proses yang lama dengan model proses hasil *discovery* dengan menggunakan parameter nilai *fitness*, sehingga berhasil disimpulkan model hasil *discovery* yang dianggap lebih baik [4]. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya Fatmawati, dkk di tahun 2015 menggunakan algoritma *tabu search* untuk menyelesaikan *traveling salesman problem*. Algoritma *tabu search* dipilih oleh Fatmawati, dkk dengan asumsi bahwa algoritma ini mampu menemukan solusi yang mendekati optimal dengan proses pencarian yang bergerak dari satu solusi ke solusi berikutnya. Hasil dari penelitian Fatmawati, dkk menunjukkan bahwa algoritma *tabu search* melakukan iterasi yang berulang-ulang hingga didapatkan daftar rute (*tabu list*), dari *tabu list* ini rute optimal dipilih yang memiliki nilai jarak tempuh dan waktu perjalanan paling kecil [5]. Penelitian Paillin dan Tupan di tahun 2018 melakukan pengujian performa algoritma *branch and bound* dan *cheapest insertion heuristic* untuk menyelesaikan *traveling salesman problem*. Dari hasil pengujian penelitian Paillin dan Tupan menunjukkan bahwa algoritma *branch and bound* memberikan hasil rute yang paling optimal dibandingkan dengan algoritma *cheapest insertion heuristic* dimana menghasilkan pengurangan jarak tempuh sebesar 17,96% yang berpengaruh pada penghematan biaya transportasi [6]. Berdasarkan uraian *review* literatur perkembangan penerapan beberapa algoritma tersebut, maka algoritma *branch and bound* dipilih karena telah terbukti lebih efisien untuk menghasilkan solusi. Selain itu diantara beberapa algoritma, algoritma *branch and bound* memiliki kompleksitas algoritma $(n-1)!$, dimana n adalah jumlah kota sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama dalam menghasilkan solusi.

Metode Penelitian

Analisis data dan proses bisnis

Data dan proses bisnis yang diamati dan dianalisis lebih jauh untuk menguji performa metode *travel salesman problem* diambil dari studi kasus proses pendistribusian produk di PT. SUPER SUKSES NIAGA. Saat ini PT. SUPER SUKSES NIAGA Surabaya belum memiliki penyusunan rute yang optimal dan tetap sehingga dapat beresiko adanya perubahan rute dan penjadwalan pengiriman

produk. Salah satu yang sering kali menjadi faktor terjadinya keterlambatan pengiriman produk dari *branch office* Surabaya adalah kepadatan lalu-lintas di Kota Surabaya. Di Kota Surabaya kepadatan lalu lintas sangat tinggi sekali belum lagi banyak jalur yang satu arah. PT. SUPER SUKSES NIAGA Surabaya ini merupakan bagian dari group perusahaan multinasional yaitu SUPER SUKSES GROUP yang didirikan pada tahun 1977. Perusahaan SUPER SUKSES GROUP sendiri beroperasi di bidang dealer untuk produk kendaraan bermotor dan multifinance. PT. SUPER SUKSES NIAGA saat ini dipercaya oleh PT. Castrol Indonesia untuk menjadi *authorized distributor* untuk produk pelumas merk BP-CASTROL untuk wilayah Indonesia. PT. SUPER SUKSES NIAGA memiliki kantor cabang yang tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia (Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Papua) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Ruang lingkup tim manajerial pada PT. SUPER SUKSES NIAGA meliputi *sales, lube enginer* dan *supply chain*. Visi dari PT. SUPER SUKSES NIAGA adalah untuk menjadi distributor pelumas terbesar dan terbaik di Indonesia bersama produk pelumas merk BP-CASTROL. Misi dari PT. SUPER SUKSES NIAGA ada tiga yaitu memberikan pelayanan, kepedulian dan kepuasan kepada pelanggan, memberikan pilihan pelumas yang lengkap dan berkualitas tinggi guna membantu pencapaian target operasional dalam hal ini meningkatkan *performance unit* atau *equipment* dengan biaya yang efisien dan menumbuhkan bisnis dan sumber daya manusia yang dimiliki dengan memperluas jaringan dan jalinan kerjasama.



Gambar 1. Area distribusi PT. SUPER SUKSES NIAGA

Saat ini PT. SUPER SUKSES NIAGA fokus pada produk pelumas BP-CASTROL yang digunakan hampir di seluruh kendaraan seperti alat transportasi, pertambangan, pertanian dan mesin produksi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Ruang lingkup pelayanan yang PT. SUPER SUKSES NIAGA berikan bukan hanya pada sektor penjualan pelumas namun juga melayani pengiriman produk dari distributor hingga ke lokasi pelanggan (*site*). PT. SUPER SUKSES NIAGA juga memberikan pelayanan pengisian pelumas

langsung pada kendaraan atau unit kerja di lokasi agar meningkatkan efisiensi perusahaan yang menggunakan jasa PT.SUPER SUKSES NIAGA.

