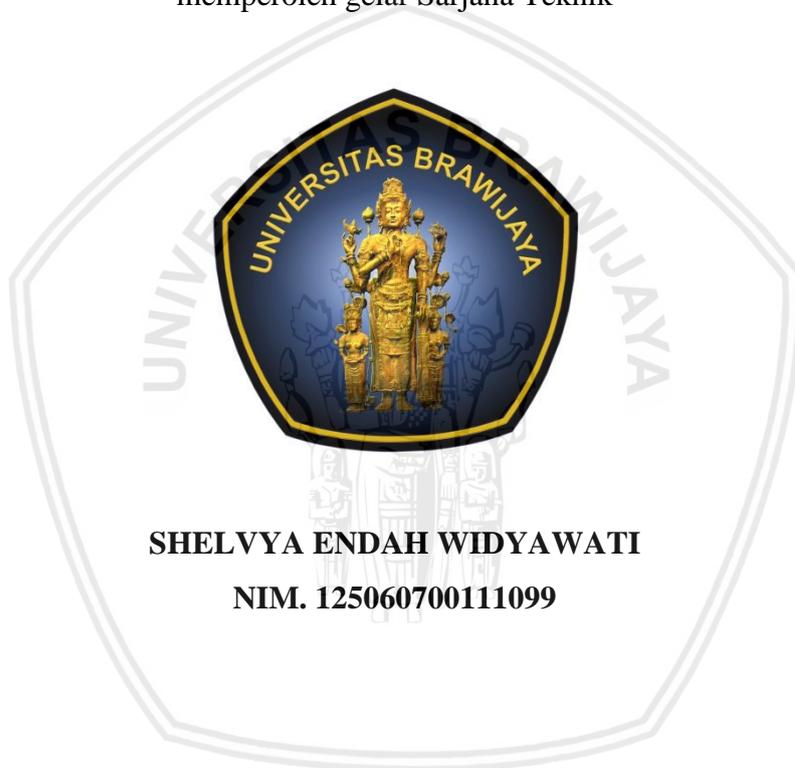


**PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI EKSPEDISI UNTUK
MEMINIMASI TOTAL JARAK TEMPUH PADA PT WAHANA
PRESTASI LOGISTIK**

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**SHELVYA ENDAH WIDYAWATI
NIM. 125060700111099**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2019**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 21 Mei 2019

Mahasiswa



Shelvy Endah Widyawati

NIM. 125060700111099

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



repository.ub.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN

PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI EKSPEDISI UNTUK
MEMINIMASI TOTAL JARAK TEMPUH PADA PT WAHANA
PRESTASI LOGISTIK

SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



SHELVYA ENDAH WIDYAWATI
NIM. 125060700111099

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada
tanggal 21 Mei 2019

Dosen Pembimbing I



Rahmi Yuniarti, ST., MT.
NIP. 198406242008122004

Dosen Pembimbing II



Wifqi Azlia, ST., MT.
NIP. 2011028512252001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri



Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D.
NIP. 197411152006041002

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Penentuan Rute Distribusi Ekspedisi untuk Meminimasi Total Jarak Tempuh pada PT Wahana Prestasi Logistik”** dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai bagian dari proses memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Setelah melewati berbagai tahapan, skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, semangat, motivasi, dan dorongan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

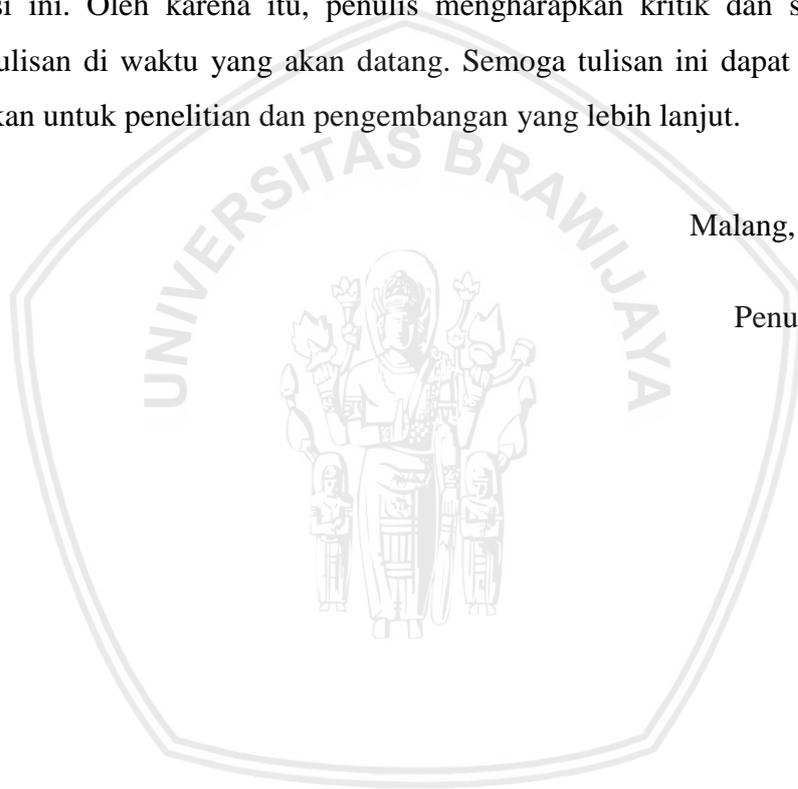
1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat kekuatan dan kesabaran tanpa henti dari awal penulis memasuki dunia perkuliahan sampai dengan penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya sekaligus Dosen Pembimbing Akademik atas kesabaran dalam memberikan arahan, masukan, motivasi bagi penulis hingga terselesaikannya perkuliahan dan skripsi di Universitas Brawijaya.
3. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya sekaligus Dosen Pembimbing I atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan arahan, masukan, motivasi, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis hingga terselesaikannya skripsi di Universitas Brawijaya.
4. Ibu Wifqi Azlia, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan arahan, masukan, motivasi, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis hingga terselesaikannya skripsi di Universitas Brawijaya.
5. Bapak Arif Rahman, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas pendampingan, dukungan, motivasi, arahan dan masukan, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis hingga terselesaikannya skripsi di Universitas Brawijaya.
6. Bapak dan Ibu Dosen beserta karyawan Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya yang telah membagi ilmu akademik maupun non-akademik dan berbagai pengalaman hidup selama dalam dunia perkuliahan.
7. Bapak Dhesta Bayu Mujiono dan Ibu Darmini selaku orang tua dari penulis yang telah memberikan motivasi terbaik berupa doa yang tidak pernah putus, kesabaran, serta kasih sayang, sehingga penulis dapat terus termotivasi untuk menyelesaikan perkuliahan dan skripsi.

8. Seluruh pihak jajaran PT Wahana Prestasi Logistik yang sangat baik dan sabar selama penulis melakukan observasi langsung serta bantuan informasi yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat memahami, mengumpulkan data, dan dapat menyelesaikan penelitian ini.
9. Saudara - saudara STEEL 2012 yang telah memberikan dukungan dan motivasi agar penulis segera menyelesaikan tugas akhir serta pengalaman selama penulis menyelesaikan perkuliahan di Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini mungkin belum sempurna karena keterbatasan ilmu dari penulis dan kendala-kendala yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di waktu yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk penelitian dan pengembangan yang lebih lanjut.

Malang, Mei 2019

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	viI
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	xi
SUMMARY	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Batasan Masalah	5
1.7 Asumsi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Logistik	9
2.2.1 Manajemen Logistik	9
2.3 Transportasi	10
2.3.1 Manajemen Trasnportasi	11
2.3.2 Moda Transportasi	11
2.4 Manajemen Distribusi	12
2.5 <i>Traveling Salesman Problem</i> (TSP)	12
2.6 Penentuan Rute Pengiriman	13
2.6.1 Algoritma <i>Sweep</i>	13
2.6.2 <i>Nearest Neighbour</i>	14
2.6.3 <i>Nearest Insert</i>	14
2.6.4 <i>Farthest Insert</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Metode Penelitian	17
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	17



3.3 Langkah Penelitian	18
3.4 Diagram Alir Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	23
4.1.1 Visi dan Misi PT Wahana Prestasi Logistik	23
4.1.2 Struktur Organisasi PT Wahana Prestasi Logistik Malang	24
4.1.3 Sistem Pendistribusian.....	25
4.2 Pengumpulan Data.....	26
4.2.1 Lokasi Agen.....	26
4.2.2 Pengelompokkan Agen.....	27
4.2.3 Persebaran Agen	28
4.2.4 Rute <i>Existing</i>	31
4.3 Pengolahan Data	33
4.3.1 Matriks Jarak	33
4.3.2 Perhitungan Rute Terpendek	35
4.3.2.1 Algoritma <i>Sweep</i>	35
4.3.2.2 <i>Nearest Neighbour</i>	40
4.3.2.3 <i>Nearest Insert</i>	43
4.3.2.4 <i>Farthest Insert</i>	50
4.3.3 Perbandingan Hasil Perhitungan Rute	57
4.3.4 Perbandingan Rute <i>Existing</i> dengan Hasil Perhitungan	58
4.4 Analisis Hasil dan Pembahasan	59
BAB V PENUTUP	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jarak <i>Existing</i> Pengambilan Barang PT Wahana Prestasi Logistik.....	3
Tabel 1.2	Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini.....	8
Tabel 4.1	Daftar Agen PT Wahana Prestasi Logistik.....	26
Tabel 4.2	Algoritma <i>Sweep Area</i> Distribusi 2.....	38
Tabel 4.3	Algoritma <i>Sweep Area</i> Distribusi 3.....	39
Tabel 4.4	Matriks Jarak Area Distribusi 1.....	41
Tabel 4.5	Langkah 1 <i>Nearest Neighbour</i>	41
Tabel 4.6	Langkah 2 <i>Nearest Neighbour</i>	41
Tabel 4.7	Langkah 3 sampai selesai <i>Nearest Neighbour</i>	42
Tabel 4.8	Rekapitulasi Hasil Perhitungan <i>Nearest Neighbour</i>	43
Tabel 4.9	Langkah 1 <i>Nearest Insert</i>	43
Tabel 4.10	Langkah 2 <i>Nearest Insert</i>	44
Tabel 4.11	Langkah 3 hingga selesai <i>Nearest Insert</i>	45
Tabel 4.12	Rekapitulasi Hasil Perhitungan <i>Nearest Insert</i>	50
Tabel 4.13	Langkah 1 <i>Farthest Insert</i>	50
Tabel 4.14	Langkah 2 <i>Farthest Insert</i>	51
Tabel 4.15	Langkah 3 hingga selesai <i>Farthest Insert</i>	51
Tabel 4.16	Rekapitulasi Hasil Perhitungan <i>Farthest Insert</i>	56
Tabel 4.17	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Area Distribusi 1.....	57
Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Area Distribusi 2.....	57
Tabel 4.19	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Area Distribusi 3.....	58
Tabel 4.20	Perbandingan Rute <i>Existing</i> dengan Rute Optimal Hasil Perhitungan.....	59
Tabel 4.21	Analisis Perbandingan Rute <i>Existing</i> dengan Rute Optimal.....	61





Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	21
Gambar 4.1	Struktur organisasi perusahaan	24
Gambar 4.2	Proses sortir barang.....	25
Gambar 4.3	Kendaraan pengambilan barang.....	26
Gambar 4.4	Pembagian area distribusi agen PT Wahana Prestasi Logistik	28
Gambar 4.5	Persebaran titik agen dalam peta.....	29
Gambar 4.6	Persebaran titik agen diluar peta	30
Gambar 4.7	Persebaran titik agen	31
Gambar 4.8	Rute <i>existing</i> PT Wahana Prestasi Logistik	32
Gambar 4.9	Pengukuran jarak menggunakan <i>google map</i>	34
Gambar 4.10	Perhitungan algoritma <i>sweep</i> area distribusi 1 (searah jarum jam)	35
Gambar 4.11	Perhitungan algoritma <i>sweep</i> area distribusi 1 (berlawanan jarum jam)	36
Gambar 4.12	Perhitungan algoritma <i>sweep</i> area distribusi 2 (searah jarum jam)	37
Gambar 4.13	Perhitungan algoritma <i>sweep</i> area distribusi 2 (berlawanan jarum jam)	38
Gambar 4.14	Perhitungan algoritma <i>sweep</i> area distribusi 3 (searah jarum jam)	39
Gambar 4.15	Perhitungan algoritma <i>sweep</i> area distribusi 3 (berlawanan jarum jam)	40
Gambar 4.16	Perbandingan rute <i>existing</i> dengan rute optimal	60
Gambar 4.17	Rute rekomendasi perbaikan.....	64



Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Matriks Jarak.....	71
Lampiran 2	Perhitungan Metode <i>Nearest Neighbour</i> Area Distribusi 2	72
Lampiran 3	Perhitungan Metode <i>Nearest Neighbour</i> Area Distribusi 3	74
Lampiran 4	Perhitungan Metode <i>Nearest Insert</i> Area Distribusi 2	76
Lampiran 5	Perhitungan Metode <i>Nearest Insert</i> Area Distribusi 3	86
Lampiran 6	Perhitungan Metode <i>Farthest Insert</i> Area Distribusi 2.....	93
Lampiran 7	Perhitungan Metode <i>Farthest Insert</i> Area Distribusi 3.....	103





Halaman ini sengaja dikosongkan

RINGKASAN

Shelvy Endah Widyawati, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, April 2019, Penentuan Rute Distribusi Ekspedisi Untuk Meminimasi Total Jarak Tempuh Pada PT Wahana Prestasi Logistik, Dosen pembimbing: Rahmi Yuniarti, ST., MT. dan Wifqi Azlia, ST., MT.

Ekspedisi merupakan jasa pengiriman barang pihak ketiga yang memindahkan barang dari satu titik ke titik lain tanpa adanya interaksi langsung oleh kedua pihak. Kendala yang dihadapi oleh ekspedisi adalah jumlah pengiriman barang yang berbeda tiap waktunya (kuantitas barang yang tidak bisa diprediksi), tersebarnya titik lokasi awal dengan tujuan, waktu yang terbatas, kondisi kendaraan serta kondisi alam yang sulit dikendalikan. Keputusan penentuan rute pengiriman menjadi sesuatu yang penting dalam rangka meminimumkan biaya pengiriman, meminimumkan waktu atau jarak tempuh. Pendistribusian merupakan salah satu pertimbangan penting dalam penentuan transportasi yang efisien. PT Wahana Prestasi Logistik merupakan ekspedisi logistik yang mendistribusikan barang dari konsumen asal ke konsumen tujuan. Perusahaan melakukan pengambilan barang setiap hari mulai Senin hingga Sabtu dari titik depot ke seluruh agen dan kembali ke depot. Penelitian ini memfokuskan agen yang berada di Malang Raya. Penentuan rute pada PT Wahana Prestasi Logistik masih berdasarkan pengalaman kurir karena belum ada pedoman dalam menentukan rute distribusi yang mengakibatkan terjadinya perbedaan total jarak tempuh setiap kali melakukan pengambilan barang dimana jumlah agen yang dilalui sama sehingga waktu pendistribusian yang semakin lama dan biaya bahan bakar yang meningkat karena jarak tempuh yang semakin tinggi.

Penelitian ini memberikan usulan perbaikan rute distribusi menggunakan metode algoritma *sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*. Data yang digunakan merupakan data total jarak tempuh dan jumlah agen pada bulan Juli 2018. Penyusunan matriks jarak berdasarkan data jarak terpendek dari beberapa jalan yang *available* antar lokasi dan bersifat asimetris yaitu jarak berangkat tidak sama dengan jarak pulang. Pengolahan data dilakukan dengan memperhitungkan urutan rute jarak tempuh terpendek menggunakan keempat metode tersebut kemudian dilakukan perbandingan untuk mendapatkan jarak tempuh yang optimal. Persentase penghematan dievaluasi berdasarkan perbandingan rata-rata jarak tempuh *existing* dengan hasil yang optimal.

Penelitian ini menunjukkan hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan kondisi *existing*. Metode yang sesuai dengan kondisi perusahaan dan menghasilkan rute optimal adalah metode *nearest insert* dan *farthest insert* dimana metode tersebut menghasilkan jarak tempuh terpendek. Pada area distribusi 1 metode yang optimal menggunakan metode *farthest insert* sebesar 37,9 km dengan penghematan sebesar 7,94%, area distribusi 2 metode yang optimal menggunakan metode *farthest insert* sebesar 77,1 km dengan penghematan sebesar 12,55%, dan area distribusi 3 metode yang optimal menggunakan metode *nearest insert* sebesar 72,8 km dengan penghematan sebesar 8,04%. Area distribusi 1 dan 2 optimal menggunakan metode *farthest insert* karena persebaran agen yang cukup signifikan sedangkan pada area distribusi 3 menggunakan metode *nearest insert* karena persebaran agen yang tidak terlalu signifikan.

Kata Kunci: Algoritma *sweep*, distribusi ekspedisi, *farthest insert*, *nearest insert*, *nearest neighbour*.



Halaman ini sengaja dikosongkan

SUMMARY

Shelvy Endah Widyawati, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, April 2019, *Determination of Expedition Distribution Routes to Minimize Total Mileage at PT Wahana Prestasi Logistik*, Supervisor: Rahmi Yuniarti, ST., MT. and Wifqi Azlia, ST., MT.

The expedition is a third party freight forwarding service that moves goods from one point to another without direct interaction by both parties. The obstacle faced by the expedition is the amount shipping of goods that is different each time (the quantity of goods is cannot be predicted), spread of the initial location point to destination, limited time, condition of the vehicle and the uncontrolable natural conditions. The decision to determine the shipping route is important in order to minimize shipping costs, minimize time or mileage. Distribution is an important consideration in determining efficient transportation. PT Wahana Prestasi Logistik is a logistics expedition that distributes goods among consumers to customer's determination. The company takes goods every day except Sunday from the depot point to all agents and returns to depot. This research focuses on its agents in Malang. The determination of route at PT Wahana Prestasi Logistik is based on courier experience because there is no guideline in determining the distribution route which results difference in the total of mileage every time, whereas the number of agents is same, thus is takes more time of the distribution and increases the fuel costs due ti its long mileage.

This research proposed improvements distribution routes using the sweep algorithm method, nearest neighbour, nearest insert, and farthest insert. The data used is data on total distance and number of agents in July 2018. The preparation of a distance matrix based on the shortest distance data from several roads is available between locations and is asymmetrical, is the distance to depart is different from the distance of return. Data processing is carried out by taking into account the shortest route mileage using the four methods then a comparison is made to get the optimal mileage. The percentage of savings is evaluated based on the average distance traveling with optimal results.

Research shows more optimal results compared to existing conditions. The method that is in accordance with the condition of the company and produces the optimal route is the nearest insert method and farthest insert where the method produces the shortest mileage because the calculation is more detailed than the other methods. In the distribution area of 1 optimal method using the farthest insert method of 37.9 km with a savings of 7.94%, the distribution area of 2 optimal methods using the farthest insert method was 77.1 km with savings of 12.55%, and distribution area 3 optimal methods using the nearest insert method are 72.8 km with savings of 8.04%. The optimal distribution area 1 and 2 use the farthest insert method because the agent distribution is more significant while the distribution area 3 uses the nearest insert because the agent distribution is not too significant.

Keywords: Sweep algorithm, expedition distribution, farthest insert, nearest insert, nearest neighbour.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang mengapa permasalahan ini perlu dilakukan penelitian, identifikasi masalah yang terjadi, rumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai, batasan dan asumsi dalam melakukan penelitian, serta manfaat yang dapat diberikan dari penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi yang semakin pesat, mobilisasi manusia, barang, jasa, dan informasi semakin cepat. Kesibukan masyarakat yang meningkat juga membuat waktu mereka semakin berarti. Kecepatan dan keakuratan diperlukan untuk menunjang setiap kebutuhan. Jarak dan waktu tidak menjadi batas untuk menghalangi mobilisasi tersebut. Bahkan kesepakatan maupun transaksi bisa dibuat tanpa memungkinkan seseorang untuk bertemu. Hal ini juga yang mendorong munculnya jasa pengiriman barang untuk membantu masyarakat agar bisa bertransaksi tanpa harus bertemu.

Jasa pengiriman atau ekspedisi merupakan pihak ketiga yang digunakan untuk memindahkan barang dari satu titik ke titik lainnya tanpa adanya interaksi langsung antar kedua pihak tersebut. Jalur yang digunakan oleh ekspedisi dalam mengantarkan barang beragam, mulai jalur darat, air, maupun udara. Ekspedisi dituntut agar dapat mengirimkan barangnya secara efektif dan efisien dimana barang yang dipindahkan masih dalam kondisi baik (tidak pecah, retak, dsb) serta dalam kurun waktu sesuai dengan estimasi yang telah ditetapkan oleh pihak ekspedisi. Kendala yang dihadapi oleh ekspedisi adalah jumlah pengiriman barang yang berbeda tiap waktunya (kuantitas barang yang tidak bisa diprediksi), tersebarnya titik lokasi awal dengan tujuan, waktu yang terbatas, kondisi kendaraan serta kondisi alam yang sulit dikendalikan. Keputusan penentuan jadwal serta rute pengiriman menjadi sesuatu yang penting dalam rangka meminimumkan biaya pengiriman, meminimumkan waktu atau jarak tempuh (Pujawan & Mahendrawathi, 2010).

Di Indonesia, telah banyak bermunculan jasa pengiriman barang domestik maupun internasional yang melayani secara personal maupun muatan dalam jumlah banyak seperti PT. Pos Indonesia, JNE, TIKI, RPX Holding, Samudera *logistic*, Wahana Prestasi Logistik, dan lain sebagainya. Salah satu jasa pengiriman logistik yang diminati yaitu PT Wahana

Prestasi Logistik. Wahana Prestasi Logistik dikenal sebagai jasa pengiriman yang murah, cepat, dan fleksibel karena agen yang tersebar hampir di seluruh daerah di Indonesia.

PT Wahana Prestasi Logistik memiliki dua jenis kantor, yaitu kantor pusat dan agen. Kantor pusat sebagai kontrol dan pusat logistik dimana barang dikumpulkan dari seluruh agen dan dipilah berdasarkan alamat tujuan, jenis layanan, dan *packaging* paket, kemudian dikirimkan ke tempat tujuan. Agen merupakan tempat menampung barang pada area tertentu untuk dikumpulkan untuk menunggu proses pengambilan barang dari petugas kantor pusat dan sebagai tempat distribusi tujuan barang kepada pelanggan.

Kantor pusat berada di Jl. Raya Bunut Wetan No. 749, Bunut Wetan, Pakis, Malang sebagai titik asal dan titik tujuan tiap melakukan pendistribusian pengambilan barang. PT Wahana Prestasi Logistik memiliki 38 kantor agen yang tersebar di seluruh Kota Malang dan beberapa daerah di Kabupaten Malang dan Batu. Agen-agen tersebut dibagi menjadi 3 daerah distribusi pengambilan barang dan disediakan 3 mobil untuk masing-masing daerah distribusi. PT Wahana Prestasi Logistik membagi pengelompokan agen berdasarkan pengalaman perusahaan, kesamaan regional, dan jarak. Proses pengambilan barang dari petugas kantor pusat ke agen di Malang Raya dilakukan menggunakan 1 mobil *box* dan 2 buah mobil bertipe *Multi-Purpose Vehicle* (MPV). Mobil *box* yang digunakan untuk pengambilan barang logistik dari kantor pusat ke seluruh agen pada daerah distribusi 1 yang terdiri dari 10 agen. Mobil GrandMax digunakan untuk pengambilan barang logistik dari seluruh agen pada daerah distribusi 2 yang terdiri dari 15 agen dan daerah distribusi 3 terdiri dari 13 agen. Pengambilan barang dari agen ke kantor pusat dilakukan sekali dalam sehari yaitu antara pukul 13.00 WIB hingga pukul 20.00 WIB mulai hari senin hingga sabtu, dan hari minggu tutup.

PT Wahana Prestasi Logistik melakukan distribusi barang dari depot kantor pusat keseluruhan agen pada masing-masing area distribusi dan kembali lagi ke depot. Pada saat memulai perjalanan dari depot, kondisi kendaraan kosong tanpa muatan, kemudian mengunjungi setiap agen pada area distribusi untuk mengambil barang dan kembali ke depot dengan keadaan kendaraan berisi muatan barang untuk kemudian disortir sesuai alamat tujuan. Dalam penelitian ini kapasitas mobil pengambilan barang tidak menjadi hambatan karena selama ini barang yang diterima berukuran umum (dalam *pack* tas atau kardus dan tidak ada barang berukuran besar seperti meja, kaca, dll) dan kendaraan yang tersedia selama ini mampu menangani barang pada keseluruhan agen tiap daerah distribusi. Tidak ada barang yang menumpuk dan tidak bisa terangkut oleh mobil di masing-masing

agen dalam daerah distribusi karena PT Wahana Prestasi Logistik melakukan pengambilan barang setiap hari.

Pendistribusian transportasi erat kaitannya dengan jarak. Jarak pengambilan barang PT Wahana Prestasi Logistik dalam 6 hari kerja pada periode 9 Juli 2018 – 14 Juli 2018 disajikan dalam Tabel 1.1.

