

Implementasi Algoritma *Greedy* untuk Menyelesaikan *Travelling Salesman Problem* di Distributor PT. Z

The Implementation of Greedy Algorithm for Solving Travelling Salesman Problem in a Distribution Company

Muhammad Zakaria Usman, Teguh Oktiarso

Program Studi Teknik Industri, Universitas Ma Chung, Malang

E-mail: muhammadzakaria2905@gmail.com

Abstrak

Departemen logistik merupakan departemen yang memegang peran penting dalam perusahaan karena bertugas untuk menyalurkan barang ke konsumen. PT. Z merupakan perusahaan distributor produk-produk obat dan barang kebutuhan sehari-hari menghadapi permasalahan rute distribusi dalam menyalurkan produk obat dan barang kebutuhan sehari-hari. Penyelesaian masalah yang dihadapi oleh PT. Z adalah menggunakan *Travelling Salesman Problem* dengan pendekatan algoritma *Greedy* untuk mendapatkan rute distribusi terpendek.. Hasil dari rancangan rute distribusi baru menghasilkan bahwa rayon Tangerang Kota memiliki total waktu pengiriman 6 jam 44 menit, rayon Bumi Serpong Damai 6 jam 38 menit, rayon Ciledug 5 jam 21 menit, rayon Pamulang, Bintaro, Ciputat 5 jam 01 menit, rayon Curug, Cikupa, Balaraja 5 jam 41 menit, dan rayon Seluruh Rumah Sakit 6 jam 50 menit. Hasil dari perancangan rute baru juga menyebabkan perubahan terhadap biaya distribusi yaitu perubahan pada biaya penggunaan bahan bakar minyak yang lebih kecil dari sebelumnya.

Kata kunci: rute distribusi, algoritma *Greedy*, *Travelling Salesman Problem*

Abstract

A logistic department is the most important part in a company because its service, distributing product to customer. PT. Z is a pharmaceutical and daily product distributor which have distribution routing problem in Tangerang Area. The *Travelling Salesman Problem* with *Greedy Algorithm* is used to solve the distribution routing problem. The aim of using *Travelling Salesman Problem* with *Greedy Algorithm* is to find the shortest route in distributing goods in Tangerang Area. The result of the research is new distribution route which is shorter than before. The result is the shorten time for each distribution routes which are for Tangerang Kota Area became 6 hours 44 minutes, Bumi Serpong Damai area became 6 hours and 38 minutes, Ciledug area became 5 hours and 21 minutes, Pamulang, Bintaro and Ciputat area became 5 hours and 01 minutes, Curug, Cikupa, Balaraja area became 5 hours and 41 minutes and Hospitals in Tangerang became 6 hours and 50 minutes. The result also reduce distribution cost especially in fuel cost.

Keywords: distribution routing, greedy algorithm, *Travelling Salesman Problem*

1. Pendahuluan

Departemen logistik merupakan salah satu departemen yang memegang peran penting dalam suatu perusahaan. Salah satu perannya adalah menyalurkan barang kepada konsumen. Dalam menyalurkan suatu barang, suatu perusahaan terkadang memiliki suatu permasalahan yaitu menentukan jarak atau rute terpendek dalam mendistribusikan barang untuk meminimalkan biaya pengiriman.

Salah satu perusahaan yang memiliki permasalahan dengan menentukan jarak atau rute terpendek adalah PT. Z. PT. Z merupakan salah satu perusahaan distributor produk berupa obat dan barang kebutuhan sehari-hari yang diproduksi oleh berbagai perusahaan. Jenis produk yang didistribusikan PT. Z sekitar 2.362 *item*. Produk tersebut terbagi dua yaitu produk pharma dan produk konsumen. Produk pharma berupa obat-obatan yang harus memiliki resep dokter sebesar 1.216 *item*, sedangkan produk konsumen berupa kebutuhan sehari-hari seperti susu, minuman ringan, dan lain sebagainya sebesar 1.146 *item*. Beberapa contoh produk yang didistribusikan berupa obat yaitu

IMPLEMENTASI ALGORITMA *GREEDY* (Muhammad Z. U., dkk)

dalam bentuk botol sirup, *tablet*, dan kapsul dan untuk konsumen berupa susu, minuman, dan lain sebagainya.

PT. Z terletak di daerah Tangerang dimana PT. Z bertugas untuk melayani pengiriman produk ke apotek, toko *retail*, rumah sakit di wilayah Kota Tangerang dan sekitarnya. Pengiriman barang terbagi menjadi dua yaitu pengiriman luar kota dan dalam kota. Pengiriman luar kota terdiri dari Cilegon, Serang, Pandeglang, dan Lebak (Rangkas) sedangkan untuk dalam kota adalah Tangerang, Tangerang Selatan, Pamulang, Kabupaten Tangerang. Pengiriman barang dilakukan pada hari Senin hingga Sabtu. Jam pengiriman terbagi menjadi dua yaitu, pukul 10.00 hingga selesai dan pukul 13.00 hingga selesai. Jadwal pengiriman barang untuk setiap tempat sudah dimiliki, seperti *Outlet X* dikirim pada hari senin dan sebagainya. Pengiriman luar kota terdapat 1.012 *outlet* yang terbagi menjadi 4 wilayah sedangkan pengiriman dalam kota terdapat 2.257 *outlet*. Berikut merupakan jumlah *outlet* yang dilayani PT. Z pada pengiriman dalam kota.

Tabel 1. Daerah Pengiriman Dalam Kota beserta Jumlah *Outlet* Pharma dan Consumer

No.	Nama Daerah	Jumlah <i>Outlet</i>
1	Tangerang	1851
2	Tangerang Selatan	355
3	Pamulang	13
4	Kabupaten Tangerang	38

PT. Z menyediakan empat kendaraan untuk melakukan pengiriman barang luar kota dengan melakukan kerjasama dengan pihak ketiga dan enam belas kendaraan untuk pengiriman barang dalam kota dengan pembagian tujuh kendaraan untuk pharma dan sembilan untuk konsumen. Pengiriman barang dalam kota untuk pharma terbagi menjadi enam rayon yaitu Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, Ciledug, Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja, dan seluruh rumah sakit. Seluruh rumah sakit merupakan satu rayon sendiri dimana pengiriman khusus dilakukan untuk rumah sakit walaupun rumah sakit tersebut berada dirayon lainnya. Berikut adalah jumlah *outlet* untuk masing-masing pengiriman barang pharma.