Tabel 1. Data produk pelumas PT. SUPER SUKSES NIAGA

No	Kategori	Jenis
1	DIESEL ENGINE	CBR 40
		CBR TURBO 15W-40 CH-4
		VECTON 15W-40 CI-4
2	HIDRAULIC OIL	HYSPIN AWS 32, 46, 68
		HYSPIN AWS 100, 150
		HYSPIN AWH 15, 32, 46, 68, 100
3	TRANSMISSION OIL	TFC 410, 430, 450
		SYNTRANS ZZ LL 75W80 SYNTHETIC
		ALLISON TRANSYND SYNTHETIC
		TQD III (ATF)
4	GREASE	BP ENERGREASE LS-EP 0,1,2
		BP MINEGREASE LMEP 680
5	GEAR OIL	BP ENERGEAR AXLE 80W-90 GL 5
		BP ENERGEAR AXLE 85W140
		SYNTRAX LL 75W140 SYNTHETIC
6	OTHER	AIRCOL MR 32, 46, 68, 100, 150
		BRAKE FLUID DOT 3 & DOT 4
7	TRANSMISSION FARMER	AGITRANS PLUS 10W-30

(Sumber: PT. SUPER SUKSES NIAGA, 2017)

Keenam konsumen tersebut memiliki permintaan jenis dan jumlah liter produk yang berbeda-beda. Daftar lokasi keenam konsumen dan data permintaan jumlah liter produk ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3. CASTROL SUPER SUKSES NIAGA sebagai bagian organisasi dari PT. SUPER SUKSES NIAGA mendistribusikan produk Castrol oil ke pihak konsumen maupun *group organization* dari PT. SUPER SUKSES NIAGA. Penentuan rute distribusi produk ini memiliki peranan sangat penting pada kualitas pelayanan, mengingat PT. SUPER SUKSES NIAGA menjadi *authorized distributor* bagi produk pelumas merk BP Castrol untuk wilayah Indonesia. Jarak tempuh yang optimal memberikan pengaruh pada proses penentuan rute distribusi produk, hal ini dikarenakan semakin jauh lokasi maka waktu yang diperlukan untuk menempuh rute tersebut semakin lama. Berdasarkan data penjualan produk pada periode tahun 2017, PT. SUPER SUKSES NIAGA memiliki enam konsumen di area pulau Jawa. Data tiap lokasi dari keenam konsumen ditunjukkan pada Tabel 2, sedangkan Tabel 3 merupakan data permintaan berdasarkan total jumlah liter dari enam

konsumen PT.SUPER SUKSES NIAGA di wilayah pulau Jawa.

Tabel 2. Daftar lokasi konsumen CASTROL SUPER SUKSES NIAGA di area pulau Jawa

No	Nama	Alamat
1	SUPER SUKSES GROUP (HYUNDAI)	Jl. Sulawesi 55 Surabaya
2	PT. DIESELINDO UTAMA NUSA	Jl. Agung Timur 9, Blok N-1 Kav. 1B Sunter Jaya Jakarta Utara
3	PT. DUTA PUTERA SUMATERA	Jl. DI PANjaitan 138 Jakarta Timur
4	PT. PANATAMA RAJASA	Jl. RE. Martadinata No. 9-11 Semarang
5	PT ADITI ALIANSI MOTOR	Jl. Ahmad Yani No. 40-44 Ketintang Surabaya
6	UD. KEVINDO PRIMA	Jl. Blimbing Indah Utara Blimbing Malang

(Sumber: CASTROL SUPER SUKSES NIAGA, 2017)

Tabel 3. Data permintaan (jumlah liter) konsumen CASTROL SUPER SUKSES NIAGA di area pulau Jawa

No	Nama	Total (liter)
1	SUPER SUKSES GROUP (HYUNDAI SULAWESI)	5.360
2	PT. DIESELINDO UTAMA NUSA	6.838
3	PT. DUTA PUTERA SUMATERA	8.731
4	PT. PANATAMA RAJASA	2.065
5	PT ADITI ALIANSI MOTOR	623
6	UD. KEVINDO PRIMA	80

(Sumber: CASTROL SUPER SUKSES NIAGA, 2017)

Penerapan metode *travelling salesman problem* dengan teknik *branch and bound* pada studi kasus proses pendistribusian produk di CASTROL SUPER SUKSES NIAGA bertujuan untuk menentukan lintasan rute terpendek sehingga dapat meminimalisir pengeluaran biaya pengiriman. Selain itu hasil simulasi dari teknik *branch and bound* juga diperlukan bagi *marketing and sales manager* CASTROL SUPER SUKSES NIAGA sebagai bahan pendukung keputusan dalam proses pendistribusian produk.