Tabel 1.1

Jarak *Existing* Pengambilan Barang PT Wahana Prestasi Logistik

Hari	Tanggal	Area Distribusi	Area Distribusi	Area Distribusi
		1 (km)	2 (km)	3 (km)
Senin	9 Juli 2018	40	85	80
Selasa	10 Juli 2018	42	88	77
Rabu	11 Juli 2018	39	92	76
Kamis	12 Juli 2018	43	91	82
Jumat	13 Juli 2018	42	83	79
Sabtu	14 Juli 2018	41	90	81

Sumber: PT Wahana Prestasi Logistik

Dari Tabel 1.1 dapat dilihat jarak tempuh pengambilan barang setiap hari di masing-masing daerah distribusi berbeda sedangkan jumlah agen yang dilewati adalah sama. Pada area distribusi 1 yang terdiri dari 10 agen menggunakan mobil *box* pada Hari Senin menempuh jarak 40 km, Selasa 42 km, Rabu 39 km, Kamis 43 km, Jumat 42 km, dan Sabtu 41 km yang menunjukkan perbedaan jarak tempuh yang dilewati setiap harinya. Hal yang sama terjadi pada area distribusi 2 dan area distribusi 3 yang dapat dilihat pada Tabel 1.1. Hal ini disebabkan karena tidak adanya pedoman khusus sistem pendistribusian yang dilewati serta sopir yang berganti membuat selisih jarak tempuh yang dilewati setiap harinya berbeda walaupun jumlah dan agen yang dilewati sama. Perbedaan jarak tempuh setiap harinya mengakibatkan pendistribusian barang ekspedisi yang kurang optimal, yaitu pada waktu pendistribusian yang semakin lama sedangkan pendistribusian barang berakhir pada pukul 20.00 WIB dan biaya bahan bakar yang meningkat karena jarak tempuh yang semakin tinggi. Dari hasil pengamatan di lapangan, selama ini tidak ada penentuan pendistribusian secara ilmiah dan tidak ada acuan pasti dalam menentukan pendistribusian pengambilan barang. Penentuan hanya berdasarkan pengalaman kurir dan tidak mempertimbangkan jarak antar titik, kurir hanya memperkirakan bagaimana semua agen dapat terlewati dalam satu daerah distribusi. Hal tersebut mengakibatkan jarak yang ditempuh setiap hari berbeda.

Pendistribusian merupakan salah satu pertimbangan penting dalam penentuan transportasi yang efisien. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan penentuan pendistribusian transportasi PT Wahana Prestasi Logistik dari kantor pusat ke seluruh agen

dan kembali lagi ke kantor cabang menggunakan metode *Travelling Sales Problem* (TSP) dimana dalam metode ini pendistribusian terpendek ditentukan dari titik asal ke titik tujuan kemudian kembali ke titik asal dengan melalui setiap titik yang kapasitas alat angkut yang dapat diabaikan karena selama ini mampu menampung barang ekspedisi. Permasalahan *travelling salesman problem* adalah model permasalahan yang bertujuan untuk menentukan rute terpendek bagi seorang penjual keliling untuk berkeliling mengunjungi setiap pelanggannya sebanyak satu kali (Taha, 1996). Dalam menyelesaikan permasalahan *Travelling Sales Problem* (TSP) dibutuhkan suatu model pendekatan dalam menentukan solusi optimal. Algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *Travelling Sales Problem* (TSP) yaitu algoritma *sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert* (Taha, 1996). Keempat algoritma tersebut dibandingkan untuk menghasilkan hasil jarak tempuh yang terpendek. Algoritma tersebut sesuai dengan tujuan kurir yaitu mencari jarak terpendek dengan melalui semua titik dalam setiap kelompok. Keempat algoritma tersebut akan dibandingkan dan dipilih hasil yang sesuai dengan kondisi pengiriman yang ada. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi optimal mengenai pendistribusian pengambilan barang PT Wahana Prestasi Logistik.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan diatas, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi adalah adanya perbedaan total jarak tempuh tiap kali melakukan pengambilan barang dari seluruh agen ke kantor pusat walaupun jumlah dan agen yang dilewati sama karena tidak adanya pedoman khusus sistem pendistribusian yang dilewati serta sopir yang berganti membuat selisih jarak tempuh yang dilewati setiap harinya berbeda.

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang ada pada PT Wahana Prestasi Logistik, maka rumusan masalah pada penelitian ini, sebagai berikut.

1. Bagaimana pendistribusian pengambilan barang yang optimal pada masing-masing daerah distribusi di PT Wahana Prestasi Logistik menggunakan algoritma *sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*?

2. Bagaimana perbandingan antara jarak tempuh yang dilewati saat ini pada PT Wahana Prestasi Logistik dengan penentuan urutan rute pendistribusian pengambilan barang yang optimal?

1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang ada pada PT Wahana Prestasi Logistik, maka tujuan penelitian ini, sebagai berikut.

1. Untuk merancang pendistribusian pengambilan barang yang optimal pada masing-masing daerah distribusi di PT Wahana Prestasi Logistik menggunakan algoritma *sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*.
2. Untuk mengetahui perbandingan antara jarak tempuh yang dilewati saat ini pada PT Wahana Prestasi Logistik dengan penentuan urutan rute pendistribusian pengambilan barang yang optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini, sebagai berikut.

1. Memberikan gambaran urutan rute pendistribusian pengambilan barang yang optimal dari agen ke depot dan analisis pendekatan yang sesuai pada PT Wahana Prestasi Logistik.
2. Meminimasi rute total jarak tempuh yang dilewati pada PT Wahana Prestasi Logistik sehingga proses distribusi pengambilan barang lebih efisien.

1.6 Batasan Masalah

Batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan pada Juli 2018, sehingga jika ada agen baru setelah bulan tersebut tidak dipertimbangkan.
2. Tidak ada perhitungan kapasitas moda transportasi karena dimensi dan berat barang yang random setiap harinya dan kendaraan dianggap cukup untuk menampung semua barang distribusi.

1.7 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. Tidak dilakukan perubahan pengklasifikasian atau pengelompokkan agen.

2. Moda transportasi yang digunakan mampu menampung semua paket dari seluruh agen pada masing-masing area distribusi, dan tidak terjadi *overload*.
3. Tidak ada perubahan kebijakan perusahaan seperti penambahan mobil, jumlah agen, maupun *resource* selama penelitian berlangsung.
4. Kendaraan dan kondisi jalan diasumsikan dalam kondisi normal sehingga tidak mengganggu proses transportasi.
5. Tidak ada hal yang yang tidak diinginkan terjadi seperti bencana alam, kerusuhan, dan sebagainya yang mempengaruhi kegiatan transportasi.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai landasan teori dan acuan yang mendukung penelitian ini. Tinjauan pustaka dapat bersumber dari buku, jurnal, karya ilmiah, dan literature lainnya. Pada penelitian ini, tinjauan pustaka berisi tentang logistik, transportasi, serta metode penentuan rute.

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan digunakan sebagai referensi dalam melakukan penelitian ini. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Putri, dkk (2012) melakukan penelitian di PT Dinamika Karya Persada Surabaya dalam mendistribusikan hasil pertanian ke beberapa konsumen yang tersebar di Kota Surabaya. Permasalahan yang terjadi di perusahaan ini adalah penentuan rute yang masih manual sehingga menyebabkan terjadinya pembebanan terhadap salah satu kendaraan dan terjadinya keterlambatan barang yang cukup tinggi. Oleh karena itu dilakukan perbaikan rute menggunakan *saving matrix* untuk mengoptimalkan biaya transportasi. Dalam penelitian ini juga dilakukan pengelompokan konsumen dan pengurutan rute menggunakan *algoritma sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insertion*, dan *farthest insertion*. Efisiensi pendistribusian dievaluasi berdasarkan jarak tempuh dan biaya transportasi. Penggunaan *saving matrix* menghasilkan jarak tempuh sebesar 1.304,3 km dan biaya transportasi sebesar Rp. 640.700,00. Berdasarkan hasil tersebut, *saving matrix* dapat memperpendek jarak tempuh sebesar 18,93% dan menurunkan biaya transportasi sebesar 18,10%.
2. Supriyadi, dkk (2017) melakukan penelitian pada sebuah perusahaan distribusi minuman di Kota Serang. Permasalahan terjadi pada pendistribusian yang belum efektif dan acak serta tidak memperhatikan lokasi dan jarak retail yang dituju mengakibatkan biaya yang dikeluarkan perusahaan menjadi besar. Oleh karena itu dilakukan perbaikan untuk menentukan rute terpendek dalam mengirimkan produk dan meminimalkan jarak tempuh. Dalam penelitian ini digunakan metode *saving matrix* untuk penjadwalan kendaraan dan metode *sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insertion*, *farthest insertion*,

dan *greedy* untuk menentukan rute yang optimal. Hasil perhitungan *saving matrix* pada minimasi jarak dan biaya diperoleh penghematan jarak menjadi 41,37 km dan minimasi biaya dalam melakukan distribusi sebesar Rp. 93.312/hari atau Rp. 2.799.360/bulan.

3. Saraswati (2017) melakukan penelitian pada PT Aksara Solopos dalam pendistribusian koran harian Solopos ke beberapa agen yang tersebar di wilayah Kartasura-Klaten. Permasalahan yang dihadapi yaitu adanya batas waktu (*time windows*) dalam penyebarannya sehingga diperlukan rute yang optimal agar barang sampai sebelum batas waktu yang telah ditentukan. Sehingga dalam penelitian ini, dilakukan pengelompokan agen menggunakan algoritma *sweep* dan penentuan rute pada setiap *cluster* nya menggunakan metode *nearest neighbour*. Hasil perhitungan yang diperoleh adalah agen-agen yang tersebar dikelompokkan menjadi dua *cluster* yang menempuh waktu total 5 jam 55 menit sesuai dengan kebijakan *time windows* yang diterapkan harian Solopos.

Pada Tabel 2.1 dijelaskan perbedaan dan persamaan penelitian yang dilakukan dengan dua penelitian sebelumnya.

Tabel 2.1

Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat ini

No.	Penulis	Objek	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Putri, Yuniarti, & Fanani (2018)	PT Dinamika Karya Persada	Perbaikan rute untuk meminimum jumlah keterlambatan	<i>Saving matrix</i> , Algoritma <i>Sweep</i> , <i>Nearest Neighbour</i> , <i>Nearest Insert</i> , dan <i>Farthest Insert</i>	Perhitungan <i>saving matrix</i> memperpendek jarak tempuh sebesar 304,6 km atau menurun 18,93% dan menurunkan biaya transportasi sebesar Rp. 141.600 atau 18,10%
2.	Supriyadi, dkk (2017)	Perusahaan Distribusi Minuman Kota Serang	Penentuan rute terpendek, meminimalkan total jarak tempuh dan biaya	<i>Saving matrix</i> , <i>sweep</i> , <i>nearest neighbour</i> , <i>nearest insertion</i> , dan <i>greedy</i>	Hasil perhitungan <i>saving matrix</i> untuk meminimasi jarak dengan penghematan jarak menjadi 41,37 km dan minimasi biaya untuk distribusi sebesar Rp. 93.312/ hari atau 2.799.360/ bulan.
3.	Saraswati (2017)	PT Aksara Solopos	Penentuan rute distribusi dengan <i>time windows</i>	Algoritma <i>Sweep</i> dan <i>Nearest Neighbour</i>	Hasil perhitungan diperoleh dua kelompok agen dengan menempuh waktu total sebesar 5 jam 55 menit sesuai dengan kebijakan <i>time windows</i> yang ada pada Harian Solopos.

No.	Penulis	Objek	Tujuan	Metode	Hasil
4.	Penelitian ini (2019)	PT Wahana Prestasi Logistik	Penentuan rute distribusi untuk meminimumkan total jarak tempuh	Algoritma <i>Sweep</i> , <i>Nearest Neighbour</i> , <i>Nearest Insert</i> , dan <i>Farthest Insert</i>	Penghematan total jarak tempuh yang dialami pada area distribusi 1 sebesar 7,94%, area distribusi 2 sebesar 12,55%, dan area distribusi 3 sebesar 8,04%.

2.2 Logistik

Menurut *Council of Logistic management* (Ballou, 1992) logistik didefinisikan sebagai proses perencanaan, implementasi, dan pengendalian efisiensi, aliran biaya yang efektif dan penyimpanan bahan mentah, bahan setengah jadi, barang jadi dan informasi-informasi yang berhubungan dari asal ke titik konsumsi dengan tujuan memenuhi kebutuhan konsumen. Menurut Bowersox (1995:13), tujuan logistik adalah menyampaikan barang jadi dan bermacam-macam material dalam jumlah yang tepat pada waktu dibutuhkan, dalam keadaan yang dapat dipakai, ke lokasi dimana dibutuhkan, dan dengan biaya yang terendah. Melalui proses logistiklah material mengalir ke kompleks manufakturing yang sangat luas dari industri dan produk-produk didistribusikan melalui saluran-saluran distribusi untuk di konsumsi. Logistik merupakan sebuah proses perencanaan, implementasi, dan pengendalian secara efisien, aliran biaya yang efektif dan penyimpanan barang mentah, inventori barang dalam proses, barang jadi dan informasi terkait dari titik asal ke titik konsumsi untuk tujuan memenuhi kebutuhan konsumen.

Ada 6 komponen yang bergabung untuk membentuk sistem logistik, yaitu struktur lokasi fasilitas, transportasi, persediaan (*inventor*), komunikasi, dan penanganan (*handling*) dan penyimpanan (*storage*). Sehingga kegiatan logistik berjalan secara efektif dan efisien apabila memenuhi syarat 4 tepat, yaitu tepat jumlah, tepat mutu, tepat ongkos, dan tepat waktu (Gitosudarmo, 1998). Tujuan logistik adalah menyediakan produk dalam jumlah yang tepat, kualitas yang tepat, pada waktu yang tepat dengan biaya yang rendah. Kegiatan logistik mempunyai ciri-ciri utama yaitu tercapainya sistem yang integral dari berbagai dimensi dan tujuan kegiatan terhadap pemindahan (*movement*) serta penyimpanan (*storage*) secara strategis di dalam pengelolaan perusahaan.

2.2.1 Manajemen Logistik

Manajemen logistik adalah suatu ilmu pengetahuan dan atau seni serta proses mengenai perencanaan dan penentuan kebutuhan pengadaan, penyimpanan, penyaluran dan

pemeliharaan serta penghapusan material atau alat-alat. Logistik mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap biaya dan keputusan suatu perusahaan, logistik juga berpengaruh untuk menghasilkan level pelayanan kepada konsumen yang berbeda-beda. Tujuan akhir manajemen logistik adalah mendapatkan sejumlah barang atau jasa yang tepat pada tempat dan waktu yang tepat, serta kondisi yang diinginkan dengan memberikan kontribusi terbesar bagi perusahaan (Toth and Virgo, 2002). Untuk mencapai tujuan akhir manajemen logistik, diperlukanlah suatu sistem distribusi produk yang:

1. Memastikan bahwa produk yang tersedia pada waktu dan jumlah yang tepat sesuai permintaan konsumen
2. Memiliki kualitas yang terjamin
3. Memperhatikan tingkat keselamatan dalam pendistribusiannya

Sedangkan misi dari logistik adalah untuk mendistribusikan barang atau jasa yang bagus ke tempat yang tepat, waktu yang tepat, dan pada kondisi yang diinginkan, serta memberikan kontribusi yang terbesar pada perusahaan. Konsep logistik terpadu terdiri dari dua usaha yang berkaitan yaitu: operasi logistik dan koordinasi logistik. Aspek operasional logistik adalah mengenai manajemen pemindahan (*movement*) dan penyimpanan material dan produk jadi perusahaan. Jadi, operasi logistik dapat dipandang sebagai berawal dari pengangkutan pertama material atau komponen-komponen dari sumber perolehannya dan berakhir pada penyerahan produk yang dibuat atau diolah itu kepada langganan atau konsumen.

2.3 Transportasi

Menurut Bowersox (1995:157), transportasi memberikan manfaat geografis pada sistem logistik dengan menghubungkan fasilitas-fasilitas dengan pasar. Pada banyak perusahaan, pengeluaran untuk transport lebih besar dari pengeluaran untuk unsur lainnya dari operasi logistik. Untuk merancang manajemen logistik yang terpadu, perlu adanya beberapa faktor transportasi yang perlu diperhatikan, yaitu (Gitosudarmo, 1998):

1. Biaya
Biaya transportasi merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk mengganti jasa pengangkutan barang yang telah dikeluarkan
2. Kecepatan
Kecepatan merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu tugas pengangkutan dari tempat asal barang ke tempat tujuan. Faktor kecepatan dikaitkan dengan kondisi barang yang dipindahkan agar tidak terjadi keterlambatan. Waktu yang

paling cepat dalam kegiatan transportasi suatu barang belum menjamin tercapainya kegiatan logistik yang baik.

3. Pelayanan

Faktor pelayanan merupakan suatu kegiatan servis yang diberikan terhadap barang perusahaan selama kegiatan pemindahan barang. Pelayanan barang berasal dari pegawai yang membawa, mengendalikan alat transportasi, dan orang yang berkaitan dengan alat transportasi. Pelayanan yang terbaik tidak menambah biaya transportasi dari biaya normal.

4. Konsistensi

Konsistensi pelayanan merupakan hal yang cukup penting dibidang transportasi dengan menunjukkan presentasi waktu yang teratur. Konsistensi transportasi mempengaruhi keterkaitan antara persediaan bahan baku, persediaan suku cadang, persediaan barang jadi, persediaan penjualan serta risiko-risiko yang harus dipertimbangkan.

2.3.1 Manajemen Transportasi

Manajemen transportasi adalah rangkaian pengelolaan terkait pemindahan barang dari suatu tempat asal ke tempat tujuan yang terkoordinasi. Proses transportasi merupakan suatu pergerakan atau pemindahan barang dari tempat asal sebagai tanda proses mulai kegiatan ke tempat tujuan sebagai tanda proses berakhir. Menurut Sukarto (2006:93) ada beberapa unsur transportasi, yaitu:

1. Adanya muatan yang diangkut
2. Adanya moda transportasi sebagai alat angkut
3. Adanya sarana atau jalan yang dilalui
4. Adanya SDM dan organisasi yang menggerakkan kegiatan
5. Adanya proses pemindahan barang

2.3.2 Moda Transportasi

Moda transportasi merupakan alat yang digunakan untuk melakukan kegiatan transportasi dimana alat tersebut mampu memindahkan barang dari suatu tempat asal ke tempat tujuan. Secara umum moda transportasi terdiri dari 3 jenis, yaitu moda darat, laut, dan udara. Moda transportasi utama yang dapat digunakan untuk melakukan transportasi barang logistik antara lain pesawat udara, truk, kereta api, kapal, dan pipa yang masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda-beda yang mempengaruhi performansi transportasi. Pada dasarnya proses logistik diarahkan untuk mengoptimalkan proses

produksi, yaitu untuk melakukan optimasi terhadap biaya, waktu, dan kualitas. Sehingga moda transportasi mempengaruhi kualitas suatu proses logistik.

Masing-masing moda transportasi memiliki karakteristik yang berbeda, yaitu (Setijowarno dan Frazila, 2001):

1. Kecepatan adalah berapa lama waktu yang diperlukan untuk bergerak dari satu lokasi ke lokasi lain.
2. Tersedianya pelayanan (*availability of services*) adalah kemampuan untuk menghubungkan satu titik ke titik lain.
3. Pengoperasian yang diandalkan (*dependability of operations*), menunjukkan perbedaan yang terjadi antara kenyataan yang terjadi dengan jadwal yang telah ditentukan.
4. Kemampuan (*capability*) adalah kemampuan untuk menangani segala bentuk dan keperluan yang diangkut.
5. Frekuensi adalah banyaknya gerakan atau hubungan yang dapat dijadwalkan.

2.4 Manajemen Distribusi

Distribusi adalah suatu kunci keuntungan yang diperoleh perusahaan sebab distribusi secara langsung mempengaruhi biaya dari *supply chain* dan kebutuhan agen. Jaringan distribusi yang tepat digunakan untuk mencapai berbagai macam tujuan *supply chain*, antara lain biaya yang rendah hingga respon yang tinggi terhadap permintaan agen (Chopra & Meindl, 2010:86). Ada beberapa permasalahan yang dihadapi dalam proses distribusi berkaitan dengan optimasi jaringan distribusi adalah (Harry dan Syamsudin, 2011):

1. Titik Depot

Keberadaan dan persebaran titik depot sangat menentukan kelancaran proses distribusi barang hingga barang sampai pada agen pada waktunya.

2. Penentuan Rute dan Jadwal Pengiriman

Salah satu keputusan terpenting dalam manajemen distribusi adalah penentuan jadwal dan rute pengiriman dari titik asal ke titik tujuan yang tersebar dalam suatu area. Keputusan penjadwalan dan penentuan rute yang ditepuh oleh setiap kendaraan sangat mempengaruhi biaya pengiriman.

2.5 *Traveling Salesman Problem* (TSP)

Traveling Salesman Problem (TSP) merupakan permasalahan optimasi mengenai bagaimana *salesman* mengunjungi seluruh kota di suatu daerah dan kembali ke kota asal keberangkatan dengan aturan tidak ada kota yang dikunjungi lebih dari satu kali. Sehingga

dapat disimpulkan bahwa *traveling salesman problem* merupakan konsep dimana *salesman* atau pelaku transportasi harus melalui semua titik tujuan tanpa melalui titik tujuan yang sama dengan melalui rute yang terpendek (Taha, 1996). *Traveling salesman problem* memiliki beberapa unsur dalam mendalami sebuah permasalahan. Berikut ini merupakan beberapa unsur dimana suatu permasalahan dapat dilasifikasikan sebagai *traveling salesman problem*:

1. Perjalanan dimulai dan diakhiri di titik yang sama sebagai titik asal dan titik tujuan suatu proses.
2. Seluruh titik harus dikunjungi tanpa satupun titik yang terlewat.
3. Satu titik tidak boleh dilalui lebih dari satu kali.
4. *Salesman* tidak boleh kembali sebelum semua titik dikunjungi.
5. Tujuan dari permasalahan adalah untuk mencari nilai optimasi dengan meminimumkan total jarak rute tempuh yang dikunjungi dengan mengatur urutan rute titik yang ditempuh.

Rute adalah urutan pemberhentian-pemberhentian dimana sebuah kendaraan mengunjungi antara dua kedatangan berturut-turut terhadap depot. Solusi Optimal adalah pencarian atau penyelesaian masalah yang baik dalam penentuan rute dan penjadwalan kendaraan yang paling efisien/tepat.

2.6 Penentuan Rute Pengiriman

Penentuan rute pengiriman dari suatu titik asal ke titik tujuan dalam manajemen distribusi merupakan keputusan operasional yang sangat penting. Penentuan rute pengiriman yang ditempuh oleh setiap moda transportasi mempengaruhi biaya pengiriman (Pujawan, 2010). Pada dasarnya tujuan penentuan rute dan jadwal pengiriman adalah untuk mengoptimalkan biaya, waktu, dan jarak tempuh suatu pengiriman barang. Penentuan rute pengiriman difokuskan pada urutan titik yang dikunjungi sehingga semua titik dalam suatu *cluster* dapat dilewati dengan total jarak tempuh yang minimum. Beberapa algoritma yang dapat diterapkan untuk menentukan urutan rute yang ditempuh antara lain algoritma *sweep*, *nearest neighbor*, *nearest insert*, dan *farthest insert*.

2.6.1 Algoritma Sweep

Algoritma *sweep* merupakan algoritma dimana menempatkan pusat distribusi sebagai pusat koordinat dan dikelilingi oleh titik yang tersebar secara acak. Langkah selanjutnya yaitu menyapu dari pusat distribusi kearah titik terdekat atau yang memiliki sudut polar terkecil secara terus-menerus hingga semua titik dapat tersapu membentuk urutan rute.

Algoritma *sweep* diterapkan dengan dua metode berbeda yaitu forward sweep dengan menyapu searah jarum jam dan backward sweep dengan melakukan sapuan berlawanan arah dengan jarum jam. Keduanya dapat dilakukan secara bersamaan dan dipilih rute dengan jarak tempuh terpendek.

2.6.2 Nearest Neighbour

Nearest neighbour merupakan metode penentuan urutan rute dimana titik yang dipilih adalah titik yang memiliki jarak terdekat. Rute dirancang dengan memasukkan titik agen dengan jarak terdekat dengan titik agen yang terakhir dimasukkan hingga semua titik telah masuk dalam satu rute. Pada perhitungan metode ini, hanya mempertimbangkan jarak terdekat dari titik terakhir yang dipilih tanpa mempertimbangkan titik akhir tujuan dalam setiap periode perhitungannya. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam menentukan rute menggunakan metode *nearest neighbour* (Madonna, 2013):

1. Langkah 0: Inisialisasi
 - a. Menentukan satu titik sebagai titik awal (depot) perjalanan.
 - b. Menentukan $C = \{1, 2, 3, 4, \dots, n\}$ sebagai himpunan titik yang akan dikunjungi.
 - c. Menentukan urutan rute perjalanan sementara saat ini (R).
2. Langkah 1: memilih titik yang selanjutnya akan dikunjungi
 Jika n_1 merupakan titik yang berada di urutan terakhir dalam rute R , maka ditemukan titik berikutnya n_2 yang memiliki jarak paling minimum dengan n_1 , dimana n_2 merupakan anggota dari C .
3. Langkah 2: menambahkan titik yang terpilih pada langkah 1 untuk urutan rute berikutnya.
 Menambahkan n_2 sebagai titik akhir dan mengeluarkan dari anggota titik yang belum dikunjungi. Selanjutnya memilih titik berikutnya yang paling dekat dengan titik n_2 .
4. Langkah 3: jika semua titik yang harus dikunjungi telah dimasukkan ke dalam rute, maka tidak ada titik dalam anggota C . Selanjutnya menutup rute dengan menambahkan titik awal perjalanan sebagai titik akhir perjalanan dimana rute perjalanan kembali ke titik asal.

2.6.3 Nearest Insert

Nearest insert merupakan metode penyisipan titik dimana titik yang disisipkan merupakan titik yang paling dekat. Pada metode ini penjumlahan total jarak diperhitungkan, yaitu tiap melakukan perhitungan penyisipan titik baru, titik keberangkatan merupakan titik

asal dan titik tujuan ikut dalam perhitungan hingga semua titik agen masuk dalam rute.