Tabel 2. Daerah Pengiriman Dalam Kota beserta Jumlah *Outlet* Pharma

No.	Nama Daerah	Jumlah <i>Outlet</i>
1	Tangerang Kota	84
2	Bumi Serpong Damai	93
3	Ciledug	61
4	Pamulang, Bintaro, Ciputat	48
5	Curug, Cikupa, Balaraja	44
6	Seluruh Rumah Sakit	38

Pengiriman barang dilakukan berdasarkan jumlah surat jalan, pada surat jalan terdapat jumlah *outlet* yang akan dikirim sehingga tiap kurir memiliki jumlah *outlet* yang berbeda-beda. Jumlah *outlet* setiap hari pengiriman rata-rata 250 *outlet* per hari untuk pharma dan *consumer*, sedangkan untuk barang milik pharma sendiri rata-rata pengiriman 108 *outlet* per hari. *Outlet* yang tidak melakukan order selama enam bulan maka dinyatakan *outlet* tidak aktif. Sistem distribusi yang diterapkan PT. Z merupakan sistem pendistribusian dimana barang yang di *order* pada hari itu harus dikirim hari itu juga (*one day service*). Setiap harinya jumlah *outlet* tidak selalu sama, proses pengiriman barang pada PT. Z tidak melakukan perhitungan terhadap *outlet* mana yang didatangi lebih dahulu, sehingga waktu pengiriman tidak optimal serta barang yang akan dikirim tidak teratur tempatnya yang menyebabkan kesulitan pada saat ingin menurunkan barang yang akan dikirim.

Oleh karena itu perlu dilakukan pengoptimalan rute baru dengan menggunakan algoritma *Greedy*. Diharapkan dengan adanya pembuatan rute dengan menggunakan algoritma *Greedy* dapat

membantu perusahaan dalam menentukan rute terpendek sehingga dapat meminimalkan biaya pengiriman dan meminimalkan total waktu perjalanan distribusi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Sistem Distribusi

Sistem distribusi adalah kegiatan pemasaran untuk menyalurkan produk atau jasa dari produsen kepada konsumen yang disesuaikan terhadap jenis, jumlah, harga, dan tempat yang diperlukan (Budiarto, 1993). Distribusi dilakukan guna mempermudah para konsumen untuk memperoleh suatu produk. Hal tersebut dapat mempermudah para konsumen dalam memperoleh suatu produk apabila proses pendistribusiannya efektif. Adapun faktor-faktor yang harus dipersiapkan dalam suatu sistem distribusi (Nasution, 2006) adalah gudang penyimpanan, pabrik pemasok produk, konsumen yang dilayani, alat transportasi, rute transportasi, dan sistem pengendalian persediaan.

2.2 Algoritma

Algoritma berasal dari nama belakang seorang tokoh matematikawan Persia yang bernama Muhammad ibn Musa al-Khuwarizmi. Algoritma merupakan suatu metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan tertentu dengan melakukan urutan terhadap langkah-langkah apa saja yang dilakukan dengan cara sistematis (Zarlis dan Handrizal, 2008).

Dalam pemilihan algoritma terdapat tiga hal yang harus dipertimbangkan, yaitu algoritma haruslah benar, mengetahui hasil yang dicapai oleh algoritma tersebut, dan mengetahui seberapa efisienkah algoritma tersebut. Berikut adalah penjelasan lebih rincinya (Zarlis dan Handrizal, 2008):

1. Algoritma memiliki awal dan akhir proses sehingga algoritma harus berhenti bekerja apabila telah mengerjakan sejumlah langkah yang terbatas.
2. Setiap langkah harus dijelaskan secara tepat dan jelas.
3. Algoritma memiliki masukan (*input*) yang berupa besaran sebelum algoritma bekerja.
4. Algoritma memiliki keluaran (*output*) yang merupakan hasil pelaksanaan algoritma dari masukan yang sudah diberikan di awal proses.
5. Algoritma harus efektif, yaitu langkah-langkah harus sederhana sehingga dapat dikerjakan dalam waktu singkat.

2.3 Travelling Salesman Problem

William Rowan Hamilton dan Thomas Penyngton merupakan orang yang pertama kali menemukan *travelling salesman problem* (Mindaputra, 2009). Permainan Icosian Hamilton merupakan asal mula ditemukannya TSP. Dalam permainan tersebut diminta untuk menyelesaikan perjalanan dari 20 titik berbeda yang melewati jalur-jalur tertentu.

TSP merupakan permasalahan yang dialami *salesman* dalam mencari rute terpendek yang dapat dilalui dengan mengunjungi beberapa tempat tanpa harus mengulang untuk melewati tempat yang telah dilewati artinya salesman tidak melewati tempat atau titik yang sama lebih dari satu kali tetapi salesman dapat menyelesaikannya sampai kembali ke tempat atau titik awal (Applegate dkk., 2016).

Dalam menyelesaikan permasalahan TSP terdapat beberapa algoritma yang digunakan, salah satunya adalah algoritma *Greedy*. Algoritma *Greedy* merupakan suatu metode yang digunakan untuk memecahkan permasalahan optimasi dimana setiap langkah akan memilih kota atau tempat yang belum dikunjungi, kota atau tempat yang belum dikunjungi dipilih berdasarkan jarak kota atau tempat mana yang terdekat dari kota atau tempat sebelumnya (Wijayanti, 2013). Berikut adalah cara perhitungan dengan menggunakan algoritma *Greedy*:

1. Tentukan kota atau tempat awal dimulainya perjalanan.
2. Kemudian kota awal menuju kota selanjutnya dimana kota selanjutnya tersebut berada paling dekat dari kota awal.
3. Kemudian lanjut ke kota berikutnya yang terdekat hingga kota tujuan selesai.
4. Selanjutnya balik ke kota awal dan jumlahkan seluruh jarak tersebut.