Analisis sarana pendistribusian

Pendistribusian produk CASTROL OIL yaitu mobil pick up, truck fuso dan truck diesel. Perbedaan sarana distribusi mengakibatkan perbedaan kapasitas angkut. Spesifikasi dari sarana transportasi pendistribusian produk ditunjukkan oleh Tabel 4. Sebelum mendistribusikan produk ke masing-masing lokasi tujuan, sarana transportasi membutuhkan waktu *set up* sekitar 15 menit yang digunakan untuk memanaskan, membersihkan, memeriksa kondisi mesin, ban dan lampu kendaraan serta memeriksa kondisi barang yang sudah diangkut.

Tabel 4. Spesifikasi sarana pendistribusian CASTROL SUPER SUKSES NIAGA di area pulau Jawa

No	Jenis Kendaraan	Rata-rata Kecepatan	Kapasitas	Jumlah
1	Pick Up	35 km/jam	1000 kg	5 drum
2	Truck	35 km/jam	4000 kg	20 drum

	Diesel			
3	Truck Fuso	35 km/jam	8000 kg	40 drum

(Sumber: CASTROL SUPER SUKSES NIAGA, 2017)

Pada proses analisis sarana transportasi dilakukan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi waktu tempuh pendistribusian produk. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada dua faktor yang mempengaruhi proses pendistribusian produk dari sisi transportasi yaitu kemacetan pada rute distribusi dan cuaca. Kedua faktor ini yang mengakibatkan waktu tempuh pendistribusian produk semakin lama. Oleh karena itu pihak manajemen marketing CASTROL SUPER SUKSES NIAGA memberikan *allowance* (kelonggaran atau toleransi waktu) terhadap kedua faktor ini. Untuk faktor kemacetan diindikasikan penyebabnya dari beberapa hal seperti kepadatan kendaraan pada jam-jam tertentu, rute yang mengharuskan untuk melalui jalan satu arah dan lampu lalu lintas sehingga toleransi waktu yang diberikan manajemen sebesar 20 % dari estimasi total waktu yang dibutuhkan untuk mendistribusikan produk. Sedangkan untuk faktor cuaca yang disebabkan oleh kondisi alam seperti terjadi hujan lebat, banjir dan longsor pada rute pendistribusian yang tidak setiap saat terjadi namun apabila terjadi sangat menghambat perjalanan, pihak manajemen memberikan toleransi waktu sebesar 10 % dari estimasi total waktu yang dibutuhkan.

Analisis jarak dan waktu tempuh

Perjalanan pengiriman produk dimulai dari kantor CASTROL OIL SUPER SUKSES NIAGA yang berlokasi di Jl. Raya Lidah Kulon Lankarsantri Surabaya menuju ke masing-masing lokasi keenam konsumen. Pada proses ini titik asal diidentifikasi sebagai kantor CASTROL OIL SUPER SUKSES NIAGA dan titik tujuan adalah masing-masing lokasi keenam konsumen. Pada proses analisis jarak tempuh dilakukan pengumpulan data rute distribusi khusus untuk kawasan pulau Jawa. Dari hasil wawancara dan observasi didapatkan data rute distribusi yang memiliki beberapa komponen diantaranya titik asal, titik tujuan distribusi, rute yang biasa dilalui, jarak tempuh dan waktu tempuh di tahun 2017, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data rute distribusi CASTROL SUPER SUKSES NIAGA di area pulau Jawa

Titik Asal	Titik Tujuan	Rute	Jarak (km)	Waktu (menit)
	HYUNDAI SULAWESI	Rute lewat Meganti	38	14
	PT. DIESELINDO UTAMA NUSA	Rute lewat Pantura	775	960

UTAMA NUSA				
CASTROL SUPER SUKSES NIAGA SURABAYA	PT. DUTA PUTERA SUMATERA	Rute lewat Pantura	766	960
	PT. PANATAM A RAJASA	Rute lewat Kragan Rembang Surabaya	318	480
	PT ADITI ALIANSI MOTOR	Rute lewat Jl. Raya Bangkingan	16	38
	UD. KEVINDO PRIMA	Rute lewat Tol Surabaya Malang	87	180

(Sumber: CASTROL SUPER SUKSES NIAGA, 2017)

