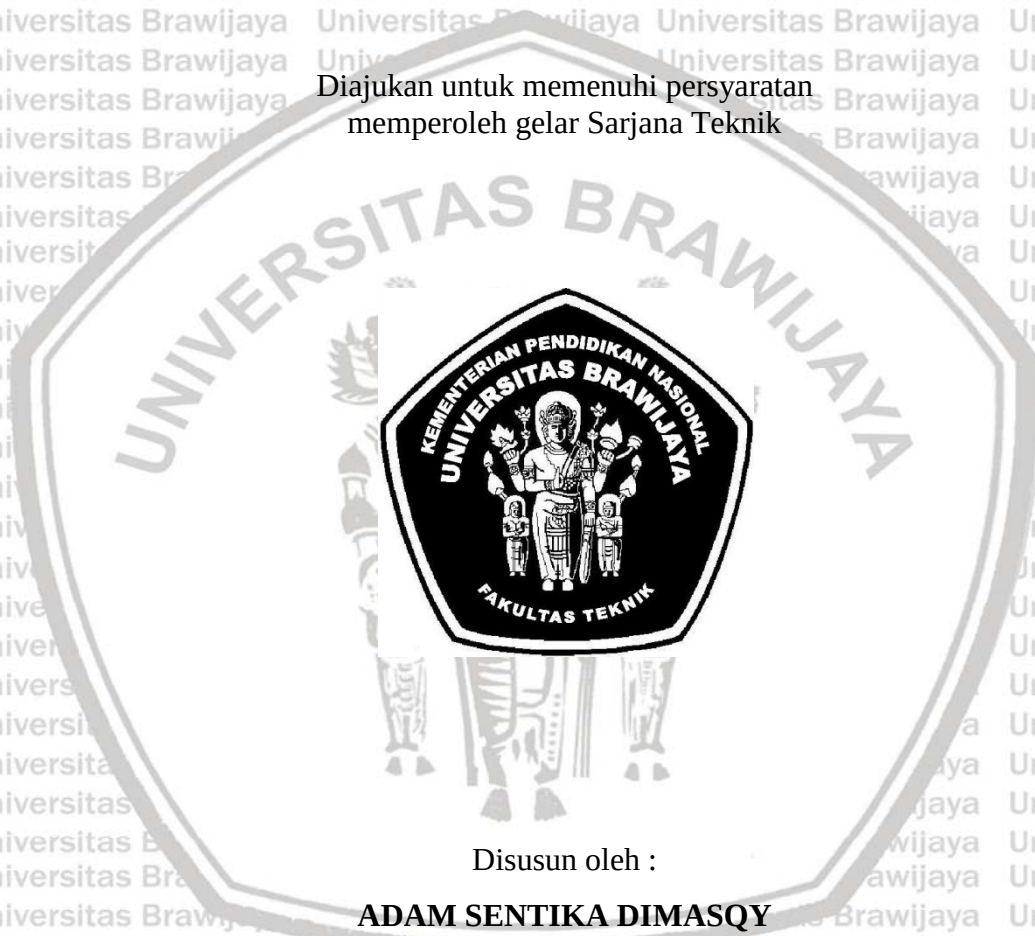


**PENGOPTIMALAN RUTE TRANSPORTASI DISTRIBUSI
DENGAN CLARKE-WRIGHT SAVING APPROACH PADA PT. X
PANDAAN JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

ADAM SENTIKA DIMASQY

NIM. 0710670009 – 62

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2011**

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGOPTIMALAN RUTE TRANSPORTASI DISTRIBUSI DENGAN CLARKE-WRIGHT SAVING APPROACH PADA PT. X PANDAAN JAWA TIMUR

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

ADAM SENTIKA DIMASQY
NIM. 0710670009 – 62

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dra. Murti Astuti, MSIE.
NIP. 19610620 198603 2 001

Nasir Widha Setyanto, ST., MT.
NIP. 19700914 200501 1 001

LEMBAR PENGESAHAN
PENGOPTIMALAN RUTE TRANSPORTASI DISTRIBUSI
DENGAN CLARKE-WRIGHT SAVING APPROACH PADA PT. X
PANDAAN JAWA TIMUR

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

ADAM SENTIKA DIMASQY
NIM. 0710670009 – 62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 6 Juli 2011

Skripsi I

Skripsi II

Ir. Mochamad Choiri, MT
NIP : 1954014 198602 1 001

Sugiarto, ST., MT.
NIP. 19690417 199512 1 001

Komprehensif

Ir. Masduki, MM.
NIP. 19450816 197009 1 001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Industri

Nasir Widha Setyanto, ST., MT.
NIP. 19700914 200501 1 001



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini 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 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 PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, Agustus 2011
Mahasiswa,

Adam Sentika Dimasqy
NIM. 0710670009

PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat, dan penyertaan-Nya maka penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Strata satu (S-1) di Program Studi Teknik Industri, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Setelah melewati berbagai kesulitan yang dihadapi, terutama keterbatasan kemampuan penulis, skripsi ini dapat diselesaikan berkat adanya bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dra. Murti Astuti, MSIE. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Ketua Konsentrasi Dasar Keahlian Manajemen Industri yang telah memberikan waktu dan segala kebaikan, bimbingan, dan arahan kepada penulis.
2. Bapak Nasir Widha Setyanto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II dan Ketua Program Studi Teknik Industri atas waktu dan segala kebaikan, bimbingan, arahan, yang telah diberikan kepada penulis.
3. Bapak Ir. Mochamad Choiri, MT selaku Dosen Pembimbing Akademik atas waktu dan kesabaran dalam membimbing penulis dan motivasi serta ilmu yang telah diberikan.
4. Bapak Arif Rahman, ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Industri atas dukungan, motivasi, serta ilmu yang telah diberikan.
5. Orang tuaku, Atim Djazuli dan Tri Agustin Pudio Rini, serta seluruh keluarga tercinta atas perhatian, kasih sayang, doa, dan semangat yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Ir. Bambang Indrayadi, MT. selaku Dosen Pengamat atas saran, bantuan, bimbingan, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
7. Ibu Lely Riawati, ST., MT. selaku Dosen Pengamat atas saran, bantuan, bimbingan, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
8. Bapak Hary Sudjono, S.Si., MT. selaku Dosen Pengamat atas saran, bantuan, bimbingan, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
9. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT. selaku Dosen Pengamat atas saran, bantuan, bimbingan, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.

10. Bapak Ir. Masduki, MM., Bapak Prof. Dr. Ir. Pratikto, M.MT., dan Bapak Sugiarto, ST., MT. selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan saran dan nasihat kepada penulis.
11. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Industri yang telah banyak memberikan semangat, bantuan, serta ilmu kepada penulis.
12. Bapak Ikhtiar, Bapak Bambang, dan Seluruh karyawan PT. X yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian serta memberikan banyak bimbingan dan bantuan.
13. Seluruh sahabat Teknik Mesin dan Teknik Industri Universitas Brawijaya, khususnya angkatan 2007, yang tidak bisa disebutkan satu persatu, atas semangat yang diberikan dan persahabatan selama ini serta doa dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
14. Mas Reza, Mbak Ifa, Pak Parmono dan Pak Hidayat atas kesabaran dan bantuan dalam persiapan dan kelengkapan berkas selama seminar hingga skripsi ini selesai.
15. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan studi dan skripsinya, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dalam setiap langkah tidak lepas dari kesalahan. Oleh sebab itu, segala kritik dan saran sangat diharapkan. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut.

Malang, 12 Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Asumsi-Asumsi	4
1.6 Tujuan Penelitian	4
1.7 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Manajemen Logistik	7
2.2.1 Transportasi dalam Manajemen Logistik	7
2.2.1.1 Desain Jaringan dalam Transportasi	8
2.2.1.2 Moda Transportasi	11
2.3 <i>Vehicle Routing Problem</i>	12
2.4 <i>Vehicle Scheduling Problem</i>	14
2.5 Metode Penghematan <i>Clarke-Wright (Clarke-Wright Savings Approach)</i>	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Jenis Penelitian	19
3.2 Metode Pengambilan Data	19
3.3 Langkah-langkah Penelitian	20
3.4 Diagram Alir Penelitian	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 25

4.1 Gambaran Umum Perusahaan 24

4.1.1 Sejarah PT. X 24

4.1.2 Visi dan Misi PT. X 24

4.1.3 Struktur Organisasi 25

4.1.4 Produk PT. X 25

4.2 Sistem Pendistribusian PT. X 27

4.3 Pengumpulan Data 27

4.3.1 Data Wilayah Distribusi Armada 44 27

4.3.2 Data Permintaan Produk 28

4.3.3 Data Moda Transportasi dan Kapasitas 29

4.3.4 Data Jarak dan Lama Waktu Distribusi 29

4.3.5 Data Biaya Distribusi 31

4.3.6 Hambatan-Hambatan 31

4.4 Pengolahan Data 32

4.4.1 Perhitungan Sebelum *Clarke Wright Saving Approach* 32

4.4.1.1 Perhitungan Biaya Pendistribusian 32

4.4.1.2 Perhitungan Waktu Tempuh Pendistribusian 34

4.4.2 Perhitungan *Clarke Wright Saving Approach* 36

4.4.2.1 Penentuan Rute Distribusi dengan *Clarke Wright Saving Approach* 36

4.4.3 Perhitungan Setelah *Clarke Wright Saving Approach* 45

4.4.3.1 Perhitungan Biaya Pendistribusian 45

4.4.3.2 Perhitungan Waktu Tempuh Pendistribusian 46

4.4.4 Perbandingan Sebelum dan Setelah Pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach* 46

BAB V PENUTUP 48

5.1 Kesimpulan 48

5.2 Saran 49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Kurang Efisiennya Rute Pendistribusian Pada PT. X	2
Gambar 2.1	<i>Direct Shipment Network</i>	9
Gambar 2.2	<i>Direct Shipping with Milk Runs</i>	9
Gambar 2.3	<i>All Shipments via Central Distribution Center</i>	10
Gambar 2.4	<i>Shipping via Distribution Center Using Milk Runs</i>	10
Gambar 2.5	Formulasi Inisialisasi Rute untuk Prosedur <i>Clarke-Wright</i>	16
Gambar 2.6	Matriks Clarke Wright	16
Gambar 2.7	Matriks Clarke Wright	17
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 4.1	Struktur Organisasi PT. X	25
Gambar 4.2	Matriks Penghematan	37
Gambar 4.3	Matriks Iterasi 1	39
Gambar 4.4	Hasil Pembentukan Rute	44

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Perbedaan Penelitian ini dan Penelitian Sebelumnya	6
Tabel 4.1	Komposisi Produk	27
Tabel 4.2	Daftar Depo dan Agen Yang Disuplai Oleh Armada 44	27
Tabel 4.3	Data Permintaan Produk AMDK pada 30 Maret 2011	28
Tabel 4.4	Data Jumlah Moda Transportasi armada 44 dan Kapasitasnya	29
Tabel 4.5	Data Jarak dan Lama Waktu Distribusi dari Pabrik ke Depo dan Agen	30
Tabel 4.6	Data Biaya Truk per Kilometer	31
Tabel 4.7	Biaya Sewa Truk per pendistribusian	31
Tabel 4.8	Biaya Rit Sopir dan Kernet per Pendistribusian (Bak Terbuka dan Box)	31
Tabel 4.9	Biaya Rit Sopir dan Kernet per Pendistribusian (Tronton dan Hino)	31
Tabel 4.10	Hambatan Pada Depo dan Agen	32
Tabel 4.11	Biaya distribusi Sebelum <i>Clarke Wright Saving Approach</i>	33
Tabel 4.12	Jarak dan waktu tempuh pendistribusian sebelum pengaplikasian <i>Clarke Wright Saving Approach</i>	35
Tabel 4.13	Pembentukan Rute awal	40
Tabel 4.14	Prosedur <i>Farthest Insert</i> untuk Rute 1 (Langkah 1)	41
Tabel 4.15	Prosedur <i>Farthest Insert</i> untuk Rute 1 (Langkah 2)	41
Tabel 4.16	Hasil Pengurutan Rute menggunakan <i>Farthest Insert</i>	41
Tabel 4.17	Prosedur <i>Nearest Insert</i> untuk Rute 1 (Langkah 1)	42
Tabel 4.18	Prosedur <i>Nearest Insert</i> untuk Rute 1 (Langkah 2)	42
Tabel 4.19	Hasil Pengurutan Rute menggunakan <i>Nearest Insert</i>	43
Tabel 4.20	Langkah-Langkah Prosedur <i>Nearest Neighbor</i>	43
Tabel 4.21	Hasil Pengurutan Rute menggunakan <i>Nearest Neighbor</i>	44
Tabel 4.22	Biaya distribusi Setelah <i>Clarke Wright Saving Approach</i>	45
Tabel 4.23	Jarak dan waktu tempuh pendistribusian setelah pengaplikasian <i>Clarke Wright Saving Approach</i>	46
Tabel 4.24	Perbandingan Sebelum dan Setelah Pengaplikasian <i>Clarke Wright Saving Approach</i>	47



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Depo dan Agen yang dilayani armada 44 PT. X	50
Lampiran 2.	Proses Produksi	51
Lampiran 3.	Penggambaran Peta Rute	78



RINGKASAN

Adam Sentika Dimasqy, Program Studi Teknik Industri, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2011, *Pengoptimalan Rute Transportasi Distribusi Dengan Clarke-Wright Saving Approach Pada PT. X Pandaan Jawa Timur*, Dosen Pembimbing: Murti Astuti dan Nasir Widha Setyanto.

PT. X merupakan perusahaan air minum dalam kemasan (AMDK) dengan A sebagai produk utamanya. Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan ini adalah masih banyak terjadinya pemborosan dalam pendistribusian produknya, terlihat dari kurang efisiennya rute pendistribusian yang ada selama ini. Dalam sistem pendistribusian yang selama ini digunakan oleh PT. X, moda transportasi hanya mendistribusikan produk pada satu depo atau agen saja dan setelah itu moda transportasi kembali lagi menuju pabrik untuk kemudian mengambil produk dan mendistribusikannya ke depo atau agen lain. Hal ini tentu saja merupakan pemborosan, baik pemborosan waktu maupun bahan bakar. Hal tersebut mengakibatkan sistem distribusi PT. X tidak efisien dan efektif serta dibutuhkan biaya besar dalam pendistribusian produk tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk untuk menentukan rute pendistribusian produk yang lebih baik dengan memperhatikan penggunaan kapasitas kendaraan yang optimal untuk meminimasi biaya transportasi dengan *Clarke-Wright Savings Approach*.

Metode penentuan rute yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Clarke-Wright Savings Approach* yang selanjutnya setelah rute awal telah diketahui, dilanjutkan dengan pengurutan rute menggunakan metode *Farthest Insert*, *Nearest Insert*, dan *Nearest Neighbor* yang nantinya akan dipilih manakah dari ketiga metode tersebut yang menghasilkan rute paling optimal. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari penghitungan biaya sebelum pengaplikasian *Clarke-Wright Savings Approach*, penghitungan *Clarke-Wright Savings Approach*, dan biaya setelah pengaplikasian *Clarke-Wright Savings Approach* yang setelah itu akan dilakukan perbandingan biaya yang harus dikeluarkan sebelum dan setelah pengaplikasian *Clarke-Wright Savings Approach* untuk mengetahui berapa penghematan yang didapatkan.