IMPLEMENTASI ALGORITMA *GREEDY* (Muhammad Z. U., dkk)

Berdasarkan definisi diatas, maka dapat disimpulkan bahwa persyaratan dalam menyelesaikan TSP yaitu (Wijayanti, 2013):

1. Tidak dapat melewati setiap kota lebih ataupun kurang dari satu kali
2. Setiap kota harus dapat dikunjungi dan diselesaikan dalam satu kali perjalanan atau rute
3. Salesman harus kembali ke titik atau kota awal untuk mengakhiri perjalanan

Parameter yang digunakan dalam TSP adalah d sebagai jarak dari kota i ke kota j . Berikut merupakan model persamaan TSP (Taha, 2007):

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika kota } j \text{ dicapai dari kota } i \\ 0, & \text{jika sebaliknya} \end{cases}$$

$$\text{Fungsi tujuan} \quad : \text{Min } z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij}, d_{ij} = \infty \text{ untuk semua } i = j$$

$$\sum_{n=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

$$\sum_{n=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$x_{ij} = (0,1) \quad (3)$$

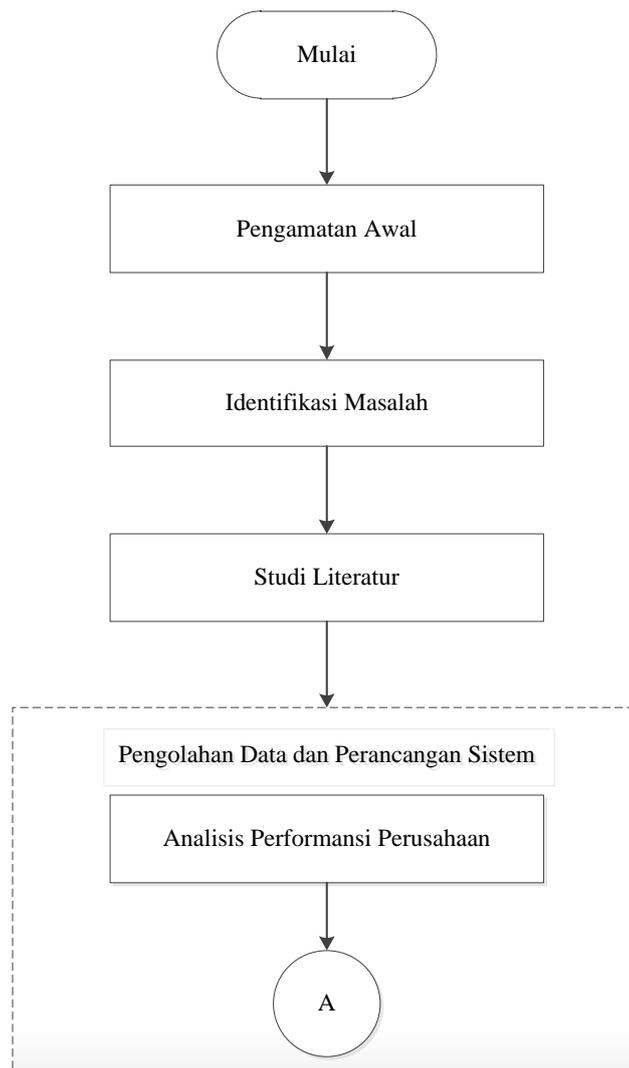
2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai penggunaan aplikasi untuk menyelesaikan permasalahan *travelling salesman problem* telah dilakukan oleh beberapa orang. Penelitian pertama dilakukan oleh Kusriani dan Istiyanto (2007). Pada penelitian tersebut digunakan penerapan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dan Basis Data untuk *travelling salesman problem*. Peneliti menggunakan *Borland Delphi 6* dan *Interbase 6* sebagai *tools* dalam implementasi TSP. Pada penelitian tersebut, peneliti berhasil diimplementasikan algoritma CIH dan basis data. Tetapi pada penelitian tersebut, implementasi algoritma belum mampu menyelesaikan masalah pencarian rute jika ada dua kota yang memiliki bobot yang berbeda dengan melihat arahnya dan jika ada dua buah kota yang tidak terhubung.

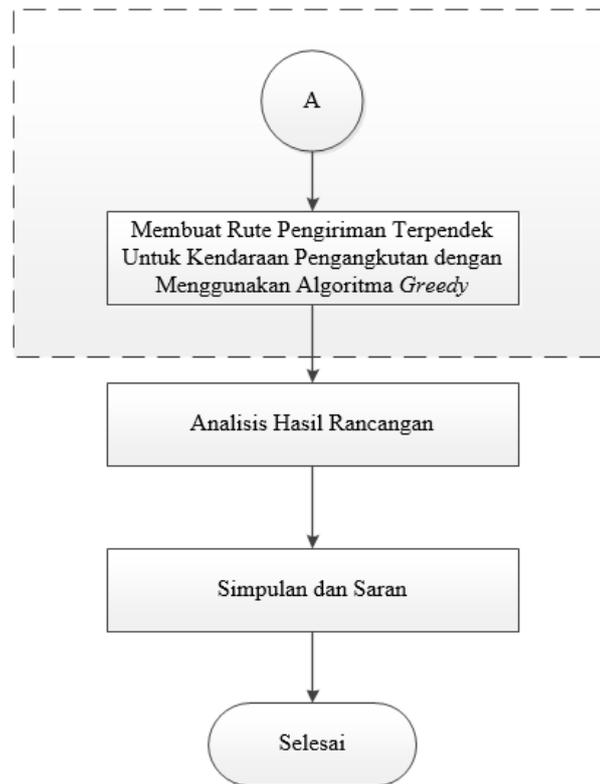
Penelitian lain dengan menggunakan aplikasi untuk menyelesaikan permasalahan *travelling salesman problem* telah dilakukan oleh Andri, dkk (2013). Pada penelitian tersebut digunakan aplikasi *Travelling Salesman Problem* dengan metode *Artificial Bee Colony*. Pada penelitian tersebut, peneliti menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 2008. Dengan menggunakan aplikasi dan metode *Artificial Bee Colony*, waktu proses jauh lebih cepat dibandingkan dengan perhitungan manual.