Waktu tempuh pada Tabel 5 belum ditambahkan dengan waktu *set up* untuk itu selanjutnya perlu dilakukan penjumlahan antara waktu tempuh dengan waktu *set up* untuk masing-masing rute pendistribusian. Total waktu yang dibutuhkan sarana transportasi ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Data total waktu distribusi produk (menit) konsumen CASTROL SUPER SUKSES NIAGA di area pulau Jawa

No	Nama	Total (menit)
1	SUPER SUKSES GROUP (HYUNDAI SULAWESI)	29
2	PT. DIESELINDO UTAMA NUSA	975
3	PT. DUTA PUTERA SUMATERA	975
4	PT. PANATAMA RAJASA	495
5	PT ADITI ALIANSI MOTOR	53
6	UD. KEVINDO PRIMA	195

(Sumber: CASTROL SUPER SUKSES NIAGA, 2017)

Desain algoritma *branch and bound*

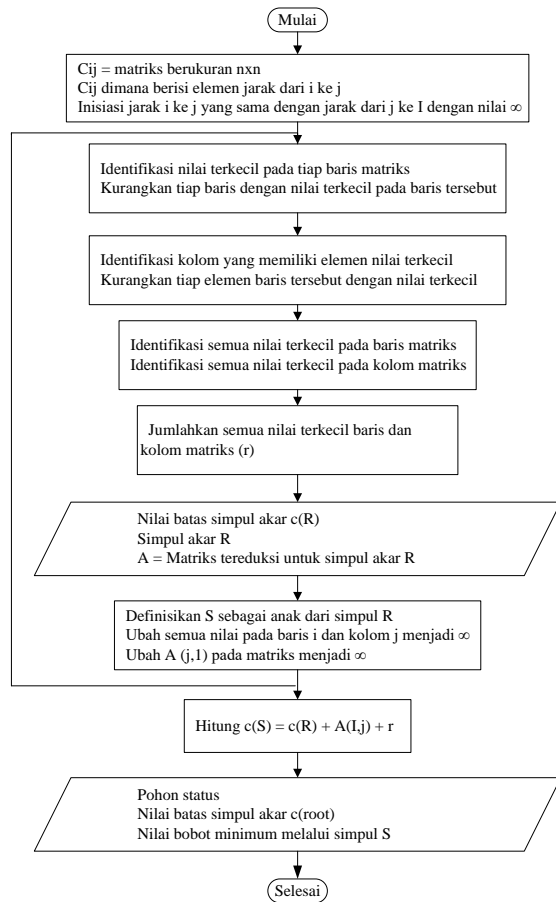
Algoritma *branch and bound* memiliki kompleksitas algoritma $(n-1)!$, dimana n adalah jumlah kota. Algoritma yang dari istilahnya terdiri dari dua kata yaitu *branch and bound*, memiliki maksud bahwa *branching* adalah mekanisme menggunakan algoritma *breadth first search* (BFS) dimana titik (kota) yang dibangkitkan terlebih dulu merupakan titik yang bertetangga dengan titik awal, sedangkan *bounding* adalah proses penentuan nilai batas atas dan batas bawah untuk penyelesaian optimasi. Gambaran alur mekanisme dari algoritma *branch and bound* dalam metode *travel salesman problem* disajikan dalam *flow chart* pada Gambar 2.

Penjelasan detail teknik *branch and bound* pada *flow chart* dijabarkan sebagai berikut :

- Membentuk matriks (C_{ij}) yaitu matriks jarak tempuh dari tiap kota yang membentuk matriks berukuran $n \times n$, dimana n adalah jumlah dari kota awal dan semua kota yang akan dikunjungi. Tiap elemen dari matriks C_{ij} adalah jarak dari

titik kota i ke kota j , sedangkan i dan j adalah simpul.