Rumus 2-1 merupakan rumus untuk menghitung kenaikan jarak tempuh diantara dua titik.

$$\Delta f = c(i,k) + c(k,j) - c(i,j) \quad (2-1)$$

Sumber: Ikfan & Masudin (2013)

Dimana:

Δf = kenaikan jarak tempuh

$c(i,k)$ = jarak tempuh antara konsumen "i" dan konsumen "k"

$c(k,j)$ = jarak tempuh antara konsumen "k" dan konsumen "j"

$c(i,j)$ = jarak tempuh antara konsumen "i" dan konsumen "j"

2.6.4 *Farthest Insert*

Metode *farthest insert* dilakukan dengan memasukkan konsumen yang memberikan perjalanan paling jauh terlebih dahulu (Chopra dan Meindl, 2010). Metode ini mirip dengan metode *nearest insert*, perbedaan terletak pada pemilihan titik yang disisipkan dalam setiap perhitungan. Rumus untuk menghitung kenaikan jarak tempuh sama seperti Rumus 2-1. Langkah penyelesaian penentuan rute menggunakan metode *farthest insert* adalah:

1. Untuk setiap konsumen yang belum termasuk dalam satu trip, temukan kenaikan jarak tempuh paling besar untuk membuat trip selanjutnya.
2. Proses pada langkah 1 berlangsung hingga semua konsumen yang akan dikunjungi sudah masuk di dalam trip.
3. Menentukan jalur transportasi terpendek berdasarkan konsumen yang memiliki jarak terjauh.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai jenis dan tempat penelitian, serta tahap dalam melakukan penelitian agar penelitian dapat terarah sesuai dengan tujuan penelitian dalam memecahkan masalah yang terjadi.

3.1 Jenis Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan penelitian deskriptif, yaitu penelitian yang menggambarkan sejumlah data yang kemudian dianalisis dengan menggunakan metode tertentu lalu diinterpretasikan berdasarkan kenyataan yang sedang berlangsung (Mardalis, 1995). Penelitian ini dilakukan untuk mencari dan mengumpulkan data untuk memperoleh fakta-fakta yang jelas terkait dengan berbagai keadaan dan situasi yang ada dalam perusahaan. Pada penelitian deskriptif ini, pengumpulan data didapatkan dari penelitian kepustakaan dan penelitian lapangan untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya dalam perusahaan.

Penelitian diskriptif menganalisis dan menyajikan data secara sistematis sehingga mudah untuk dipahami, permasalahan ditampilkan sesuai dengan permasalahan yang ada pada kondisi lapangan, dianalisis menggunakan metode tertentu, kemudian disimpulkan sesuai dengan tujuan yang ada.

Pada PT Wahana Prestasi Logistik, penelitian berfokus pada permasalahan distribusi pengambilan barang dari agen ke kantor pusat dengan membandingkan total jarak tempuh pengiriman pada masing-masing daerah distribusi menggunakan algoritma *sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*. Keempat metode tersebut akan ditentukan metode yang dominan dalam menghasilkan total jarak tempuh minimum.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di jasa pengiriman logistik atau ekspedisi PT Wahana Prestasi Logistik yang berkantor pusat di Jalan Raya bunut Wetan No. 749, Bunut Wetan, Pakis, Malang, Jawa Timur dimulai pada bulan Juli 2018 hingga April 2019. Objek penelitian ini adalah proses distribusi pengambilan barang logistik dari kantor pusat ke agen Malang Raya kemudian kembali ke kantor pusat.

3.3 Langkah Penelitian

Langkah penelitian digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam melakukan penelitian ini:

1. Studi Lapangan

Langkah pertama yang dilakukan dalam melakukan sebuah penelitian adalah studi lapangan. Studi lapangan dilakukan untuk melakukan pengamatan kondisi yang terjadi di objek penelitian, yaitu PT Wahana Prestasi Logistik sehingga dapat diketahui permasalahan yang ada di lapangan. Studi lapangan digunakan untuk mengumpulkan data secara langsung di lapangan. Dalam penelitian ini studi lapangan difokuskan pada penentuan rute distribusi dari agen ke depot di area Malang Raya.

2. Studi Pustaka

Melakukan studi literatur untuk mempelajari teori dan pengetahuan yang berhubungan dengan masalah yang diteliti yaitu manajemen logistik, distribusi, transportasi, dan *Travelling Salesman Problem*. Tahap ini digunakan untuk mencari informasi yang membantu terkait pemecahan masalah yang terjadi. Studi pustaka dapat bersumber dari penelitian yang sudah ada, jurnal, buku, internet, dan bahan penunjang teori lainnya. Sehingga dengan studi pustaka ini, diperoleh secara teori untuk menunjang penelitian.

3. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan pengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada objek penelitian. Identifikasi masalah bertujuan agar mengetahui permasalahan yang ada dan penyebabnya. Pada PT Wahana Prestasi Logistik terjadi permasalahan mengenai adanya perbedaan total jarak tempuh tiap kali melakukan pengambilan barang dari seluruh agen ke kantor pusat walaupun jumlah dan agen yang dilewati sama karena tidak adanya pedoman khusus sistem pendistribusian yang dilewati serta sopir yang berganti membuat selisih jarak tempuh yang dilewati setiap harinya berbeda.

4. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan rincian pokok permasalahan yang terjadi pada suatu penelitian. Perumusan masalah berkaitan dengan tujuan penelitian, dimana tujuan penelitian adalah penyelesaian masalah yang terjadi. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah pendistribusian pengambilan barang yang optimal dan perbandingan jarak *existing* dengan jarak optimal.

5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dibuat berdasarkan perumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam tahap ini juga ditentukan batasan pengolahan dan analisis hasil. Penentuan tujuan penelitian akan menentukan arah penelitian agar hasil dari penelitian sesuai dengan tujuan, yaitu dalam penelitian ini adalah rekomendasi pendistribusian pengambilan barang yang optimal bagi PT Wahana Prestasi Logistik yaitu untuk merancang pendistribusian pengambilan barang serta mengetahui perbandingan penghematan yang terjadi.

6. Pengumpulan Data

Dalam tahap ini dilakukan pengumpulan data terkait masalah dan tujuan penelitian. Pengumpulan data merupakan input untuk pengolahan data. Sehingga informasi yang dikumpulkan harus relevan dan menggambarkan kondisi yang sebenarnya di lapangan. Dalam penelitian ini, data yang diambil adalah data histori pada bulan Juli 2018. Data yang dianalisis diperoleh dari bebrbagai sumber adalah:

- a. Data primer adalah data yang diambil secara langsung dari obyek penelitian oleh peneliti yang diperoleh dari hasil observasi, survei, dokumentasi, dan wawancara terhadap pihak-pihak terkait. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:
 - 1) Sistem transportasi dan rute *existing*
 - 2) Lokasi agen yang dipetakan
 - 3) Jarak antara agen dan kantor pusat serta jarak antar agen
 - 4) Kondisi lingkungan pendistribusian (jalan yang dapat dilalui oleh jenis kendaraan pengambilan barang)
- b. Data sekunder adalah data yang didapatkan secara tidak langsung yaitu data yang berasal dari dokumen perusahaan atau pihak yang berkompeten dan berhubungan dengan permasalahan yang ada yang dapat mendukung data primer. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - 1) Profil perusahaan
 - 2) Sistem transportasi dan pendistribusian pengambilan barang saat ini
 - 3) Jumlah dan alamat agen Malang raya
 - 4) Jenis dan jumlah kendaraan
 - 5) Pembagian daerah distribusi agen saat ini
 - 6) Jarak tempuh yang dilalui dalam seminggu (satu periode)
 - 7) Waktu pengambilan barang

8) Jumlah SDM dan struktur organisasi

- c. Studi Literatur adalah metode penunjang penelitian dengan mempelajari literatur atau dasar teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti dengan cara mempelajari melalui buku, jurnal, karya ilmiah, dan referensi ilmiah lainnya. Pokok bahasan yang dipelajari antara lain mengenai manajemen transportasi, *travelling salesman problem*, dan metode penentuan rute menggunakan algoritma *sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*.

7. Pengolahan Data

Dalam tahap ini akan dilakukan pengolahan data yang telah dikumpulkan berkaitan dengan permasalahan rute transportasi dengan berpedoman pada landasan teori yang ada. Langkah-langkah pengolahan data dalam penelitian ini adalah:

- a. Membuat matriks jarak antar agen dengan kantor pusat serta jarak antar agen untuk menunjukkan jarak tempuh yang dapat dilalui oleh jenis kendaraan yang ada tersedia.
- b. Melakukan perhitungan untuk menentukan urutan rute transportasi yang dilalui oleh masing-masing daerah distribusi menggunakan algoritma *sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*.
- c. Membandingkan hasil jarak tempuh total yang terpendek antara metode tersebut sehingga dapat dipilih rute dengan jarak yang optimal.
- d. Membandingkan rute *existing* dengan hasil perhitungan yang optimal.

8. Analisis dan Pembahasan

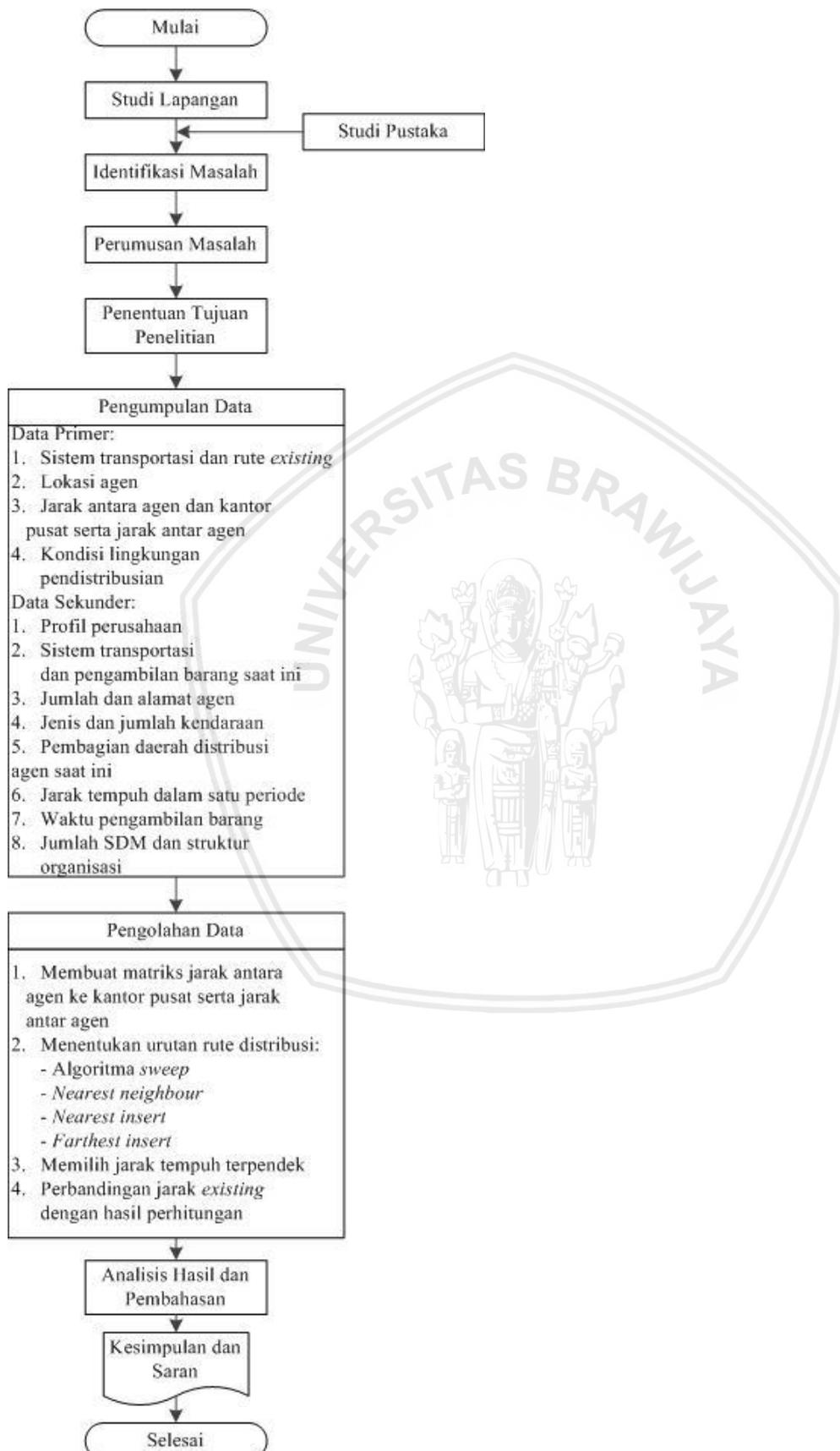
Pada tahap ini dilakukan analisis dan pembahasan hasil pengolahan data. Hasil yang dianalisis merupakan rute pengambilan barang yang optimal yang sesuai untuk PT Wahana Prestasi Logistik.

9. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan adalah hasil atau jawaban yang diperoleh dari suatu penelitian. Penarikan kesimpulan diperoleh dari pengumpulan data yang diolah dan dianalisis sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dirumuskan. Sehingga hasil yang didapat dapat diajukan sebagai usulan perbaikan mengenai rute pengambilan barang pada PT Wahana Prestasi Logistik. Pada tahap ini juga diberikan saran untuk penelitian selanjutnya yang sejenis yang berkaitan dengan rute transportasi yang optimal, khususnya pada PT Wahana Prestasi Logistik.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian pada PT Wahana Prestasi Logistik disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV hasil dan pembahasan menjelaskan mengenai gambaran umum perusahaan PT Wahana Prestasi Logistik, pengumpulan data, pengumpulan data, dan analisis serta pembahasan pada penelitian ini sehingga dapat menyelesaikan masalah yang terjadi pada rute transportasi logistik.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT Wahana Prestasi Logistik merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa pengiriman barang yang terkemuka di Indonesia karena biaya jasa pengirimannya yang relatif lebih murah dibandingkan ekspedisi lain. PT Wahana Prestasi Logistik berkantor pusat di Jalan Rempoa Raya No. 88, Rempoa, Ciputat, Tangerang Selatan, Banten. PT Wahana Prestasi Logistik berdiri sejak Juni 1998 dengan hanya 5 orang pegawai dan melayani jasa pengiriman dokumen dalam Kota Jakarta. Pada tahun 2002, PT Wahana Prestasi Logistik mulai mengembangkan jasa pengirimannya, tidak hanya melayani dokumen, namun juga melayani pengiriman paket berukuran besar maupun kecil dengan tujuan kota-kota besar di seluruh Indonesia. Tahun 2005, PT Wahana Prestasi Logistik meningkatkan pelayanan pengiriman dengan melayani pengiriman ekspor maupun impor melalui laut maupun udara. PT Wahana Prestasi Logistik juga membuka kantor cabang di Singapura sebagai bentuk komitmen perusahaan kepada pelanggan. Pada tahun 2008, perusahaan membuka cabang di Malaysia untuk meningkatkan pelayanan jasa pengirimannya. Kini PT Wahana Prestasi Logistik sudah tersebar luas hampir di seluruh wilayah Indonesia demi meningkatkan pelayanannya kepada konsumen.

4.1.1 Visi dan Misi PT Wahana Prestasi Logistik

Visi PT Wahana Prestasi Logistik adalah menjadi perusahaan terbaik di industri jasa pengiriman Indonesia.

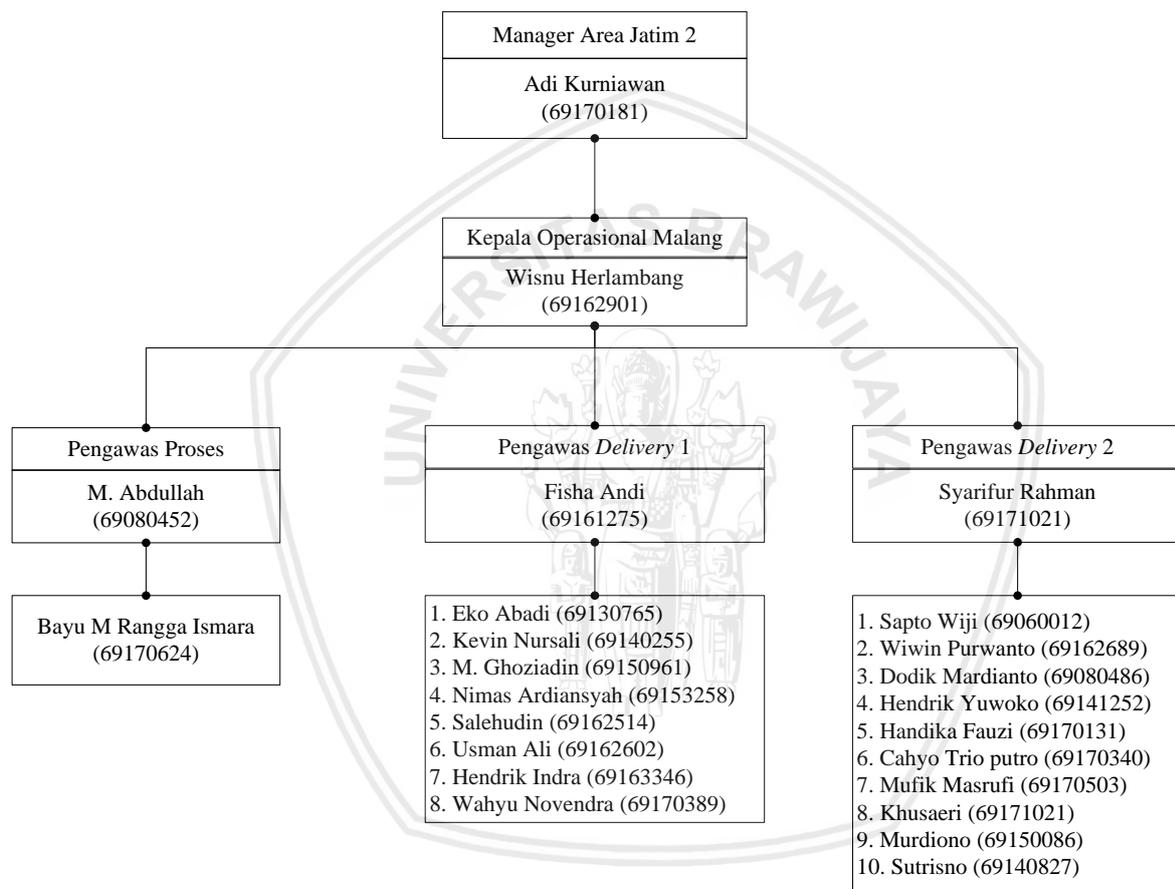
Misi PT Wahana Prestasi Logistik adalah:

1. Meningkatkan kesejahteraan karyawan dan pemegang saham serta pelanggan melalui pemuasan kebutuhan jasa logistik.

2. Meningkatkan produktivitas dan komitmen karyawan terhadap proses perbaikan kualitas yang mengacu kepada efektivitas biaya.
3. Memberikan layanan terbaik kepada pelanggan.

4.1.2 Struktur Organisasi PT Wahana Prestasi Logistik Malang

Struktur organisasi merupakan susunan dan hubungan tiap bagian dan posisi yang ada pada perusahaan dalam melakukan kegiatan operasional. Berikut ini merupakan struktur organisasi PT Wahana Prestasi Logistik Malang:



Gambar 4.1 Struktur organisasi perusahaan
Sumber: Data PT Wahana Prestasi Logistik

Pada Gambar 4.1 menggambarkan struktur organisasi operasional PT Wahana Prestasi Logistik Malang yang menaungi daerah pengiriman Kota dan Kabupaten Malang. Nomor pada setiap nama merupakan nomor induk kepegawaian. Tiap bagian mempunyai tanggung jawab yang berbeda, yaitu yang terdiri dari pengawas proses yaitu bagian yang bertanggung jawab mengawasi proses aliran barang yang dikirim maupun diterima, pengawas *delivery* 1 bertanggung jawab mengawasi barang yang diterima dan pengambilan barang ke agen, dan pengawas *delivery* 2 bertanggungjawab mengantarkan barang paket kepada konsumen.

4.1.3 Sistem Pendistribusian

PT Wahana Prestasi Logistik mempunyai 2 proses utama, yaitu proses penerimaan barang dari konsumen dan atau agen dan proses pengiriman barang kepada konsumen. Proses penerimaan barang dari konsumen dan atau agen adalah proses dimana perusahaan menerima barang dari konsumen area Malang yang dipaketkan kepada konsumen didalam maupun luar daerah Malang. Paket diterima oleh agen maupun diantar langsung ke kantor pusat. Paket yang diterima oleh agen kemudian ditampung dan menunggu proses pengambilan barang dari kantor pusat. Kantor pusat mengambil barang dari beberapa agen sesuai daerah distribusinya kemudian dibawa ke kantor pusat untuk kemudian disortir sesuai daerah tujuannya. Paket dibawa ke kantor pusat utama area Jawa Timur yang berada di Surabaya untuk disortir kembali sesuai kota dan provinsi tujuan. Untuk proses kedua yaitu proses pengiriman barang ke konsumen tujuan, yaitu paket yang diterima dari kantor pusat utama Surabaya kemudian dilakukan sortir sesuai area distribusi dan agen yang terdekat dengan tujuan konsumen (agen area perantara), kemudian dari agen terdekat barang dikirim ke alamat konsumen. Gambar 4.2 merupakan proses sortir barang pada perusahaan.



Gambar 4.2 Proses sortir barang

Proses pengambilan barang dari petugas kantor pusat ke agen di Malang Raya dilakukan menggunakan 1 mobil *box* dan 2 buah mobil bertipe *Multi-Purpose Vehicle* (MPV) yang ditampilkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Kendaraan pengambilan barang

Pengambilan barang dari agen ke kantor pusat dilakukan sekali dalam sehari yaitu antara pukul 13.00 WIB hingga pukul 20.00 WIB mulai hari senin hingga sabtu, dan hari minggu tutup.

4.2 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan merupakan data yang diolah dan didapatkan solusi yang optimal. Data yang dibutuhkan untuk penentuan rute pengambilan barang yang optimal yaitu data alamat agen, pengelompokkan area distribusi, dan persebaran agen.

4.2.1 Lokasi Agen

PT Wahana Prestasi Logistik berkantor pusat berada di Jl. Raya Bunut Wetan No. 749, Bunut Wetan, Pakis, Malang sebagai titik asal dan titik tujuan tiap melakukan pendistribusian pengambilan barang dan memiliki 38 agen yang tersebar di area Kota dan Kabupaten Malang. Tabel 4.1 merupakan daftar alamat agen area Malang.