3. Metode Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

Pengamatan awal bertujuan untuk melihat kondisi atau situasi awal dari obyek penelitian. Obyek penelitian adalah proses distribusi pengiriman dalam kota yang dilakukan PT. Z yang merupakan distributor produk-produk yang di produksi oleh beberapa perusahaan. Pendistribusian dilakukan dengan menggunakan enambelas buah mobil. Pendistribusian untuk barang konsumen menggunakan sembilan buah mobil, sedangkan untuk barang pharma menggunakan tujuh buah mobil. Pada pendistribusian barang pharma terdapat dua jenis mobil yaitu Grand Max dan L. 300. Untuk besar muatan mobil berjenis Grand Max dapat menampung 267 karton, sedangkan untuk L. 300 dapat menampung 156 karton. Rute distribusi untuk rayon Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, Ciledug, Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja, dan seluruh rumah sakit yang diterapkan masih belum optimal. Pada pengamatan awal didapatkan bahwa waktu pengiriman terhadap rute distribusi seluruh rayon pengiriman belum optimal atau melebihi dari jadwal pengiriman yang telah ditentukan. Dengan rute distribusi untuk seluruh rayon pengiriman masih belum optimal, tentunya hal itu menyebabkan biaya distribusi yang belum optimal atau efisien juga.

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terdapat pada obyek penelitian. Berdasarkan hasil dari pengamatan awal, diketahui bahwa proses distribusi PT. Z pada pemilihan rute distribusi untuk rayon Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, Ciledug, Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja, dan seluruh rumah sakit belum optimal. Oleh karena itu didapatkan adanya identifikasi masalah, yaitu perlu adanya perbaikan terhadap rute distribusi pada setiap kendaraan pengangkutan untuk rayon Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, Ciledug, Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja, dan seluruh rumah sakit.

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui metode atau penyelesaian yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang didapat. Hasil dari studi literatur, didapatkan bahwa metode yang sesuai untuk menyelesaikan masalah rute pendistribusian pada setiap kendaraan pengangkutan untuk rayon Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, Ciledug, Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja, dan seluruh rumah sakit adalah dengan menggunakan algoritma *Greedy*.

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang lengkap dan *valid*. Data tersebut digunakan sebagai dasar kerja penelitian untuk menyelesaikan masalah rute pendistribusian. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah wawancara, pengamatan langsung dan dokumentasi. Berikut adalah keterangan dari metode pengumpulan data:

1. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan metode *in-depth interview* kepada kepala ekspedisi dan kepala gudang di PT. Z. Sebelum melakukan wawancara, dipersiapkan terlebih dahulu bahan pertanyaan yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Hasil dari wawancara yang didapatkan mengenai gambaran distribusi yang diterapkan, jumlah rayon serta konsumen, jumlah konsumen yang melakukan permintaan setiap harinya, performansi supir dan kendala yang dihadapi, serta jenis barang yang setiap harinya diminta oleh konsumen.

2. Pengamatan langsung

Pengamatan langsung dilakukan untuk mengetahui proses distribusi yang terdapat pada PT. Z. Metode yang digunakan adalah dengan metode observasi. Pengamatan dilakukan dengan cara ikut melakukan pengiriman guna mengetahui waktu perjalanan ke setiap *outlet* serta mengetahui hal apa saja yang menghambat proses distribusi.

3. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan untuk mengetahui data mengenai PT. Z yang mendukung pengerjaan laporan. Data dokumentasi yang diambil antara lain data konsumen dan biaya distribusi.

Data yang didapatkan merupakan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh berdasarkan pengamatan langsung. Data primer yang didapatkan seperti waktu perjalanan ke setiap *outlet*, waktu pelayanan setiap *outlet* dan jumlah permintaan setiap *outlet*. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari PT. Z. Data sekunder yang didapatkan adalah data konsumen seluruh rayon pengiriman yaitu Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, Ciledug, Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja, dan seluruh rumah sakit, serta biaya distribusi barang yang dikeluarkan oleh PT. Z untuk setiap kendaraan pengiriman.

Data-data yang telah didapatkan kemudian diolah sehingga dapat dilakukan pembuatan rute baru. Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam mengolah data:

1. Mengidentifikasi performansi awal perusahaan. Performansi awal dilakukan dengan menghitung total waktu perjalanan setiap kendaraan dalam satu hari sesuai dengan sitem distribusi yang diterapkan perusahaan dan untuk mengetahui total biaya setiap kendaraan beserta apa saja yang dikeluarkan untuk setiap pengiriman barang.
2. Pembuatan rute distribusi baru dimana setiap kendaraan pengangkutan yang melayani rayon Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, Ciledug, Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja, dan seluruh rumah sakit dapat memiliki waktu tempuh yang lebih optimal dengan menggunakan algoritma *Greedy*. Pembuatan rute baru dilakukan untuk mendapatkan rute terpendek dari setiap kendaraan dengan cara mengambil waktu tempuh terkecil untuk ke *outlet* tujuan selanjutnya dan mengurangi biaya distribusi yang dikeluarkan oleh PT. Z agar menjadi lebih efisien.

Analisis dilakukan untuk mengetahui atau melihat perbedaan yang dihasilkan sebelum dan setelah adanya pembuatan rute baru untuk setiap kendaraan pengangkutan di PT. Z yang melayani rayon Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, Ciledug, Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja, dan seluruh rumah sakit. Analisis dilakukan dengan melihat total waktu yang ditempuh kendaraan dalam satu hari serta melihat perbedaan biaya yang dikeluarkan sebelum dan setelah adanya pembuatan rute baru serta melihat perbedaan sebelum dan setelah adanya pembuatan rute baru terhadap biaya distribusi yang dikeluarkan oleh PT. Z.