Setelah perhitungan dengan *Clarke-Wright Savings Approach* dihasilkan rute distribusi yang lebih optimal terlihat dari penghematan yang didapat yaitu kendaraan yang dipakai sejumlah 40 kendaraan mengalami penghematan 45%, sehingga kendaraan yang dipakai hanya 22 kendaraan, jarak awal distribusi yang ditempuh adalah 7121,8 km, mengalami penghematan 13,95%, sehingga jarak tempuhnya menjadi 6128 km, Waktu tempuh awal adalah 142,436 jam, mengalami penghematan 13,95, sehingga waktu tempuhnya menjadi 122,554 jam, dan Biaya awal pendistribusian produk sebesar Rp17.335.023,68 mengalami penghematan 28,42%, sehingga biaya akhir pendistribusian produk menjadi sebesar Rp13.499.031,19. Oleh karena itu, diusulkan kepada perusahaan untuk mengaplikasikan rute distribusi yang dihasilkan dari perhitungan *Clarke-Wright Savings Approach*.

Kata kunci: distribusi, *Clarke-Wright Savings Approach*, optimal

SUMMARY

Adam Sentika Dimasqy, Industrial Engineering, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2011, *Optimization of Transportation Routes of Distribution With Clarke-Wright Saving Approach in PT. X Pandaan East Java*, Academic Supervisor: Murti Astuti and Nasir Widha Setyanto.

PT. X is the bottled water company (bottled drinking water) with A as its main product. Problems faced by this company is still a lot of waste in the distribution of their products, visible from the inefficiency of the existing distribution routes. In a system of distribution that has been used by PT. X, mode of transport only distributed products to a single warehouse or agent then go back to factory to get another product that demanded by another warehouse or agent. This distribution system of course a waste of time and fuel costs. This is so ineffective, inefficient and requires enormous costs to distributing the product. This study aim to determine a better distribution route of the products in relation to the optimal use of the car capacity to minimize transportation costs with Clarke-Wright Savings Approach.

Method of determining the initial routes used in this study is Clarke-Wright Savings Approach, then after the initial route has been known it has to be sequenced using Farthest Insert, Nearest Insert, and Nearest Neighbor methods. Then it will be chosen which of the three methods produce the most optimal route. The stages in this study consist of calculating the distribution cost before Clarke Wright Savings Approach application, the Clarke Wright Savings Approach calculation, and cost after Clarke Wright Savings Approach application, after which it will conduct a cost comparison that must be spent before and after application of Clarke-Wright Savings Approach to find out how much of the savings obtained.

After calculation of Clarke-Wright approach, it produces more optimal distribution route visible from the savings gained. PT. X used 40 vehicles earlier had 45% saving, so PT. X used only 22 vehicles, the initial distribution distance is 7121,8 km, had 13,95% savings, so the distance to be 6128 km, distribution time is 142,436 hours earlier, had 13,95% savings, so the distribution time to be 122,554 hours, and the initial cost to distribute products Rp17.335.023,68 had 28,42% savings, so the final cost of distributing products to be as big Rp13.499.031,19. Therefore, it suggested to company to applicate transportation route of distribution resulting from the calculation of Clarke-Wright savings approach.

Keywords: distribution, Clarke-Wright Savings Approach, optimal

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang masalah yang dilakukan pada PT. X, perumusan masalah, tujuan dan manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini, serta batasan masalah dan asumsi untuk membatasi ruang lingkup penelitian agar lebih terfokus.

1.1 Latar Belakang

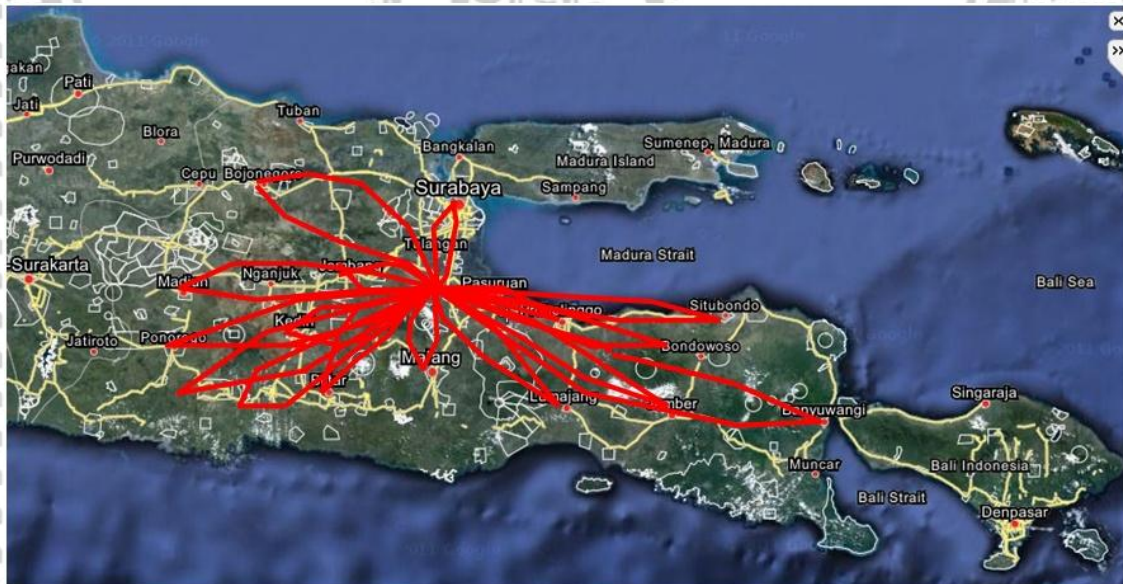
Logistik adalah proses pengelolaan yang strategis terhadap pemindahan dan penyimpanan barang, suku cadang, dan barang jadi dari para penyuplai, di antara fasilitas-fasilitas perusahaan dan kepada para pelanggan (Bowersox, 1978:13). Suatu sistem logistik yang lengkap meliputi seluruh proses pemindahan bahan baku dan bahan mentah lainnya dari pemasok ke pabrik, pengubahan *input* menjadi produk jadi, pemindahan produk ke *warehouse*, dan yang terakhir adalah pengiriman produk ke konsumen. Pada banyak perusahaan, pengeluaran untuk pengiriman produk ke konsumen lebih besar dari pengeluaran untuk unsur lainnya dari sistem logistik (Bowersox, 1978:157).

Permasalahan pengiriman produk ke konsumen atau distribusi produk merupakan hal yang sangat penting, untuk mengurangi biaya transportasi dan meningkatkan pelayanan kepada konsumen, maka peningkatan efisiensi melalui pengoptimalan penggunaan peralatan maupun tenaga kerja transportasi perlu mendapat perhatian utama. Perencanaan rute yang memiliki jalur terbaik yang harus dilalui oleh kendaraan dengan jarak minimum merupakan keputusan yang sering ditemui. *Output* dasar dari perutean kendaraan adalah penyediaan rute bagi setiap kendaraan atau sopir, rute tersebut menjelaskan tentang urutan lokasi permintaan yang harus dikunjungi.

Dalam distribusi pastinya dibahas tentang transportasi, transportasi merupakan salah satu komponen manajemen logistik yang mempengaruhi keunggulan kompetitif suatu perusahaan. Dengan baiknya transportasi distribusi dalam suatu perusahaan, maka pendistribusian produk dari perusahaan tersebut pun akan semakin baik dan produk juga dapat sampai ke tangan konsumen dengan tepat waktu, hal ini merupakan nilai positif bagi perusahaan karena dengan begitu berarti perusahaan dapat memuaskan konsumen dan menjaga kepercayaan konsumen.

Selain waktu, biaya juga menjadi perhatian dalam pendistribusian produk. Menurut Bowersox, alokasi biaya logistik untuk aktivitas transportasi sangatlah tinggi, oleh karena itu jika perusahaan dapat menurunkan biaya transportasinya lebih rendah dari para pesaingnya, maka perusahaan akan mendapatkan keuntungan yang lebih besar. Biaya transportasi sendiri terdiri dari pembayaran sesungguhnya untuk pengangkutan dari sumber menuju tempat tujuan, serta ongkos yang dikeluarkan selama dalam perjalanan.

PT. X merupakan perusahaan yang produksi utamanya yaitu air minum dalam kemasan (AMDK) dengan merk dagang A sebagai produk utamanya. Divisi Logistik sendiri masih terbilang baru pada PT. X, sebelumnya kegiatan distribusi masih tergabung dalam divisi angkutan. Permasalahan yang terjadi di PT. X adalah masih banyak terjadinya pemborosan dalam pendistribusian produknya, terlihat dari kurang efisiennya rute pendistribusian yang ada pada PT. X selama ini. Hal tersebut mengakibatkan sistem distribusi PT. X ini tidak efisien dan efektif serta dibutuhkan biaya besar dalam pendistribusian produk tersebut, untuk itu diperlukan suatu perbaikan pada sistem pendistribusiannya, sehingga diharapkan dengan adanya perbaikan tersebut, rute menjadi lebih efisien dan dapat mengurangi biaya distribusi. Penjelasan mengenai kurang efisiennya rute pendistribusian pada PT. X ditunjukkan pada gambar 1.1 di bawah ini:



Gambar 1.1 Kurang Efisiennya Rute Pendistribusian Pada PT. X

Terlihat pada gambar di atas bahwa dalam satu Rit pendistribusian hanya dilakukan pada satu depo atau agen saja dan setelah itu moda transportasi kembali lagi

menuju pabrik. Hal ini tentu saja merupakan pemborosan, pemborosan waktu dan bahan bakar.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka peneliti mencoba untuk membuat perbaikan dengan menentukan rute dan menjadwalkan pendistribusian produk dengan mempertimbangkan penggunaan kapasitas kendaraan dan akan menentukan tinggi rendahnya biaya transportasi melalui jarak yang ditempuh. Salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah metode penghematan *Clarke-Wright*. Metode ini dikembangkan oleh Clarke dan Wright, metode penghematan *Clarke-Wright* (*Clarke-Wright Savings Approach*) merupakan suatu prosedur pertukaran, dimana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik. Kelebihan metode ini dengan metode-metode pengoptimalan rute lainnya adalah karena pada *Clarke-Wright Savings Approach* ini juga dipertimbangkan kapasitas dari moda transportasi yang digunakan dalam sistem pendistribusian, selain itu dengan metode ini, pengoptimalan rute lebih dapat dicapai walaupun terdapat batasan-batasan pada sistem pendistribusiannya, seperti batasan kendaraan ataupun batasan-batasan lainnya. Dengan diaplikasikannya metode ini, diharap dapat meminimalkan total jarak tempuh kendaraan untuk melayani permintaan semua konsumen dalam satu hari pengiriman dimana tipe rute dengan batas-batas kapasitas kendaraan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka masalah yang teridentifikasi yaitu kurang optimalnya rute pendistribusian pada PT. X sehingga sistem pendistribusian produk menjadi kurang efisien yang menyebabkan biaya transportasi yang tinggi.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas maka rumusan masalahnya adalah bagaimana menentukan rute pendistribusian produk yang lebih baik pada PT. X dengan *Clarke-Wright Savings Approach*.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memperoleh analisis yang baik maka pembahasan yang akan dianalisis hanya terbatas pada masalah sebagai berikut:

1. Moda transportasi yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan yang dimiliki oleh armada 44 pada PT. X.
2. Data permintaan yang digunakan sebagai perbandingan adalah data permintaan produk A 240 ml pada bulan Maret 2011.
3. Tidak dibahas masalah promosi yang dihasilkan dari truk distribusi.

1.5 Asumsi-Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Jarak dari kota asal ke kota tujuan atau sebaliknya adalah sama.
2. Harga bahan bakar adalah harga bahan bakar pada bulan Maret 2011 yaitu Rp4500,00.
3. Tidak ada pembatasan bahan bakar oleh pemerintah.
4. Perjalanan distribusi dalam keadaan lancar dan berkecepatan konstan 50 km/jam.

1.6 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebelumnya, tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk menentukan rute pendistribusian produk yang lebih baik dengan memperhatikan penggunaan kapasitas kendaraan yang optimal untuk meminimasi biaya transportasi pada PT. X dengan *Clarke-Wright Savings Approach*.

1.7 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini, manfaat yang diperoleh adalah informasi kepada perusahaan tentang pemborosan yang terjadi pada sistem distribusi produk PT. X, penyebab-penyebabnya serta usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan yang ada.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab dua ini membahas mengenai penelitian-penelitian sebelumnya, maupun teori-teori yang akan digunakan untuk menganalisis dan mengolah data. Bab dua ini terdiri dari tiga bagian yaitu pengertian tentang manajemen logistik, permasalahan rute dan jadwal kendaraan, metode penghematan *Clarke-Wright* Metode Penghematan *Clarke-Wright* ini merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis dan mengolah data. Berikut ini merupakan penjelasan lebih lanjut untuk masing-masing bagian.

2.1 Penelitian Sebelumnya

Andriani Kartika Sari (2010) dalam penelitiannya yang berjudul “Penentuan Rute dan Penjadwalan Distribusi Dengan Metode Penghematan *Clarke-Wright* Untuk Meminimasi Biaya Transportasi” ini membahas tentang pengaplikasian metode *Clarke-Wright* pada PT. X untuk menentukan rute dan penjadwalan distribusinya. Hasil penelitian yang didapat adalah penurunan biaya distribusi sebesar 14.69%.

Ella Levana Puspanegara (2009) dalam penelitiannya yang berjudul “*Supply Chain Management* pada Proses Manajemen Distribusi dan Transportasi untuk Meminimasi Waktu dan Biaya Pengiriman” ini membahas rute dan moda transportasi yang diterapkan oleh PT Holcim Indonesia Tbk dan alternatif perbaikannya untuk meminimasi biaya distribusi. Hasil penelitian yang didapatkan adalah penghematan biaya distribusi sebesar 65,66 % untuk total biaya distribusi dan 11,37 % untuk lama waktu distribusi.

Arie Restu Wardhani (2007) dalam dalam penelitiannya yang berjudul “Perencanaan dan Penjadwalan Aktivitas Distribusi Dengan Menggunakan *Distribution Requirement Planning* (DRP) (Studi Kasus : Industri Sepatu *Mr. Pink*)” membahas tentang pengaplikasian metode *DRP* untuk perencanaan dan penjadwalan aktivitas distribusi di Industri sepatu *Mr. Pink* *DRP* merupakan proses manajemen yang menentukan kebutuhan persediaan *distribution center* dan agen untuk memastikan bahwa sumber persediaan dapat memenuhi permintaan. Selanjutnya ditentukan jadwal dan rute kendaraan minimal dengan metode Penghematan *Clarke-Wright* (*Clarke Wright Saving Approach*). Metode penghematan *Clarke-Wright* merupakan prosedur mengkombinasikan sekumpulan rute untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metode *DRP* dan metode

penghematan lebih efisien bila dibandingkan dengan metode sebelumnya. Dengan metode DRP, pengurangan total biaya sebesar 2,03 %, setelah itu dengan metode penghematan, total jarak menjadi lebih kecil dan penggunaan kendaraan menjadi lebih sedikit.