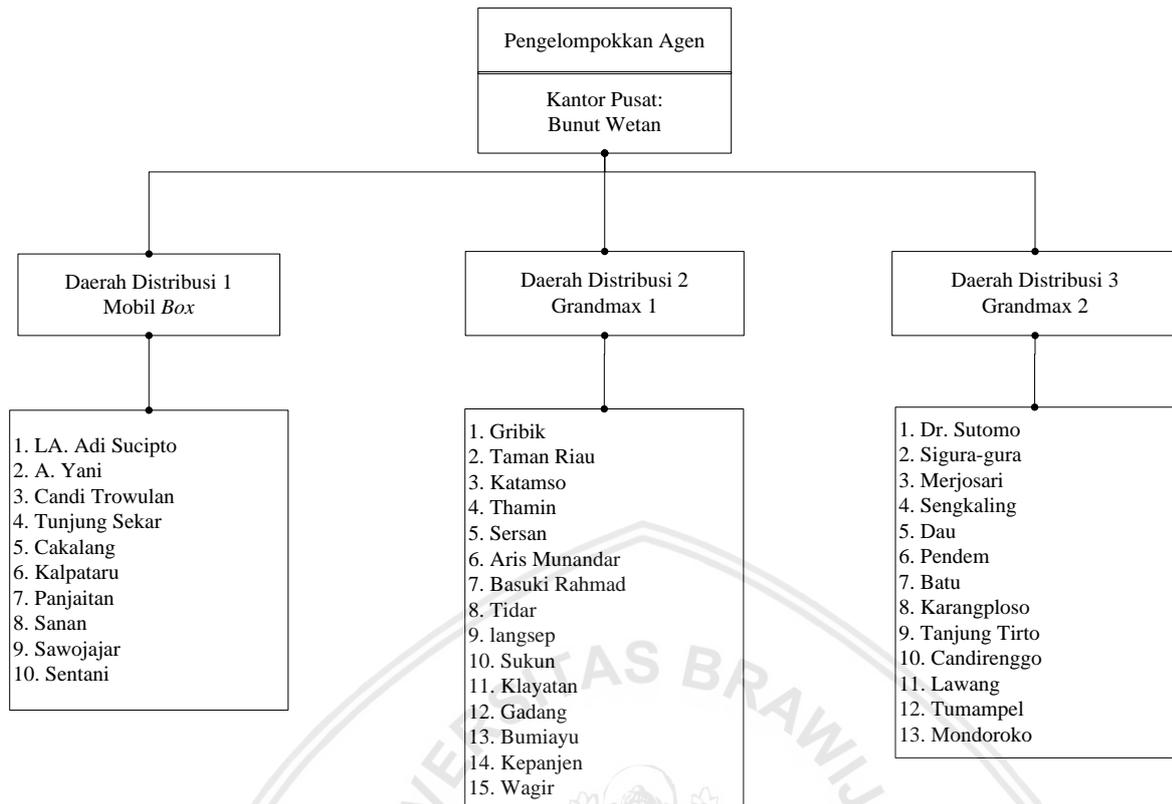
Tabel 4.1
Daftar Agen PT Wahana Prestasi Logistik

No.	Nama Agen	Alamat
1	Agen WPL Malang Tumapel	Jl. Tumapel No. 47, Pagentan , Singosari , Malang
2	Agen WPL Malang Lawang	Jl. HM Thamrin blok BT, Pertokoan Stasiun Lawang, Lawang, Malang
3	Agen WPL Malang Sengkaling	Jl. Margobasuki No 35, Jetis, Dau, Malang
4	Agen WPL Malang Mondoroko	Bumi Mondoroko Raya AC-3, Banjararum , Singosari, Malang
5	Agen WPL Malang Tanjung Tirto	Jl. Raya Perusahaan No.09, Dsn. Gembrung, RT 02, Rw 07 , Tunjungtirto, Singosari, Malang
6	Agen WPL Malang Kepanjen	Jl. Bromo No. 64, RT 11, RW 05, Kepanjen, Malang
7	Agen WPL Malang Wagir	Jl Parangargo No. 29, Wagir, Malang
8	Agen WPL Malang Karangploso	Jl. Pangestu No. 8, Kepuharjo, Karangploso, Malang
9	Agen WPL Malang Candi Trowulan	JL Candi Trowulan No. 70, Lowokwaru, Malang

No.	Nama Agen	Alamat
10	Agen WPL Malang Sawojajar	Kompleks Ruko Wow Sawojajar Blok New York 2, Kavling 18, RT 07, RW 09, Sawojajar, Kedung Kandang, Malang
11	Agen WPL Malang Panjaitan	Jl. Mayjend Panjaitan Kav 1, Penanggungan, Klojen, Malang
12	Agen WPL Malang Kalpataru	Jl. Kalpataru No. 127, RT 03, RW 08, Jatimulyo, Lowokwaru, Malang
13	Agen WPL Malang Sigura –Gura	Jl. Bendungan Kedungombo (belakang ITN), Sumbersari, Lowokwaru, Malang
14	Agen WPL Malang Gadang	Jl. Raya Lowokdoro No. 535 (Komplek Toko Royal), Gadang, Sukun, Malang
15	Agen WPL Malang La Sucipto	Jl. LA Sucipto No. 235AB, Blimbing, Blimbing, Malang
16	Agen WPL Malang Ahmad Yani	Jl. Ahmad Yani No. 56, Blimbing, Blimbing, Malang
17	Agen WPL Malang Taman Riau	Jl. Taman Riau No.18, Kasin, Sukun, Malang
18	Agen WPL Malang Aries munandar	Jl. Aries Munandar No. 19, RT 01, RW 03, Kidul Dalem, Klojen, Malang
19	Agen WPL Malang Klayatan	Jl. Klayatan 3 No. 22, Bandungrejosari, Sukun, Malang
20	Agen WPL Malang Basuki Rahmad	Jl Basuki Rahmad No. 19A, Kauman, Klojen, Malang
21	Agen WPL Malang Sukun	Jl. S. Supriadi No. 34B, Sukun, Malang
22	Agen WPL Malang Dr Sutomo	Jl. Dr. Sutomo No. 26, Kavling A3, Klojen, Malang
23	Agen WPL Malang Tunjungsekar	Jl. Ikan Paus 6 No. 3, Tunjungsekar, Lowokwaru, Malang
24	Agen WPL Malang Merjosari	Jl. Simpang Gajayana, (Ruko Gajayana Square), Blok P, Malang
25	Agen WPL Malang Langsep	Jl. Raya Langsep No. 17, Bareng, Klojen, Malang
26	Agen WPL Malang Sentani	Jl. Danau Sentani Raya H2A No. 44, Madyopuro, Kedungkandang
27	Agen WPL Malang Gribig	Jl. Ki Ageng Gribig Ruko E-8 No. 39, Kelurahan Lesanputo, Kedungkandang
28	Agen WPL Malang Dau	Jl. Raya Jetis No. 77, Sengkaling, Dau
29	Agen WPL Malang Tamin	Jl. Kyai Tamin No. 87, Sukoharjo, Klojen
30	Agen WPL Malang Batu	Jl. Diponegoro No 70, Kelurahan Sisir, Batu
31	Agen WPL Malang Katamso	Jl. Brigjend Katamso, Kauman, Klojen
32	Agen WPL Malang Cakalang	Jl. Cakalang, Blimbing, Kota Malang
33	Agen WPL Malang Sanan	Jl. Sanan, Purwantoro, Blimbing, Malang
34	Agen WPL Malang Sersan	Jl. Sersan Harun, Sukoharjo, Klojen
35	Agen WPL Malang Tidar	Jl. Tidar, Malang
36	Agen WPL Malang Bumiayu	Jl. Gadang Bumiayu, Malang
37	Agen WPL Malang Pendem	Jalan Raya Pendem, Junrejo, Batu
38	Agen WPL Malang Candirenggo	Jl. Kertarejasa No. 84, RT 03, RW 03, Candirenggo, Singosari, Malang

4.2.2 Pengelompokkan Agen

Berdasarkan Tabel 4.1, PT Wahana Prestasi Logistik Malang membagi daerah distribusi menjadi 3 daerah dan kendaraan yang mengangkut yang ditampilkan pada Gambar 4.4.



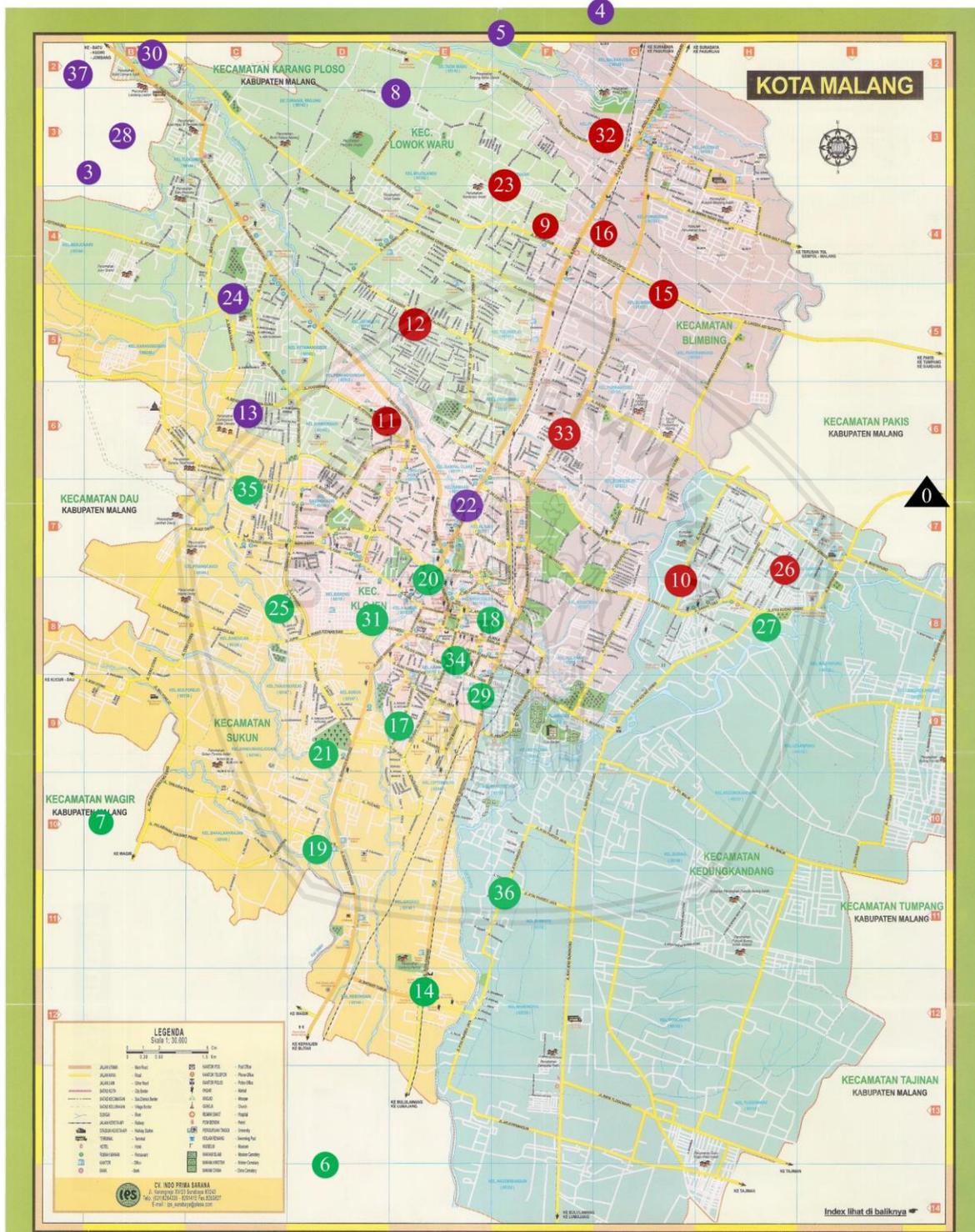
Gambar 4.4 Pembagian area distribusi agen PT Wahana Prestasi Logistik

Pada Gambar 4.4 diketahui bahwa mobil *box* yang digunakan untuk pengambilan barang logistik dari kantor pusat ke seluruh agen pada daerah distribusi 1 yang terdiri dari 10 agen. Mobil Grandmax digunakan untuk pengambilan barang logistik dari seluruh agen pada daerah distribusi 2 yang terdiri dari 15 agen dan daerah distribusi 3 terdiri dari 13 agen.

4.2.3 Persebaran Agen

Persebaran agen menampilkan visual persebaran titik-titik agen pada PT Wahana Prestasi Logistik Malang. Langkah menentukan persebaran agen:

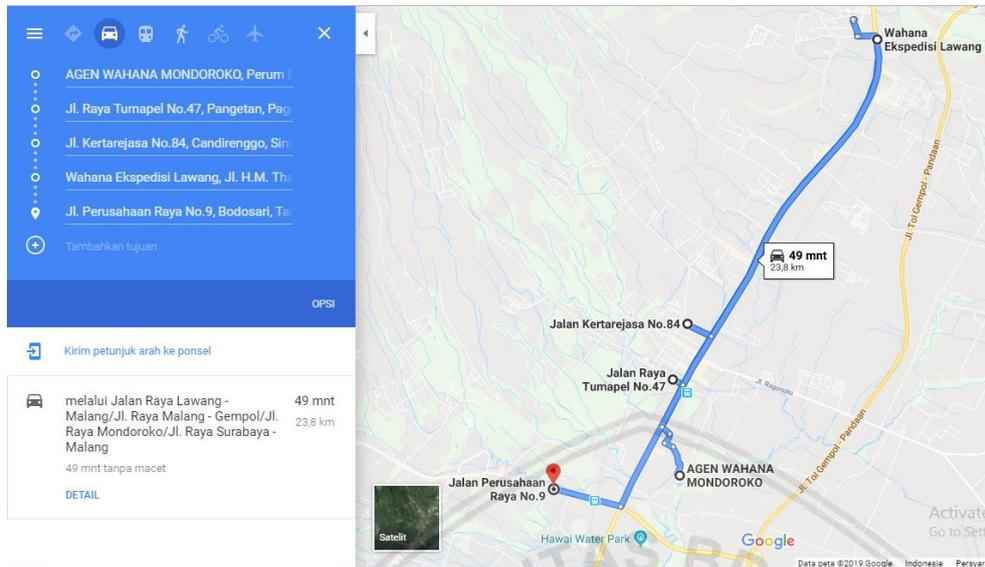
1. *Scan* peta Kota Malang.
2. Memberikan titik pada alamat agen.
3. Memberikan warna titik yang sama untuk agen dalam satu kelompok dan memberikan warna titik berbeda untuk kelompok lain yang ditampilkan pada Gambar 4.5.
4. Menghapus *background* peta.
5. Didapatkan persebaran titik agen yang ditampilkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Persebaran titik agen dalam peta

Pada Gambar 4.5 perbandingan skala peta jarak di lapang adalah 1:120.000 dimana 1 cm di peta mewakili 120.000 cm atau 1,2 km pada kondisi sebenarnya. Agen 1, 2, 4, 5, dan

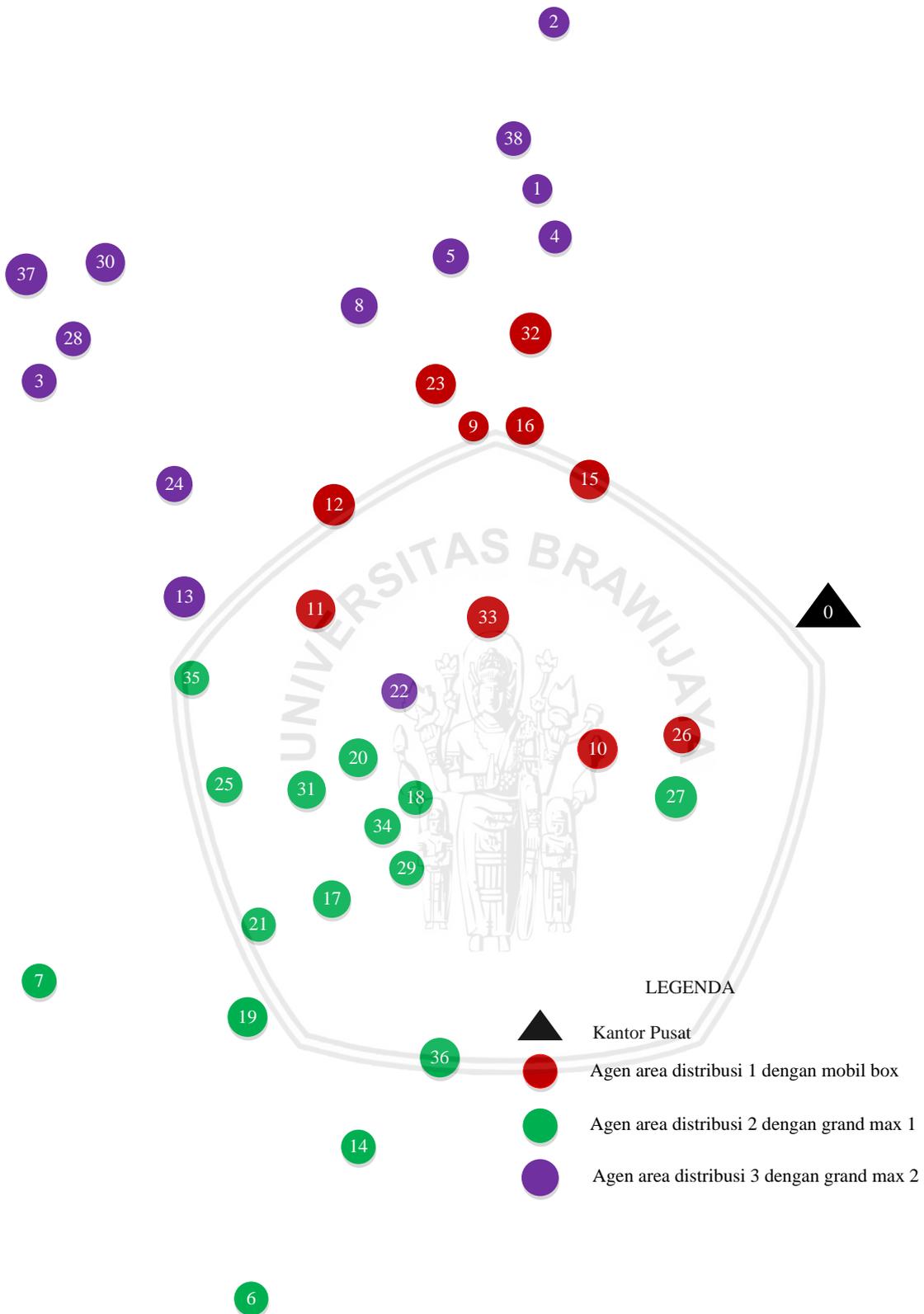
38 berada diluar area peta Malang sehingga dibutuhkan aplikasi *Google Map* untuk menggambarkan persebaran area diluar peta yang lebih detail.



Gambar 4.6 Persebaran titik agen diluar peta

Gambar 4.6 merupakan persebaran titik agen agen 1, 2, 4, 5, dan 38 dimana kelima agen tersebut ditelusuri menggunakan aplikasi *Google Map* untuk mengetahui persebaran agen tersebut. Pada Gambar 4.6, Agen Wahana Mondoroko merupakan lokasi agen 4, Jalan Raya Tumampel No. 47 merupakan lokasi agen 1, Jalan Kertarejasa No. 84 merupakan lokasi agen 38, Wahana Expedisi Lawang merupakan lokasi agen 2, dan Jalan Perusahaan Raya No. 9 merupakan lokasi agen 5.

Gambar 4.7 adalah persebaran titik agen PT Wahana Prestasi Logistik Malang. Warna pada titik agen menggambarkan kelompok area distribusi agen dimana titik warna merah merupakan agen kelompok 1 menggunakan mobil *box*, titik warna hijau merupakan agen kelompok 2 menggunakan mobil Grandmax 1, dan titik warna ungu merupakan agen kelompok 3 menggunakan mobil Grandmax 2. Lambang segitiga hitam dengan nomor 0 merupakan agen pusat distribusi yang berada di Jl. Raya Bunut Wetan No. 749, Bunut Wetan, Pakis, Malang sedangkan angka pada titik agen yaitu angka 1 hingga 38 merupakan daftar nomor agen yang sesuai dengan Tabel 4.1. Agen pada area distribusi 1 merupakan agen yang berada di pusat Kota Malang dengan jumlah barang distribusi yang cukup banyak sehingga membutuhkan kendaraan mobil *box*, sedangkan pada area distribusi 2 dan 3 berada di daerah bukan pusat kota dan barang distribusi yang tidak terlalu banyak sehingga mampu diangkut dengan mobil Grandmax.

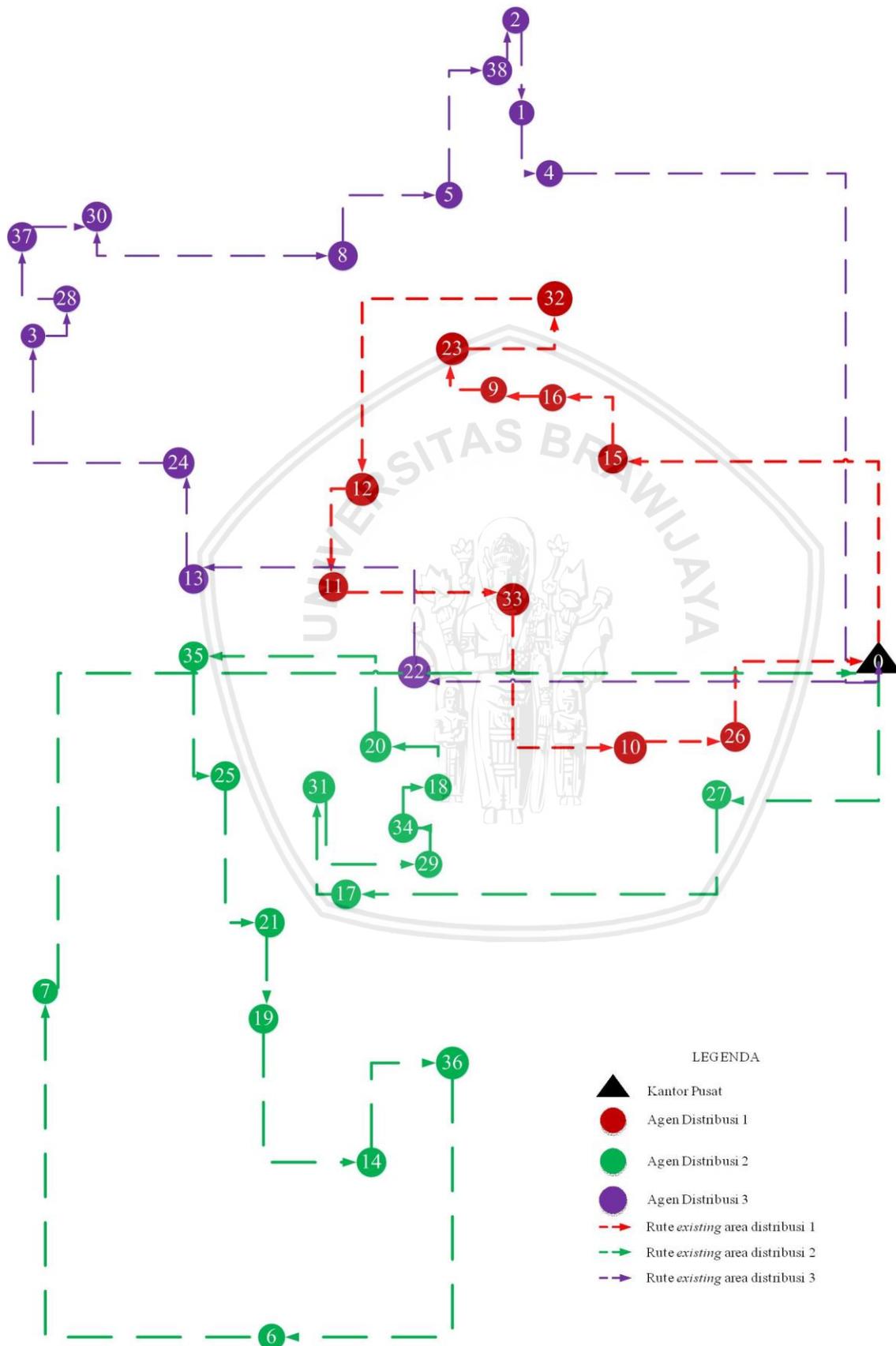


Gambar 4.7 Persebaran titik agen

4.2.4 Rute Existing

Rute *existing* merupakan rute yang diterapkan pada perusahaan selama ini. PT Wahana Prestasi Logistik belum memiliki rute baku pada proses pendistribusiannya, ada rute yang

sering dipakai namun bukan sebagai rute baku. Gambar 4.8 merupakan rute *existing* PT Wahana Prestasi Logistik.



Gambar 4.8 Rute *existing* PT Wahana Prestasi Logistik

Pada Gambar 4.8 diketahui rute *existing* PT Wahana Prestasi Logistik pada masing-masing area distribusi. Nomor merupakan inisialisasi agen sesuai Tabel 4.1. Warna merupakan kelompok area distribusi, yaitu warna merah adalah area distribusi 1, warna hijau merupakan area distribusi 2, dan warna ungu merupakan kelompok area distribusi 3. Tanda panah merupakan aliran rute distribusinya sesuai dengan area masing-masing distribusi. Segitiga hitam dengan inisialisasi 0 merupakan depot titik asal dan titik tujuan pendistribusian. Dari Gambar 4.8 dapat diketahui rute *existing* untuk area distribusi 1 adalah $0 \rightarrow 15 \rightarrow 16 \rightarrow 9 \rightarrow 23 \rightarrow 32 \rightarrow 12 \rightarrow 11 \rightarrow 33 \rightarrow 10 \rightarrow 26 \rightarrow 0$, pada area distribusi 2 adalah $0 \rightarrow 27 \rightarrow 17 \rightarrow 31 \rightarrow 29 \rightarrow 34 \rightarrow 18 \rightarrow 20 \rightarrow 35 \rightarrow 25 \rightarrow 21 \rightarrow 19 \rightarrow 14 \rightarrow 36 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 0$, dan pada area distribusi 3 adalah $0 \rightarrow 22 \rightarrow 13 \rightarrow 24 \rightarrow 3 \rightarrow 28 \rightarrow 37 \rightarrow 30 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 38 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 0$.

4.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai dari membuat matriks jarak yang menggambarkan jarak lokasi antar titik agen. Setelah membuat matriks jarak, kemudian dilanjutkan perhitungan jarak terpendek menggunakan metode *sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*, serta membandingkan rute dengan jarak yang terpendek sebagai penentuan jarak yang optimal pada masing-masing area distribusi.

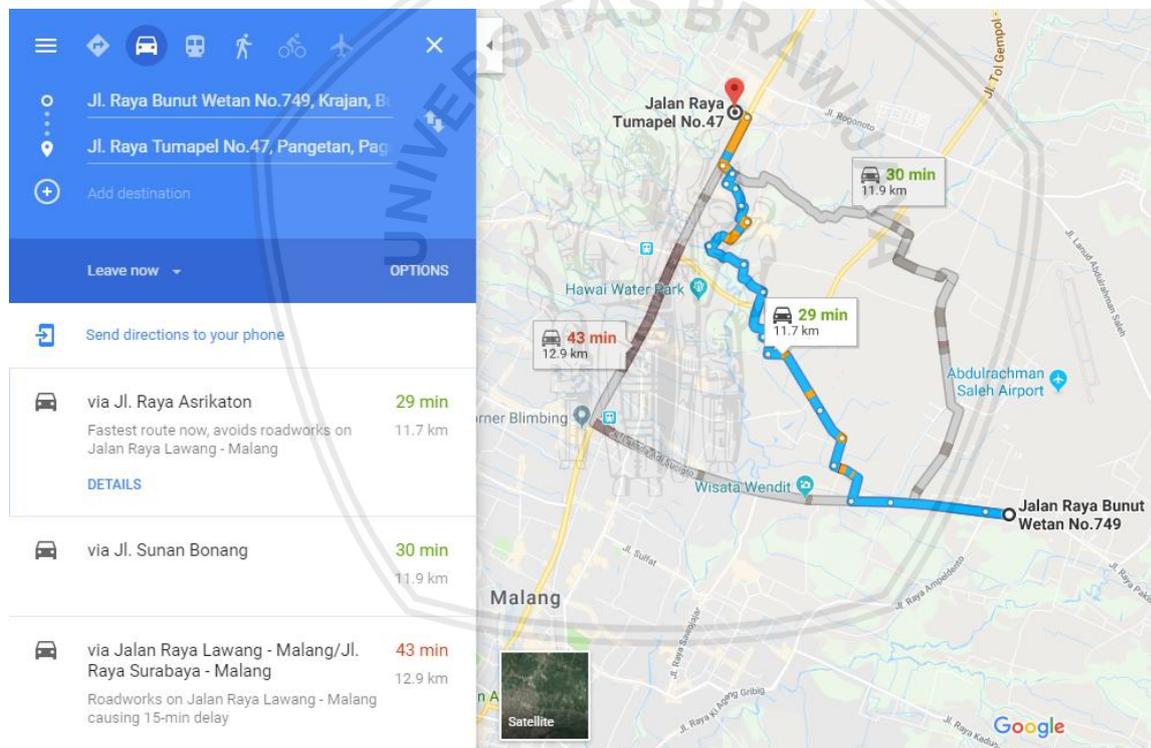
4.3.1 Matriks Jarak

Matriks jarak merupakan matriks yang berisi mengenai informasi jarak antara depot pusat dengan agen dan jarak antara agen satu dengan agen lainnya. Jarak antar titik pusat ke agen dan jarak antar agen pada PT Wahana Prestasi Logistik Malang merupakan jarak asimetris dimana jarak berangkat berbeda dengan jarak kembali. Matriks jarak digunakan sebagai informasi jarak antar titik untuk setiap perhitungan area distribusi pada masing-masing metode. Matriks jarak pada penelitian ini adalah asimetris dimana jarak berangkat berbeda dengan jarak pulang. Matriks asimetris digunakan untuk perhitungan algoritma *sweep* untuk menghitung total jarak sapuan searah dan berlawanan arah jarum jam, pada *nearest insert* dan *farthest insert* pada saat penyisipan agen awal dan akhir.