Simpulan dan saran merupakan tahapan terakhir yang didapatkan dari analisis dan hasil. Hal ini bertujuan untuk menjawab permasalahan yang telah diidentifikasi. Setelah dilakukan penyimpulan, saran yang diberikan berhubungan dengan pembuatan rute baru untuk setiap kendaraan pengangkutan yang melayani rayon Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, Ciledug, Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja, dan seluruh rumah sakit untuk diberikan kepada PT. Z.

4. Pembahasan dan Hasil

4.1 Data dan Analisis Performansi Perusahaan

PT. Z merupakan perusahaan swasta distributor produk obat dan barang-barang kebutuhan sehari-hari yang diproduksi oleh beberapa perusahaan. PT. Z memiliki banyak cabang di Indonesia salah satunya terletak di Tangerang, Banten. PT. Z cabang Tangerang terletak di Jalan Pajajaran Nomor 17, Tangerang.

PT. Z memiliki jam operasional pada hari Senin hingga Jumat pukul 08.00 – 17.00, sedangkan untuk hari Sabtu 08.00 – 12.00. Konsumen yang dilayani PT. Z adalah toko *retail*, *minimarket*, *supermarket*, apotek, *wholesaler*, dan rumah sakit di wilayah Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, Ciledug, Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja, dan seluruh rumah sakit. Toko-toko tersebut memiliki jumlah 2.257 *outlet*.

PT. Z memiliki dua jenis produk yaitu produk obat dan produk kebutuhan sehari-hari. Produk obat merupakan produk kesehatan seperti obat batuk, obat sakit perut, dan lain sebagainya. Sedangkan produk kebutuhan sehari-hari merupakan produk yang digunakan dalam kebutuhan sehari-hari baik makanan ataupun minuman, contohnya seperti Fitbar, Hydrococo, dan lain sebagainya. PT. Z memiliki enam belas kendaraan untuk melakukan pengangkutan barang. Setiap kendaraan dilakukan oleh satu supir dimana sembilan kendaraan digunakan untuk produk kebutuhan sehari-hari (konsumer) dan tujuh kendaraan digunakan untuk produk obat (pharma). Jenis kendaraan yang digunakan untuk proses distribusi dibagi menjadi dua jenis yaitu L300 dan Grand Max. Pemilihan rute pengiriman ditentukan oleh supir sendiri, sehingga rute pengiriman barang selalu berubah setiap harinya.

Data performansi perusahaan dilihat dari total waktu yang diperlukan supir untuk menyelesaikan pengiriman barang di wilayah Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, Ciledug, Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja, dan seluruh rumah sakit. Pengambilan data dilakukan dengan jarak antar konsumen. Pengambilan data dilakukan dengan ikut langsung pengiriman barang. Data jarak tempuh perjalanan menggunakan satuan kilometer. Pengumpulan data dilakukan pada tanggal 1 Februari untuk wilayah Tangerang Kota, 2 Februari untuk wilayah Bumi Serpong Damai, 3 Februari untuk wilayah Ciledug, 4 Februari untuk wilayah Pamulang, Bintaro, dan Ciputat, 5 Februari untuk wilayah Curug, Cikupa, dan Balaraja, dan 6 Februari untuk seluruh rumah sakit. Berikut merupakan data yang didapat dari hasil pengamatan:

Tabel 3. Waktu Tempuh dan Pelayanan Seluruh Rayon Distribusi

Nama Rayon	Total Waktu Tempuh (menit)	Total Waktu Pelayanan (menit)	Total Jarak Pengiriman (Kilometer)
Tangerang Kota	158	185	120
Bumi Serpong Damai	165	175	130
Ciledug	151,5	129	113
Pamulang, Bintaro, Ciputat	130,5	119	87
Curug, Cikupa, Balaraja	181,5	106	121
Seluruh Rumah Sakit	195	156	150

Selain melihat total waktu pengiriman pada saat pengamatan, data lain yang didapatkan pada saat melakukan penelitian adalah biaya yang dikeluarkan untuk proses distribusi barang. Data biaya distribusi barang didapatkan langsung dari perusahaan. Data biaya distribusi didapatkan melalui rata-rata biaya distribusi selama bulan Januari dan Februari. Berikut adalah rata-rata biaya distribusi seluruh rayon pengiriman:

Tabel 4. Biaya Distribusi Seluruh Rayon Pengiriman

Nama Supir	Rayon	Biaya		
		BBM	Tol	Parkir
Ajat	Tangerang Kota	Rp 527.650	Rp 84.000	Rp 162.000
Deby	Bumi Serpong Damai	Rp 545.400	Rp 48.000	Rp 210.000
H. Fatullah	Ciledug	Rp 515.954	Rp 30.000	Rp 138.000
Supriyono	Pamulang, Bintaro, Ciputat	Rp 514.475	Rp 42.000	Rp 114.000
Sofiandi	Curug, Cikupa, Balaraja	Rp 528.550	Rp 54.000	Rp 138.000
Andi	Seluruh Rumah Sakit	Rp 541.600	Rp 36.000	Rp 222.000

Dari data yang telah didapatkan dari hasil pengamatan, maka akan diperoleh total waktu pengiriman untuk satu hari setiap kendaraan. Total waktu pengiriman didapat dari penjumlahan waktu persiapan pengiriman, total waktu tempuh, total waktu pelayanan, dan jam istirahat supir.