- Mereduksi matriks C_{ij} dengan cara mengurangi setiap elemen pada baris dengan nilai terkecil.
- Mereduksi matriks C_{ij} dengan cara mengurangi setiap elemen pada kolom yang memiliki nilai terkecil dengan nilai terkecilnya.
- Selanjutnya proses reduksi akan menghasilkan nilai batas simpul akar $c(R)$ yang didapatkan dari penjumlahan semua elemen pengurangan tadi.
- Terbentuk matriks A yang merupakan matriks hasil reduksi untuk simpul akar R .
- Kemudian bila diumpamakan S merupakan anak simpul dari R sehingga sisi (R,S) pada pohon status, maka kita lakukan beberapa langkah pada matriks A di bawah ini :
 - Mengubah semua elemen nilai pada baris i dan kolom j menjadi nilai ∞
 - Mengubah elemen $A(j,1)$ menjadi nilai ∞
 - Mereduksi matriks A seperti pada langkah b) ,c) ,d) untuk menghasilkan matriks lain misalnya matriks B .
 - Menghitung nilai bobot minimum untuk tiap simpul sesuai dengan persamaan : $c(S) = c(R) + A(i,j) + r$, dimana $c(S)$ merupakan nilai bobot minimum simpul S , $c(R)$ adalah nilai bobot minimum simpul akar, $A(i,j)$ adalah nilai elemen sisi (i,j) pada simpul (R,S) , dan r adalah jumlah semua pengurang untuk memperoleh matriks reduksi seperti langkah d) namun untuk simpul S .
- Dilakukan perulangan reduksi matriks terus menerus hingga terbentuk pohon status yang memiliki nilai batas kecil.
- Menyusun rute berdasarkan simpul yang telah didapat.



Gambar 2. Flow chart algoritma *branch and bound*
Hasil dan Pembahasan

Membentuk matriks jarak dan matriks waktu tempuh

Dari hasil proses analisis jarak dan waktu selanjutnya dibentuk matriks jarak dan matriks waktu tempuh. Pada tahap ini dibentuk dua matriks jarak dan total waktu untuk selanjutnya diproses menjadi dua matriks kesempatan. Dua parameter yaitu jarak dan total waktu digunakan dengan tujuan untuk menguji hasil optimalisasi jarak tempuh dan waktu tempuh dengan menerapkan mekanisme *branch and bound*, selain itu juga untuk menganalisis perbedaan hasil dari kedua matriks parameter jarak dan total waktu yang diuji. Matriks jarak berisi data yang didasarkan pada data rute distribusi CASTROL SUPER SUKSES NIAGA di area pulau Jawa, matriks jarak yang terbentuk ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Matriks jarak antar kantor CASTROL SUPER SUKSES NIAGA di area pulau Jawa

	0	1	2	3	4	5	6
0	0	14	775	766	318	16	87
1	15	0	794	785	317	7	87
2	806	820	0	14	459	814	825
3	793	807	13	0	445	800	812
4	359	373	454	446	0	367	378

5	12	7	794	786	320	0	87
6	88	87	825	811	378	87	0

Keterangan :

- 0 menyatakan Kantor SSN CASTROL OIL Surabaya
- 1 menyatakan Kantor Hyundai Sulawesi Surabaya
- 2 menyatakan Kantor PT Dieselindo
- 3 menyatakan Kantor PT Duta Putera
- 4 menyatakan Kantor PT Panatama Rajasa
- 5 menyatakan Kantor Aditi Aliansi
- 6 menyatakan UD Kevindo Prima

Selanjutnya dibentuk matriks total waktu yang berisi data waktu tempuh yang telah ditambah dengan waktu *set up* dari kantor SSN CASTROL OIL Surabaya ke masing-masing kantor. Untuk total waktu perjalanan menggunakan kecepatan rata-rata 35 km/jam dan diasumsikan bebas hambatan sehingga tidak dimasukkan faktor *allowance*. Matriks total waktu yang terbentuk ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Matriks total waktu antar kantor distribusi CASTROL SUPER SUKSES NIAGA di area pulau Jawa

	0	1	2	3	4	5	6
0	0	53	975	975	495	53	195
1	58	0	975	975	495	33	195
2	975	975	0	42	555	975	1035
3	915	915	37	0	555	915	975
4	435	435	555	555	0	435	555
5	45	33	975	975	495	0	195
6	195	195	1035	975	555	195	0

Keterangan :

- 0 menyatakan Kantor SSN CASTROL OIL Surabaya
- 1 menyatakan Kantor Hyundai Sulawesi Surabaya
- 2 menyatakan Kantor PT Dieselindo
- 3 menyatakan Kantor PT Duta Putera
- 4 menyatakan Kantor PT Panatama Rajasa
- 5 menyatakan Kantor Aditi Aliansi
- 6 menyatakan UD Kevindo Prima

Mereduksi matriks jarak

Berdasarkan matriks jarak pada Tabel 7 maka selanjutnya matriks akan direduksi. Reduksi dilakukan dengan cara mengurangi seluruh nilai pada baris atau kolom tertentu sehingga terdapat nilai 0 pada baris atau kolom tersebut. Proses reduksi akan terus dilakukan hingga menghasilkan simpul akar (*root*) dan terbentuk pohon status yang memiliki simpul-simpul. Gambaran proses reduksi matriks jarak ditunjukkan pada Gambar 2.