Dari penelitian-penelitian terdahulu seperti yang telah dijabarkan, diketahui bahwa penerapan metode-metode tersebut telah memberikan hasil yang cukup baik, yaitu berupa menurunnya biaya distribusi, penghematan jarak total distribusi dan penggunaan moda transportasi yang menjadi lebih sedikit.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian ini dan Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti	Judul Penelitian	Metode Yang Digunakan	Batasan
1	Andriani Kartika Sari	Penentuan Rute dan Penjadwalan Distribusi Dengan Metode Penghematan <i>Clarke-Wright</i> Untuk Meminimasi Biaya Transportasi	<i>Clarke-Wright Saving Approach</i>	Kurang memperhatikan hambatan-hambatan yang ada selama pendistribusian
2	Ella Levana Puspanegara	<i>Supply Chain Management</i> pada Proses Manajemen Distribusi dan Transportasi untuk Meminimasi Waktu dan Biaya Pengiriman	<i>Clarke-Wright Saving Approach</i>	Kurang memperhatikan hambatan-hambatan yang ada selama pendistribusian
3	Arie Restu Wardhani	Perencanaan dan Penjadwalan Aktivitas Distribusi Dengan Menggunakan <i>Distribution Requirement Planning</i> (DRP) (Studi Kasus : Industri Sepatu <i>Mr. Pink</i>)	DRP dan <i>Clarke-Wright Saving Approach</i>	Kurang memperhatikan hambatan-hambatan yang ada selama pendistribusian
4	Adam Sentika Dimasqy	Pengoptimalan Rute Transportasi Distribusi Dengan <i>Clarke-Wright Saving Approach</i> Pada Pt. X Pandaan Jawa Timur	<i>Clarke-Wright Saving Approach</i>	Lebih memperhatikan hambatan-hambatan yang ada selama pendistribusian

Dapat terlihat pada tabel di atas bahwa dalam penelitian-penelitian sebelumnya, peneliti kurang memperhatikan adanya hambatan pada saat pendistribusian seperti misalnya pada daerah distribusi tertentu tidak dapat digunakan beberapa kendaraan tertentu karena jalan sempit, tidak adanya tempat yang cukup luas untuk *unloading* dan lain sebagainya. Dalam penelitian ini akan dilakukan penjadwalan dan pemilihan rute distribusi dengan lebih memperhatikan hambatan-hambatan yang ada, sehingga selain rute menjadi lebih efisien, juga hasil penelitian dapat lebih diaplikasikan pada perusahaan.

2.2 Gambaran Umum Perusahaan

2.2.1 Sejarah PT. X

PT. X adalah salah satu produsen Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang telah memiliki nama dan sudah bertaraf nasional. PT. X telah beroperasi sejak 1986 yang saat itu masih berkapasitas 20 juta liter per tahun. Lebih dari 20 tahun, PT. X terus berkembang dan berhadapan dengan permintaan pasar yang terus berkembang terhadap AMDK, saat ini PT. X telah berkembang dan telah memiliki kapasitas produksi mendekati 200 juta liter per tahun dan masih terus berkembang bersama-sama dengan bertumbuhnya pasar.

AMDK dengan merk dagang A memang sudah dikenal oleh masyarakat dan diakui sudah memiliki nama di mata masyarakat. Hal ini terbukti dengan adanya peningkatan peringkat dari yang semula pada tahun 2003 berada di posisi ke-5, mulai tahun 2006 telah mampu meningkatkan dan mempertahankan posisinya sebagai produsen AMDK terbesar ke-2 di Indonesia dengan A sebagai produknya.

2.2.2 Visi dan Misi PT. X

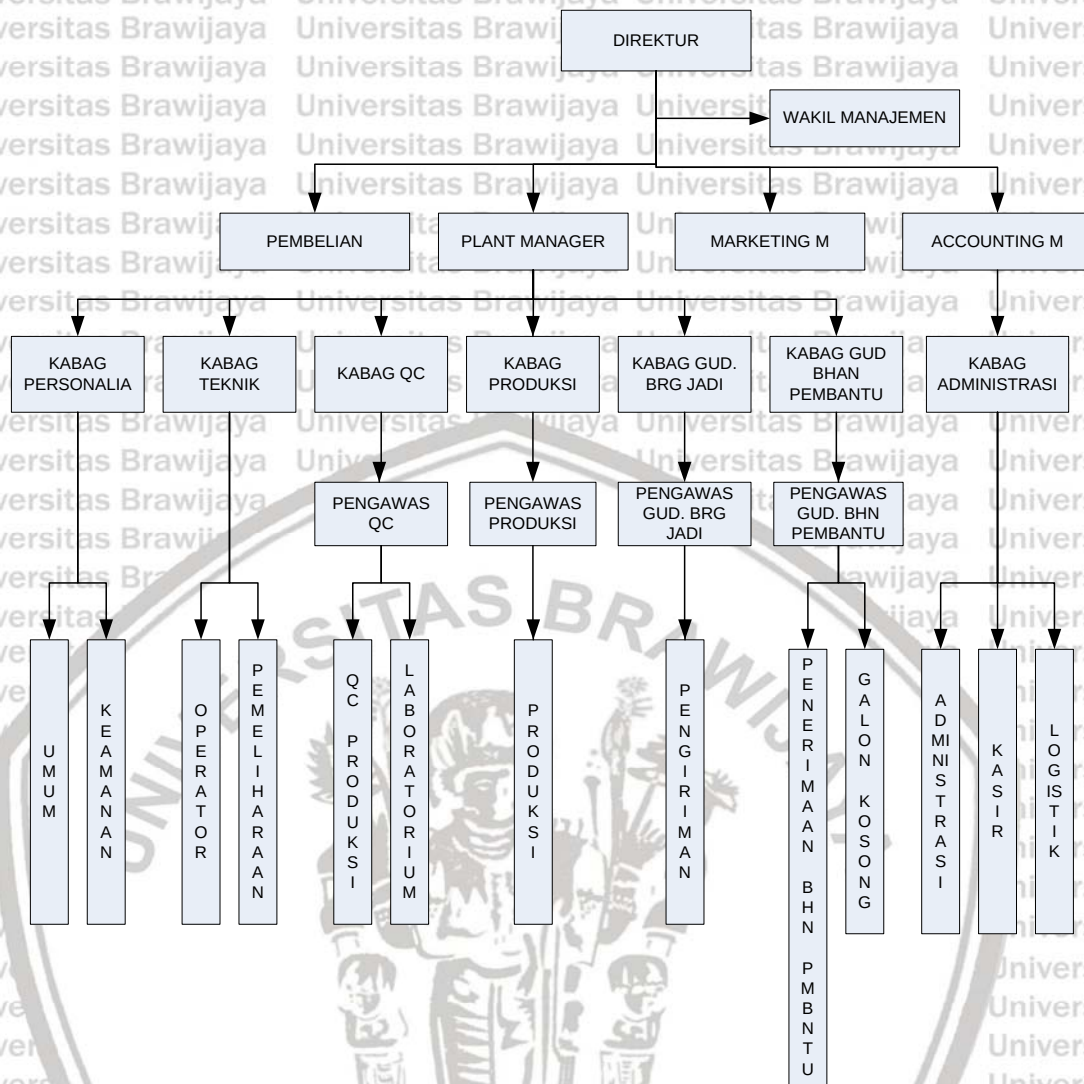
1. Visi Perusahaan

Mengembangkan A menjadi merk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) nasional dan internasional yang terpercaya

2. Misi Perusahaan

- Menciptakan pertumbuhan pasar AMDK merk A secara nasional dan internasional.
- Memperhatikan dan membangun potensi pasar AMDK dengan standar produksi yang baik.
- Memenuhi kebutuhan konsumen dengan pelayanan dan kualitas produk yang memuaskan.
- Membangun integritas dan sumber daya manusia dengan cara melakukan perbaikan secara terus menerus, sehingga meningkatkan kinerja perusahaan.

2.2.3 Struktur Organisasi



Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT. X
Sumber: PT. X

2.2.4 Produk PT. X

PT. X dalam produknya membedakan menjadi tiga produk, yaitu AMDK dengan merk A, B, dan C, namun produk A lah yang menjadi produk utama dari PT. X, sedangkan B, dan C merupakan *second brand*.

Produk PT. X terpaket dalam 5 ukuran berbeda, yaitu:

1. Kemasan gallon : 19 liter *Poly Carbonate* (PC)
2. Kemasan botol : 1500 ml *Poly Ethylene Terephthalic* (PET)
3. Kemasan botol : 600 ml *Poly Ethylene Terephthalic* (PET)
4. Kemasan botol : 330 ml *Poly Ethylene Terephthalic* (PET)
5. Kemasan gelas : 240 ml *Poly Propylene* (PP)

Untuk semua produk, PT. X berkomitmen untuk memakai material kemasan dengan mengikuti garis besar sebagai berikut:

1. Terang-ringan yang berarti botolnya 10-30% lebih terang daripada pesaing. Diproses dengan moulding berteknologi tinggi yang hanya membutuhkan material plastik (resin) yang seminimal mungkin.
2. Dapat dihancurkan dan didaur ulang, perusahaan menjamin bahwa material kemasan (botol dan karton pembungkus) mudah didaur ulang untuk kepentingan lingkungan dan dihancurkan untuk menghemat tempat dan efisiensi.

Produk yang ditawarkan kepada konsumen sangat diperhatikan kualitasnya, di mana hal ini dapat dilihat dari proses produksinya yang menggunakan air sumber bawah tanah yang dalam pengolahannya melalui 24 langkah, di antaranya:

1. *First Stages Ozonation*, sterilisasi awal mematikan bakteri yang terdapat dalam sumber air.
2. *Multi Media Filter*, menyaring partikel air lebih besar dari 25 micron.
3. *Active Carbon Filters* menghilangkan bau, warna, rasa dan zat-zat berbahaya.
4. *Mechanical Cartridge Filters* untuk menghilangkan partikel-partikel kecil yang lebih kecil dari 3 microns dan 1 micron.
5. *Final Stage Ozonation* untuk memastikan pemusnahan bakteri yang mungkin masih lolos pada saat proses sterilisasi awal.
6. *Ultra Violet Line* untuk sterilisasi akhir secara tuntas dan menghentikan pertumbuhan jamur. Proses ini juga untuk menetralkan kadar azon sebelum proses pengisian.

Setelah itu, melalui semua tahap pengolahan, produk dikemas dalam kemasan khusus dengan menggunakan mesin-mesin import dan diawasi oleh petugas gugus kendali mutu di laboratorium untuk pemeriksaan mikroorganisme yang sesuai dengan standard Departemen Kesehatan S.I.I/S.N.I.

Air minum mineral A juga adalah salah satu dari sedikit perusahaan air minum mineral lainnya yang mempergunakan pipa standar khusus untuk makanan dan minuman pada seluruh proses penting dan kritis termasuk proses pengisian air ke dalam kemasan, pengepakan dan penyimpanan produk jadi AMDK. Group X saat ini telah mendapatkan standar tertinggi dari kategori makanan dan minuman yaitu HACCP (*Hazardous Analysis and Critical Control Points*).

Air mineral produk PT. X berisi tidak lebih dari 200 ppm (*part per million*) total zat larutan, dimana komposisi produknya adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Komposisi Produk

No	Larutan	Komposisi
1	Khlorida	250 mg/L
2	Besi (iron)	0,3 mg/L
3	Fluorida	1,5 mg/L
4	Manganh	0,1 mg/L
5	Tembaga (copper)	1,0 mg/L
6	Nitrit	1,0 mg/L
7	Seng (zinc)	5,0 mg/L
8	Ph	6,5 – 8,5

Sumber: PT. X

2.3 Pengertian Optimal

Dalam pelaksanaan pendistribusian sering terjadi keterlambatan akibat berbagai hal yang menyebabkan terjadinya kerugian materi dan waktu. Oleh karena itu dilaksanakan pengoptimalan rute distribusi. Adapun tujuan mengoptimalkan suatu rute distribusi adalah agar dapat memperoleh keuntungan yang lebih baik.

Pengoptimalan sendiri berasal dari kata dasar optimal yang berarti yang terbaik. Jadi pengoptimalan adalah proses pencapaian suatu pekerjaan dengan hasil dan keuntungan yang besar tanpa harus mengurangi mutu dan kualitas dari suatu pekerjaan.

2.4 Manajemen Logistik

Manajemen logistik merupakan masalah yang cukup unik karena merupakan salah satu aktivitas perusahaan yang sudah cukup lama dijalankan organisasinya akan tetapi baru belakangan ini disadari pemikiran dan pelaksanaan manajemen logistik secara professional.

Manajemen logistik didefinisikan sebagai proses pengolahan yang strategis terhadap pemindahan dan penyimpanan barang, suku cadang dan barang jadi dari para pemasok, di antara fasilitas-fasilitas perusahaan dan kepada para langganan (Bowersox, 1992:13).

Tujuan dari manajemen logistik adalah mengirimkan barang jadi dan bermacam-macam material dalam jumlah yang tepat pada waktu yang dibutuhkan, dalam keadaan yang dapat dipakai, ke lokasi di mana barang tersebut dibutuhkan, dan dengan total biaya terendah (Bowersox, 1992:13). Kegiatan manajemen logistik akan berjalan dengan efektif dan efisien apabila memenuhi empat syarat yang tepat, yaitu: tepat jumlah, tepat mutu, tepat ongkos, maupun tepat waktu. Oleh karena itu, tanggung jawab manajemen logistik adalah mendesain dan mengurus suatu sistem untuk mengawasi

arus dan penyimpanan strategis bagi material, suku cadang dan barang jadi agar dapat diperoleh manfaat maksimum bagi perusahaan.

2.4.1 Transportasi dalam Manajemen Logistik

Menurut Bowersox (1978:63) untuk membentuk suatu sistem logistik, komponen-komponen yang tergabung di dalamnya antara lain struktur lokasi fasilitas, transportasi, persediaan (*inventory*), komunikasi, penanganan dan penyimpanan. Transportasi merupakan hal yang paling penting dalam logistik, hal ini karena pada umumnya transportasi menyerap presentase biaya logistik yang lebih besar daripada aktivitas logistik yang lain. Sistem logistik memandang kegiatan transportasi dengan empat faktor yang memegang peran yang cukup penting, yaitu:

a. Biaya

Biaya transportasi merupakan pembayaran yang harus dikeluarkan untuk mengganti balas jasa pengangkutan barang yang telah dikeluarkan, namun tidak berarti metode transportasi yang paling murah itu yang dikehendaki.

b. Kecepatan

Faktor kecepatan merupakan waktu yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu tugas pengangkutan di antara tempat asal barang ke tempat tujuan yang dikehendaki. Faktor kecepatan harus selalu dikaitkan dengan kondisi barang yang dipindahkan agar jangan sampai terjadi kerusakan walau mungkin dari segi waktu lebih cepat dari penggunaan transportasi lainnya. Bisa dikatakan waktu yang paling cepat dalam kegiatan transportasi suatu barang belum menjamin tercapainya kegiatan logistik yang baik.

c. Pelayanan

Faktor pelayanan merupakan suatu kegiatan yang diberikan terhadap produk perusahaan selama dalam kegiatan pemindahan barang. Pelayanan datanganya dari berbagai pihak, baik pengangkutan barang yang dikelola oleh perusahaan sendiri atau dengan cara menyewa dari perusahaan pengangkutan yang resmi. Pelayanan barang dilakukan oleh para karyawan yang membawa produk menuju moda transportasi, mengendarai alat transportasi, serta para petugas yang berhubungan dengan alat transportasi.

d. Konsistensi

Konsistensi pelayanan merupakan hal yang cukup penting di bidang transportasi, yang dimaksud dengan konsistensi pelayanan di sini adalah konsistennsi waktu dari transportasi pendistribusian. Konsistensi transportasi memiliki keterkaitan dengan

persediaan bahan baku, persediaan suku cadang, persediaan barang jadi, serta resiko-resiko lain yang harus dipertimbangkan.