Tabel 5. Total Waktu Pengiriman Barang dalam Satu Hari Setiap Kendaraan

No.	Keterangan	Tanggal					
		Tangerang Kota	Bumi Serpong Damai	Ciledug	Pamulang, Bintaro, Ciputat	Curug, Cikupa, Balaraja	Seluruh Rumah Sakit
1	Waktu persiapan pengiriman	58	56	53	54	52	50
2	Total waktu tempuh	158	165	151,5	130,5	181,5	195
3	Total waktu pelayanan	185	175	129	119	106	156
4	Jam istirahat supir	8	10	9	12	8	11
TOTAL (Menit)		409	406	342,5	315,5	347,5	382
TOTAL (Jam)		6 Jam 49 Menit	6 Jam 46 Menit	5 Jam 42 Menit 30 Detik	5 jam 15 Menit 30 Detik	6 Jam 03 Menit 30 Detik	6 Jam 52 Menit

4.2 Pembuatan Rute Distribusi untuk Setiap Kendaraan Pengangkutan

Pembuatan rute distribusi menggunakan algoritma *Greedy* dimana jarak terdekat dari suatu *outlet* yang diutamakan sehingga diharapkan dapat menghasilkan rute distribusi terpendek. Rute baru yang dibuat menggunakan algoritma *Greedy*, dimana memilih kota atau tempat tujuan yang belum dikunjungi berdasarkan jarak terdekat dari kota atau tempat sebelumnya. Apabila terdapat jarak yang sama, maka semua kemungkinan rute berdasarkan jarak terpendek dari kota awal menuju kota tujuan akan dilakukan untuk mencari rute yang optimal. Berikut adalah data hasil pembuatan rute baru berdasarkan penerapan langsung:

Tabel 6. Rute Untuk Setiap Kendaraan Pengangkutan

Nama Rayon	Total Waktu Tempuh (Menit)	Total Jarak Pengiriman (Kilometer)
Tangerang Kota	139	93
Bumi Serpong Damai	139,5	93
Ciledug	108	72
Pamulang, Bintaro, Ciputat	105	70
Curug, Cikupa, Balaraja	159	106
Seluruh Rumah Sakit	151,5	101

IMPLEMENTASI ALGORITMA *GREEDY* (Muhammad Z. U., dkk)

Rute yang telah dibuat berdasarkan hasil dari perhitungan algoritma *Greedy*, kemudian dilakukan penerapan langsung pada saat pengiriman barang. Penerapan langsung dilakukan pada 01 Maret 2016 sampai 07 Maret 2016. Berikut adalah hasil penerapan dari masing-masing kendaraan beserta waktu tempuh dan waktu pelayanan:

Tabel 7. Waktu Tempuh dan Pelayanan Seluruh Rayon Rute Distribusi Baru

Nama Rayon	Total Waktu Tempuh (menit)	Total Waktu Pelayanan (menit)	Total Jarak Pengiriman (Kilometer)
Tangerang Kota	154	185	93
Bumi Serpong Damai	158,5	175	93
Ciledug	127,5	129	72
Pamulang, Bintaro, Ciputat	117	119	70
Curug, Cikupa, Balaraja	170	106	106
Seluruh Rumah Sakit	189,5	156	101

Dari hasil rancangan rute distribusi baru, dapat dihitung ulang total waktu pengiriman dalam satu hari. Berikut adalah total waktu pengiriman untuk setiap kendaraan pengangkutan dengan menggunakan rute distribusi baru:

Tabel 8. Total Waktu Pengiriman Barang dalam Satu Hari Setiap Kendaraan Rute Distribusi Baru

No.	Keterangan	Tanggal					
		Tangerang Kota	Bumi Serpong Damai	Ciledug	Pamulang, Bintaro, Ciputat	Curug, Cikupa, Balaraja	Seluruh Rumah Sakit
1	Waktu persiapan pengiriman	55	55	55	55	55	55
2	Total waktu tempuh	154	158,5	127,5	117	170	189,5
3	Total waktu pelayanan	185	175	129	119	106	156
4	Jam istirahat supir	10	10	10	10	10	10
TOTAL (Menit)		409	406	342,5	315,5	347,5	382
TOTAL (Jam)		6 Jam 44 Menit	6 Jam 38 Menit 30 Detik	5 Jam 21 Menit 30 Detik	5 jam 01 Menit 30 Detik	5 Jam 41 Menit	6 Jam 50 Menit 30 Detik

Setelah dilakukan pembuatan rute baru pada tanggal 01 Maret 2016 sampai 07 Maret 2016, maka akan menghasilkan biaya distribusi barang yang baru juga untuk seluruh rayon. Berikut adalah biaya distribusi barang setelah adanya pembuatan rute baru pada bulan Maret untuk seluruh rayon:

Tabel 9. Biaya Distribusi Seluruh Rayon Pengiriman Rute Distribusi Baru

Nama Supir	Rayon	Biaya		
		BBM	Tol	Parkir
Ajat	Tangerang Kota	Rp 534.500	Rp 84.000	Rp 162.000
Deby	Bumi Serpong Damai	Rp 526.500	Rp 48.000	Rp 210.000
H. Fatullah	Ciledug	Rp 543.100	Rp 30.000	Rp 138.000
Supriyono	Pamulang, Bintaro, Ciputat	Rp 531.300	Rp 42.000	Rp 114.000
Sofiandi	Curug, Cikupa, Balaraja	Rp 542.300	Rp 54.000	Rp 138.000
Andi	Seluruh Rumah Sakit	Rp 542.100	Rp 36.000	Rp 222.000

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat perbedaan terhadap total waktu dan jarak pengiriman oleh PT. Z untuk seluruh rayon. Berikut adalah perbandingan total waktu dan jarak pengiriman setiap kendaraan antara rute distribusi lama dengan rute distribusi baru:

Tabel 10. Perbandingan Total Waktu dan Jarak Sebelum dan Setelah Perbaikan

Rayon	Total Waktu Pengiriman		Total Jarak Pengiriman (Kilometer)	
	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah
Tangerang Kota	6 Jam 49 Menit	6 Jam 44 Menit	120	93
Bumi Serpong Damai	6 Jam 46 Menit	6 Jam 38 Menit 30 Detik	130	93
Ciledug	5 Jam 42 Menit 30 Detik	5 Jam 21 Menit 30 Detik	113	72
Pamulang, Bintaro, Ciputat	5 Jam 15 Menit 30 Detik	5 Jam 01 Menit	87	70
Curug, Cikupa, Balaraja	6 Jam 03 Menit 30 Detik	5 Jam 41 Menit	121	106
Seluruh Rumah Sakit	6 jam 52 Menit	6 jam 50 Menit 30 Detik	150	101