Matriks jarak pada penelitian ini dikumpulkan dengan mengumpulkan jarak antar titik menggunakan aplikasi *Google Map*. *Google Map* adalah layanan teknologi berupa peta secara grafis yang disediakan oleh *Google*, dimana aplikasi ini dapat memberikan informasi mengenai rute yang *available* dan jarak tempuh yang dilalui. Sistem pengukuran *Google Map* mengikuti alur yang tersedia pada keadaan nyata, sehingga rute yang dilalui merupakan rute yang dapat dilalui secara aktual dan jarak yang cukup akurat tanpa harus mengukurnya

secara langsung. Dalam menentukan jarak antar titik pada aplikasi *Google Map*, ada beberapa pertimbangan dalam menentukan jarak tempuh yang dipilih, antara lain:

1. Membuka *Google Map* melalui *website* <http://maps.google.com>, bukan melalui aplikasinya langsung, karena pada *website* angka jarak tempuhnya lebih detail yaitu 1 angka dibelakang koma dibandingkan melalui aplikasi langsung yang terjadi pembulatan sehingga akan sedikit bias.
2. Menentukan titik awal dan titik tujuan pada *search bar*.
3. Memilih rute yang dapat dilalui oleh mobil.
4. Rute yang dipilih bukan merupakan jalan perumahan pribadi maupun gang.
5. Memilih jarak tempuh terpendek, bukan jarak tempuh yang direkomendasikan, karena jarak yang direkomendasikan menunjukkan jalur tercepat dimana kondisi ini berbeda tiap waktunya, dan belum tentu mempresentasikan jarak terpendek.



Gambar 4.9 Pengukuran jarak menggunakan *google map*

Gambar 4.9 merupakan contoh menentukan jarak dari Jl. Raya Bunut Wetan No. 749, Bunut Wetan, Pakis ke Jl. Tumapel No. 47, Pagentan, Singosari, Malang terdapat 3 alternatif rute yaitu 12,9 Km, 11,7 Km, dan 11,9 Km, sehingga rute yang dipilih yaitu rute dengan jarak 11,7 Km yang ditandai dengan warna biru pada Gambar 4.9. Cara yang sama dilakukan untuk mencari semua jarak antar titik sehingga didapatkan matriks jarak dengan satuan kilometer (km) yang ditampilkan pada Lampiran 1 dimana nomor mempresentasikan nomor agen sesuai dengan daftar agen pada Tabel 4.1 dimana angka 0 merupakan depot pusat

distribusi yang berada di Jl. Raya Bunut Wetan No. 749, Bunut Wetan, Pakis, Malang dan angka 1 hingga 38 menunjukkan agen. Bagian tepi horizontal merupakan titik asal dan kepala tabel vertikal merupakan titik tujuan. Misalkan mencari jarak antar agen dari agen 2 ke agen 5, maka dicari pertemuan antara tepi horizontal pada nomor 2 dan vertikal nomor 5.

4.3.2 Perhitungan Rute Terpendek

Perhitungan jarak terpendek pada masing-masing area distribusi menggunakan metode *sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert* kemudian hasil dari keempat metode tersebut dibandingkan dan dipilih rute yang menghasilkan jarak tempuh terpendek.

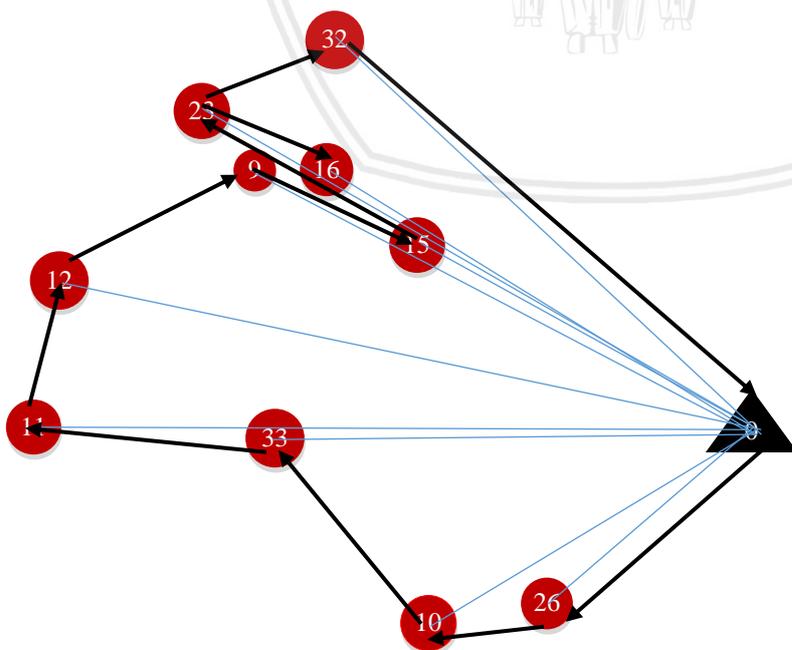
4.3.2.1 Algoritma Sweep

Algoritma *sweep* adalah metode pengurutan rute titik agen dengan cara “menyapu” satu per satu titik agen searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam kemudian dibandingkan urutan dengan hasil jarak tempuh terpendek sebagai hasil pengurutan rute dalam metode *sweep*.

1. Area Distribusi 1

Perhitungan urutan rute menggunakan algoritma *sweep* pada area distribusi 1 yang terdiri dari 10 agen yang ditampilkan pada Gambar 4.10 dengan langkah sebagai berikut:

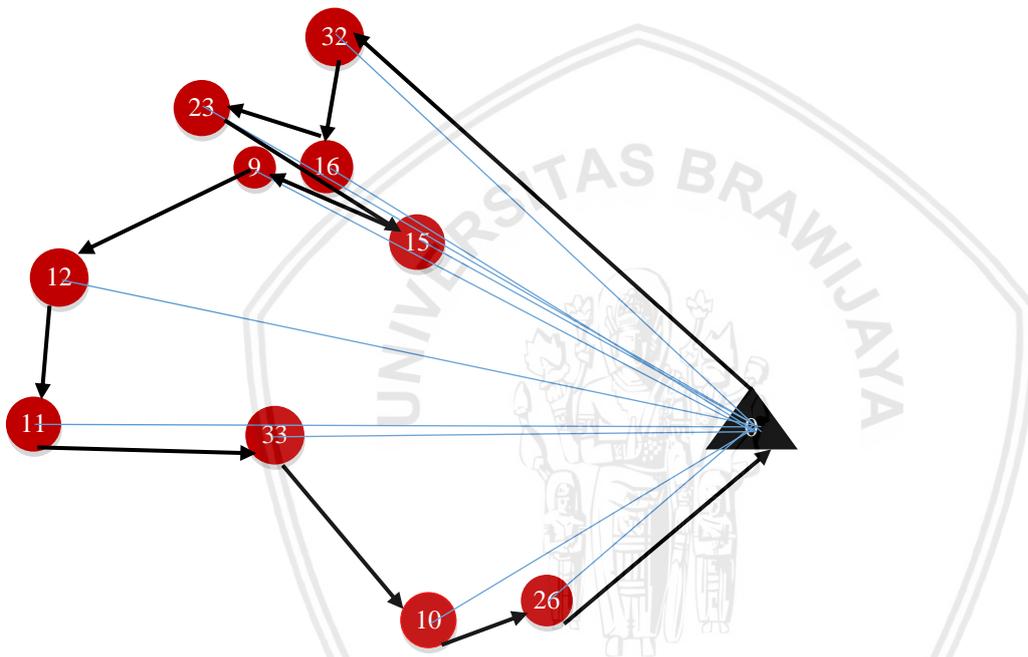
Langkah 1: Menarik garis lurus antara titik pusat depot dengan setiap titik agen.



Gambar 4.10 Perhitungan algoritma *sweep* area distribusi 1 (searah jarum jam)

Langkah 2: “Menyapu” seluruh titik agen searah jarum jam dari agen yang terluar hingga semua agen masuk dalam urutan rute kemudian kembali ke titik pusat depot yang diilustrasikan pada Gambar 4.10 (terbentuk $0 \rightarrow 26 \rightarrow 10 \rightarrow 33 \rightarrow 11 \rightarrow 12 \rightarrow 9 \rightarrow 15 \rightarrow 23 \rightarrow 16 \rightarrow 32 \rightarrow 0$), menghitung jarak tempuh pada rute tersebut berdasarkan matriks jarak, sebagai berikut:

Total jarak tempuh= jarak depot ke agen 26 + jarak agen 26 ke agen 10 ++ jarak agen 32 ke depot= $5,8+1,3+3,5+6,1+4,8+2,4+2,1+2,5+3,1+3,2+8,9= 43,7$ km. Sehingga total jarak tempuh yang dilewati dengan “menyapu” searah jarum jam didapatkan hasil sebesar 43,7 km.



Gambar 4.11 Perhitungan algoritma *sweep area* distribusi 1 (berlawanan jarum jam)

Langkah 3: “Menyapu” seluruh titik agen berlawanan arah jarum jam dari agen yang terluar hingga semua agen masuk dalam urutan rute kemudian kembali ke titik pusat depot diilustrasikan pada Gambar 4.11 (terbentuk $0 \rightarrow 32 \rightarrow 16 \rightarrow 23 \rightarrow 15 \rightarrow 9 \rightarrow 12 \rightarrow 11 \rightarrow 33 \rightarrow 10 \rightarrow 26 \rightarrow 0$), menghitung jarak tempuh pada rute tersebut berdasarkan matriks jarak, sebagai berikut:

Total jarak tempuh= jarak depot ke agen 32 + jarak agen 32 ke agen 16 ++ jarak agen 26 ke depot= $8,9+2,2+1,3+2,5+1,8+2,4+3,4+4,2+3,5+1,3+6,8= 38,3$ km. Sehingga total jarak tempuh yang dilewati dengan “menyapu” searah jarum jam didapatkan hasil sebesar 38,3 km.

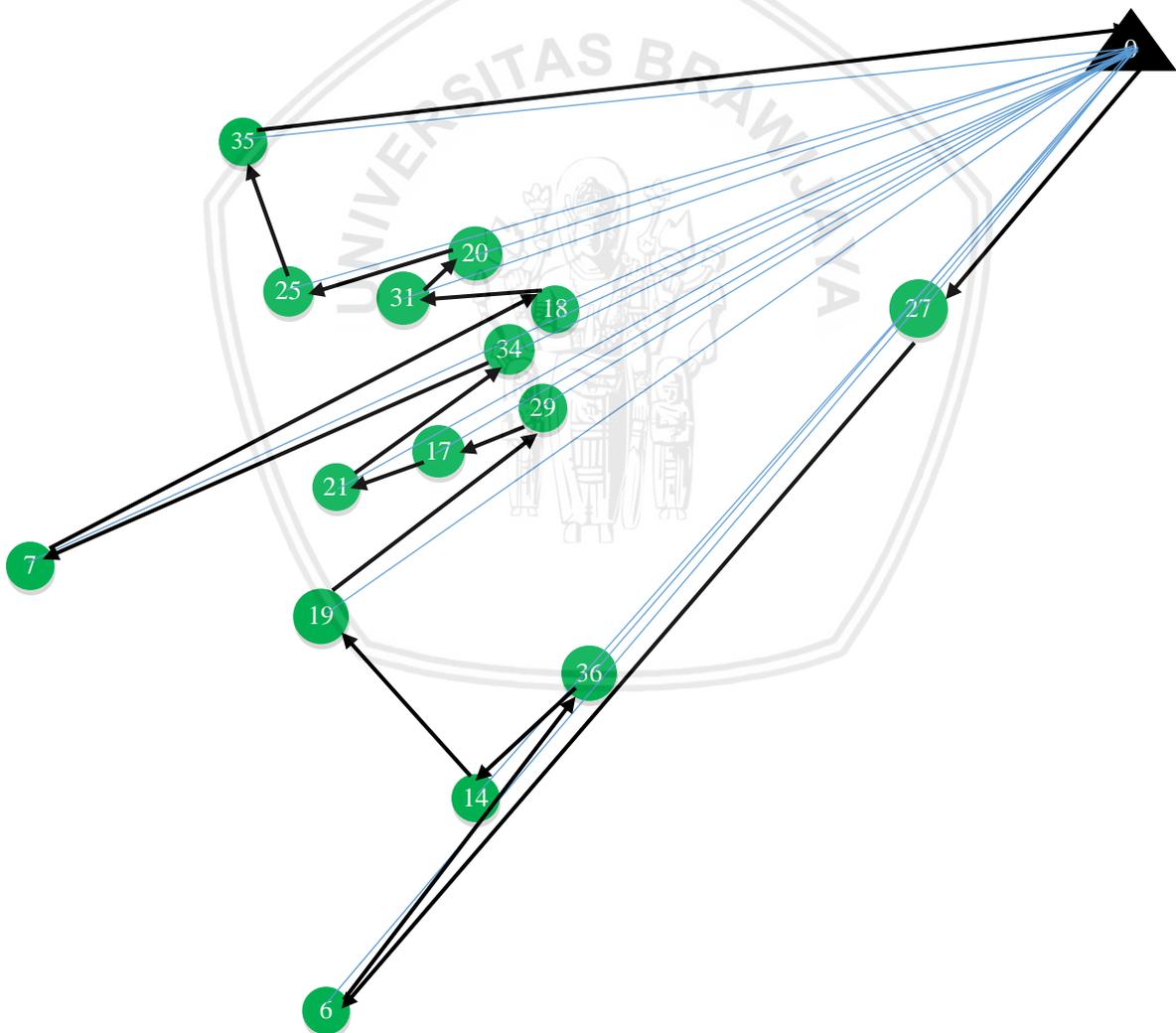
Langkah 4: membandingkan hasil jarak tempuh dan memilih jarak terpendek sebagai hasil yang optimal untuk algoritma *sweep*, yaitu hasil perhitungan searah jarum

jam sebesar 43,7 km sedangkan perhitungan berlawanan arah jarum jam sebesar 38,3 km, didapatkan hasil jarak yang terpendek adalah 38,3 pada algoritma *sweep* berlawanan arah jarum jam dengan rute $0 \rightarrow 32 \rightarrow 16 \rightarrow 23 \rightarrow 15 \rightarrow 9 \rightarrow 12 \rightarrow 11 \rightarrow 33 \rightarrow 10 \rightarrow 26 \rightarrow 0$.

Kemudian dilakukan pengulangan perhitungan dengan langkah yang sama untuk area distribusi 2 dan 3.

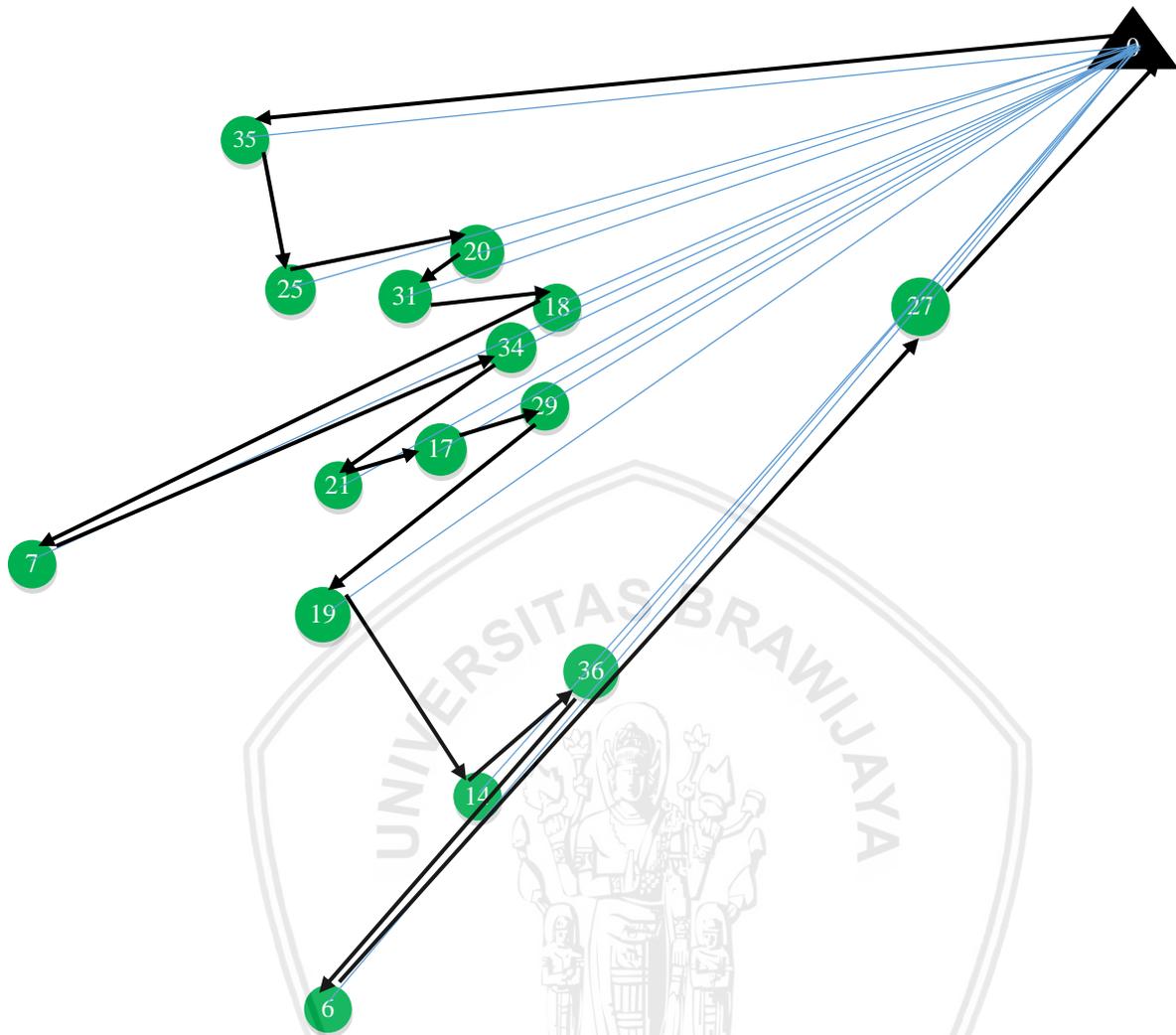
2. Area distribusi 2

Perhitungan urutan rute menggunakan algoritma *sweep* pada area distribusi 2 yang terdiri dari 15 agen yang ditampilkan pada Gambar 4.12 dengan sapuan searah jarum jam dan Gambar 4.12 dengan sapuan berlawanan arah jarum jam sebagai berikut:



Gambar 4.12 Perhitungan algoritma *sweep* area distribusi 2 (searah jarum jam)

Gambar 4.13 merupakan perhitungan algoritma *sweep* pada area distribusi 2 dengan sapuan berlawanan arah jarum jam sebagai berikut:



Gambar 4.13 Perhitungan algoritma *sweep area* distribusi 2 (berlawanan jarum jam)

Dari Gambar 4.12 dan Gambar 4.13 didapatkan rangkuman perhitungan yang ditampilkan pada Tabel 4.2.

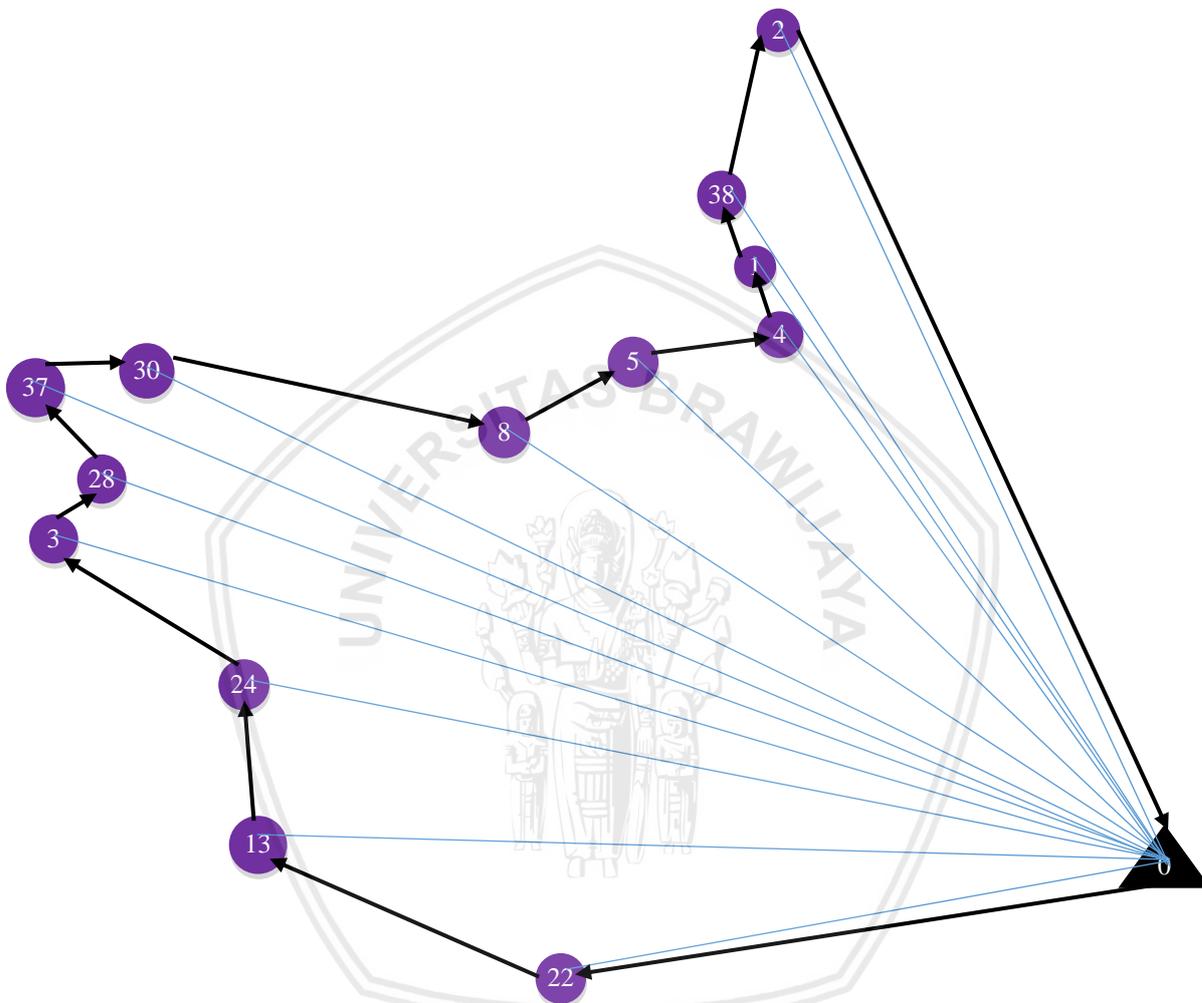
Tabel 4.2
Algoritma *Sweep Area* Distribusi 2

Arah Sapuan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)
Searah Jarum Jam	0→27→6→36→14→19→29→17→21→34→7→18→31→20→25→35→0	97,2	97,2
Berlawanan Arah Jarum Jam	0→35→25→20→31→18→7→34→21→17→29→19→14→36→6→27→0	97,6	

Berdasarkan Tabel 4.2, maka dapat diketahui total jarak tempuh terpendek dengan perhitungan algoritma *sweep* searah jarum jam dengan rute 0→27→6→36→14→19→29→17→21→34→7→18→31→20→25→35→0 dengan total jarak tempuh sebesar 97,2 km.