Selanjutnya dari proses reduksi matriks akan terbentuk pohon status yang membantu pengambil keputusan untuk menyimpulkan rute terpendek dari parameter jarak. Pohon status yang dihasilkan dari proses reduksi matriks jarak ditunjukkan pada Gambar 3.

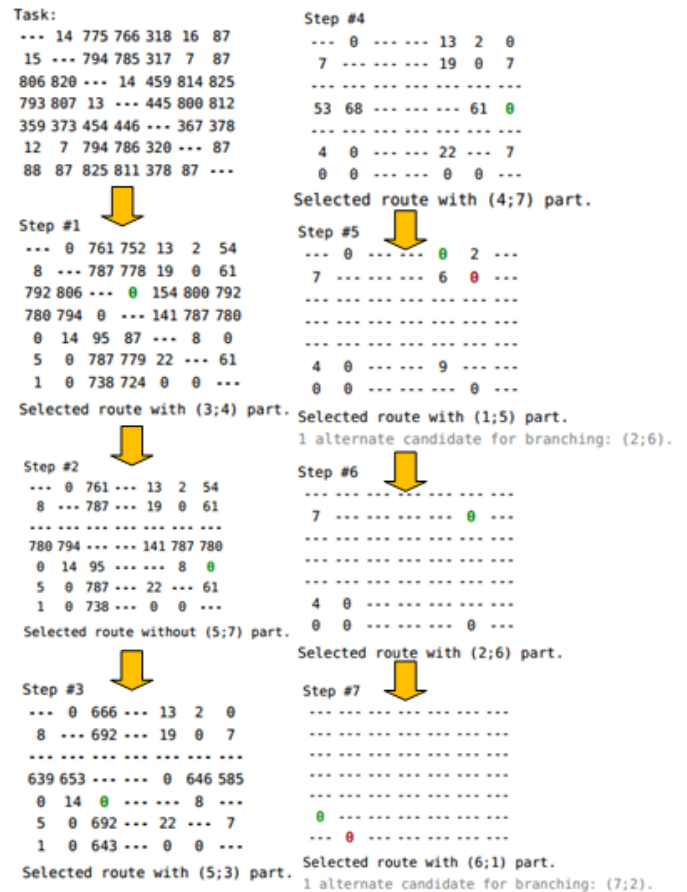
Dari pohon status yang dihasilkan pada Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa rute dengan jarak minimum adalah rute dengan urutan melalui simpul 1-5-3-4-7-2-6-1. Rute distribusi dengan

jarak terpendek yang dihasilkan dapat disimpulkan dimulai dari Kantor SSN Castrol Oil-PT Panatama Rajasa-PT Dieselindo Utama Nusa- PT.Duta Putera Sumatera-UD Kevindo Prima-Hyundai Surabaya-PT Aditi Aliansi Motor- Kantor SSN Castrol Oil.

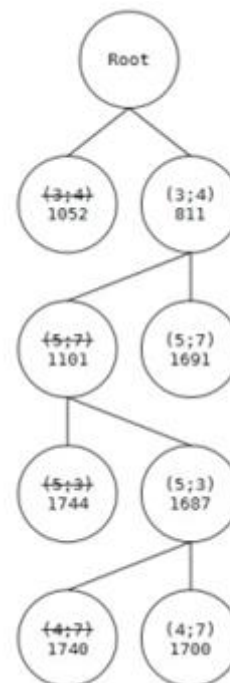
Mereduksi matriks waktu

Berdasarkan matrik waktu pada Tabel 8 maka selanjutnya matrik akan direduksi. Reduksi dilakukan dengan cara mengurangkan seluruh nilai pada baris atau kolom tertentu sehingga terdapat nilai 0 pada baris atau kolom tersebut. Proses reduksi akan terus dilakukan hingga menghasilkan simpul akar (*root*) dan terbentuk pohon status yang memiliki simpul-simpul. Gambaran proses reduksi matriks waktu ditunjukkan pada Gambar 5.

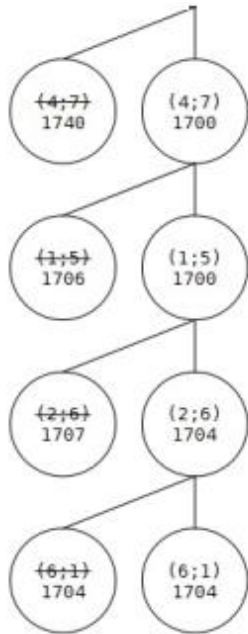
Selanjutnya dari proses reduksi matrik akan terbentuk pohon status yang membantu pengambil keputusan untuk menyimpulkan waktu paling minimum dari perjalanan yang bisa ditempuh. Pohon status yang dihasilkan dari proses reduksi matrik waktu ditunjukkan pada Gambar 6. Dari pohon status yang dihasilkan pada Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa rute dengan total waktu minimum adalah rute dengan urutan melalui simpul 1-2-6-7-4-3-5-1. Rute distribusi dengan waktu minimum yang dihasilkan dapat disimpulkan dimulai dari Kantor SSN Castrol Oil-Hyundai Surabaya-PT Aditi Aliansi Motor-UD Kevindo Prima-PT Duta Putera-PT Dieselindo-PT Panatama Rajasa-Kantor SSN Castrol Oil.