Tabel perbandingan total waktu dan jarak sebelum dan setelah perbaikan diatas, menunjukkan adanya perbedaan total waktu pengiriman dan total jarak pengiriman untuk seluruh rayon pengiriman dalam kota. Pada rayon Tangerang Kota untuk rute baru memiliki waktu 05 menit lebih cepat dibandingkan rute lama dan untuk jarak pengiriman rute baru memiliki jarak 27 kilometer lebih pendek dibandingkan rute lama. Pada rayon Bumi Serpong Damai untuk rute baru memiliki waktu 07 menit 30 detik lebih cepat dibandingkan rute lama dan untuk jarak pengiriman rute baru memiliki jarak 37 kilometer lebih pendek dibandingkan rute lama. Pada rayon Ciledug untuk rute baru memiliki waktu 21 menit lebih cepat dibandingkan rute lama dan untuk jarak pengiriman rute baru memiliki jarak 41 kilometer lebih pendek dibandingkan rute lama. Pada rayon Pamulang, Bintaro, Ciputat untuk rute baru memiliki waktu 14 menit 30 detik lebih cepat dibandingkan rute lama dan untuk jarak pengiriman rute baru memiliki jarak 17 kilometer lebih pendek dibandingkan rute lama. Pada rayon Curug, Cikupa, Balaraja untuk rute baru memiliki waktu 22 menit 30 detik lebih cepat dibandingkan rute lama dan untuk jarak pengiriman rute baru memiliki jarak 15 kilometer lebih pendek dibandingkan rute lama. Pada rayon Seluruh Rumah Sakit untuk rute baru memiliki waktu 01 menit 30 detik lebih cepat dibandingkan rute lama dan untuk jarak pengiriman rute baru memiliki jarak 49 kilometer lebih pendek dibandingkan rute lama.

Perbedaan antara total waktu pengiriman dengan total jarak pengiriman terdapat hal yang perlu diperhatikan yaitu terdapat jarak dimana rute lama dengan rute baru memiliki perbedaan yang tidak terlalu jauh tetapi memiliki perbedaan waktu yang cukup jauh antara rute lama dengan rute baru contohnya pada rayon Curug, Cikupa, Balaraja dan sebaliknya terdapat jarak dimana rute lama dengan rute baru memiliki perbedaan yang cukup jauh tetapi memiliki perbedaan waktu yang sangat tidak jauh beda antara rute lama dengan rute baru contohnya pada rayon Seluruh Rumah Sakit. Hal ini terjadi dikarenakan tingkat kemacetan disuatu rayon atau daerah berbeda-beda sehingga tidak dapat diprediksi mengenai waktu pengiriman, tetapi dengan adanya perbedaan terhadap jarak pengiriman yang mencapai rata-rata 31 kilometer setiap satu kali pengiriman barang untuk seluruh rayon, maka penggunaan bahan bakar minyak untuk satu kali pengiriman barang akan mengalami pengurangan yang cukup signifikan.

Selain adanya perbedaan terhadap total waktu dan jarak tempuh dalam proses distribusi, terdapat juga perbedaan terhadap biaya distribusi pengiriman barang untuk seluruh *outlet* PT. Z. Total biaya yang terdapat pada tabel dibawah merupakan penjumlahan dari bahan bakar minyak tol, dan parkir. Berikut adalah perbandingan biaya distribusi barang pada PT. Z untuk seluruh rayon:

IMPLEMENTASI ALGORITMA *GREEDY* (Muhammad Z. U., dkk)

Tabel 11. Perbandingan Biaya Distribusi Sebelum dan Setelah Pembuatan Rute Baru

Nama Supir	Rayon	Total Biaya Sebelum	Total Biaya Setelah
Ajat	Tangerang Kota	Rp 773.650	Rp 780.500
Deby	Bumi Serpong Damai	Rp 799.400	Rp 798.400
H. Fatullah	Ciledug	Rp 683.954	Rp 694.500
Supriyono	Pamulang, Bintaro, Ciputat	Rp 670.475	Rp 699.100
Sofiandi	Curug, Cikupa, Balaraja	Rp 720.550	Rp 723.300
Andi	Seluruh Rumah Sakit	Rp 799.600	Rp 800.100

Tabel 12. Perbandingan Jumlah Hari Sebelum dan Setelah Pembuatan Rute Baru

Nama Supir	Rayon	Jumlah Hari Sebelum/Isi	Jumlah Hari Setelah/Isi
Ajat	Tangerang Kota	3	4
Deby	Bumi Serpong Damai	3	4
H. Fatullah	Ciledug	3	4
Supriyono	Pamulang, Bintaro, Ciputat	4	4
Sofiandi	Curug, Cikupa, Balaraja	3	3
Andi	Seluruh Rumah Sakit	3	3

Berdasarkan tabel diatas, terlihat tidak adanya perbandingan terhadap biaya distribusi pengiriman barang pada PT. Z untuk seluruh rayon. Hal ini disebabkan oleh pengisian bahan bakar minyak dilakukan pada saat penelitian. Tetapi terdapat perbedaan waktu pengisian bahan bakar minyak pada pengisian selanjutnya. Dimana pada rayon Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, dan Ciledug yang memiliki sisa bahan bakar minyak yang dapat digunakan untuk 2 hari kedepan sedangkan untuk rayon Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja dan Seluruh Rumah Sakit hanya memiliki perbedaan waktu yang sedikit lebih lama. Perbedaan waktu dan jarak tempuh tersebut menyebabkan pengisian untuk rayon-rayon diatas menjadi lebih lama sehingga dapat mengurangi biaya pendistribusian barang.

Penelitian yang telah dilakukan memperlihatkan bahwa adanya penyebab terjadinya perbedaan total waktu dan jarak tempuh dalam proses distribusi barang pada PT. Z untuk seluruh rayon. Berikut adalah penyebab terjadinya perbedaan total waktu dan jarak tempuh dalam proses distribusi barang pada PT. Z untuk seluruh rayon:

1. Dalam pemilihan *outlet* yang akan dikunjungi pada rute lama, pemilihan *outlet* dilakukan oleh supir sendiri. Hal ini menyebabkan waktu pengiriman akan lebih lama dikarenakan supir tidak mengetahui pasti jarak antar *outlet*.
2. Pada saat pengiriman barang, supir telah mengurutkan *outlet* mana yang terlebih dahulu didatangi. Tetapi pada saat perjalanan, supir terkadang lupa bahwa *outlet* tersebut telah terlewati sehingga *outlet* tersebut menjadi tujuan *outlet* yang akan datang sehingga jaraknya menjadi lebih jauh.
3. Dalam pemilihan *outlet* yang akan dikunjungi, supir mempertimbangkan kemacetan pada jam-jam tertentu. Sehingga menyebabkan *outlet* yang seharusnya terdekat dari *outlet* sebelumnya, tidak didatangi terlebih dahulu.