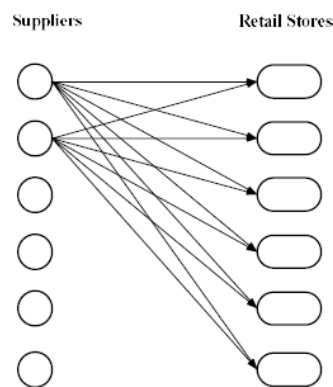
Salah satu situasi yang ada dalam operasi logistik dalam bidang transportasi adalah kebutuhan akan rute kendaraan transportasi. Masalahnya adalah memilih urutan pendistribusian (*delivery sequence*) sedemikian rupa sehingga moda transportasi dapat berhenti di depot-depot yang diinginkan sehingga meminimumkan waktu dan jarak perjalanan.

2.4.1.1 Desain Jaringan dalam Transportasi

Transportasi memiliki berbagai desain jaringan yang mempengaruhi performa dalam manajemen rantai pasok. Pemilihan desain jaringan yang tepat akan dapat mengurangi pemborosan biaya dalam aktivitas transportasi. Penentuan desain jaringan dapat dilakukan dengan cara membangun sarana prasarana yang berkaitan dengan keputusan pelaksanaan transportasi dengan menentukan jadwal dan rute transportasi. Adapun macam-macam desain jaringan yang dapat dipilih, dengan berbagai kekurangan dan kelebihan masing-masing desain (Chopra & Meindl, 2001:270):

1. *Direct Shipment Network*

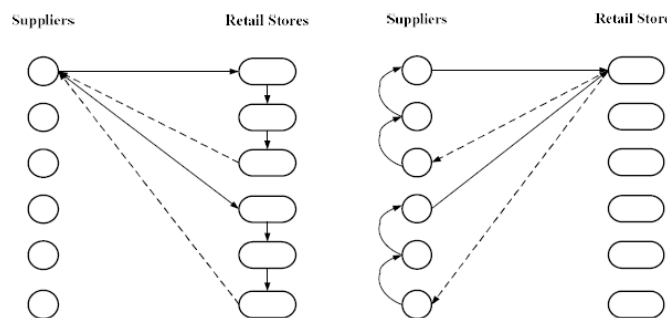
Pada *direct shipment network*, rute setiap pengiriman dilakukan secara langsung dari pemasok ke *retailer*, sehingga yang diperlukan hanya menentukan jumlah barang dan moda transportasi yang akan dipakai. Kelebihan menggunakan desain jaringan ini adalah untuk mengeliminasi jumlah *warehouse* dan untuk memudahkan kegiatan operasional dan koordinasi. Selain itu, waktu transportasi dari pemasok ke *retailer* menjadi singkat karena setiap pengiriman dilakukan secara langsung. Kekurangan dari sistem ini adalah tingginya persediaan yang akan dikeluarkan. Desain jaringan *direct shipment network* disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.2 *Direct Shipment Network*
Sumber: Chopra & Meindl (2001:270)

2. Direct Shipping with Milk Runs

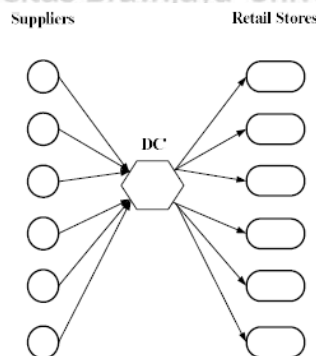
Milk runs merupakan rute pengiriman produk dari satu pemasok ke beberapa *retailers* atau dari beberapa pemasoks ke satu *retailer*. Untuk itu yang diperlukan adalah menentukan rute dari masing-masing *milk runs*. Kelebihan dari desain jaringan ini adalah dapat mengurangi jumlah *warehouse* dan biaya pengiriman. Hal ini dikarenakan pengiriman dapat dilakukan ke beberapa *retailer* dengan menggunakan satu truk. Desain ini memiliki kekurangan yaitu meningkatnya kerumitan koordinasi yang dilakukan. Desain jaringan *direct shipping with milk runs* ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.3 *Direct Shipping with Milk Runs*
Sumber: Chopra & Meindl (2001:271)

3. All Shipments via Central Distribution Center

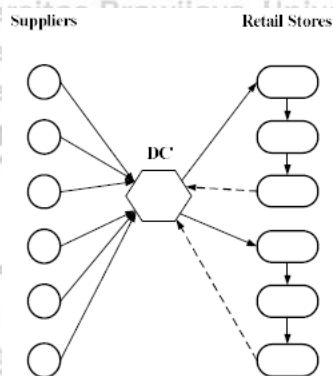
Pada desain jaringan *all shipments via central distribution center*, pihak pemasok tidak menyalurkan secara langsung ke *retailer*, melainkan melalui *distribution center* (DC) pada tiap-tiap *region* yang telah ditentukan. Kelebihan sistem ini adalah pemasok tidak perlu mengeluarkan biaya transportasi yang tinggi untuk menjangkau semua *retailer* karena semua pengiriman dialokasikan ke DC. Di sisi lain, pihak DC akan menerima keuntungan dari segi ekonomis bila pengiriman dilakukan dalam jumlah yang besar. Adapun kerugian dari desain jaringan ini adalah meningkatnya *handling* pada DC, tingginya biaya persediaan dan kompleksitas koordinasi yang tinggi. Desain jaringan *all shipments via central distribution center* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.4 *All Shipments via Central Distribution Center*
Sumber: Chopra & Meindl (2001:272)

4. Shipping via Distribution Center Using Milk Runs

Penggunaan *Milk runs* juga dapat dilakukan melalui perantara *distribution center* jika jumlah produk yang akan dikirim ke *retailer* dalam jumlah sedikit. Kelebihan desain jaringan ini adalah biaya transportasi yang rendah untuk pengiriman dalam jumlah sedikit, sedangkan kekurangannya adalah semakin rumitnya tingkat koordinasi yang dilakukan. Desain jaringan *Shipping via Distribution Center Using Milk Runs* disajikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.5 *Shipping via Distribution Center Using Milk Runs*
Sumber: Chopra & Meindl (2001:273)

5. Tailored Network

Tailored Network merupakan kombinasi dari berbagai desain sebelumnya yang bertujuan mengurangi biaya pengiriman dan meningkatkan respon dalam rantai pasok. Penggunaan sistem ini disesuaikan dengan kondisi yang ada, misalnya barang dalam jumlah besar yang dipesan oleh *retail* dengan kapasitas besar dapat dikirim secara langsung (*direct shipment network*), atau jika permintaan barang dalam jumlah sedikit oleh *retail* dengan kapasitas kecil dapat dilakukan melalui DC. Desain jaringan ini sangat kompleks karena adanya perbedaan prosedur dalam pengiriman pada tiap-tiap produk dan *retailer*. Keuntungan dari sistem ini adalah pihak *pemasok* akan lebih selektif dalam menentukan rute dan moda transportasi untuk meminimalkan biaya transportasi, sedangkan kerugiannya adalah kompleksitas koordinasi yang tinggi.

2.4.1.2 Moda Transportasi

Secara umum moda transportasi dibagi ke dalam lima jalur, yaitu *rail* (kereta api), *road* (jalan raya), *air* (penerbangan udara), *water* (jalan air), dan *pipelines* (saluran pipa). Masing-masing moda transportasi ini mempunyai kelebihan dan kekurangan terhadap kegiatan logistik di perusahaan. Berikut karakteristik yang dimiliki masing-masing moda transportasi menurut Pujawan (2005:178):

1. Kereta api, dengan karakteristik:

- Mebutuhkan biaya tetap tinggi, sedangkan biaya variabel rendah.
- Bisa mengangkut barang dengan berat dan *volume* yang besar.
- Fleksibilitas waktu kirim rendah dan jaringannya (rel) terbatas.

2. Truk, dengan karakteristik:

- Mebutuhkan biaya tetap rendah, sedangkan biaya variabel sedang.
- Fleksibilitas waktu dan rute pengiriman tinggi.
- Volume* barang yang bisa diangkut cukup besar sesuai dengan batas kapasitas kendaraan dan kondisi prasarana fisik jalan.

3. Penerbangan udara (pesawat), dengan karakteristik:

- Kecepatan pengiriman produknya tinggi.
- Kemampuan mengangkut barang terbatas.
- Fleksibilitas rute pengiriman sangat rendah.

4. Kapal laut (*Vessel*), dengan karakteristik:

- Mebutuhkan biaya tetap sedang, sedangkan biaya variabelnya rendah (biaya tetap lebih tinggi bila dibandingkan dengan moda transportasi melalui jalan raya, tetapi lebih rendah bila dibandingkan dengan moda transportasi melalui kereta api).
- Mampu membawa barang dalam jumlah besar.
- Fleksibilitas waktu kirim dan rute pengiriman rendah.

5. Saluran pipa (*pipeline*), dengan karakteristik:

- Mebutuhkan biaya tetap yang tinggi, sedangkan biaya variabelnya rendah.
- Kapasitas dan jaringannya sangat terbatas.
- Digunakan untuk mengangkut gas dan cairan.

2.5 Vehicle Routing Problem

Menurut Csiszár, *Vehicle Routing Problem* (VRP) merupakan permasalahan dalam sistem distribusi yang bertujuan untuk membuat suatu rute yang optimal, untuk sekelompok kendaraan yang diketahui kapasitasnya, agar dapat memenuhi permintaan *customer* dengan lokasi dan jumlah permintaan yang telah diketahui. Suatu rute yang optimal adalah rute yang memenuhi berbagai kendala operasional, yaitu memiliki total jarak dan waktu perjalanan yang ditempuh terpendek dalam memenuhi permintaan *customer* serta menggunakan jumlah kendaraan yang seminimal mungkin, sehingga rute yang optimal ini dapat mengurangi total biaya yang dikeluarkan.

Permasalahan dalam *Vehicle Routing Problem* (VRP) merupakan penentuan sejumlah rute perjalanan dimana setiap rute dilewati oleh sebuah kendaraan dimulai dari *depot* dan berakhir pada *depot* itu pula sehingga semua permintaan *customer* dapat terpenuhi dengan biaya transportasi yang seminimal mungkin. *Depot* yang dimaksud dapat berupa *pemasok*, produsen, pabrik dan lain- lain. Sedangkan titik-titiknya dapat berupa kota, konsumen, *dealer*, gudang atau yang lainnya. Kendalanya adalah bahwa suatu rute harus dimulai dan berakhir pada *depot* yang sama, total *demand* dari titik dalam rute tersebut tidak boleh melebihi kapasitas dari kendaraan dan semua titik yang ada harus dikunjungi oleh tepat satu kendaraan. Berikut ini merupakan komponen-komponen yang terdapat pada *Vehicle Routing Problem* (VRP):

1. Jaringan kerja (*Link*)

Dalam transportasi pada suatu rute, setiap jalan yang tersedia merupakan jaringan kerja (*Link*) dan setiap lokasi merupakan setiap *node*. *Link* dapat dijalani dalam satu arah (*directed*) atau dua arah (*undirected*). Setiap *link* berkaitan dengan panjang atau waktu perjalanan, jenis kendaraan dan periode waktu perjalanan yang dilakukan pada *link* tersebut sehingga *link* dapat dikatakan berhubungan dengan biaya.

2. *Customers*

Karakteristik khusus dari *customers* adalah sebagai berikut:

- Jumlah permintaan (*demand*) dari *customers* berbeda-beda, ada *customers* yang jumlah permintaannya diketahui secara pasti (kasus deterministik) tetapi ada juga jumlah permintaannya tidak pasti (kasus stokastik).
- Ada *customer* yang mempunyai *time windows* yaitu periode waktu yang menunjukkan jangka waktu *customer* dapat dilayani yang dikarenakan periode waktu yang khusus dari *customer* tersebut, contoh: *customer* yang membuka toko, maka *time windows*-nya berdasarkan jam buka tokonya.

3. *Depot*

Depot merupakan awal dan akhir dari suatu rute yang akan dilewati oleh kendaraan dalam melakukan pengiriman barang ke *customer*. Setiap *depot* dicirikan berdasarkan tipe dan banyak kendaraan yang berkaitan dengan *depot* tersebut serta banyaknya barang yang tersedia di sana.

4. Kendaraan (*Vehicle*)

Karakteristik khusus dari kendaraan (*vehicle*) adalah sebagai berikut:

- Mempunyai kapasitas kendaraan maksimum (berat dan volume maksimum) dalam mengangkut barang.

b. Mempunyai total waktu kerja dari awal keberangkatan dari *depot* sampai kedatangan kembali ke *depot*, sesuai peraturan yang diberlakukan oleh perusahaan untuk jam kerja pengemudi (waktu *loading*) dan sejumlah periode waktu yang tidak ikut diperhitungkan (waktu *loading*), misalnya waktu istirahat pengemudi.

c. Memerlukan biaya untuk melakukan pengiriman, biaya penggunaan kendaraan dihitung berdasarkan per unit jarak, per unit waktu, dan per rute.

5. Pengemudi (*Driver*)

Pengemudi yang mengoperasikan kendaraan harus memenuhi semua kendala yang ditetapkan dalam kontrak kerja dan aturan dari perusahaan, misalnya: jam kerja, jumlah waktu istirahat yang selama bekerja.

Vehicle Routing Problem (VRP) menghasilkan rancangan rute kendaraan-kendaraan yang dimulai dan diakhiri pada *depot* yang sama, dengan biaya terendah, dan dengan ketentuan bahwa tiap *customer* dikunjungi satu kali serta total permintaan dari tiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang digunakan.

Pemecahan untuk *Vehicle Routing Problem* (VRP) dapat diselesaikan dengan dua metode pendekatan, yaitu:

a. Metode Optimal/Eksak

Pendekatan ini menggunakan metode dari program *linier programming*, *integer programming* dan *mixed programming* yang didasarkan pada perhitungan dengan pemrograman matematis. Dengan menggunakan metode pendekatan ini akan diperoleh suatu solusi yang optimal. Akan tetapi metode pendekatan ini hanya dapat menghasilkan solusi yang baik jika permasalahan yang dihadapi dalam skala kecil. Sedangkan untuk permasalahan yang melibatkan jumlah *input* data dalam skala yang besar, metode penyelesaian ini menjadi tidak efisien karena membutuhkan waktu komputasi yang lama.

b. Metode Heuristik

Pendekatan metode heuristik menggunakan algoritma yang secara khusus dan interaktif akan menghasilkan solusi yang akan mendekati optimal. Pendekatan heuristik lebih dapat diterapkan ke permasalahan nyata yang melibatkan jumlah input data yang besar serta menghasilkan perhitungan yang cepat karena adanya batasan pencarian dengan mengurangi jumlah alternatif yang ada.

Dengan demikian, metode heuristik dapat memecahkan masalah yang sulit secara lebih praktis dan cepat, walaupun solusi yang dihasilkan belum tentu solusi yang paling optimal, akan tetapi menuju pada solusi yang mendekati optimal.

2.6 Vehicle Scheduling Problem

Vehicle Scheduling Problem merupakan *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan batasan tambahan yang berkaitan dengan waktu ketika berbagai aktivitas harus dilaksanakan sehingga pergerakan kendaraan yang berurutan mengacu pada perubahan waktu dan tempat. *Vehicle Scheduling Problem* tipe penjadwalan *Vehicle Routing Problem* (VRP) dimana:

1. Jumlah depot = 1,
2. Jumlah kendaraan > 1 ,
3. Kapasitas kendaraan terbatas,
4. *Demand*-nya di setiap *node* dan bervariasi besarnya,
5. *Link* berarah atau tidak berarah.