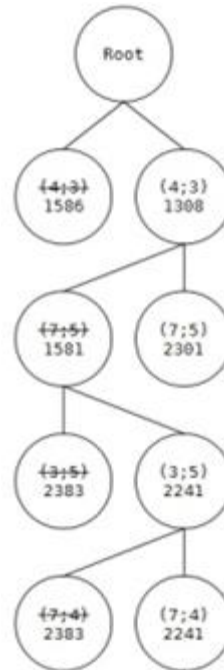
Gambar 2. Proses reduksi matrik jarak



Gambar 3. Pohon status yang terbentuk dari reduksi matrik jarak



Gambar 4. Lanjutan pohon status yang terbentuk dari reduksi matrik jarak



Gambar 6. Pohon status yang terbentuk dari reduksi matrik waktu

Task:

```

... 53 975 975 495 53 195
58 ... 975 975 495 33 195
975 975 ... 42 555 975 1035
915 915 37 ... 555 915 975
435 435 555 555 ... 435 555
45 33 975 975 495 ... 195
195 195 1035 975 555 195 ...

```

Step #1

```

... 0 922 922 82 0 22
25 ... 942 942 102 0 42
933 933 ... 0 153 933 873
878 878 0 ... 158 878 818
0 0 120 120 ... 0 0
12 0 942 942 102 ... 42
0 0 840 780 0 0 ...

```

Selected route with (4;3) part.

Step #2

```

... 0 ... 922 82 0 22
25 ... 942 102 0 42
933 933 ... 153 933 873
0 0 ... 120 ... 0 0
12 0 ... 942 102 ... 42
0 0 ... 780 0 0 ...

```

Selected route without (7;5) part.

Step #3

```

... 0 ... 802 82 0 22
25 ... 822 102 0 42
780 780 ... 0 780 720
0 0 ... 0 ... 0 0
12 0 ... 822 102 ... 42
0 0 ... 660 ... 0 ...

```

Selected route with (3;5) part.

Step #4

```

... 0 ... 142 ... 0 22
25 ... 162 ... 0 42
0 0 ... 0 0
12 0 ... 162 ... 42
0 0 ... 0 ...

```

Selected route with (7;4) part.

Step #5

```

... 0 ... 0 22
25 ... 0 42
0 0 ... 0 0
12 0 ... 42

```

Selected route with (2;6) part.

Step #6

```

... 0 ... 22
0 0 ... 0
12 ... 42

```

Selected route with (1;2) part.

Step #7

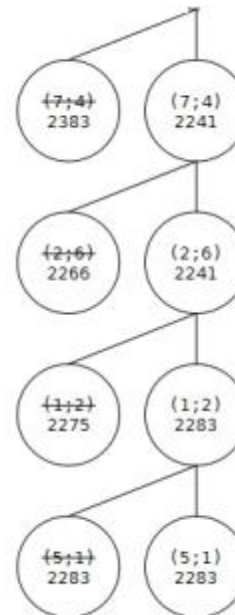
```

0 ... 0
0 ... 0

```

Selected route with (5;1) part. 1 alternate candidate for branch

Gambar 5. Proses reduksi matrik waktu



Gambar 7. Lanjutan pohon status yang terbentuk dari reduksi matrik waktu

Kesimpulan

Metode TSP menggunakan teknik *branch and bound* terbukti mempermudah pihak manajemen pemasaran PT SUPER SUKSES NIAGA dalam mengambil keputusan dalam proses penentuan