3. Area distribusi 3

Perhitungan urutan rute menggunakan algoritma *sweep* pada area distribusi 3 yang terdiri dari 13 agen yang ditampilkan pada Gambar 4.14 dengan sapuan searah jarum jam dan Gambar 4.12 dengan sapuan berlawanan arah jarum jam sebagai berikut:



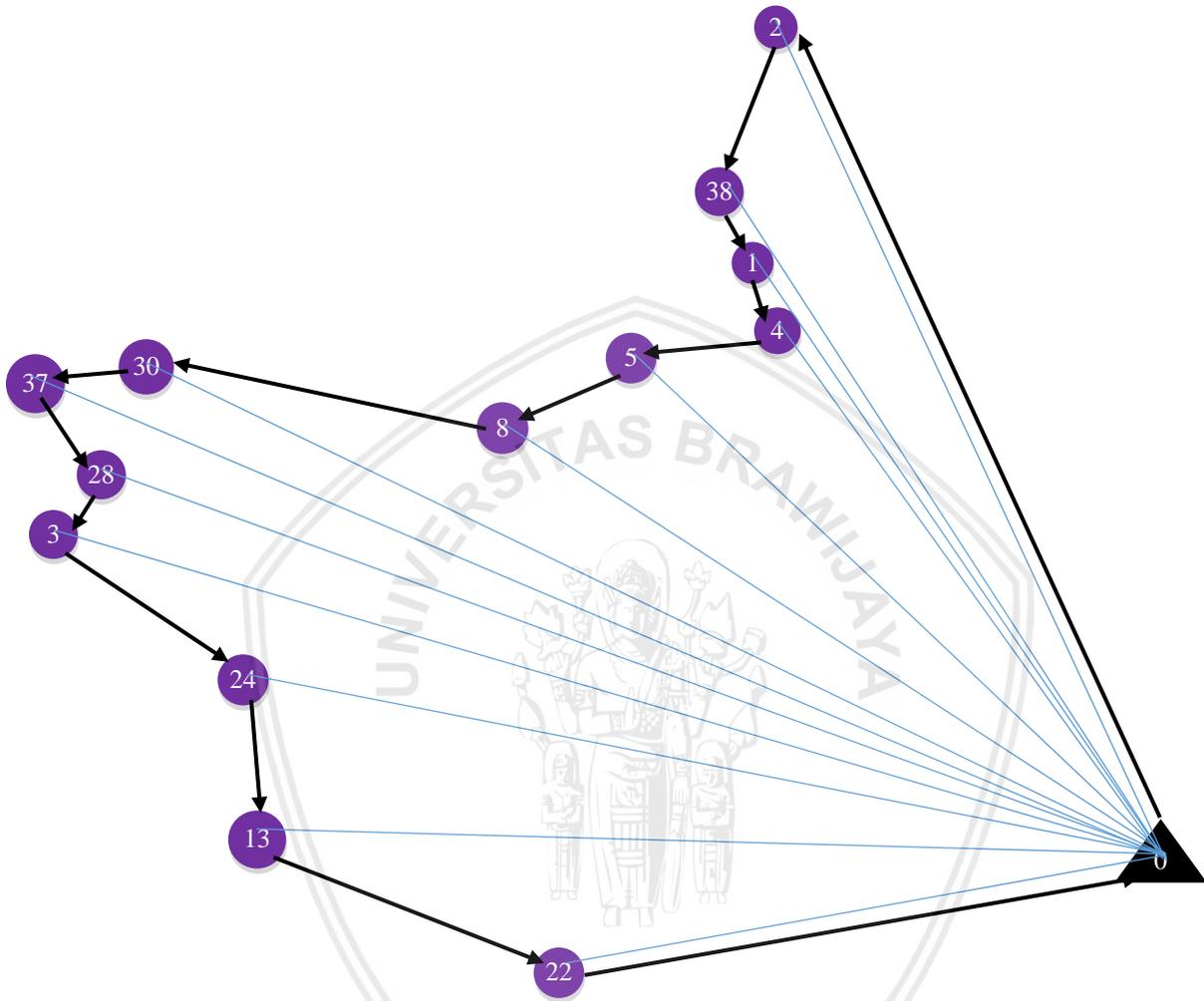
Gambar 4.14 Perhitungan algoritma *sweep* area distribusi 3 (searah jarum jam)

Dari Gambar 4.14 dan Gambar 4.15 didapatkan rangkuman perhitungan yang ditampilkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3
Algoritma *Sweep* Area Distribusi 3

Arah Sapuan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)
Searah Jarum Jam	0→22→13→24→3→28→37→30→8→5→4→1→38→2→0	82,4	79,8
Berlawanan Arah Jarum Jam	0→2→38→1→4→5→8→30→37→28→3→24→13→22→0	79,8	

Berdasarkan Tabel 4.3, maka dapat diketahui total jarak tempuh terpendek dengan perhitungan algoritma *sweep* berlawanan arah jarum jam dengan rute $0 \rightarrow 2 \rightarrow 38 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 30 \rightarrow 37 \rightarrow 28 \rightarrow 3 \rightarrow 24 \rightarrow 13 \rightarrow 22 \rightarrow 0$ dengan total jarak tempuh sebesar 79,8 km.



Gambar 4.15 Perhitungan algoritma *sweep* area distribusi 3 (berlawanan jarum jam)

4.3.2.2 Nearest Neighbour

Metode *nearest neighbour* yaitu menentukan urutan dengan memasukkan agen yang terdekat dengan titik terakhir yang dipilih. Berikut merupakan langkah mengerjakan *nearest neighbour*:

Langkah 1: Membangun rute dimulai dari titik depot, kemudian memilih agen dengan jarak yang paling dekat dengan depot

Langkah 2: Memasukkan agen yang lokasinya terdekat dengan titik agen yang terakhir terpilih dan menjumlahkan jarak tempuh pada setiap agen yang terpilih

Langkah 3: Mengulangi semua proses pada langkah 2 hingga semua agen masuk dalam rute,

Tabel 4.4 merupakan matriks jarak area distribusi 1 pada kendaraan mobil *box*.

Tabel 4.4

Matriks Jarak Area Distribusi 1

	0	9	10	11	12	15	16	23	26	32	33
0		7,8	7,1	12,7	10,1	5,9	7,1	8,4	5,8	8,9	8,4
9	8,1		6,1	5	2,4	2,1	2,5	1	7	2,9	3,6
10	7	5,5		7,5	6,5	4,4	5,3	6,4	1,3	7,2	3,5
11	12,5	5,7	6,2		4,8	6,5	6,6	6,3	6,9	7,4	4,2
12	9,9	2,4	5,7	3,4		3,9	4	2,7	6,3	4,8	3,1
15	5,9	1,8	4,4	6,8	4,2		1,1	2,5	5,1	3	2,5
16	7,5	0,7	5,3	5,7	3	1,6		1,3	6	3,2	2,7
23	8,4	1,6	6,7	5,4	2,8	2,5	3,1		7,3	2,8	4,1
26	6,8	6,2	1,3	8,3	7,1	5	6	7,1		8	4,6
32	8,9	2,9	7,5	6,5	4,9	3,1	2,2	3	8,2		4,9
33	8,4	2,8	3,5	6,1	3,9	2,4	2,8	3,9	4,1	4,8	

Salah satu contoh perhitungan penentuan urutan rute dengan *nearest neighbour* area distribusi 1 dengan kendaraan mobil *box*, sebagai berikut:

Langkah 1: Memasukkan agen yang terdekat dengan depot, kemudian menghitung jarak depot ke masing-masing titik tujuan agen. Pada contoh perhitungan area distribusi 1, dihitung semua kemungkinan jarak dari depot ke seluruh agen yang ditampilkan pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5

Langkah 1 *Nearest Neighbour*

Langkah	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)
1	0→9	7,8	5,8
	0→10	7,1	
	0→11	12,7	
	0→12	10,1	
	0→15	5,9	
	0→16	7,1	
	0→23	8,4	
	0→26	5,8	
	0→32	8,9	
	0→33	8,4	

Pada Tabel 4.5 jarak antara depot ke agen didapatkan dari matriks jarak pada Lampiran 1 seperti pada jarak depot ke agen 9 adalah 7,8 dan seterusnya. Jarak terdekat dengan depot yaitu agen 26 dan terbentuk rute 0→26 dengan jarak 5,8 km.

Langkah 2: Melanjutkan perhitungan dengan memasukkan agen yang terdekat dengan lokasi yang terakhir dikunjungi (agen 26) dengan titik tujuan yang belum tereliminasi (yaitu agen 9, 10, 11, 12, 15, 16, 23, 32, 33) yang ditampilkan pada Tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.6

Langkah 2 *Nearest Neighbour*

Langkah	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)
2	0→26→9	12	7,1
	0→26→10	7,1	
	0→26→11	14,1	

Langkah	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)
	0→26→12	12,9	
	0→26→15	10,8	
	0→26→16	11,8	
	0→26→23	12,9	
	0→26→32	13,8	
	0→26→33	10,4	

Pada Tabel 4.6, perhitungan jarak depot ke agen 26 dan jarak ke agen yang belum dimasukkan dalam rute. Pada perhitungan 1 jarak depot ke agen 26 dan jarak agen 26 ke agen 9 adalah $5,8 \text{ km} + 6,2 \text{ km} = 12 \text{ km}$. Total jarak terdekat yaitu agen 10 dan terbentuk rute $0 \rightarrow 26 \rightarrow 10$ dengan menambahkan jarak depot ke agen 26, dan agen 26 ke agen 10 yaitu didapatkan jarak tempuh sebesar 7,1 km.

Langkah 3 sampai langkah 10: Mengulangi langkah 2 hingga semua agen masuk dalam rute, kemudian kembali ke depot yang ditampilkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7

Langkah 3 Sampai Selesai *Nearest Neighbour*

Langkah	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)
3	0→26→10→9	12,6	10,6
	0→26→10→11	14,6	
	0→26→10→12	13,6	
	0→26→10→15	11,5	
	0→26→10→16	12,4	
	0→26→10→23	13,5	
	0→26→10→32	14,3	
	0→26→10→33	10,6	
4	0→26→10→33→9	13,4	13
	0→26→10→33→11	16,7	
	0→26→10→33→12	14,5	
	0→26→10→33→15	13	
	0→26→10→33→16	13,4	
	0→26→10→33→23	14,5	
	0→26→10→33→32	15,4	
	0→26→10→33→15→9	14,8	
5	0→26→10→33→15→11	19,8	14,1
	0→26→10→33→15→12	17,2	
	0→26→10→33→15→16	14,1	
	0→26→10→33→15→23	15,5	
	0→26→10→33→15→32	16	
	0→26→10→33→15→16→9	14,8	
6	0→26→10→33→15→16→11	19,8	14,8
	0→26→10→33→15→16→12	17,1	
	0→26→10→33→15→16→23	15,4	
	0→26→10→33→15→16→32	17,3	
	0→26→10→33→15→16→9→11	19,8	
	0→26→10→33→15→16→9→12	17,2	
7	0→26→10→33→15→16→9→23	15,8	15,8
	0→26→10→33→15→16→9→32	17,7	
	0→26→10→33→15→16→9→23→11	21,2	
	0→26→10→33→15→16→9→23→12	18,6	
8	0→26→10→33→15→16→9→23→32	18,6	18,6
	0→26→10→33→15→16→9→23→32→11	25,1	
	0→26→10→33→15→16→9→23→32→12	23,5	
9	0→26→10→33→15→16→9→23→32→12	23,5	

Langkah	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)
10	0→26→10→33→15→16→9→23→32→12→11	26,9	26,9
11	0→26→10→33→15→16→9→23→32→12→11→0	39,4	39,4

Pada perhitungan *nearest neighbour* area distribusi 1 didapatkan rute 0→26→10→33→15→16→9→23→32→12→11→0 dengan jarak tempuh sebesar 39,4 km.

Langkah yang sama dilakukan pada perhitungan *nearest neighbour* area distribusi 2 yang dilampirkan pada Lampiran 2 dan area distribusi 3 pada Lampiran 3. Tabel 4.8 merupakan rekapitulasi hasil penentuan urutan *nearest neighbour* pada ketiga area distribusi.

Tabel 4.8
Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Nearest Neighbour*

Area Distribusi	Rute	Jarak Tempuh (km)
Area Distribusi 1	0→26→10→33→15→16→9→23→32→12→11→0	39,4
Area Distribusi 2	0→27→18→20→34→29→17→31→21→19→25→35→7→14→36→6→0	86,4
Area Distribusi 3	0→22→13→24→3→28→37→8→5→4→1→38→2→30→0	73,2

Pada Tabel 4.8 dapat diketahui total jarak tempuh menggunakan metode *nearest neighbour* pada masing-masing area distribusi, yaitu total jarak tempuh pada area distribusi 1 sebesar 39,4 km, pada area distribusi 2 sebesar 86,4 km, dan pada area distribusi 3 sebesar 73,2 km.

4.3.2.3 *Nearest Insert*

Penentuan urutan rute dengan metode *nearest insert* yaitu pengurutan rute dengan menyisipkan agen dengan kenaikan jarak tempuh yang terkecil. Salah satu contoh perhitungan penentuan urutan rute *nearest insert* pada area distribusi 1 menggunakan mobil *box* sebagai berikut:

Langkah 1: Menyisipkan agen yang terdekat dengan depot dan kembali lagi ke depot. Pada contoh perhitungan area distribusi 1 dilakukan penyisipan dari depot ke setiap agen dalam setiap perhitungan dan kembali lagi ke depot. Informasi jarak didapatkan dari matriks jarak pada Lampiran 1. Pada perhitungan 1 jarak depot ke agen 9 dan kembali ke depot adalah 7,8 km + 8,1 km = 15,9 km, dan seterusnya yang ditampilkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9
Langkah 1 *Nearest Insert*

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Paling Minimum (km)
1	9	0→9→0	15,9	15,9	11,8

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Paling Minimum (km)
	10	0→10→0	14,1	14,1	
	11	0→11→0	25,2	25,2	
	12	0→12→0	20	20	
	15	0→15→0	11,8	11,8	
	16	0→16→0	14,6	14,6	
	23	0→23→0	16,8	16,8	
	26	0→26→0	12,6	12,6	
	32	0→32→0	17,8	17,8	
	33	0→33→0	16,8	16,8	

Pada Tabel 4.6 jarak terdekat dengan depot yaitu agen 15 dan terbentuk rute 0→15→0 dengan jarak tempuh 11,8 km.

Langkah 2: Menyisipkan semua agen pada urutan rute terpilih pada langkah 1 dan dipilih jarak yang paling minimum. Pada contoh perhitungan pada langkah 1 didapatkan rute 0→15→0, kemudian dilakukan penyisipan agen yang belum masuk pada rute pada masing-masing perhitungan. Pada perhitungan penyisipan agen 9, dilakukan penyisipan 0→9→15→0 ($7,8+2,1+5,9=15,8$) dan 0→15→9→0 ($5,9+1,8+8,1=15,8$) yang ditampilkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10
Langkah 2 *Nearest Insert*

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Paling Minimum (km)
2	9	0→9→15→0	15,8	15,8	14,5
		0→15→9→0	15,8		
	10	0→10→15→0	17,4	17,3	
		0→15→10→0	17,3		
	11	0→11→15→0	25,1	25,1	
		0→15→11→0	25,2		
	12	0→12→15→0	19,9	19,9	
		0→15→12→0	20		
	16	0→16→15→0	14,6	14,5	
		0→15→16→0	14,5		
	23	0→23→15→0	16,8	16,8	
		0→15→23→0	16,8		
	26	0→26→15→0	16,7	16,7	
		0→15→26→0	17,8		
	32	0→32→15→0	17,9	17,8	
		0→15→32→0	17,8		
	33	0→33→15→0	16,7	16,7	
		0→15→33→0	16,8		

Pada Tabel 4.10 jarak yang paling minimum yaitu penyisipan agen 16 dan terbentuk rute 0→15→16→0 dengan jarak tempuh 14,5 km.

Langkah 3 hingga langkah 10: Ulangi semua proses pada langkah 2 hingga semua agen masuk dalam rute yang ditampilkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11
Langkah 3 Hingga Selesai *Nearest Insert*

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Paling Minimum (km)	
3	9	0→9→15→16→0	18,5	15,8	15,8	
		0→15→9→16→0	17,7			
		0→15→16→9→0	15,8			
	10	0→10→15→16→0	20,1	19,3		
		0→15→10→16→0	23,1			
		0→15→16→10→0	19,3			
	11	0→11→15→16→0	27,8	25,2		
		0→15→11→16→0	26,8			
		0→15→16→11→0	25,2			
	12	0→12→15→16→0	22,6	19,9		
		0→15→12→16→0	21,6			
		0→15→16→12→0	19,9			
	23	0→23→15→16→0	19,5	16,7		
		0→15→23→16→0	19			
		0→15→16→23→0	16,7			
	26	0→26→15→16→0	19,4	19,4		
		0→15→26→16→0	24,5			
		0→15→16→26→0	19,8			
	32	0→32→15→16→0	20,6	18,6		
		0→15→32→16→0	18,6			
		0→15→16→32→0	19,1			
	33	0→33→15→16→0	19,4	18,1		
		0→15→33→16→0	18,7			
		0→15→16→33→0	18,1			
	4	10	0→10→15→16→9→0	21,4	20,8	17,1
			0→15→10→16→9→0	24,4		
			0→15→16→10→9→0	25,9		
		11	0→15→16→9→10→0	20,8	25,2	
			0→11→15→16→9→0	29,1		
			0→15→11→16→9→0	28,1		
		12	0→15→16→11→9→0	26,5	20	
			0→15→16→9→11→0	25,2		
			0→12→15→16→9→0	23,9		
23		0→15→12→16→9→0	22,9	17,1		
		0→15→16→12→9→0	20,5			
		0→15→16→9→12→0	20			
26		0→23→15→16→9→0	20,8	20,7		
		0→15→23→16→9→0	20,3			
		0→15→16→23→9→0	18			
32		0→15→16→9→23→0	17,1	19,5		
		0→26→15→16→9→0	20,7			
		0→15→26→16→9→0	25,8			
33		0→15→16→26→9→0	27,3	19,7		
		0→15→16→9→26→0	21,5			
		0→32→15→16→9→0	21,9			
10		0→15→32→16→9→0	19,9	22,4	20,4	
		0→15→16→32→9→0	21,2			
		0→15→16→9→32→0	19,5			
5		10	0→33→15→16→9→0	20,7	22,4	20,4
			0→15→33→16→9→0	20		
			0→15→16→33→9→0	20,6		
10		0→15→16→9→33→0	19,7	22,4	20,4	
		0→10→15→16→9→23→0	22,7			
			0→15→10→16→9→23→0	25,7		

Langkah	Agan yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Paling Minimum (km)
		0→15→16→10→9→23→0	27,2		
		0→15→16→9→10→23→0	28,6		
		0→15→16→9→23→10→0	22,4		
	11	0→11→15→16→9→23→0	30,4	26,6	
		0→15→11→16→9→23→0	29,4		
		0→15→16→11→9→23→0	27,8		
		0→15→16→9→11→23→0	27,4		
	12	0→15→16→9→23→11→0	26,6	21,2	
		0→12→15→16→9→23→0	25,2		
		0→15→12→16→9→23→0	24,2		
		0→15→16→12→9→23→0	21,8		
		0→15→16→9→12→23→0	21,2		
	26	0→15→16→9→23→12→0	21,4	22	
		0→26→15→16→9→23→0	22		
		0→15→26→16→9→23→0	27,1		
		0→15→16→26→9→23→0	28,6		
		0→15→16→9→26→23→0	30,2		
		0→15→16→9→23→26→0	29,1		
	32	0→32→15→16→9→23→0	23,2	20,4	
		0→15→32→16→9→23→0	20,7		
		0→15→16→32→9→23→0	22,5		
		0→15→16→9→32→23→0	22		
		0→15→16→9→23→32→0	20,4		
	33	0→33→15→16→9→23→0	22	21,2	
		0→15→33→16→9→23→0	21,3		
		0→15→16→33→9→23→0	21,9		
		0→15→16→9→33→23→0	23,6		
		0→15→16→9→23→33→0	21,2		
6	10	0→10→15→16→9→23→32→0	26	26	24,5
		0→15→10→16→9→23→32→0	29		
		0→15→16→10→9→23→32→0	30,5		
		0→15→16→9→10→23→32→0	31,9		
		0→15→16→9→23→10→32→0	31,5		
		0→15→16→9→23→32→10→0	26		
	11	0→11→15→16→9→23→32→0	33,7	30,4	
		0→15→11→16→9→23→32→0	32,7		
		0→15→16→11→9→23→32→0	31,1		
		0→15→16→9→11→23→32→0	30,7		
		0→15→16→9→23→11→32→0	30,4		
		0→15→16→9→23→32→11→0	30,5		
	12	0→12→15→16→9→23→32→0	28,5	24,5	
		0→15→12→16→9→23→32→0	27,5		
		0→15→16→12→9→23→32→0	25,1		
		0→15→16→9→12→23→32→0	24,5		
		0→15→16→9→23→12→32→0	25,2		
		0→15→16→9→23→32→12→0	26,3		
	26	0→26→15→16→9→23→32→0	25,3	25,3	
		0→15→26→16→9→23→32→0	30,4		
		0→15→16→26→9→23→32→0	31,9		
		0→15→16→9→26→23→32→0	33,5		
		0→15→16→9→23→26→32→0	32,9		
		0→15→16→9→23→32→26→0	26,5		
	33	0→33→15→16→9→23→32→0	25,3	24,6	
		0→15→33→16→9→23→32→0	24,6		
		0→15→16→33→9→23→32→0	25,2		
		0→15→16→9→33→23→32→0	26,9		
		0→15→16→9→23→33→32→0	26,5		

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Paling Minimum (km)
7	10	0→15→16→9→23→32→33→0	24,8	30,1	28,7
		0→10→15→16→9→12→23→32→0	30,1		
		0→15→10→16→9→12→23→32→0	33,1		
		0→15→16→10→9→12→23→32→0	34,6		
		0→15→16→9→10→12→23→32→0	34,7		
		0→15→16→9→12→10→23→32→0	33,9		
		0→15→16→9→12→23→10→32→0	35,6		
		0→15→16→9→12→23→32→10→0	31,4		
		0→11→15→16→9→12→23→32→0	37,8		
		0→15→11→16→9→12→23→32→0	36,8		
	11	0→15→16→11→9→12→23→32→0	35,2	31,5	
		0→15→16→9→11→12→23→32→0	31,9		
		0→15→16→9→12→11→23→32→0	31,5		
		0→15→16→9→12→23→11→32→0	34,5		
		0→15→16→9→12→23→32→11→0	35,9		
		0→26→15→16→9→12→23→32→0	29,4		
		0→15→26→16→9→12→23→32→0	34,5		
		0→15→16→26→9→12→23→32→0	36		
		0→15→16→9→26→12→23→32→0	36,2		
		0→15→16→9→12→26→23→32→0	35,2		
	26	0→15→16→9→12→23→26→32→0	37	29,4	
		0→15→16→9→12→23→32→26→0	31,9		
		0→33→15→16→9→12→23→32→0	29,4		
		0→15→33→16→9→12→23→32→0	28,7		
		0→15→16→33→9→12→23→32→0	29,3		
		0→15→16→9→33→12→23→32→0	29,6		
		0→15→16→9→12→33→23→32→0	28,8		
		0→15→16→9→12→23→33→32→0	30,6		
		0→15→16→9→12→23→32→33→0	30,2		
		0→15→16→9→12→23→32→33→0	30,2		
	33	0→15→16→33→9→12→23→32→0	29,3	28,7	
		0→15→16→9→33→12→23→32→0	29,6		
		0→15→16→9→12→33→23→32→0	28,8		
0→15→16→9→12→23→33→32→0		30,6			
0→15→16→9→12→23→32→33→0		30,2			
0→15→16→9→12→23→32→33→0		30,2			
0→15→16→9→12→23→32→33→0		30,2			
0→15→16→9→12→23→32→33→0		30,2			
0→15→16→9→12→23→32→33→0		30,2			
0→15→16→9→12→23→32→33→0		30,2			

Langkah	Agan yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Paling Minimum (km)
		0→10→15→33→16→9→12→23 →32→0	34,3		
		0→15→10→33→16→9→12→23 →32→0	34,1		
	10	0→15→33→10→16→9→12→23 →32→0	34,7	34,1	
		0→15→33→16→10→9→12→23 →32→0	38,8		
		0→15→33→16→9→10→12→23 →32→0	38,9		
		0→15→33→16→9→12→10→23 →32→0	38,1		
8		0→15→33→16→9→12→23→10 →32→0	39,8		33,6
		0→15→33→16→9→12→23→32 →10→0	34,3		
		0→11→15→33→16→9→12→23 →32→0	42		
		0→15→11→33→16→9→12→23 →32→0	37,2		
	11	0→15→33→11→16→9→12→23 →32→0	38,6	35,7	
		0→15→33→16→11→9→12→23 →32→0	39,4		
		0→15→33→16→9→11→12→23 →32→0	36,1		
		0→15→33→16→9→12→11→23 →32→0	35,7		
		0→15→33→16→9→12→23→11 →32→0	38,7		
		0→15→33→16→9→12→23→32 →11→0	38,8		
		0→26→15→33→16→9→12→23 →32→0	33,6		
	26	0→15→26→33→16→9→12→23 →32→0	35,9	33,6	
		0→15→33→26→16→9→12→23 →32→0	36		
		0→15→33→16→26→9→12→23 →32→0	40,2		
		0→15→33→16→9→26→12→23 →32→0	40,4		
		0→15→33→16→9→12→26→23 →32→0	39,4		
		0→15→33→16→9→12→23→26 →32→0	41,2		
		0→15→33→16→9→12→23→32 →26→0	34,8		
9	10	0→10→26→15→33→16→9→12 →23→32→0	36,2	34,3	34,3
		0→26→10→15→33→16→9→12 →23→32→0	34,3		
		0→26→15→10→33→16→9→12 →23→32→0	39		
		0→26→15→33→10→16→9→12 →23→32→0	39,6		

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Paling Minimum (km)
		0→26→15→33→16→10→9→12 →23→32→0	43,7		
		0→26→15→33→16→9→10→12 →23→32→0	43,8		
		0→26→15→33→16→9→12→10 →23→32→0	43		
		0→26→15→33→16→9→12→23 →10→32→0	44,7		
		0→26→15→33→16→9→12→23 →32→10→0	39,2		
		0→11→26→15→33→16→9→12 →23→32→0	47,4		
		0→26→11→15→33→16→9→12 →23→32→0	43,4		
	11	0→26→15→11→33→16→9→12 →23→32→0	42,1	40,6	
		0→26→15→33→11→16→9→12 →23→32→0	43,5		
		0→26→15→33→16→11→9→12 →23→32→0	44,3		
		0→26→15→33→16→9→11→12 →23→32→0	41		
		0→26→15→33→16→9→12→11 →23→32→0	40,6		
		0→26→15→33→16→9→12→23 →11→32→0	43,6		
		0→26→15→33→16→9→12→23 →32→11→0	43,7		
		0→11→26→10→15→33→16→9 →12→23→32→0	48,1		
		0→26→11→10→15→33→16→9 →12→23→32→0	47,5		
10	11	0→26→10→11→15→33→16→9 →12→23→32→0	43,9	41,3	41,3
		0→26→10→15→11→33→16→9 →12→23→32→0	42,8		
		0→26→10→15→33→11→16→9 →12→23→32→0	44,2		
		0→26→10→15→33→16→11→9 →12→23→32→0	45		
		0→26→10→15→33→16→9→11 →12→23→32→0	41,7		
		0→26→10→15→33→16→9→12 →11→23→32→0	41,3		
		0→26→10→15→33→16→9→12 →23→11→32→0	44,3		
		0→26→10→15→33→16→9→12 →23→32→11→0	44,4		

Pada perhitungan *nearest insert* area distribusi 1 didapatkan rute 0→26→10→15→33→16→9→12→11→23→32→0 dengan jarak tempuh sebesar 41,3 km.