Pada umumnya, *input* untuk *Vehicle Scheduling Problem* adalah sekumpulan tugas, dimana setiap tugas memiliki waktu mulai, waktu akhir, lokasi awal, dan lokasi akhir. *Output* dasar dari *Vehicle Scheduling Problem* adalah jadwal untuk rute hasil dari *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang menjelaskan kapan suatu kegiatan harus dilaksanakan. Dan tujuan utamanya adalah meminimasi biaya yang harus dikeluarkan. Dengan adanya penjadwalan kendaraan yang baik untuk pengiriman barang, maka dapat diketahui kapan kendaraan yang digunakan akan datang kembali ke *depot* sehingga bisa diperkirakan apakah kendaraan tersebut masih mungkin untuk melakukan pengiriman lagi atau tidak. Dengan cara seperti ini, maka alokasi kendaraan menjadi lebih teratur dan penjadwalan pengiriman dapat tercatat dengan baik. *Vehicle Scheduling Problem* dengan *depot* tunggal membutuhkan pembagian *node* dalam suatu *link* agar dapat meminimalkan jumlah kendaraan sehingga secara efektif juga meminimalkan biaya.

2.7 Metode Penghematan Clarke-Wright (Clarke-Wright Savings Approach)

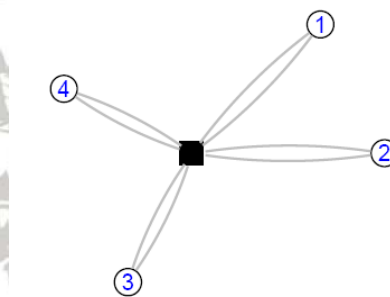
Metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan *Vehicle Routing Problem* (VRP), salah satunya adalah metode penghematan *Clarke-Wright* (*Clarke-Wright Savings Approach*). Metode ini dikembangkan oleh Clarke dan Wright, dengan tujuan untuk meminimalkan total jarak tempuh kendaraan untuk melayani permintaan semua *customer* dalam satu hari pengiriman dimana tipe rute dengan batas-batas kapasitas kendaraan.

Metode penghematan *Clarke-Wright* ini dapat menjadwalkan kendaraan untuk mendistribusikan produk dari gudang central ke beberapa area pengiriman. Metode ini juga mudah untuk diimplementasikan dengan cepat untuk permasalahan yang

kompleks. Kelebihan dari metode ini terletak pada kemudahan untuk dimodifikasi jika terdapat batasan waktu pengiriman atau batasan lainnya dan dapat memberikan solusi yang praktis dan cepat. Meskipun hasil yang diberikan tidak menjamin bahwa hasil merupakan solusi optimal (*non optimizing*), tetapi metode ini dapat memberikan hasil yang lebih baik untuk menyelesaikan penjadwalan pengiriman dengan berbagai pembatas yang ada (Chopra & Meindl, 2001:297).

Metode Penghematan *Clarke-Wright* merupakan suatu prosedur pertukaran, dimana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik. Secara garis besar, berikut prosedur pada metode ini:

1. Mengasumsikan bahwa setiap permintaan dari konsumen dilayani oleh satu kendaraan, sehingga setiap konsumen memiliki rute tersendiri yang dilayani oleh kendaraan yang berbeda (Bowersox, 1978:233). Untuk formulasi inisialisasi rute awal untuk prosedur penghematan *Clarke-Wright* di tunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.6 Formulasi Inisialisasi Rute untuk Prosedur *Clarke-Wright*
Sumber: Battarra (2007:7)

2. Mengidentifikasi matriks jarak dari *plant* ke masing-masing daerah distribusi. Selain itu, jika data biaya transportasi antara dua titik lokasi diketahui, maka data biaya ini dapat digunakan untuk perhitungan menggantikan data jarak (Bowersox, 1978:233).

	P_0							
P_1		P_1						
...			...					
P_i	$d_{0,i}$			P_i				
...					...			
P_j				$d_{i,j}$		P_j		
...							...	
P_n								P_n

Gambar 2.7 Matriks Clarke Wright

Dimana:

P_0 = pabrik/gudang yang menyuplai produk ke masing-masing konsumen

P_i = konsumen ke i

P_j = konsumen ke j

$d_{o,i}$ = jarak dari pabrik/gudang ke konsumen i atau sebaliknya

$d_{i,j}$ = jarak dari konsumen i ke konsumen j atau sebaliknya

3. Mengidentifikasi matriks penghematan (*Saving Matrix*). Penghematan ini dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Bowersox, 1978:234):

$$S_{i,j} = d_{o,i} + d_{o,j} - d_{i,j} \quad (2-1)$$

dimana:

$S_{i,j}$ = nilai penghematan jarak dari konsumen i ke konsumen j

Berikut hasil matriks penghematan yang dikembangkan oleh Clarke-Wright:

q_i	$t_{0,j}$								
q_1	2	P_1							
q_i	2		P_i						
...	2			...					
q_j	2		$t_{i,j}$		P_j				
...	2					...			
...	2						...		
q_n	2							P_n	

Gambar 2.8 Matriks Clarke Wright

Dimana:

q_i = permintaan konsumen ke i

q_j = permintaan konsumen ke j

$t_{0,j}$ = inisial awal untuk konsumen j

$t_{i,j}$ = inisial kombinasi konsumen i dan j

Nilai-nilai pada $t_{i,j}$ menunjukkan apakah kombinasi konsumen P_i dengan P_j berada dalam satu rute atau tidak. Petunjuk ini mempunyai nilai-nilai sebagai berikut:

$t_{i,j} = 0$ Jika konsumen tidak dihubungkan pada satu rute kendaraan

$t_{i,j} = 1$ Jika dua konsumen dihubungkan pada satu rute kendaraan

$t_{i,j} = 2$ Jika konsumen dilayani oleh satu kendaraan langsung dari gudang sentral untuk inisial awal ditetapkan $t_{0,i}$ atau $t_{0,j} = 2$ yang berarti bahwa satu kendaraan dipakai untuk melayani masing-masing konsumen (Bowersox, 1978:234).

4. Mengalokasikan *retail* ke armada atau rute. Pada tahap ini dilakukan dengan mengkombinasikan 2 kota yang menghasilkan *saving* terbesar dan memeriksa apakah 2 kota tersebut dapat dilayani oleh kendaraan yang sama atau tidak. Dua kota dapat dilayani oleh satu kendaraan yang sama, jika:

- a. Permintaan pada dua konsumen tidak melebihi dari kapasitas alat angkutnya

b. Nilai $t_{o,i}$ dan $t_{o,j} > 0$

c. P_i dan P_j belum dialokasikan pada jalur kendaraan yang sama (belum pernah digabungkan dengan yang lain)

Kombinasi ini dilakukan hingga tidak terdapat lagi kota yang bisa digabungkan dengan batasan kapasitas kendaraan yang tersedia (Bowersox, 1978:234).

5. Setelah memilih sebuah sel yang terdapat dua rute yang dapat dikombinasikan menjadi satu rute tunggal, maka pada sel (i,j) yang memiliki nilai *saving* terbesar dilakukan *update* sebagai berikut: $t_{ij} = 1$, kemudian menghitung

$$t_{oi} \rightarrow t_{oi} + t_{ij} = 2 \quad (2-2)$$

$$t_{oj} \rightarrow t_{oj} + t_{ij} = 2 \quad (2-3)$$

Setelah itu nilai permintaan (q) juga disesuaikan untuk mengetahui total berat/volume pengiriman, yaitu:

$$q_i^* = q_j^* = q_i + q_j \quad (2-4)$$

dimana:

q_i = volume sebelum perubahan rute

q_j^* = volume sesudah perubahan rute

6. Prosedur ini berakhir apabila tidak ada lagi kemungkinan konsolidasi lebih lanjut.

7. Mengurutkan *retail*/konsumen dalam rute yang terbentuk. Perubahan urutan pengiriman akan memberi dampak yang signifikan terhadap jarak yang ditempuh oleh kendaraan tersebut. Terdapat beberapa prosedur pengurutan rute, diantaranya (Chopra & Meindl, 2001 : 289):

a. *Farthest insert*

Caranya adalah mengevaluasi tambahan jarak yang minimum pada suatu titik yang disisipkan, kemudian memilih titik yang memiliki jarak terbesar dari tambahan jarak yang minimum untuk disisipkan pada rute terakhir (Chopra & Meindl, 2001 : 289).

b. *Nearest insert* merupakan kebalikan dari prosedur *farthest insert* yang mana setelah mengevaluasi tambahan jarak yang minimum pada suatu titik yang disisipkan, kemudian memilih titik yang memiliki jarak terkecil dari tambahan jarak yang minimum untuk disisipkan pada rute terakhir (Chopra & Meindl, 2001 : 290).

c. *Nearest neighbor*

Caranya adalah menambahkan titik yang paling dekat dengan titik terakhir yang dikunjungi (Chopra & Meindl, 2001 : 290).

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan hal-hal yang berkenaan dengan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian, dengan tujuan agar proses penelitian dapat berjalan dengan baik, terarah dan sistematis. Selain itu, metode penelitian akan menjadi kerangka dasar berpikir logis bagi pengembangan skripsi ini kearah penarikan kesimpulan secara ilmiah.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif, yaitu penelitian yang menggambarkan sejumlah data yang kemudian dianalisis dan dibandingkan berdasarkan kenyataan yang sedang berlangsung selanjutnya mencoba untuk memberikan pemecahan masalah yang ada supaya memperoleh hasil yang lebih baik dari sebelumnya. Penelitian ini memusatkan perhatian pada kasus penentuan rute dan penjadwalan pendistribusian produk untuk meminimasi biaya transportasi.

3.2 Metode Pengambilan Data

Data atau informasi yang dikumpulkan harus relevan dengan persoalan yang dihadapi. Data ini akan menjadi *input* pada tahap pengolahan data. Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Riset lapangan

Pada kegiatan ini, pengumpulan data dilakukan secara langsung untuk mendapatkan data yang diperlukan dari objek yang diteliti. Riset lapangan ini terdiri dari:

a. Observasi

Merupakan suatu cara pengumpulan data yang dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian. Pengamatan dilakukan pada Divisi Logistik pada PT. X. Data yang didapatkan dari observasi adalah tentang sistem distribusi yang selama ini di aplikasikan pada PT. X.

b. Wawancara

Merupakan suatu cara pengumpulan data yang dilakukan dengan tanya jawab dengan pihak-pihak yang bersangkutan dengan topik permasalahan yang diambil

dalam penelitian ini, yaitu dengan kepala Divisi Logistik dan *staff* Divisi Logistik.

Data yang didapatkan dari wawancara adalah:

- a) Data sistem pendistribusian produk
- b) Data wilayah pendistribusian dengan jalur darat
- c) Data moda transportasi
- c. Dokumentasi

Merupakan suatu cara pengumpulan data yang dilakukan dengan menggunakan dokumen atau arsip-arsip yang ada pada perusahaan. Data ini digunakan sebagai bahan penunjang atau pelengkap dalam penelitian. Data yang didapatkan dari proses dokumentasi adalah:

- a) Data permintaan produk
 - b) Data kapasitas moda transportasi
 - c) Data biaya transportasi
 - d) Data jarak wilayah pendistribusian
2. Riset kepustakaan

Riset kepustakaan dilakukan untuk mempelajari dasar teori yang berhubungan dengan pokok bahasan yang diteliti, misalnya dengan mempelajari buku, karya ilmiah, jurnal dan literatur lainnya. Adapun sumber studi literatur diperoleh dari perpustakaan, internet dan perusahaan. Sumber literatur yang dipelajari ini berkaitan dengan:

- a. Manajemen logistik
- b. *Supply chain management*
- c. Manajemen transportasi dan distribusi fisik
- d. Metode penghematan *Clarke-Wright*

3.3 Langkah-langkah Penelitian

Berikut merupakan langkah-langkah penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui gambaran dari objek yang diteliti yaitu

Divisi Logistik pada PT. X. Pada tahap ini, yang dipelajari adalah sistem pendistribusian produk yang diterapkan pada PT. X.

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang ada pada objek yang diteliti. Tujuan dari

studi literatur adalah untuk mencari solusi pemecahan masalah yang ada pada sistem pendistribusian produk PT. X.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi merupakan tahapan awal pemahaman terhadap suatu permasalahan yang timbul untuk mencari solusi permasalahan tersebut. Pada tahap ini, akan dikaji permasalahan yang ada pada sistem pendistribusian produk PT. X.

4. Perumusan Masalah

Rumusan masalah merupakan rincian dari permasalahan yang dikaji serta menunjukkan tujuan dari persoalan yang dikemukakan.

5. Penetapan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya. Hal ini ditujukan agar mempermudah peneliti untuk menentukan batasan-batasan yang perlu dalam pengolahan dan analisis data selanjutnya.

6. Pengumpulan Data

Data atau informasi yang dikumpulkan harus relevan dengan persoalan yang dihadapi. Data ini akan menjadi *input* pada tahap pengolahan data. Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

a. Data Kualitatif, yaitu:

- a) Data sistem pendistribusian produk
- b) Data wilayah pendistribusian dengan jalur darat
- c) Data moda transportasi

b. Data Kuantitatif, yaitu:

- a) Data permintaan produk
- b) Data kapasitas moda transportasi
- c) Data biaya transportasi
- d) Data jarak wilayah pendistribusian

7. Pengolahan Data

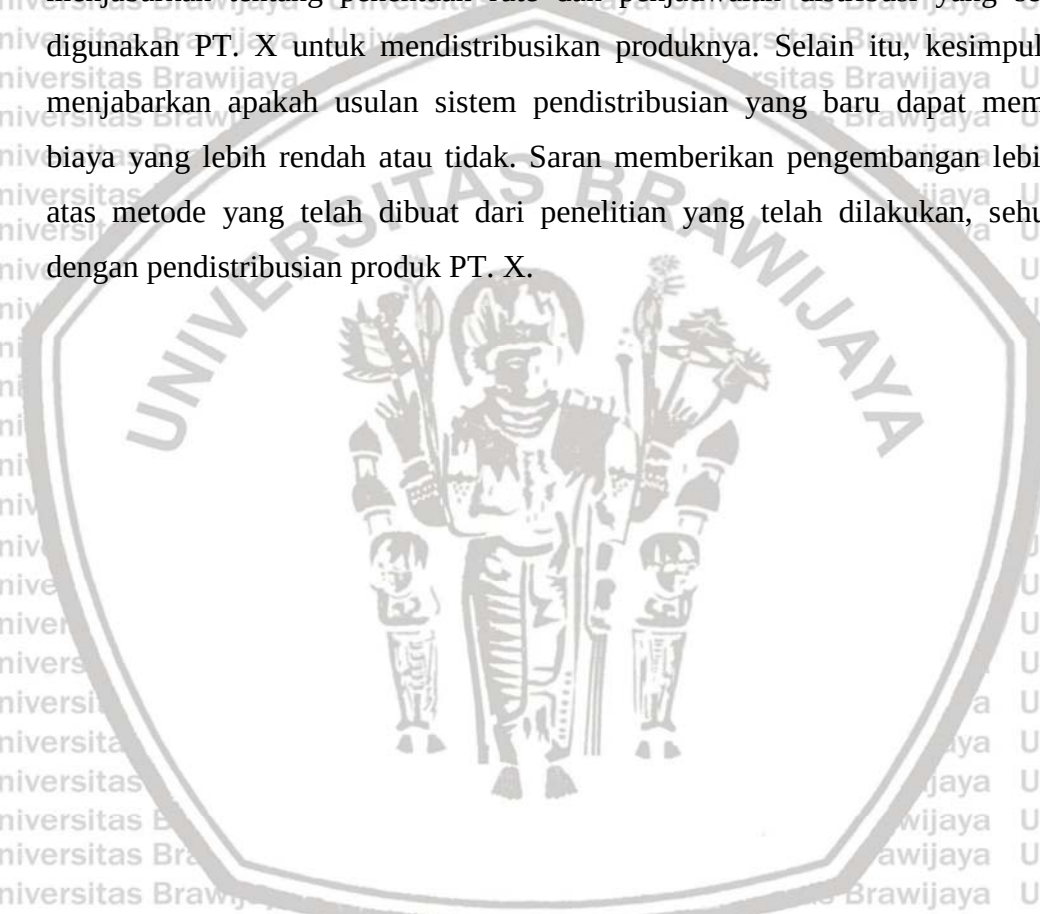
Pengolahan data diawali dengan menghitung biaya awal pendistribusian produk untuk dijadikan perbandingan, setelah itu perhitungan selanjutnya dilakukan dengan *Clarke-Wright Saving Approach* untuk mendapatkan rute dengan jarak yang lebih efisien. Setelah memperoleh rute dengan jarak yang baru, maka akan dihitung kembali biaya transportasinya. Penentuan rute ini selanjutnya digunakan untuk penentuan jadwal distribusi sesuai dengan penugasan armada yang digunakan.