distribusi produk CASTROL OIL. Teknik ini memberikan pilihan keputusan berdasarkan dua parameter yaitu rute distribusi dengan jarak terpendek atau waktu tempuh minimum. Untuk rute distribusi dengan jarak terpendek didapatkan hasil keputusan yaitu rute melalui Kantor SSN Castrol Oil-PT Panatama Rajasa-PT Dieselindo Utama Nusa- PT.Duta Putera Sumatera-UD Kevindo Prima-Hyundai Surabaya-PT Aditi Aliansi Motor-Kantor SSN Castrol Oil. Sedangkan untuk rute distribusi dengan jumlah waktu tempuh yang minimum yaitu rute melalui Kantor SSN Castrol Oil-Hyundai Surabaya-PT Aditi Aliansi Motor-UD Kevindo Prima-PT Duta Putera-PT Dieselindo-PT Panatama Rajasa-Kantor SSN Castrol Oil. Kedua hasil keputusan yang dihasilkan tidak melibatkan faktor *allowance* seperti kemacetan ataupun bencana alam yang mungkin terjadi. Oleh karena itu pada pengembangan solusi optimalisasi rute distribusi produk PT. SUPER SUKSES NIAGA selanjutnya diharapkan faktor *allowance* dapat diperkirakan dan dilibatkan dalam proses komputerisasi keputusan.

Daftar Pustaka

- [1] Farida A. “Aplikasi Algoritma Genetika Multi Obyektif pada *Travelling Salesman Problem*”. Prosiding Seminar Nasional “*Soft Computing Intelligent Systems and Information Technology*”, 2005.
- [2] Kusriani, Istiyanto J.E. “Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* Dengan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dan Basis Data”. *Jurnal Informatika* Vol. 8 No. 2 Hal. 109-114. Jurusan Teknik Informatika Universitas Kristen Petra. 2007.
- [3] Hasanah M., Matondang N., Ishak A.. “Penentuan Rute Distribusi Barang Yang Optimal Dengan Menggunakan Algoritma Heuristik pada PT. XYZ”. *Jurnal Teknik Industri FT. USU* Vol. 3. No. 3 Hal. 48-51. 2013.
- [4] Azka S. “*Process Mining* pada Proses Pengadaan Barang dan Jasa Dengan Menggunakan Algoritma *Heuristic Miner* (Studi Kasus : Unit Logistik Telkom Engineering School)”. *Proceeding of Engineering* Vol. 2 No. 1 Page : 1332-1338, 2015.
- [5] Fatmawati, Bayu P., Evi N.. “Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* Dengan Metode *Tabu Search*”. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, Vol. 4, No. 1, pp. 17-24, 2015.
- [6] Paillin D.B. dan Tupan J.M. “Pemecahan *Travelling Salesman Problem* Menggunakan Teknik *Branch and Bound* dan *Cheapest Insertion Heuristic* (Studi Kasus : PT. Paris Jaya Mandiri - Ambon)”. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2018 Surakarta 7-8 Mei* 2018.
- [7] Al Amin IH. “*Artificial Intelligence* dalam Proses Industri Manufaktur”. *Jurnal Teknologi Informasi Dinamik*, Vol. 16 pp.98-104, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank. Semarang, 2009.
- [8] Berlianty I., Arifin M. “Teknik-Teknik Optimasi Heuristik”. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2010.
- [9] Bangun BJ Putra, Sisca O, Bran VP. “Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* dengan Metode *Branch and Bound*”. *Prosiding Semirata 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Barat* pp. 399-408. Universitas Tanjung Pura, Pontianak, 2015.
- [10] Davendra D. “*Travelling Salesman Problem Theory and Applications*”. Intech, Kroasia, 2010.
- [11] Fitriadi S. dan Salam N. “Penggunaan Metode *Branch and Bound* untuk Menyelesaikan Masalah Penugasan pada Kasus Penyusunan Jaringan Komunikasi”. *Jurnal Matematika Murni dan Terapan*, Vol. 4, No. 1, pp. 42-56, 2010.
- [12] Ghadle K.P., Muley Y.M. “*Revised Ones Assignment Method for Solving Assignment Problem*”, *Journal of Statistics and Mathematics*, Vol. 4, Issue 1, 2013.
- [13] Hadi B. “*Ones Assignment Method for Solving Assignment Problems Applied Mathematical Sciences*”, 6(47) 2345-2355, 2012.
- [14] Kendela H.F., Al-Ahmar M.A., Horbaty E.M. “*A Hybrid Heuristic Algorithm for The Travelling Salesman Problem*”. 2006.
- [15] PT SUPER SUKSES NIAGA. “*Company Profile PT SUPER SUKSES NIAGA Authorized Distributor Castrol Oil*”. Surabaya, 2017.
- [16] PT SUPER SUKSES NIAGA. “*Laporan Penjualan CASTROL OIL Tahun 2017*”. Surabaya, 2017.
- [17] Suyanto. “Algoritma Optimasi (Deterministik dan Probabilistik)”. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2010.
- [18] Richard W. “*Branch and Bound Implementation for the Travelling Salesperson Problem*”. *Journal of Object Technology*, Vol. 2, No. 2, 65 – 86, 2003.