Langkah yang sama dilakukan pada perhitungan *nearest insert* area distribusi 2 yang dilampirkan pada Lampiran 4 dan area distribusi 3 pada Lampiran 5. Tabel 4.12 merupakan rekapitulasi hasil penentuan urutan *nearest insert* pada ketiga area distribusi.

Tabel 4.12
Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Nearest Insert*

Area Distribusi	Rute	Jarak Tempuh (km)
Area Distribusi 1	0→26→10→15→33→16→9→12→11→23→32→0	41,3
Area Distribusi 2	0→17→21→36→14→6→19→7→35→25→31→34→29→18→20→27→0	79,1
Area Distribusi 3	0→22→13→24→3→28→30→37→8→5→1→38→4→2→0	72,8

Pada Tabel 4.12 dapat diketahui total jarak tempuh menggunakan metode *nearest insert* pada masing-masing area distribusi, yaitu total jarak tempuh pada area distribusi 1 sebesar 41,3 km, pada area distribusi 2 sebesar 79,1 km, dan pada area distribusi 3 sebesar 72,8 km.

4.3.2.4 *Farthest Insert*

Penentuan urutan rute dengan metode *farthest insert* yaitu pengurutan rute dengan menyisipkan agen dengan kenaikan jarak tempuh yang terbesar. Salah satu contoh perhitungan penentuan urutan rute *nearest insert* pada area distribusi 1 menggunakan mobil *box* sebagai berikut:

Langkah 1: Menyisipkan agen yang terjauh dengan depot dan kembali lagi ke depot. Pada contoh perhitungan area distribusi 1 dilakukan penyisipan dari depot ke setiap agen dalam setiap perhitungan dan kembali lagi ke depot. Informasi jarak didapatkan dari matriks jarak pada Lampiran 1. Pada perhitungan 1 jarak depot ke agen 9 dan kembali ke depot adalah $7,8 \text{ km} + 8,1 \text{ km} = 15,9 \text{ km}$, dan seterusnya yang ditampilkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13
Langkah 1 *Farthest Insert*

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Maksimum (km)
1	9	0→9→0	15,9	15,9	25,2
	10	0→10→0	14,1	14,1	
	11	0→11→0	25,2	25,2	
	12	0→12→0	20	20	
	15	0→15→0	11,8	11,8	
	16	0→16→0	14,6	14,6	
	23	0→23→0	16,8	16,8	
	26	0→26→0	12,6	12,6	
	32	0→32→0	17,8	17,8	
	33	0→33→0	16,8	16,8	

Pada Tabel 4.13 jarak terjauh dengan depot yaitu agen 11 dan terbentuk rute 0→11→0 dengan jarak tempuh 25,2 km.

Langkah 2: Menyisipkan semua agen pada urutan rute terpilih pada langkah 1 dan dipilih jarak yang paling maksimum. Pada contoh perhitungan pada langkah 1 didapatkan rute 0→11→0, kemudian dilakukan penyisipan agen yang belum masuk pada rute pada masing-masing perhitungan. Pada perhitungan penyisipan agen 9, dilakukan penyisipan 0→9→11→0 ($7,8+5+12,5=25,3$) dan 0→11→9→0 ($12,7+5,7+8,1=26,5$) yang ditampilkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14
Langkah 2 *Farthest Insert*

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Maksimum (km)
2	9	0→9→11→0	25,3	25,3	27,9
		0→11→9→0	26,5		
		0→10→11→0	27,1		
	10	0→11→10→0	25,9	25,9	
		0→12→11→0	26		
	12	0→11→12→0	27,4	26	
		0→15→11→0	25,2		
	15	0→11→15→0	25,1	25,1	
		0→16→11→0	25,3		
	16	0→11→16→0	26,8	25,3	
		0→23→11→0	26,3		
	23	0→11→23→0	27,4	26,3	
		0→26→11→0	26,6		
	26	0→11→26→0	26,4	26,4	
		32	0→32→11→0		27,9
32	0→11→32→0	29	27,9		
	0→33→11→0	27			
	0→11→33→0	28,5			
33			27		

Pada Tabel 4.14 kenaikan jarak tempuh yang terbesar, yaitu agen 32 dan terbentuk rute 0→32→11→0 dengan jarak tempuh 27,9 km.

Langkah 3 hingga langkah 10: Ulangi semua proses pada langkah 2 hingga semua agen masuk dalam rute yang ditampilkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15
Langkah 3 Hingga Selesai *Farthest Insert*

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Maksimum (km)
3	9	0→9→32→11→0	29,7	29,2	29,8
		0→32→9→11→0	29,3		
		0→32→11→9→0	29,2		
	10	0→10→32→11→0	33,3	28,6	
		0→32→10→11→0	34,4		
		0→32→11→10→0	28,6		
	12	0→12→32→11→0	33,9	29,7	
		0→32→12→11→0	29,7		
		0→32→11→12→0	30,1		
	15	0→15→32→11→0	27,9	27,8	

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Maksimum (km)		
4	16	0→32→15→11→0	31,3	29,3	31		
		0→32→11→15→0	27,8				
		0→16→32→11→0	29,3				
		0→32→16→11→0	29,3				
		0→32→11→16→0	29,5				
	23	0→23→32→11→0	30,2	29,8			
		0→32→23→11→0	29,8				
	26	0→32→11→23→0	30,1	29,1			
		0→26→32→11→0	32,8				
		0→32→26→11→0	37,9				
	33	0→32→11→26→0	29,1	28			
		0→33→32→11→0	32,2				
		0→32→33→11→0	32,4				
		0→32→11→33→0	28				
	9	0→9→32→23→11→0	31,6	30,7			
		0→32→9→23→11→0	30,7				
		0→32→23→9→11→0	31				
		0→32→23→11→9→0	31,1				
		10	0→10→32→23→11→0			35,2	
			0→32→10→23→11→0			40,7	
		12	0→32→23→10→11→0			38,6	30,5
			0→32→23→11→10→0			30,5	
			0→12→32→23→11→0			35,8	
			0→32→12→23→11→0			34,4	
	15	0→32→23→12→11→0	30,6	30,6			
		0→32→23→11→12→0	32				
		0→15→32→23→11→0	29,8				
		0→32→15→23→11→0	32,4				
		0→32→23→15→11→0	33,7				
	16	0→32→23→11→15→0	29,7	30,3			
		0→16→32→23→11→0	31,2				
		0→32→16→23→11→0	30,3				
		0→32→23→16→11→0	33,2				
26	0→32→23→11→16→0	31,4	31				
	0→26→32→23→11→0	34,7					
	0→32→26→23→11→0	42,1					
	0→32→23→26→11→0	40					
	0→32→23→11→26→0	31					
33	0→33→32→23→11→0	34,1	29,9				
	0→32→33→23→11→0	35,6					
	0→32→23→33→11→0	34,6					
	0→32→23→11→33→0	29,9					
9	0→9→32→23→11→26→0	32,8	31,9	32,4			
	0→32→9→23→11→26→0	31,9					
	0→32→23→9→11→26→0	32,2					
	0→32→23→11→9→26→0	36,8					
	0→32→23→11→26→9→0	38,5					
	10	0→10→32→23→11→26→0			36,4	31,6	
		0→32→10→23→11→26→0			41,9		
		0→32→23→10→11→26→0			39,8		
		0→32→23→11→10→26→0			31,6		
	12	0→32→23→11→26→10→0			32,5	31,8	
0→12→32→23→11→26→0		37					
0→32→12→23→11→26→0		35,6					
0→32→23→12→11→26→0		31,8					
0→32→23→11→12→26→0		35,2					
0→32→23→11→26→12→0		41,2					

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Maksimum (km)		
6	15	0→15→32→23→11→26→0	31	31	33,3		
		0→32→15→23→11→26→0	33,6				
		0→32→23→15→11→26→0	34,9				
		0→32→23→11→15→26→0	35,7				
		0→32→23→11→26→15→0	35,1				
	16	0→16→32→23→11→26→0	32,4	31,5			
		0→32→16→23→11→26→0	31,5				
		0→32→23→16→11→26→0	34,4				
		0→32→23→11→16→26→0	36,7				
		0→32→23→11→26→16→0	37,7				
		0→33→32→23→11→26→0	35,3				
		0→32→33→23→11→26→0	36,8				
	33	0→32→23→33→11→26→0	35,8	32,4			
		0→32→23→11→33→26→0	32,4				
		0→32→23→11→26→33→0	37,2				
		9	0→9→32→23→11→33→26→0			34,2	33,3
			0→32→9→23→11→33→26→0			33,3	
			0→32→23→9→11→33→26→0			33,6	
			0→32→23→11→9→33→26→0			37,5	
			0→32→23→11→33→9→26→0			38,1	
			0→32→23→11→33→26→9→0			39,9	
			0→10→32→23→11→33→26→0			37,8	
	10	0→32→10→23→11→33→26→0	43,3	33,1			
		0→32→23→10→11→33→26→0	41,2				
		0→32→23→11→10→33→26→0	37,9				
		0→32→23→11→33→10→26→0	33,1				
		0→32→23→11→33→26→10→0	33,9				
12		0→12→32→23→11→33→26→0	38,4		33,2		
		0→32→12→23→11→33→26→0	37				
		0→32→23→12→11→33→26→0	33,2				
		0→32→23→11→12→33→26→0	36,1				
		0→32→23→11→33→12→26→0	38,5				
	0→32→23→11→33→26→12→0	42,6					
	0→15→32→23→11→33→26→0	32,4					
15	0→32→15→23→11→33→26→0	35	32,4				
	0→32→23→15→11→33→26→0	36,3					
	0→32→23→11→15→33→26→0	37,2					
	0→32→23→11→33→15→26→0	35,8					
	0→32→23→11→33→26→15→0	36,5					
	16	0→16→32→23→11→33→26→0		33,8	32,9		
		0→32→16→23→11→33→26→0		32,9			
0→32→23→16→11→33→26→0		35,8					
0→32→23→11→16→33→26→0		37,5					
0→32→23→11→33→16→26→0		37,1					
0→32→23→11→33→26→16→0		39,1					
0→10→9→32→23→11→33→26→0		68,1	36,4				
7	0→9→10→32→23→11→33→26→0	44,6		35,8			
	0→9→32→10→23→11→33→26→0	45,1					
	0→9→32→23→10→11→33→26→0	43,9					
	0→9→32→23→11→10→33→26→0	40,6					
	0→9→32→23→11→33→10→26→0	35,8					
	0→9→32→23→11→33→26→0	35,8					
	0→9→32→23→11→33→26→0	35,8					

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Maksimum (km)
		0→9→32→23→11→33→26→10→0	36,6		
		0→12→9→32→23→11→33→26→0	68		
	12	0→9→12→32→23→11→33→26→0	38,5	35,9	
		0→9→32→12→23→11→33→26→0	38,8		
		0→9→32→23→12→11→33→26→0	35,9		
		0→9→32→23→11→12→33→26→0	38,8		
		0→9→32→23→11→33→12→26→0	41,2		
		0→9→32→23→11→33→26→12→0	45,3		
	15	0→15→9→32→23→11→33→26→0	63,2		
		0→9→15→32→23→11→33→26→0	36,4	36,4	
		0→9→32→15→23→11→33→26→0	36,8		
		0→9→32→23→15→11→33→26→0	39		
		0→9→32→23→11→15→33→26→0	39,9		
		0→9→32→23→11→33→15→26→0	38,5		
		0→9→32→23→11→33→26→15→0	39,2		
		0→16→9→32→23→11→33→26→0	63,3		
	16	0→9→16→32→23→11→33→26→0	37	34,7	
		0→9→32→16→23→11→33→26→0	34,7		
		0→9→32→23→16→11→33→26→0	38,5		
		0→9→32→23→11→16→33→26→0	40,2		
		0→9→32→23→11→33→16→26→0	39,8		
		0→9→32→23→11→33→26→16→0	41,8		
8		0→10→9→15→32→23→11→33→26→0	41,2		37,2
	10	0→9→10→15→32→23→11→33→26→0	44,8	35,7	
		0→9→15→10→32→23→11→33→26→0	45		
		0→9→15→32→10→23→11→33→26→0	47,3		
		0→9→15→32→23→10→11→33→26→0	45,2		
		0→9→15→32→23→11→10→33→26→0	35,7		

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Maksimum (km)			
		0→9→15→32→23→11→33→10→26→0	36,4					
		0→9→15→32→23→11→33→26→10→0	37,2					
	12	0→12→9→15→32→23→11→33→26→0	41,1	37,2				
		0→9→12→15→32→23→11→33→26→0	40,6					
		0→9→15→12→32→23→11→33→26→0	42,4					
		0→9→15→32→12→23→11→33→26→0	41					
		0→9→15→32→23→12→11→33→26→0	37,2					
		0→9→15→32→23→11→12→33→26→0	41,8					
		0→9→15→32→23→11→33→12→26→0	41,8					
		0→9→15→32→23→11→33→26→12→0	45,9					
		0→16→9→15→32→23→11→33→26→0	36,4					
		0→9→16→15→32→23→11→33→26→0	38,4					
	16	0→9→15→16→32→23→11→33→26→0	37,7	36,4				
		0→9→15→32→16→23→11→33→26→0	36,9					
		0→9→15→32→23→16→11→33→26→0	39,8					
		0→9→15→32→23→11→16→33→26→0	40,2					
		0→9→15→32→23→11→33→16→26→0	40,4					
		0→9→15→32→23→11→33→26→16→0	42,4					
		0→10→9→15→32→23→12→11→33→26→0	42					
9		10	0→9→10→15→32→23→12→11→33→26→0			45,6	37,4	37,4
	0→9→15→10→32→23→12→11→33→26→0		45,8					
	0→9→15→32→10→23→12→11→33→26→0		47,6					
	0→9→15→32→23→10→12→11→33→26→0		47,1					
	0→9→15→32→23→12→10→11→33→26→0		46,5					
	0→9→15→32→23→12→11→10→33→26→0		42,2					
	0→9→15→32→23→12→11→33→10→26→0		37,4					
	0→9→15→32→23→12→11→33→26→10→0		38,2					
	16		0→16→9→15→32→23→12→11→33→26→0	37,2	37,2			
			0→16→9→15→32→23→12→11→33→26→0	37,2				

Langkah	Agen yang Disisipkan	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)	Jarak Maksimum (km)
		0→9→16→15→32→23→12→11 →33→26→0	39,2		
		0→9→15→16→32→23→12→11 →33→26→0	38,5		
		0→9→15→32→16→23→12→11 →33→26→0	37,2		
		0→9→15→32→23→16→12→11 →33→26→0	40		
		0→9→15→32→23→12→16→11 →33→26→0	43		
		0→9→15→32→23→12→11→16 →33→26→0	41,8		
		0→9→15→32→23→12→11→33 →16→26→0	41,4		
		0→9→15→32→23→12→11→33 →26→16→0	43,4		
		0→16→9→15→32→23→12→11 →33→10→26→0	37,9		
		0→9→16→15→32→23→12→11 →33→10→26→0	39,9		
10	16	0→9→15→16→32→23→12→11 →33→10→26→0	39,2	37,9	37,9
		0→9→15→32→16→23→12→11 →33→10→26→0	38,4		
		0→9→15→32→23→16→12→11 →33→10→26→0	41,2		
		0→9→15→32→23→12→16→11 →33→10→26→0	44,2		
		0→9→15→32→23→12→11→16 →33→10→26→0	43		
		0→9→15→32→23→12→11→33 →16→10→26→0	42,5		
		0→9→15→32→23→12→11→33 →10→16→26→0	47,9		
		0→9→15→32→23→12→11→33 →10→26→16→0	44,6		

Pada perhitungan *farthest insert* area distribusi 1 didapatkan rute 0→16→9→15→32→23→12→11→33→10→26→0 dengan jarak tempuh sebesar 37,9 km,

Langkah yang sama dilakukan pada perhitungan *farthest insert* area distribusi 2 yang dilampirkan pada Lampiran 6 dan area distribusi 3 pada Lampiran 7. Tabel 4.16 merupakan rekapitulasi hasil penentuan urutan neighbour pada ketiga area distribusi.

Tabel 4.16
Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Farthest Insert*

Area Distribusi	Rute	Jarak Tempuh (km)
Area Distribusi 1	0→16→9→15→32→23→12→11→33→10→26→0	37,9
Area Distribusi 2	0→18→20→35→25→7→6→36→14→19→21→31→34→29→17→2 7→0	77,1
Area Distribusi 3	0→4→1→38→2→5→8→30→37→28→3→24→13→22→0	77,5

Pada Tabel 4.16 dapat diketahui total jarak tempuh menggunakan metode *farthest insert* pada masing-masing area distribusi, yaitu total jarak tempuh pada area distribusi 1 sebesar 37,9 km, pada area distribusi 2 sebesar 77,1 km, dan pada area distribusi 3 sebesar 77,5 km.

4.3.3 Perbandingan Hasil Perhitungan Rute

Dari keempat perhitungan rute menggunakan metode algoritma *sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*, maka dibandingkan rute pada tiap hasil metode dan dipilih rute yang menghasilkan jarak tempuh terpendek pada masing-masing area distribusi.

1. Area distribusi 1

Dari keempat perhitungan sebelumnya, maka dilakukan rekap perbandingan hasil untuk area distribusi 1 menggunakan mobil *box* yang ditampilkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17
Rekapitulasi Hasil Perhitungan Area Distribusi 1

Metode	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)
<i>Sweep</i>	0→32→16→23→15→9→12→11→33→10→26→0	38,3	37,9
<i>Nearest Neighbour</i>	0→26→10→33→15→16→9→23→32→12→11→0	39,4	
<i>Nearest Insert</i>	0→26→10→15→33→16→9→12→11→23→32→0	41,3	
<i>Farthest Insert</i>	0→15→16→9→32→23→12→11→33→10→26→0	37,9	

Dari Tabel 4.17 maka dipilih rute menggunakan metode *farthest insert* sebagai rute optimal untuk melakukan pengambilan barang pada area distribusi 1 yaitu dengan urutan 0→15→16→9→32→23→12→11→33→10→26→0 dengan total jarak tempuh 37,9 km.

2. Area distribusi 2

Dari keempat perhitungan sebelumnya, maka dilakukan rekap perbandingan hasil untuk area distribusi 2 menggunakan mobil Grandmax 1 yang ditampilkan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18
Rekapitulasi Hasil Perhitungan Area Distribusi 2

Metode	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)
<i>Sweep</i>	0→27→6→36→14→19→29→17→21→34→7→18→31→20→25→35→0	97.2	77.1
<i>Nearest Neighbour</i>	0→27→18→20→34→29→17→31→21→19→25→35→7→14→36→6→0	86.4	
<i>Nearest Insert</i>	0→17→21→36→14→6→19→7→35→25→31→34→29→18→20→27→0	79.1	

Metode	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)
<i>Farthest Insert</i>	0→18→20→35→25→7→6→36→14→19→21→31→34→29→17→27→0	77.1	

Dari Tabel 4.18 maka dipilih rute menggunakan metode *farthest insert* sebagai rute optimal untuk melakukan pengambilan barang pada area distribusi 2 yaitu dengan urutan 0→18→20→35→25→7→6→36→14→19→21→31→34→29→17→27→0 dengan total jarak tempuh 77,1 km.

3. Area distribusi 3

Dari keempat perhitungan sebelumnya, maka dilakukan rekap perbandingan hasil untuk area distribusi 3 menggunakan mobil Grandmax 2 yang ditampilkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19
Rekapitulasi Hasil Perhitungan Area Distribusi 3

Metode	Rute	Jarak (km)	Jarak Minimum (km)
<i>Sweep</i>	0→2→38→1→4→5→8→30→37→28→3→24→13→22→0	79.8	
<i>Nearest Neighbour</i>	0→22→13→24→3→28→37→8→5→4→1→38→2→30→0	73.2	72.8
<i>Nearest Insert</i>	0→22→13→24→3→28→30→37→8→5→1→38→4→2→0	72.8	
<i>Farthest Insert</i>	0→4→1→38→2→5→8→30→37→28→3→24→13→22→0	77.5	

Dari Tabel 4.19 maka dipilih rute menggunakan metode *nearest insert* sebagai rute optimal untuk melakukan pengambilan barang pada area distribusi 3 yaitu dengan urutan 0→22→13→24→3→28→30→37→8→5→1→38→4→2→0 dengan total jarak tempuh 72,8 km.

4.3.4 Perbandingan Rute *Existing* dengan Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan rute jarak tempuh terpendek pada masing-masing area distribusi, maka dilakukan perbandingan antara jarak tempuh *existing* yang ada pada PT Wahana Prestasi Logistik yang ada pada Tabel 1.1 dengan rute optimal hasil perhitungan untuk mengetahui berapa persentase penghematan jarak yang dialami jika hasil perhitungan rute optimal diterapkan pada perusahaan. Pada Tabel 1.1 diketahui adanya *sample* data sebanyak 6 data pada masing-masing area distribusi, sehingga dilakukan perhitungan rata-rata pada total jarak tempuh yang dilewati. Berikut ini merupakan contoh perhitungan rata-rata total jarak tempuh *existing* pada area distribusi 1:

Rata-rata total jarak tempuh area distribusi 1 = $\frac{40+42+39+43+42+41}{6} = 41,17$ km.

Hasil rata-rata jarak tempuh tersebut dibandingkan dengan jarak tempuh optimal yang terpilih pada subbab 4.3.3. Setelah dilakukan perbandingan, maka dilakukan perhitungan persentase penghematan jarak tempuh yang dialami perusahaan jika hasil perhitungan optimal tersebut diterapkan pada perusahaan dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Persentase penghematan} = \frac{(X-Y)}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

X: rata-rata jarak tempuh *existing*

Y: jarak tempuh optimal

Contoh perhitungan persentase penghematan jarak tempuh pada area distribusi 1 adalah:

$$\text{Persentase penghematan area distribusi 1} = \frac{(41,17-37,9)}{41,17} \times 100\% = 7,94\%$$

Dari perhitungan tersebut, maka perbandingan rute *existing* dengan rute optimal hasil perhitungan pada ketiga area distribusi disajikan pada Tabel 4.20. Hari dan tanggal merupakan informasi data diambil yaitu pada Tanggal 9-14 Juli 2018. Pada area distribusi 1, perbedaan total jarak tempuh menghasilkan rata-rata sebesar 41,17 km dan hasil perhitungan optimal sebesar 37,9 km, pada area distribusi 2 rata-rata total jarak tempuh sebesar 88,17 km dan hasil perhitungan rata-rata sebesar 77,1 km, dan area distribusi 3 rata-rata total jarak tempuh sebesar 79,17 km dan hasil perhitungan optimal sebesar 72,8 km.

Tabel 4.20

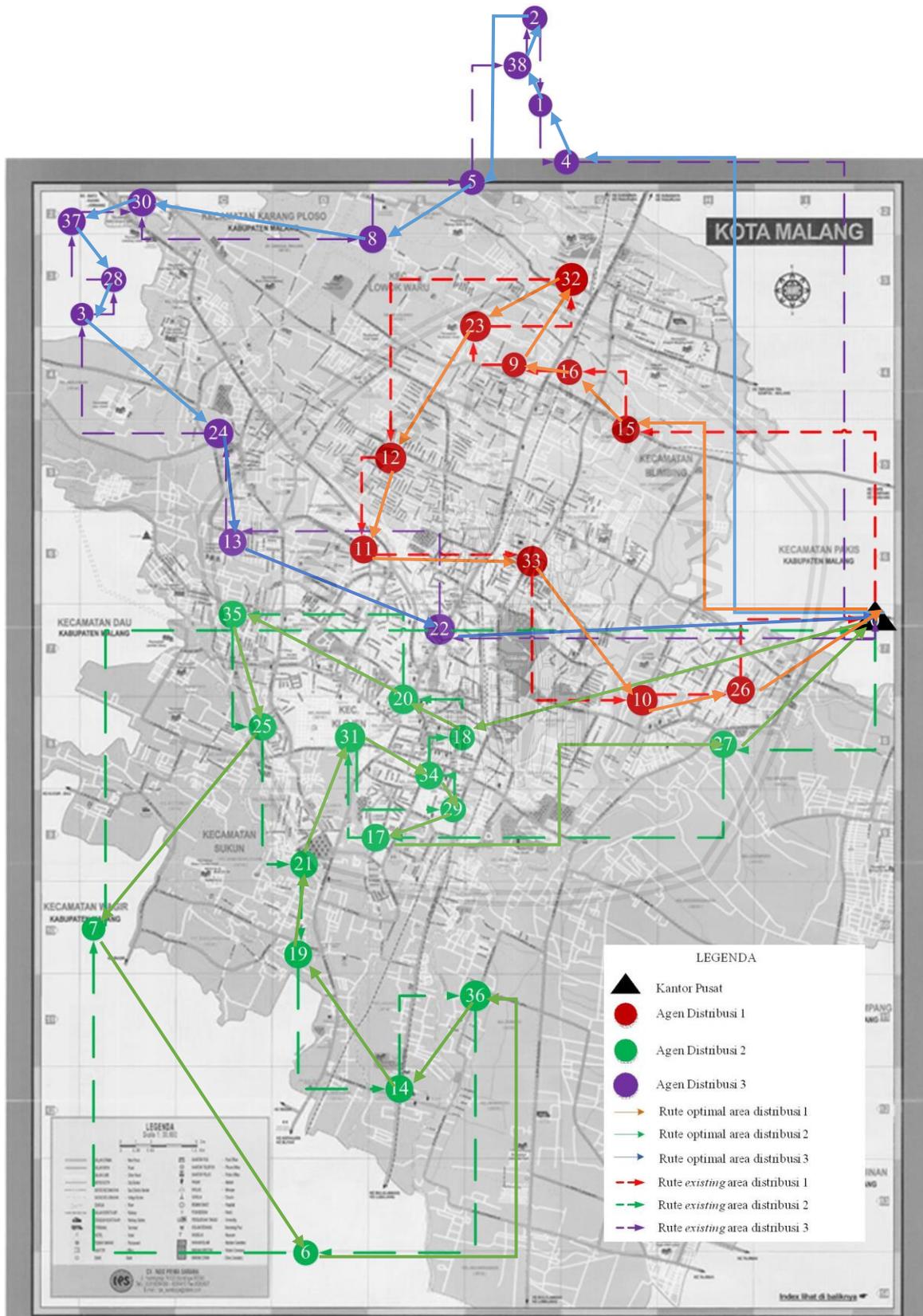
Perbandingan Rute *Existing* dengan Rute Optimal Hasil Perhitungan

Hari	Tanggal	Area Distribusi 1 (km)	Area Distribusi 2 (km)	Area Distribusi 3 (km)
Senin	9 Juli 2018	40	85	80
Selasa	10 Juli 2018	42	88	77
Rabu	11 Juli 2018	39	92	76
Kamis	12 Juli 2018	43	91	82
Jumat	13 Juli 2018	42	83	79
Sabtu	14 Juli 2018	41	90	81
Rata-rata		41,17	88,17	79,17
Hasil Perhitungan optimal		37,9	77,1	72,8
Persentase penghematan (%)		7,94	12,55	8,04

Dari Tabel 4.20 diketahui penghematan jarak tempuh yang dialami pada area distribusi 1 sebesar 7,94%, pada area distribusi 2 sebesar 12,55%, dan pada area distribusi 3 sebesar 8,04%. Penghematan terbesar terjadi pada area distribusi 2 dimana terdapat 15 agen, selanjutnya pada area distribusi 3 yang terdiri dari 13 agen, dan penghematan terkecil terjadi pada area distribusi 1 yang terdiri dari 10 agen.