8. Pembahasan

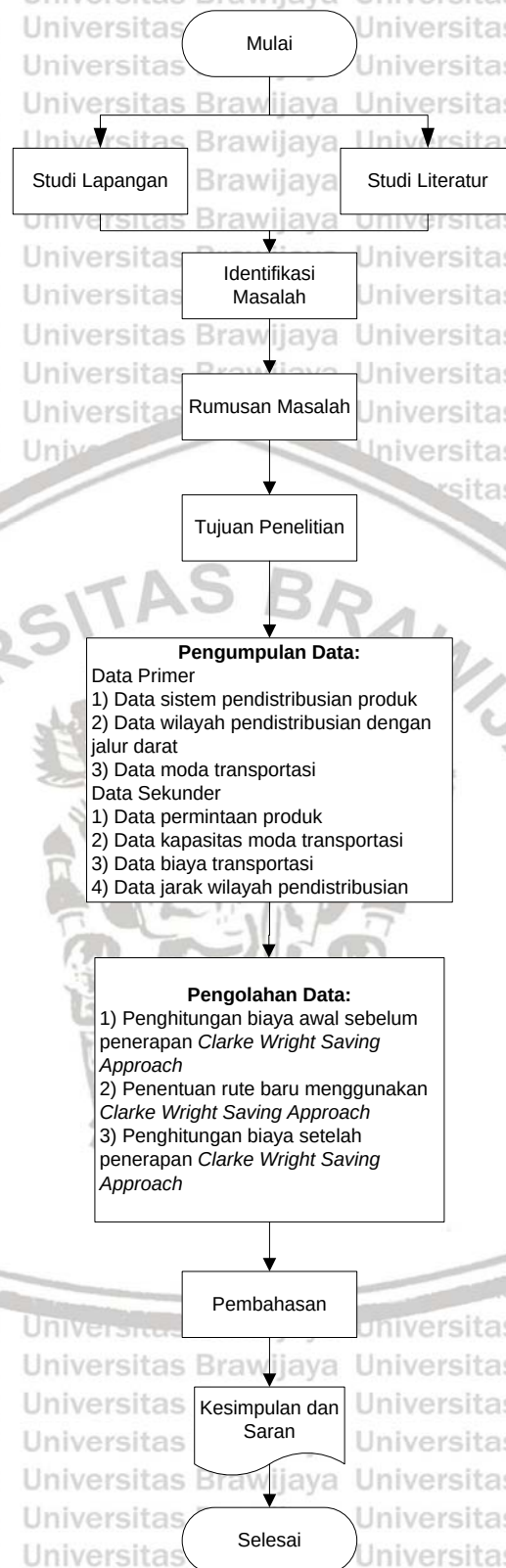
Pada tahap ini dilakukan analisis hasil mengenai rute baru berdasarkan *Clarke-Wright Saving Approach*. Dari perbandingan biaya transportasi awal dan akhir ini akan diperoleh selisih penghematan biaya dengan menggunakan *Clarke-Wright Saving Approach*. Selanjutnya, dari rute yang baru ini akan dibuat jadwal distribusi yang sesuai dengan penugasan dari masing-masing armada yang dialokasikan.

9. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran adalah bagian terakhir dari tahap penelitian. Kesimpulan menjabarkan tentang penentuan rute dan penjadwalan distribusi yang sebaiknya digunakan PT. X untuk mendistribusikan produknya. Selain itu, kesimpulan juga menjabarkan apakah usulan sistem pendistribusian yang baru dapat memberikan biaya yang lebih rendah atau tidak. Saran memberikan pengembangan lebih lanjut atas metode yang telah dibuat dari penelitian yang telah dilakukan, sehubungan dengan pendistribusian produk PT. X.



3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan data-data yang dikumpulkan dan digunakan dalam penelitian. Setelah data-data yang dibutuhkan diperoleh, maka dilakukan pengolahan data dengan menggunakan teori-teori yang telah dijelaskan pada bab tinjauan pustaka agar diperoleh suatu penyelesaian masalah yang terdapat pada PT. X.

4.1 Sistem Pendistribusian PT. X

Kegiatan marketing dari merk AMDK A dipusatkan pada PT. X yang memiliki kantor di Jalan Kelasi 1-3 Surabaya. Di tempat ini perusahaan memiliki satu kantor depo dan satu kantor stockist, serta gudang promosi dan gudang perbaikan. Proses pengolahan air minum dilakukan di pabrik yang terletak di Desa Lemahbang km 53, Sukorejo, Pandaan Jawa Timur. Pabrik yang bertugas mendistribusikan produk ke masing masing depo atau agen. Pendistribusian yang dilakukan oleh pabrik ini terbagi menjadi tiga kelompok armada, yaitu armada 44, armada 38 dan armada 19 dimana setiap melakukan pendistribusian PT. X harus menyewa ke armada tersebut.

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Data Wilayah Distribusi Armada 44

Armada 44 pada pabrik PT. X yang berlokasi di Desa Lemahbang km 53, Sukorejo, Pandaan Jawa Timur mendistribusikan produk AMDK ke depo-depo dan agen-agen di sekitar pabrik. Tabel 4.1 adalah daftar depo dan agen yang disuplai oleh armada 44 pabrik PT. X.

Tabel 4.1 Daftar Depo dan Agen Yang Disuplai Oleh Armada 44

No	Nama Depo/Agen
1	Indo Makmur Banyuwangi
2	Depo Sumenep
3	Depo Pamekasan /U Cahaya Motor, Ud
4	Joko Tulungagung /U Hasil Bumi Trenggalek
5	Harapan Jaya Bojonegoro
6	Joko Tulungagung /U Favorite Trenggalek.
7	Depo Bondowoso
8	Lancar Tuban
9	Jaya Mulya Bojonegoro
10	Hasan Ngadiluwih Kediri
11	Bina Lestari Blitar
12	Depo Bangkalan /U Asovi
13	Depo Pasuruan
14	Depo Bangkalan /U Bintang Mulya
15	Depo Bangkalan /U Sumber Jadi
16	Depo Bangkalan /U Urip

Sumber: PT. X

Tabel 4.1 Daftar Depo dan Agen Yang Disuplai Oleh Armada 44 (Lanjutan)

No	Nama Depo/Agen
17	Depo Probolinggo
18	Depo Jombang
19	Tk Mayer Surabaya /U Tk Antara
20	Mgu Surabaya
21	Mgu Surabaya /U Ud Wahyu
22	Depo Kelasi Surabaya
23	Mgu Surabaya /U Hj Zen
24	Gala Prima Surabaya
25	Yanto Surabaya
26	Ragam Jaya Surabaya
27	Wiguna Tengah Surabaya
28	Depo Lidah Surabaya
29	Weiwa Surabaya
30	M. Tanjungsari Surabaya
31	Depo Bendul Merisi Surabaya
32	Indogrosir Surabaya
33	Indomaret Malang
34	Depo Kepuh Malang
35	Tnts U Gedangan
36	Depo Malang Karanglo
37	Depo Malang /U Tirta Mandiri
38	Depo Malang

Sumber: PT. X

4.2.2 Data Permintaan Produk

Permintaan akan produk AMDK dari PT. X sangatlah tinggi untuk setiap harinya, namun permintaan pada akhir bulan selalu merupakan permintaan tertinggi dalam satu bulan dikarenakan pada akhir bulan, *stock* di depo dan agen sudah menipis. Oleh karena itu permintaan akhir bulanlah yang digunakan dalam penelitian ini. Tabel 4.2 adalah daftar permintaan pada tanggal 30 Maret 2011 yang merupakan permintaan terbanyak pada bulan Maret 2011.

Tabel 4.2 Data Permintaan Produk AMDK pada 30 Maret 2011

No	Nama Depo/Agen	240 ML(Unit)
1	Indo Makmur Banyuwangi	320
2	Depo Sumenep	350
3	Depo Pamekasan /U Cahaya Motor, Ud	575
4	Joko Tulungagung /U Hasil Bumi Trenggalek	600
5	Harapan Jaya Bojonegoro	600
6	Joko Tulungagung /U Favorite Trenggalek.	600
7	Depo Bondowoso	290
8	Lancar Tuban	350
9	Jaya Mulya Bojonegoro	350
10	Hasan Ngadiluwih Kediri	330
11	Bina Lestari Blitar	300
12	Depo Bangkalan /U Asovi	600
13	Depo Pasuruan	300
14	Depo Bangkalan /U Bintang Mulya	575
15	Depo Bangkalan /U Sumber Jadi	350

Sumber: PT. X

Tabel 4.2 Data Permintaan Produk AMDK pada 30 Maret 2011 (Lanjutan)

No	Nama Depo/Agen	240 ML(Unit)
16	Depo Bangkalan /U Urip	600
17	Depo Probolinggo	350
18	Depo Jombang	600
19	Tk Mayer Surabaya /U Tk Antara	350
20	Mgu Surabaya	1200
21	Mgu Surabaya /U Ud Wahyu	600
22	Depo Kelasi Surabaya	200
23	Mgu Surabaya /U Hj Zen	350
24	Gala Prima Surabaya	330
25	Yanto Surabaya	600
26	Ragam Jaya Surabaya	400
27	Wiguna Tengah Surabaya	600
28	Depo Lidah Surabaya	1125
29	Weiwa Surabaya	285
30	M. Tanjungsari Surabaya	100
31	Depo Bendul Merisi Surabaya	575
32	Indogrosir Surabaya	1000
33	Indomaret Malang	500
34	Depo Kepuh Malang	400
35	Tnts U Gedangan	1175
36	Depo Malang Karanglo Surabaya	200
37	Depo Malang /U Tirta Mandiri	1000
38	Depo Malang	400

Sumber: PT. X

4.2.3 Data Moda Transportasi dan Kapasitas

Pendistribusian produk dari pabrik menuju depo dan agen pada PT. X dilakukan melalui jalur darat dengan menggunakan truk. Pada Armada 44 sendiri jumlah armada beserta kapasitasnya dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Moda Transportasi armada 44

No	Jenis	Jumlah	Kapasitas (ton)	Maksimal Angkut (Unit)
1	Tronton	5	20	1826
2	Hino	4	20	1708
3	Bak Terbuka	27	7,2	888
4	Box	8	6,9	844

Sumber: PT. X

4.2.4 Data Jarak dan Lama Waktu Distribusi

Depo dan agen yang harus disuplai oleh armada 44 pada PT. X tersebar di seluruh Jawa Timur. Pada pengolahan data dibutuhkan data jarak dari pabrik ke setiap agen dan depot maupun data jarak antar depot dan agen. Jika diasumsikan dalam pendistribusian kecepatan truk konstan 50 km/jam dan tanpa hambatan, maka juga dapat diketahui

perkiraan lama waktu perjalanannya. Tabel 4.4 berikut memaparkan data jarak dari pabrik ke setiap agen dan depot dan lama waktu distribusinya.

Tabel 4.4 Data Jarak dan Lama Waktu Distribusi dari Pabrik ke Depot dan Agen

No	Nama Depo/Agen	Jarak Dari Pabrik (km)	Lama Waktu (Menit)
1	Depo Malang	28,1	33,72
2	Depo Bendul Merisi Surabaya	55,2	66,24
3	Depo Bangkalan /U Bintang Mulya	88,8	106,56
4	Depo Malang /U Tirta Mandiri	30,1	36,12
5	Harapan Jaya Bojonegoro	165	198
6	Weiwa Surabaya	57,7	69,24
7	Depo Bangkalan /U Asovi	93,5	112,2
8	Indogrosir Surabaya	54,2	65,04
9	Ragam Jaya Surabaya	60,8	72,96
10	Joko Tulungagung /U Hasil Bumi Trenggalek	172	206,4
11	Hasan Ngadiluwih Kediri	130	156
12	Depo Jombang	79	94,8
13	Tk Mayer Surabaya /U Tk Antara	70,8	84,96
14	Bina Lestari Blitar	120	144
15	Gala Prima Surabaya	63,1	75,72
16	Depo Lidah Surabaya	58,9	70,68
17	Depo Bondowoso	159	190,8
18	Lancar Tuban	151	181,2
19	Depo Probolinggo	81,3	97,56
20	Indomaret Malang	42	50,4
21	Depo Bangkalan /U Urip	84	100,8
22	Mgu Surabaya	70,6	84,72
23	M. Tanjungsari Surabaya	57	68,4
24	Depo Malang Karanglo Malang	31,9	38,28
25	Depo Pamekasan /U Cahaya Motor, Ud	177,6	213,12
26	Tnts U Gedangan	41	49,2
27	Depo Bangkalan /U Sumber Jadi	85,4	102,48
28	Jaya Mulya Bojonegoro	144	172,8
29	Yanto Surabaya	62,9	75,48
30	Depo Kelasir Surabaya	66,1	79,32
31	Indo Makmur Banyuwangi	262	314,4
32	Mgu Surabaya /U Ud Wahyu	66,2	79,44
33	Mgu Surabaya /U Hj Zen	64,8	77,76
34	Depo Sumenep	231,6	277,92
35	Joko Tulungagung /U Favorite Trenggalek	161	193,2
36	Wiguna Tengah Surabaya	59,5	71,4
37	Depo Kepuh Malang	42	50,4
38	Depo Pasuruan	89,9	107,88

Sumber: PT. X

4.2.5 Data Biaya Distribusi

Biaya distribusi dalam penelitian ini dihitung dari biaya total dari biaya transportasi per kilometer, biaya sewa truk, dan biaya rit yang diberikan pada sopir dan kernet setiap kali mendistribusikan produk. Besar biaya per kilometer dibedakan berdasarkan jenis truk nya dapat dilihat dalam tabel 4.5, biaya sewa truk pada table 4.6, dan biaya rit ditunjukkan pada tabel 4.7 dan 4.8.