Selain mengetahui penyebab terjadinya perbedaan total waktu tempuh dan jarak tempuh proses distribusi barang, terdapat kelebihan dan kelemahan dari rute baru. Berikut adalah kelebihan dan kelemahan rute baru pada PT. Z:

Tabel 13. Kelebihan dan Kelemahan Rute Baru

No.	Kelebihan Rute Baru	Kelemahan Rute Baru
1	Total waktu dan jarak tempuh menjadi lebih pendek atau lebih singkat	Waktu tempuh tidak dapat diprediksi pada saat penerapan
2	Biaya distribusi barang menjadi lebih efisien	-

5. Kesimpulan

Perancangan rute distribusi baru menggunakan algoritma *Greedy*. Dari hasil rancangan rute distribusi baru dengan algoritma *Greedy* bahwa hasil yang didapatkan dari algoritma *Greedy* dengan hasil yang diterapkan langsung memiliki waktu yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh faktor kemacetan. Berikut adalah perbandingan waktu tempuh dengan algoritma *Greedy* dan penerapan langsung.

Tabel 14. Perbandingan Waktu Tempuh Algoritma *Greedy* dengan Penerapan Langsung

Rayon	Waktu Tempuh (menit)	
	Algoritma <i>Greedy</i>	Penerapan Langsung
Tangerang Kota	139	154
Bumi Serpong Damai	139,5	158,5
Ciledug	108	127,5
Pamulang, Bintaro, Ciputat	105	117
Curug, Cikupa, Balaraja	159	170
Seluruh Rumah Sakit	151,5	189,5

Waktu tempuh antara perhitungan algoritma *Greedy* dengan penerapan langsung memiliki waktu yang berbeda, namun terdapat peningkatan atau efisiensi waktu dan jarak sebelum dan setelah adanya perbaikan rute. Rata-rata perbedaan rute baru dengan rute lama dengan total waktu pengiriman untuk seluruh rayon adalah 12 menit sedangkan rata-rata perbedaan total jarak pengiriman untuk seluruh rayon adalah 31 Kilometer.

Selain adanya perbedaan waktu dan jarak pada sebelum dan setelah adanya perbaikan rute, perbedaan lainnya terdapat pada biaya distribusi. Terdapat perbedaan biaya dimana setelah adanya perbaikan rute menjadi lebih besar dibandingkan sebelum adanya perbaikan rute, hal itu disebabkan oleh banyaknya bahan bakar minyak pada saat mengisi. Sehingga perbedaan biaya dapat disambungkan dengan pengisian bahan bakar minyak. Dimana pada rayon Tangerang Kota, Bumi Serpong Damai, dan Ciledug yang memiliki sisa bahan bakar minyak yang dapat digunakan untuk 2 hari kedepan sedangkan untuk rayon Pamulang, Bintaro, Ciputat, Curug, Cikupa, Balaraja dan Seluruh Rumah Sakit hanya terdapat perbedaan waktu pengisian bahan bakar bensin yang menjadi lebih lama. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembuatan rute baru dengan menggunakan algoritma *Greedy* dalam menyelesaikan permasalahan distribusi dapat mempersingkat atau dapat membuat lebih optimal, hal ini terlihat dari perbedaan waktu dan jarak pengiriman sebelum dan setelah adanya pembuatan rute baru serta terdapatnya perbedaan jumlah hari yang dalam penggunaan bahan bakar minyak.

6. Saran

Saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian berikutnya adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan rute baru dengan menggunakan *Travelling Salesman Problem* algoritma *Greedy* memiliki kekurangan pada saat memasukkan *database* jarak yang perhitungan jaraknya mengalami pembulatan. Sehingga hasil yang didapatkan kurang *valid*.
2. Perancangan rute dengan menggunakan TSP akan lebih baik apabila mempertimbangkan variabel lain agar yang diterapkan dengan yang diperhitungkan dapat lebih *valid* dan dapat diterapkan di kenyataan.

7. Daftar Pustaka

- Andri, Suyandi, Win, W. (2013), *Aplikasi Travelling Salesman Problem Dengan Metode Artificial Bee Colony*, JSM STMIK Mikroskil, Nomor 1, Volume 14.
- Applegate, D. L., Bixby, R. E., Chvatal, V dan Cook, W. J. (2006), *The Travelling Salesman Problem: A Computational Study*, Princeton University Press, New Jersey.
- Budiarto, T. (1993). *Dasar Pemasaran*. Universitas Gunadarma, Yogyakarta.
- Kusrini, Istiyanto, J. E. (2007), *Penyelesaian Travelling Salesman Problem Dengan Algoritma Cheapest Insertion Heuristics dan Basis Data*, Jurnal Informatika, Nomor 2, Volume 8.
- Mindaputra, E. (2009), *Penggunaan Algoritma Ant Colony System dalam Travelling Salesman Problem (TSP) pada PT. Eka Jaya Motor*, Tugas Sarjana Fakultas Sains dan Matematika. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Nasution, A. H. (2006), *Manajemen Industri*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Taha, H. A. (2007), *Operations Research An Introduction Edisi 8*, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Wijayanti, D. T. (2013), *Algoritma Optimasi Untuk Penyelesaian Travelling Salesman Problem*, Jurnal Transformatika, Nomor 1, Volume 11, halaman: 1-6.
- Zarlis, M. dan Handrizal. (2008), *Algoritma dan Pemrograman: Teori dan Praktik Dalam Pascal Edisi Kedua*, USU Press, Medan.