4.4 Analisis Hasil dan Pembahasan

Dari hasil perhitungan maka dapat digambarkan aliran rute pada peta yang ditampilkan pada Gambar 4.15 sebagai berikut:



Gambar 4.16 Perbandingan rute existing dengan rute optimal

Dari hasil perhitungan pengurutan rute distribusi optimal di PT Wahana Prestasi Logistik pada area 1 yaitu $0 \rightarrow 15 \rightarrow 16 \rightarrow 9 \rightarrow 32 \rightarrow 23 \rightarrow 12 \rightarrow 11 \rightarrow 33 \rightarrow 10 \rightarrow 26 \rightarrow 0$, pada area distribusi 2 yaitu $0 \rightarrow 18 \rightarrow 20 \rightarrow 35 \rightarrow 25 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 36 \rightarrow 14 \rightarrow 19 \rightarrow 21 \rightarrow 31 \rightarrow 34 \rightarrow 29 \rightarrow 17 \rightarrow 27 \rightarrow 0$, dan area distribusi 3 dengan urutan $0 \rightarrow 22 \rightarrow 13 \rightarrow 24 \rightarrow 3 \rightarrow 28 \rightarrow 30 \rightarrow 37 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 38 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 0$. Pada Gambar 4.16 diketahui warna agen mewakili kelompok agen dan warna panah merupakan rute aliran distribusi pada masing-masing area. Rute distribusi tersebut juga dipengaruhi oleh jalan yang asimetris yaitu jalan pergi berbeda dengan jalan kembali karena adanya penerapan jalan searah dan berlawanan arah khususnya pada daerah pusat kota yaitu daerah alun-alun dan pasar besar serta jalan besar yang terdapat arah putar balik seperti di daerah sepanjang arah Surabaya.

Pada Gambar 4.16 mengenai perbandingan rute *existing* dan rute optimal dapat dijabarkan dalam Tabel 4.21 sebagai berikut:

Tabel 4.21
Analisis Perbandingan Rute *Existing* dengan Rute Optimal

Area Distribusi	Rute <i>Existing</i>	Jarak <i>Existing</i> (Km)	Rute Optimal	Jarak Optimal (Km)
1	$0 \rightarrow 15 \rightarrow 16 \rightarrow 9 \rightarrow 23 \rightarrow 32 \rightarrow 12 \rightarrow 11 \rightarrow 33 \rightarrow 10 \rightarrow 26 \rightarrow 0$	41,17	$0 \rightarrow 15 \rightarrow 16 \rightarrow 9 \rightarrow 32 \rightarrow 23 \rightarrow 12 \rightarrow 11 \rightarrow 33 \rightarrow 10 \rightarrow 26 \rightarrow 0$	37,9
2	$0 \rightarrow 27 \rightarrow 17 \rightarrow 31 \rightarrow 29 \rightarrow 34 \rightarrow 18 \rightarrow 20 \rightarrow 35 \rightarrow 25 \rightarrow 21 \rightarrow 19 \rightarrow 14 \rightarrow 36 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 0$	88,17	$0 \rightarrow 18 \rightarrow 20 \rightarrow 35 \rightarrow 25 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 36 \rightarrow 14 \rightarrow 19 \rightarrow 21 \rightarrow 31 \rightarrow 34 \rightarrow 29 \rightarrow 17 \rightarrow 27 \rightarrow 0$	77,1
3	$0 \rightarrow 22 \rightarrow 13 \rightarrow 24 \rightarrow 3 \rightarrow 28 \rightarrow 37 \rightarrow 30 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 38 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 0$	79,17	$0 \rightarrow 22 \rightarrow 13 \rightarrow 24 \rightarrow 3 \rightarrow 28 \rightarrow 30 \rightarrow 37 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 38 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 0$	72,8

Dari Tabel 4.21 dapat diketahui bahwa pada area distribusi 1, perbedaan rute *existing* dengan rute optimal terletak pada urutan rute pada agen 32 dan 23. Pada area distribusi 2, perbedaan rute *existing* dengan rute optimal terletak pada arah rutenya, pada rute *existing* pendistribusian diawali dengan agen 27 namun pada rute optimal agen 27 dijadikan sebagai agen terakhir yang dikunjungi. Pada area distribusi 3, perbedaan rute *existing* dengan rute optimal terletak pada urutan rute agen 1, 2, 4, dan 38. Pada perbandingan tersebut jarak *existing* diperoleh dari jarak rata-rata jarak tempuh pada 6 hari periode *sample*. Hasil menunjukkan jarak tempuh rute optimal menghasilkan jarak tempuh yang lebih pendek dibandingkan jarak *existing* sehingga dapat digunakan sebagai *output* penelitian dan saran perbaikan untuk sistem pendistribusian pada PT Wahana Prestasi Logistik.

Setelah melakukan perhitungan pada masing-masing metode di setiap area distribusi dan didapatkan hasil optimal, maka perlu adanya analisis perbedaan disetiap perhitungan metode. Pada penelitian ini, metode yang sesuai diterapkan pada PT Wahana Prestasi Logistik yaitu metode *farthest insert* untuk area distribusi 1 dan 2, dan metode *nearest insert* untuk area distribusi 3. Kedua metode tersebut memberikan hasil yang paling optimal yaitu dengan total jarak tempuh terpendek dibandingkan metode lainnya.

Pada metode algoritma *sweep* dilakukan penyapuan searah dan berlawanan arah jarum jam dan dipilih jarak yang terpendek. Pada area distribusi 1 yang terdiri dari 10 agen dipilih jarak paling minimum dengan menyapu secara berlawanan arah jarum jam didapatkan total jarak tempuh 38,3 km. Pada area distribusi 2 yang terdiri dari 15 agen dipilih jarak paling minimum dengan menyapu secara searah jarum jam didapatkan total jarak tempuh 97,2 km. Pada area distribusi 3 yang terdiri dari 13 agen dipilih jarak paling minimum dengan menyapu secara berlawanan arah jarum jam didapatkan total jarak tempuh 79,8 km. Dari perhitungan tersebut dapat dilihat dengan metode *sweep* penentuan urutan rute ditentukan berdasarkan persebaran titik agen dengan penarikan garis lurus agen terhadap pusat depot tanpa mempertimbangkan jarak antar agen sehingga jarak tempuh yang dihasilkan kurang optimal karena ada beberapa titik yang di lapang dekat namun secara sudut agak jauh sehingga memungkinkan rute mengambil sudut yang terdekat namun memiliki jarak yang jauh.

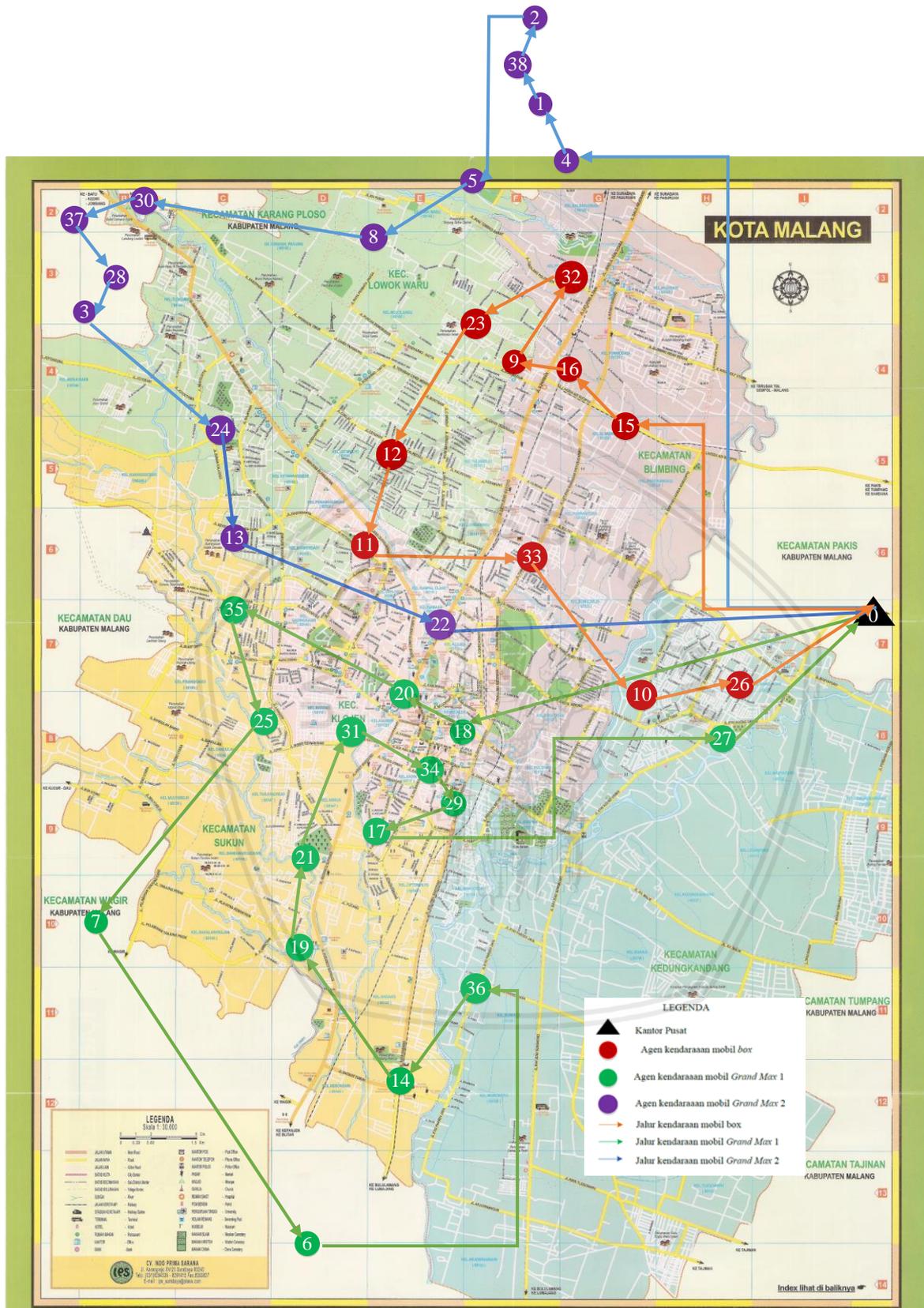
Metode *nearest neighbour* dilakukan pengurutan dengan hanya melihat titik terakhir tanpa melihat urutan secara keseluruhan. Pada area distribusi 1 didapatkan total jarak tempuh sebesar 39,4 km, pada area distribusi 2 didapatkan total jarak tempuh sebesar 86,4 km, dan area distribusi 3 total jarak tempuh sebesar 73,2 km. pada metode ini, titik akhir merupakan titik baku pengurutan untuk menentukan urutan titik selanjutnya. Sehingga ada kemungkinan agen yang relatif dekat di beberapa area terlewat dan akhirnya balik ke area tersebut yang mengakibatkan jarak tempuhnya semakin besar.

Metode penyisipan yang terdiri dari *nearest insert* dan *farthest insert* melakukan pengulangan perhitungan untuk mendapatkan total jarak tempuh terendah. Metode *nearest insert* dilakukan perhitungan dengan menyisipkan agen dengan kenaikan total jarak tempuh terendah. Pada area distribusi 1 didapatkan total jarak tempuh sebesar 41,3 km, pada area distribusi 2 didapatkan total jarak tempuh sebesar 79,1 km, dan area distribusi 3 total jarak tempuh sebesar 72,8 km. Metode *farthest insert* dilakukan perhitungan dengan menyisipkan agen dengan kenaikan total jarak tempuh terbesar. Pada area distribusi 1 didapatkan total jarak tempuh sebesar 37,9 km, pada area distribusi 2 didapatkan total jarak tempuh sebesar 77,1 km, dan area distribusi 3 total jarak tempuh sebesar 77,5 km. Pada metode ini ada beberapa pertimbangan yang diterapkan, yaitu titik tujuan, titik sebelumnya dan titik setelahnya, sehingga cukup kompleks dan akurat dalam menentukan urutan rute. Pada *nearest insert* dilakukan penyisipan agen dengan titik terdekat dengan titik pusat. Pada *farthest insert* dilakukan penyisipan agen yang berada di titik terjauh dari titik pusat.

Pada area distribusi 1 dan area distribusi 2, dipilih jarak paling optimal dengan menggunakan perhitungan *farthest insert* karena persebaran pada area 1 dan 2 cukup signifikan sehingga lebih cocok pengurutan dengan mempertimbangkan agen-agen yang berada pada titik terluar pada area tersebut. Pada area distribusi 3, dipilih jarak paling optimal dengan menggunakan perhitungan *nearest insert* karena persebaran pada area 3 tidak terlalu signifikan sehingga lebih cocok pengurutan dengan mempertimbangkan agen-agen yang berada pada titik terdekat pada area tersebut.

Dari perhitungan keempat metode tersebut, metode dominan adalah perhitungan menggunakan *nearest insert* dan *farthest insert* karena mempertimbangkan beberapa aspek yaitu titik sebelumnya, titik itu sendiri, dan titik tujuan secara keseluruhan sehingga perhitungan menghasilkan perhitungan yang cukup kompleks dan detail. Algoritma *sweep* tidak terpilih sebagai metode dominan karena hanya memperhitungkan depot dan titik agen saja tanpa mempertimbangkan kedekatan antar agen, hal ini bertolak belakang dengan prinsip sistem pendistribusian pada perusahaan karena pada perusahaan menerapkan pendistribusian depot ke seluruh agen dan kembali ke depot sedangkan pada algoritma *sweep* hal utama yang diperhitungkan hanya depot dengan satu agen. Pada perhitungan *nearest neighbour*, perhitungan hanya mempertimbangkan titik terakhir yang dipilih dengan titik tujuan tanpa mempertimbangkan keseluruhan agen, acuan penentuan jarak terdekat hanya mempertimbangkan titik terakhir yang dipilih sehingga menghasilkan perhitungan yang kurang detail dan kompleks.

Berdasarkan persentase penghematan total jarak tempuh, disimpulkan bahwa semakin banyak agen yang ada dan semakin besar persebaran titik agen, maka metode tersebut semakin efektif untuk menentukan rute distribusi yang optimal yang dapat dilihat dari besarnya presentase penghematan yang terjadi. Hal ini disebabkan karena semakin banyak titik dan persebaran titik yang semakin besar maka semakin banyak peluang urutan rute, sehingga perhitungan pemilihan urutan rute maka semakin kompleks dan detail. Metode yang dominan terpilih sebagai metode yang menghasilkan rute optimal, yaitu *nearest insert* dan *farthest insert* mampu memberikan jarak tempuh yang lebih pendek dibandingkan sebelum perusahaan menerapkan rute tersebut. Hal ini dapat dijadikan saran perbaikan untuk perusahaan dalam menentukan rute distribusi pengambilan barang pada masing-masing area distribusi agar mampu menghasilkan rute yang lebih pendek sehingga mampu meningkatkan kinerja perusahaan.



Gambar 4.17 Rute rekomendasi perbaikan

Gambar 4.17 merupakan *output* rute rekomendasi perbaikan untuk perusahaan dari hasil perhitungan yang paling optimal. Dari penjabaran analisis tersebut, maka manfaat yang dapat diberikan yaitu gambaran urutan rute distribusi pada masing-masing area distribusi

yang ditampilkan pada Gambar 4.17 dan metode yang sesuai. Pada area distribusi 1 yaitu $0 \rightarrow 15 \rightarrow 16 \rightarrow 9 \rightarrow 32 \rightarrow 23 \rightarrow 12 \rightarrow 11 \rightarrow 33 \rightarrow 10 \rightarrow 26 \rightarrow 0$ menggunakan metode *farthest insert*, pada area distribusi 2 yaitu $0 \rightarrow 18 \rightarrow 20 \rightarrow 35 \rightarrow 25 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 36 \rightarrow 14 \rightarrow 19 \rightarrow 21 \rightarrow 31 \rightarrow 34 \rightarrow 29 \rightarrow 17 \rightarrow 27 \rightarrow 0$ menggunakan metode *farthest insert*, dan area distribusi 3 dengan urutan $0 \rightarrow 22 \rightarrow 13 \rightarrow 24 \rightarrow 3 \rightarrow 28 \rightarrow 30 \rightarrow 37 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 38 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 0$ menggunakan metode *nearest insert*. Sehingga ketika suatu saat nanti terjadi penambahan agen karena perkembangan bisnis maka perhitungan ulang dilakukan dengan menggunakan metode yang optimal pada masing-masing area distribusi tanpa harus melakukan perbandingan perhitungan dengan menggunakan beberapa metode. Kemudian dalam penelitian ini manfaat selanjutnya yang dapat diperoleh yaitu meminimasi jarak tempuh *existing* dengan jarak tempuh optimal yang menghasilkan penghematan pada area distribusi 1 sebesar 7,94 %, pada area distribusi 2 sebesar 12,55 %, dan pada area distribusi 3 sebesar 8,04 %. Dari kedua manfaat penelitian tersebut dapat digunakan sebagai saran perbaikan untuk PT Wahana Prestasi Logistik sehingga dapat melakukan proses distribusi barang dari depot ke agen agar lebih optimal dan terstruktur sehingga dapat mengurangi jarak tempuh yang berdampak pada biaya dan waktu pendistribusian. Jarak tempuh yang semakin besar mengakibatkan total biaya transportasi yang semakin besar dan waktu perjalanan yang semakin lama.

Pada pembagian area distribusi terdapat perbendaaan yang relatif jauh antara jarak tempuh area distribusi 1 dengan area distribusi 2 dan 3, hal tersebut menyebabkan waktu pendistribusian yang berbeda. Waktu pendistribusian pada area 1 relatif lebih cepat dibandingkan area 2 dan 3. Sopir pada setiap area distribusi berganti-ganti (*rolling*) sehingga setiap sopir pernah merasakan menjadi sopir pada setiap area distribusi. Untuk sopir yang melakukan pendistribusian pada area 1 memiliki waktu yang lebih singkat dibandingkan yang lain sehingga diperlukan penugasan lain seperti sortir dan rekap barang sehingga jam kerja antar sopir sama dan tidak ada ketimpangan antar sopir jika memiliki waktu yang lebih singkat dalam pendistribusiannya dan sisa waktu yang lebih banyak.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian dan saran sebagai masukan dari analisis hasil pengolahan data mengenai penentuan rute distribusi pada PT Wahana Prestasi Logistik Malang.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data pada penelitian penentuan rute optimal pada PT Wahana Prestasi Logistik Malang dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. PT Wahana Prestasi Logistik memiliki 38 agen yang dikelompokkan menjadi 3 berdasarkan kemiripan wilayah. Kelompok tersebut yaitu area distribusi 1 menggunakan kendaraan mobil *box*, area distribusi 2 menggunakan mobil Grandmax 1, dan area distribusi 3 menggunakan mobil Grandmax 2 dimana ketiga kendaraan tersebut cukup untuk menampung semua barang distribusi pada semua agen di setiap area distribusi. Jarak tempuh setiap kali pengambilan barang berbeda-beda namun titik yang dilalui sama karena belum adanya baku rute dari perusahaan. Untuk menentukan rute yang optimal dengan jarak tempuh yang terpendek dilakukan perhitungan menggunakan 4 metode yaitu metode algoritma *sweep*, *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*. Dari perhitungan tersebut didapatkan rute yang optimal pada masing-masing area distribusi. Pada area distribusi 1 didapatkan rute optimal dengan urutan 0→16→9→15→32→23→12→11→ 33→10→26→0 dengan total jarak tempuh 37,9 km menggunakan metode *farthest insert*. Pada area distribusi 2 didapatkan rute optimal dengan urutan 0→18→20→35→25→7→6→36→14→19→21→31→34→29→17→27→0 dengan total jarak tempuh 77,1 km menggunakan metode *farthest insert*. Pada area distribusi 3 didapatkan rute optimal dengan urutan 0→22→13→24→3→28→30→37→8→ 5→1→38→4→2→0 dengan total jarak tempuh 72,8 km menggunakan metode *nearest insert*. Metode yang sesuai diterapkan pada PT Wahana Prestasi Logistik yaitu metode *farthest insert* dan metode *nearest insert*.
2. Hasil perbandingan antara rute *existing* saat ini pada perusahaan dengan rute yang optimal hasil penelitian, maka dihasilkan penghematan jarak tempuh yang dialami

pada area distribusi 1 sebesar 7,94%, pada area distribusi 2 sebesar 12,55%, dan pada area distribusi 3 sebesar 8,04%. Penghematan terbesar terjadi pada area distribusi 2 dimana terdapat 15 agen, selanjutnya pada area distribusi 3 yang terdiri dari 13 agen, dan penghematan terkecil terjadi pada area distribusi 1 yang terdiri dari 10 agen. Dari hasil tersebut maka dapat diketahui bahwa semakin banyak agen yang ada dan semakin besar persebaran titik agen, maka metode tersebut semakin efektif untuk menentukan rute distribusi yang optimal karena perhitungan pemilihan rute yang semakin kompleks.

5.2 Saran

Saran yang diberikan dari hasil penelitian ini untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah:

1. Perusahaan dapat menerapkan perhitungan penentuan urutan rute menggunakan metode *farthest insert* dan metode *nearest insert* yang sesuai dengan kondisi perusahaan saat ini.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan mempertimbangkan kapasitas kendaraan, waktu pengambilan barang, adanya *clustering* kembali untuk mengelompokkan agen-agen yang lebih dekat dalam satu area distribusi dan untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal dan sesuai dengan proses di lapangan.
3. Karena perkembangan bisnis perusahaan, maka adanya kemungkinan penambahan agen di masa yang akan datang, perlu adanya aplikasi atau *software* untuk mempermudah dalam menentukan urutan rute yang optimal tanpa harus melakukan perhitungan manual setiap kali adanya penambahan agen baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, Ronald H. 1992. *Business Logistic Management 4th Edition*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Bowersox, Donald J. 1995. *Manajemen Logistik 1 Intergrasi Sistem-Sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Chopra, Sunil dan Peter, Meindl. 2010. *Supply Chain Management: Strategy, planning, and operations*. New Jersey: Prentice Hall.
- Djoko, Setijawarno, & R. B. Frazila. 2001. *Penantar Sistem Transportasi*, Semarang: Universitas Katolik Soegijapranata.
- Gitosudarmo, Indriyo. 1998. *Manajemen Bisnis Logistik*. Yogyakarta: BPF.
- Ikfan, N. & Masudin, I. 2013. Penentuan Rute Transportasi Terpendek untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode Saving Matriks. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* Vol. 12, No. 2, Desember 2013: 165-178.
- Mardalis. 1995. *Metodologi Penelitian Suatu Pendekatan Proposal*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Pujawan, I. N. & E. R., Mahendrawathi. 2010. *Supply Chain Manajemen: Edisi Kedua*, Indonesia: Guna Widya.
- Putri, F. H. E. Yuniarti, Rahmi & Fanani, Angga Akbar. 2018. Penyelesaian VRP Menggunakan Saving Matrix Sebagai Alternatif Rute Distribusi di PT. Dinamika Karya Persada. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol. 6, No. 7, September 2018.
- Saraswati, R. 2017. Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Algoritma Sweep untuk Penentuan Rute Distribusi Koran. *Jurnal Manajemen Pemasaran*, Vol. 11, No. 2, Oktober 2017.
- Sukarto, Haryono. 2006. Pemilihan Model Transportasi di DKI Jakarta dengan Kebijakan Proses Hirarki Analitik. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 3, No. 1, Januari 2006.
- Supriyadi, S., Nalhadi, A., & Mawardi, K. 2017. Minimasi Biaya Dalam Penentuan Rute Distribusi Produk Minuman Menggunakan Metode Saving Matrix. *Prosiding Institut Supply Chain Dan Logistik Indonesia*, A-01, September 2017.
- Taha, HA. 1996. *Riset Operasi*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Toth, P., & Virgo, D. 2002. *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.



Halaman ini sengaja dikosongkan