Tabel 4.5 Data Biaya Truk per Kilometer

No	Jenis	Kapasitas (ton)	Biaya/Km (Rp)
1	Tronton	20	1285,71
2	Hino	20	1285,71
3	Bak Terbuka	7,2	818,2
4	Box	6,9	818,2

Sumber: PT. X

Tabel 4.6 Biaya Sewa Truk per pendistribusian

No	Jenis	Biaya Sewa (Rp)
1	Tronton	312430
2	Hino	305230
3	Bak Terbuka	235050
4	Box	211250

Sumber: PT. X

Tabel 4.7 Biaya Rit Sopir dan Kernet per Pendistribusian (Bak Terbuka dan Box)

No	Jarak Distribusi (km)	Biaya Rit Sopir (Rp)	Biaya Rit Kernet (Rp)
1	<75	15100	15000
2	>75	18300	18300

Sumber : PT. X

Tabel 4.8 Biaya Rit Sopir dan Kernet per Pendistribusian (Tronton dan Hino)

No	Jarak Distribusi (km)	Biaya Rit Sopir (Rp)	Biaya Rit 2 Kernet (Rp)
1	<75	28100	52200
2	>75	43050	92200

Sumber : PT. X

4.2.6 Hambatan-Hambatan

Dalam melakukan pendistribusian ada hambatan-hambatan tertentu pada beberapa depo atau agen yang membatasi kegiatan pendistribusian. Hambatan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hambatan Pada Depo dan Agen

No	Nama Depo/Agen	Hambatan
1	Indo Makmur Banyuwangi	Jalan rusak, tidak memungkinkan penggunaan mobil besar.
2	Jaya Mulya Bojonegoro	Mobil besar tidak memungkinkan untuk masuk ke agen.
3	Tk Mayer Surabaya /U Tk Antara	Hanya bisa mobil box, parkir sulit.
4	Mgu Surabaya /U Hj Zen	Jalan sempit, mobil besar tidak bisa masuk agen.
5	Yanto Surabaya	Jalan rusak, tidak memungkinkan penggunaan mobil besar.
6	Depo Lidah Surabaya	Tempat parkir sempit, mobil besar tidak memungkinkan untuk masuk.
7	Indomaret Malang	Seluruh truk tujuan malang tonase maksimal 6.9 Ton.
8	Depo Kepuh Malang	Seluruh truk tujuan malang tonase maksimal 6.9 Ton.
9	Depo Malang Karanglo Malang	Seluruh truk tujuan malang tonase maksimal 6.9 Ton.
10	Depo Malang /U Tirta Mandiri	Seluruh truk tujuan malang tonase maksimal 6.9 Ton.
11	Depo Malang	Seluruh truk tujuan malang tonase maksimal 6.9 Ton.

Sumber : PT. X

4.3 Pengolahan Data

Pengolahan data diawali dengan menghitung biaya awal pendistribusian produk untuk dijadikan perbandingan, setelah itu perhitungan selanjutnya dilakukan dengan metode penghematan *Clarke-Wright* untuk mendapatkan rute dengan jarak yang lebih efisien. Setelah memperoleh rute dengan jarak yang baru, maka akan dihitung kembali biaya distribusinya. Penentuan rute ini selanjutnya digunakan untuk penentuan jadwal distribusi sesuai dengan penugasan armada yang digunakan.

4.3.1 Perhitungan Sebelum *Clarke Wright Saving Approach*

4.3.1.1 Perhitungan Biaya Pendistribusian

Perhitungan biaya awal pendistribusian sebelum pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach* ini merupakan perhitungan biaya distribusi yang harus dikeluarkan PT. X sebelum pengaplikasian metode *Clarke Wright Saving Approach* yang dihitung berdasarkan total dari biaya distribusi yang berdasarkan sistem *truckload* (TL) yaitu dimana biaya distribusi yang dikeluarkan akan seharga *full truck* meskipun truk belum penuh atau tonasenya belum terpenuhi, biaya rit yang diberikan pada sopir dan kernet setiap kali mendistribusikan produk, dan biaya sewa kendaraan per pendistribusian.

Tabel 4.10 menunjukkan hasil perhitungan besarnya biaya yang harus dikeluarkan PT. X sebelum *Clarke Wright Saving Approach*.

Tabel 4.10 Biaya distribusi Sebelum *Clarke Wright Saving Approach*

No	Nama Depo/Agan	Jarak dari Pabrik	Jenis Truk	Biaya per km	Biaya Sewa	Biaya Rit Sopir Per Pendistribusian	Biaya Rit Kernet Per Pendistribusian	*Biaya Distribusi
P1	Indo Makmur Banyuwangi	262	Box	Rp818,20	Rp211.250,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp676.586,80
P2	Depo Sumenep	231.6	Box	Rp818,20	Rp211.250,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp626.840,24
P3	Depo Pamekasan /U Cahaya Motor, Ud	177.6	Box	Rp818,20	Rp211.250,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp538.474,64
P4	Joko Tulungagung /U Hasil Bumi Trenggalek	172	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp553.110,80
P5	Harapan Jaya Bojonegoro	165	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp541.656,00
P6	Joko Tulungagung /U Favorite Trenggalek	161	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp535.110,40
P7	Depo Bondowoso	159	Box	Rp818,20	Rp211.250,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp508.037,60
P8	Lancar Tuban	151	Box	Rp818,20	Rp211.250,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp494.946,40
P9	Jaya Mulya Bojonegoro	144	Box	Rp818,20	Rp211.250,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp483.491,60
P10	Hasan Ngadiluwih	130	Box	Rp818,20	Rp211.250,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp460.582,00
P11	Bina Lestari Blitar	120	Box	Rp818,20	Rp211.250,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp444.218,00
P12	Depo Bangkalan /U Asovi	93.5	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp424.653,40
P13	Depo Pasuruan	89.9	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp418.762,36
P14	Depo Bangkalan /U Bintang Mulya	88.8	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp416.962,32
P15	Depo Bangkalan /U Sumber Jadi	85.4	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp411.398,56
P16	Depo Bangkalan /U Urip	84	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp409.107,60
P17	Depo Probolinggo	81.3	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp404.689,32
P18	Depo Jombang	79	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp400.925,60
P19	Tk Mayer Surabaya /U Tk Antara	70.8	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp381.007,12
P20	Mgu Surabaya	70.6	Tronton	Rp1.285,71	Rp312.430,00	Rp28.100,00	Rp52.200,00	Rp574.272,25
P21	Mgu Surabaya /U Ud Wahyu	66.2	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp373.479,68
P22	Depo Kelasi	66.1	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp373.316,04
P23	Mgu Surabaya /U Hj Zen	64.8	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp371.188,72
P24	Gala Prima Surabaya	63.1	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp368.406,84
P25	Yanto	62.9	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp368.079,56
P26	Ragam Jaya	60.8	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp364.643,12
P27	Wiguna Tengah	59.5	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp362.515,80
P28	Depo Lidah	58.9	2 Bak Terbuka	Rp1636,40	Rp470.100,00	Rp30.200,00	Rp30.000,00	Rp531.936,40
P29	Weiwa	57.7	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.000,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp359.520,28

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 4.10 Biaya distribusi Sebelum *Clarke Wright Saving Approach* (Lanjutan)

No	Nama Depo/Agen	Jarak dari Pabrik	Jenis Truk	Biaya per km	Biaya Sewa	Biaya Rit Sopir Per Pendistribusian	Biaya Rit Kernet Per Pendistribusian	*Biaya Distribusi
P30	M. Tanjungsari Surabaya	57	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp358.424,80
P31	Depo Bendul Merisi	55.2	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp355.479,28
P32	Indogrosir	54.2	Hino	Rp1.285,71	Rp305.230,00	Rp28.100,00	Rp52.200,00	Rp524.900,96
P33	Indomaret Malang	42	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp333.878,80
P34	Depo Kepuh Malang	42	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp333.878,80
P35	Tnts U Gedangan	41	Tronton	Rp1.285,71	Rp312.430,00	Rp28.100,00	Rp52.200,00	Rp498.158,22
P36	Depo Malang Karanglo	32.3	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp318.005,72
P37	Depo Malang /U Tirta Mandiri	32.6	2 Bak Terbuka	Rp1636,40	Rp470.100,00	Rp30.200,00	Rp30.000,00	Rp531.936,40
P38	Depo Malang	28.1	Bak Terbuka	Rp818,20	Rp235.050,00	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp311.132,84
Jumlah								Rp17.335.023,68

Sumber : Pengolahan Data

Keterangan: *Biaya distribusi merupakan total dari biaya truk per kilometer, biaya sewa truk, dan biaya rit sopir dan kernet.

Dari tabel di atas dapat terlihat bahwa biaya distribusi sebelum pengaplikasian *clarke wright saving approach* adalah sebesar **Rp17.335.023,68** dan moda transportasi yang digunakan adalah **40 moda transportasi**, karena pada P28 dan P37 menggunakan 2 moda transportasi yang nantinya akan dibandingkan dengan biaya distribusi setelah pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach*.

4.3.1.2 Perhitungan Waktu Tempuh Pendistribusian

Perhitungan waktu tempuh pendistribusian ini berdasarkan hasil bagi dari jarak tempuh yaitu dari pabrik ke depo atau agen dan kembali ke pabrik, untuk kecepatan kendaraan digunakan rata-rata 50 km/jam sesuai dengan yang telah didiskusikan dengan sopir. Tabel 4.11 menunjukkan hasil perhitungan jarak dan waktu tempuh pendistribusian sebelum pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach*.

Tabel 4.11 Jarak dan waktu tempuh pendistribusian sebelum pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach*

No	Nama Depo/Agen	Jarak dari Pabrik (km)	Jarak Tempuh (km)	*Waktu Tempuh (Jam)
P1	Indo Makmur Banyuwangi	262	524	10,48
P2	Depo Sumenep	231,6	463,2	9,264
P3	Depo Pamekasan /U Cahaya Motor, Ud	177,6	355,2	7,104
P4	Joko Tulungagung /U Hasil Bumi Trenggalek	172	344	6,88

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 4.11 Jarak dan waktu tempuh pendistribusian sebelum pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach*

No	Nama Depo/Agen	Jarak dari Pabrik (km)	Jarak Tempuh (km)	*Waktu Tempuh (Jam)
P5	Harapan Jaya Bojonegoro	165	330	6,6
P6	Joko Tulungagung /U Favorite Trenggalek	161	322	6,44
P7	Depo Bondowoso	159	318	6,36
P8	Lancar Tuban	151	302	6,04
P9	Jaya Mulya Bojonegoro	144	288	5,76
P10	Hasan Ngadiluwih Kediri	130	260	5,2
P11	Bina Lestari Blitar	120	240	4,8
P12	Depo Bangkalan /U Asovi	93,5	187	3,74
P13	Depo Pasuruan	89,9	179,8	3,596
P14	Depo Bangkalan /U Bintang Mulya	88,8	177,6	3,552
P15	Depo Bangkalan /U Sumber Jadi	85,4	170,8	3,416
P16	Depo Bangkalan /U Urip	84	168	3,36
P17	Depo Probolinggo	81,3	162,6	3,252
P18	Depo Jombang	79	158	3,16
P19	Tk Mayer Surabaya /U Tk Antara	70,8	141,6	2,832
P20	Mgu Surabaya	70,6	141,2	2,824
P21	Mgu Surabaya /U Ud Wahyu	66,2	132,4	2,648
P22	Depo Kelasi Surabaya	66,1	132,2	2,644
P23	Mgu Surabaya /U Hj Zen	64,8	129,6	2,592
P24	Gala Prima Surabaya	63,1	126,2	2,524
P25	Yanto Surabaya	62,9	125,8	2,516
P26	Ragam Jaya	60,8	121,6	2,432
P27	Wiguna Tengah	59,5	119	2,38
P28	Depo Lidah	58,9	117,8	2,356
P29	Weiwa Surabaya	57,7	115,4	2,308
P30	M. Tanjungsari Surabaya	57	114	2,28
P31	Depo Bendul Merisi	55,2	110,4	2,208
P32	Indogrosir	54,2	108,4	2,168
P33	Indomaret Malang	42	84	1,68
P34	Depo Kepuh Malang	42	84	1,68
P35	Tnts U Gedangan	41	82	1,64
P36	Depo Malang Karanglo	32,3	64,6	1,292
P37	Depo Malang /U Tirta Mandiri	32,6	65,2	1,304
P38	Depo Malang	28,1	56,2	1,124
Total			7121,8	142,436

Sumber : Pengolahan Data

Keterangan: *Waktu tempuh didapat dari hasil bagi antara jarak tempuh dan kecepatan truk yang diasumsikan konstan 50 km/jam.

Dari tabel di atas dapat terlihat bahwa jarak tempuh dan waktu tempuh sebelum pengaplikasian *clarke wright saving approach* adalah sebesar **7121,8 km** dan **142,436 jam** yang nantinya akan dibandingkan dengan waktu tempuh setelah pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach*.

4.3.2 Perhitungan *Clarke Wright Saving Approach*

4.3.2.1 Penentuan Rute Distribusi dengan *Clarke Wright Saving Approach*

Di bawah-bawah ini merupakan langkah-langkah penentuan rute distribusi dengan *Clarke Wright Saving Approach*.

1. Langkah pertama yaitu mengidentifikasi matriks jarak dari *plant* ke masing-masing daerah distribusi.
2. Setelah itu akan dihitung matriks penghematan.

Contoh perhitungan:

Dimisalkan akan menghitung nilai penghematan pada Agen Indo Makmur Banyuwangi (S1) dan Depo Sumenep (S2), dari matriks jarak di atas, maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Jarak dari pabrik ke P1} = 262 \text{ km}$$

$$\text{Jarak dari pabrik ke P2} = 231,6 \text{ km}$$

$$\text{Jarak dari P1 ke P2} = 469 \text{ km}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai penghematan (S1,2)} &= d_{0,1} + d_{0,2} - d_{1,2} \\ &= 262 + 231,6 - 469 \\ &= 24,6 \text{ km}\end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus (2-1), maka berikut ini adalah hasil perhitungan dari masing-masing depo dan agen.

Gambar 4.2 Matriks Penghematan

3. Langkah ketiga yaitu mengalokasikan depo dan agen ke moda transportasi. Tahap ini dilakukan dengan mengkombinasikan dua depo atau agen yang menghasilkan penghematan terbesar dan memeriksa apakah dua depo atau agen tersebut dapat dilayani oleh kendaraan yang sama atau tidak. Gambar 4.3 di bawah ini merupakan matriks iterasi 1 pengalokasian depo dan agen ke moda transportasi.



[illegible]

Penghematan terbesar adalah $S_{2,3} = 353.6$ dengan $t > 0$. Maka keduanya dapat dilayani secara bersamaan dengan total *demand* 11100 kg dengan menggunakan truk tronton kapasitas 20000 kg. Setelah itu dilakukan *update* pada sel yang memiliki nilai penghematan terbesar untuk mengetahui area mana yang sudah dilayani bersama.



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

4. Pengurutan Rute

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode *Clarke Wright Saving Approach*, rute awal yang terbentuk untuk pendistribusian dapat ditunjukkan pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Pembentukan Rute awal

Rute	Depo dan Agen Dalam Rute	Kapasitas		Demand	
		kg	Unit	kg	Unit
Rute1	P0-P2-P3-P16-P0	20000	1826	18300	1525
Rute2	P0-P4-P6-P10-P0	20000	1826	18360	1530
Rute3	P0-P5-P8-P11-P13-P30-P0	20000	1826	19800	1650
Rute4	P0-P7-P17-P18-P0	20000	1826	14880	1240
Rute5	P0-P12-P14-P15-P0	20000	1826	18300	1525
Rute6	P0-P20-P24-P0	20000	1708	18360	1530
Rute7	P0-P21-P29-P31-P0	20000	1708	17520	1460
Rute8	P0-P26-P35-P0	20000	1708	18900	1575
Rute9	P0-P27-P32-P0	20000	1708	19200	1600
Rute10	P0-P1-P0	6900	844	3840	320
Rute11	P0-P9-P0	6900	844	4200	350
Rute12	P0-P19-P22-P0	6900	844	6600	550
Rute13	P0-P23-P0	6900	844	4200	350
Rute14	P0-P25-P0	7200	888	7200	600
Rute15	P0-P28-P0	13800	1688	13500	1125
Rute16	P0-P33-P0	6900	844	6000	500
Rute17	P0-P34-P0	6900	844	4800	400
Rute18	P0-P36-P0	7200	888	2400	200
Rute19	P0-P37-P0	14400	888	12000	1000
Rute20	P0-P38-P0	7200	888	4800	400

Sumber: Pengolahan Data

Rute yang terbentuk di atas akan diurutkan untuk mendapatkan rute dengan jarak yang paling efisien. Prosedur yang digunakan adalah sebagai berikut:

a) *Farthest Insert*

Pada prinsipnya, prosedur ini menyisipkan titik dengan jarak terbesar pada rute terakhir. Misalnya untuk mengurutkan rute 1, dimulai dengan memberi inisial rute awal hanya terdiri dari pabrik dengan jarak 0 km. Langkah selanjutnya adalah mencari jarak total dengan menyisipkan depo atau agen yang terdapat pada rute 1 yaitu depo atau agen P2, P3, dan P16. Besarnya jarak yang ditempuh dari menyisipkan masing-masing depo atau agen dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Prosedur *Farthest Insert* untuk Rute 1 (Langkah 1)

Rute	Depo/Agen	Urutan	Jarak
1	P2	P0 - P2 - P0	463,2
	P3	P0 - P3 - P0	355,2
	P16	P0 - P16 - P0	168

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel di atas diketahui rute dengan jarak paling besar adalah P0 - P2 - P0 yang akan disisipi oleh depo atau agen lain. Langkah selanjutnya adalah menyisipkan depo atau agen yang tersisa untuk kemudian dipilih yang mempunyai total jarak yang terbesar. Penjelasan untuk langkah ini dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Prosedur *Farthest Insert* untuk Rute 1 (Langkah 2)

Rute	Depo/Agen	Urutan	Jarak
1	P3	P0 - P2 - P3 - P0	762,8
	P16	P0 - P2 - P16 - P0	425,2

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel di atas diketahui rute dengan jarak paling besar adalah P0 - P2 - P3 - P0 yang akan disisipi oleh depo atau agen lain. Langkah selanjutnya adalah menyisipkan depo atau agen yang tersisa untuk kemudian dipilih yang mempunyai total jarak yang terbesar, karena hanya ada satu depo atau agen lagi, maka hasil urutan rute nya adalah P0 - P2 - P3 - P16 - P0. Untuk hasil pengurutan pada rute-rute lainnya dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Pengurutan Rute menggunakan *Farthest Insert*

Rute	Urutan	Jarak (km)
Rute1	P0 - P2 - P3 - P16 - P0	840,8
Rute2	P0 - P4 - P6 - P10 - P0	789,6
Rute3	P0 - P5 - P8 - P11 - P13 - P30 - P0	832,6
Rute4	P0 - P7 - P17 - P18 - P0	423,8
Rute5	P0 - P12 - P14 - P15 - P0	789,6
Rute6	P0 - P20 - P24 - P0	259,3
Rute7	P0 - P21 - P29 - P31 - P0	334,4
Rute8	P0 - P26 - P35 - P0	181,6
Rute9	P0 - P27 - P32 - P0	220,4
Rute10	P0 - P1 - P0	524
Rute11	P0 - P9 - P0	288
Rute12	P0 - P19 - P22 - P0	268,6
Rute13	P0 - P23 - P0	129,6
Rute14	P0 - P25 - P0	125,8
Rute15	P0 - P28 - P0	117,8
Rute16	P0 - P33 - P0	84

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.15 Hasil Pengurutan Rute menggunakan *Farthest Insert* (Lanjutan)

Rute	Urutan	Jarak (km)
Rute17	P0 - P34 - P0	84
Rute18	P0 - P36 - P0	64,6
Rute19	P0 - P37 - P0	65,2
Rute20	P0 - P38 - P0	56,2
Total Jarak		6479,9

Sumber: Pengolahan Data

b) *Nearest Insert*

Pengurutan rute pada prosedur *nearest insert* ini merupakan kebalikan dari prosedur *farthest insert* yang mana setelah mengevaluasi tambahan jarak yang minimum pada suatu depo atau agen yang disisipkan, kemudian memilih depo atau agen yang memiliki jarak terkecil dari tambahan jarak yang minimum untuk disisipkan pada rute terakhir. Besarnya jarak yang ditempuh dari menyisipkan masing-masing depo atau agen dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Prosedur *Nearest Insert* untuk Rute 1 (Langkah 1)

Rute	Depo/Agen	Urutan	Jarak
1	P2	P0 - P2 - P0	463,2
	P3	P0 - P3 - P0	355,2
	P16	P0 - P16 - P0	168

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel di atas diketahui rute dengan jarak paling besar adalah P0 – P16 - P0 yang akan disisipi oleh depo atau agen lain. Langkah selanjutnya adalah menyisipkan depo atau agen yang tersisa untuk kemudian dipilih yang mempunyai total jarak yang terbesar. Penjelasan untuk langkah ini dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Prosedur *Nearest Insert* untuk Rute 1 (Langkah 2)

Rute	Depo/Agen	Urutan	Jarak
1	P2	P0 – P16 – P2 - P0	425,2
	P3	P0 – P16 – P3 - P0	433,2

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel di atas di ketahui rute dengan jarak paling besar adalah P0 – P16 – P2 - P0 yang akan disisipi oleh depo atau agen lain. Langkah selanjutnya adalah menyisipkan depo atau agen yang tersisa untuk kemudian dipilih yang mempunyai total jarak yang terbesar, karena hanya ada satu depo atau agen lagi, maka hasil urutan rute nya adalah **P0 – P16 – P2 – P3 – P0**. Untuk hasil pengurutan pada rute-rute lainnya dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil Pengurutan Rute menggunakan *Nearest Insert*

Rute	Urutan	Jarak (km)
Rute1	P0 - P16 - P2 - P3 - P0	724,8
Rute2	P0 - P10 - P6 - P4 - P0	865
Rute3	P0 - P30 - P11 - P13 - P8 - P5 - P0	779,7
Rute4	P0 - P18 - P17 - P7 - P0	423,8
Rute5	P0 - P15 - P14 - P12 - P0	530,5
Rute6	P0 - P24 - P20 - P0	259,3
Rute7	P0 - P21 - P31 - P29 - P0	334,8
Rute8	P0 - P35 - P26 - P0	181,6
Rute9	P0 - P32 - P27 - P0	220,4
Rute10	P0 - P1 - P0	524
Rute11	P0 - P9 - P0	288
Rute12	P0 - P22 - P19 - P0	268,6
Rute13	P0 - P23 - P0	129,6
Rute14	P0 - P25 - P0	125,8
Rute15	P0 - P28 - P0	117,8
Rute16	P0 - P33 - P0	84
Rute 17	P0 - P34 - P0	84
Rute 18	P0 - P36 - P0	64,6
Rute 19	P0 - P37 - P0	65,2
Rute 20	P0 - P38 - P0	56,2
	Total	6128

Sumber: Pengolahan Data

c) *Nearest Neighbor*

Prinsip pengurutan rute pada prosedur ini adalah dengan menambahkan titik atau depo dan agen yang paling dekat dengan titik atau depo dan agen terakhir yang dikunjungi. Misalnya, langkah-langkah pengurutan rute 1 dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Langkah-Langkah Prosedur *Nearest Neighbor*

Langkah	Rute	Jarak	Rute yang Dipilih
1	P0-P2	231,6	P16
	P0-P3	177,6	
	P0-P16	84	
2	P16-P2	109,6	P2
	P16-P3	171,6	

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel di atas rute yang terbentuk adalah P0-P16-P2-P3-P0 dengan total jarak 840,8 km. Untuk hasil pengurutan pada rute-rute lainnya dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 Hasil Pengurutan Rute menggunakan *Nearest Neighbor*

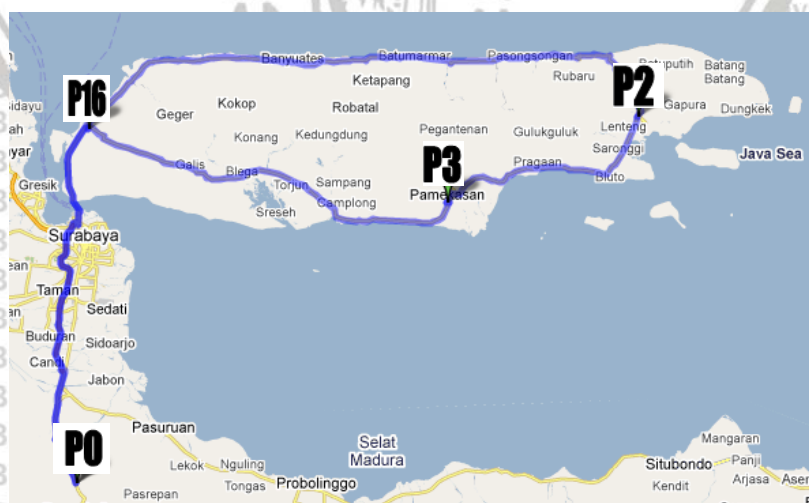
Rute	Urutan	Jarak (km)
Rute1	P0 - P16 - P3 - P2 - P0	840,8
Rute2	P0 - P10 - P6 - P4 - P0	789,6
Rute3	P0 - P30 - P11 - P13 - P8 - P5 - P0	753,7
Rute4	P0 - P15 - P14 - P12 - P0	423,8
Rute5	P0 - P18 - P17 - P7 - P0	789,6
Rute6	P0 - P24 - P20 - P0	259,3
Rute7	P0 - P31 - P29 - P21 - P0	334,4
Rute8	P0 - P35 - P26 - P0	181,6
Rute9	P0 - P32 - P27 - P0	220,4
Rute10	P0 - P22 - P19 - P0	524
Rute11	P0 - P1 - P0	288
Rute12	P0 - P9 - P0	268,6
Rute13	P0 - P23 - P0	129,6
Rute14	P0 - P25 - P0	125,8
Rute15	P0 - P28 - P0	117,8
Rute16	P0 - P33 - P0	84
Rute17	P0 - P34 - P0	84
Rute18	P0 - P36 - P0	64,6
Rute19	P0 - P37 - P0	65,2
Rute20	P0 - P38 - P0	56,2
Total Jarak		6401

Sumber: Pengolahan Data

Dari pengurutan rute dengan menggunakan kedua metode di atas, dapat dilihat bahwa penggunaan metode *Nearest Insert* dengan total jarak **6128 km** lebih efisien daripada dua metode lainnya. Oleh karena itu maka diputuskan untuk memakai metode *Nearest Insert*.

5. Penggambaran Peta Rute

Rute 1 : P0 - P16 - P2 - P3 - P0



Gambar 4.4 Hasil Pembentukan Rute

Sumber: Pengolahan Data

4.3.3 Perhitungan Setelah *Clarke Wright Saving Approach*

4.3.3.1 Perhitungan Biaya Pendistribusian

Perhitungan biaya ini merupakan perhitungan biaya pendistribusian yang harus dikeluarkan PT. X setelah pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach*. Tabel 4.21 menunjukkan hasil perhitungan besarnya biaya yang harus dikeluarkan PT. X setelah *Clarke Wright Saving Approach*.

Tabel 4.21 Biaya distribusi Setelah *Clarke Wright Saving Approach*

No	Jarak Tempuh	Jenis Truk	Biaya Sewa	Biaya per km	Biaya Rit Sopir	Biaya Rit Kernet	Biaya distribusi
Rute 1	724,8	Tronton	Rp312.430,00	Rp1.285,71	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp1.324.612,61
Rute 2	865	Tronton	Rp312.430,00	Rp1.285,71	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp1.504.869,15
Rute 3	779,7	Tronton	Rp312.430,00	Rp1.285,71	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp1.395.198,09
Rute 4	423,8	Tronton	Rp312.430,00	Rp1.285,71	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp937.613,90
Rute 5	530,5	Tronton	Rp312.430,00	Rp1.285,71	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp1.074.799,16
Rute 6	259,3	Hino	Rp305.230,00	Rp1.285,71	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp718.914,60
Rute 7	334,8	Hino	Rp305.230,00	Rp1.285,71	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp815.985,71
Rute 8	181,6	Hino	Rp305.230,00	Rp1.285,71	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp619.014,94
Rute 9	220,4	Hino	Rp305.230,00	Rp1.285,71	Rp18.300,00	Rp18.300,00	Rp668.900,48
Rute 10	524	Box	Rp211.250,00	Rp818,20	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp670.086,80
Rute 11	288	Box	Rp211.250,00	Rp818,20	Rp28.100,00	Rp52.200,00	Rp476.991,60
Rute 12	268,6	Box	Rp211.250,00	Rp818,20	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp461.118,52
Rute 13	129,6	Box	Rp211.250,00	Rp818,20	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp347.388,72
Rute 14	125,8	Bak Terbuka	Rp235.050,00	Rp818,20	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp368.079,56
Rute 15	117,8	2 Box	Rp422.500,00	Rp1.636,40	Rp30.200,00	Rp30.000,00	Rp464.217,92
Rute 16	84	Box	Rp211.250,00	Rp818,20	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp310.078,80
Rute 17	84	Box	Rp211.250,00	Rp818,20	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp310.078,80
Rute 18	64,6	Bak Terbuka	Rp235.050,00	Rp818,20	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp318.005,72
Rute 19	65,2	2 Bak Terbuka	Rp470.100,00	Rp1.636,40	Rp30.200,00	Rp30.000,00	Rp401.943,28
Rute 20	56,2	Bak Terbuka	Rp235.050,00	Rp818,20	Rp15.100,00	Rp15.000,00	Rp311.132,84
Jumlah							Rp13.499.031,19

Sumber: Pengolahan Data

Keterangan: *Biaya distribusi merupakan total dari biaya truk per kilometer, biaya sewa truk, dan biaya rit sopir dan kernet.

Dari tabel di atas dapat terlihat bahwa biaya distribusi setelah pengaplikasian *clarke wright saving approach* adalah sebesar **Rp13.499.031,19** dan moda transportasi yang digunakan adalah **22 moda transportasi**, karena pada P28 dan P37 menggunakan 2 moda transportasi.

4.3.3.2 Perhitungan Waktu Tempuh Pendistribusian

Perhitungan waktu tempuh pendistribusian ini merupakan waktu tempuh setelah pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach*. Tabel 4.22 menunjukkan hasil perhitungan jarak dan waktu tempuh pendistribusian setelah pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach*.

Tabel 4.22 Jarak dan waktu tempuh pendistribusian setelah pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach*

No	Jarak Tempuh (km)	Waktu Tempuh (jam)
Rute 1	724,8	14,496
Rute 2	865	17,3
Rute 3	779,7	15,594
Rute 4	423,8	8,476
Rute 5	530,5	10,61
Rute 6	259,3	5,186
Rute 7	334,8	6,696
Rute 8	181,6	3,632
Rute 9	220,4	4,408
Rute 10	524	10,48
Rute 11	288	5,76
Rute 12	268,6	5,372
Rute 13	129,6	2,592
Rute 14	125,8	2,516
Rute 15	117,8	2,356
Rute 16	84	1,68
Rute 17	84	1,68
Rute 18	64,6	1,292
Rute 19	65,2	1,304
Rute 20	56,2	1,124
Total	6128	122,554

Sumber: Pengolahan Data

Keterangan: *Waktu tempuh didapat dari hasil bagi antara jarak tempuh dan kecepatan truk yang diasumsikan konstan 50 km/jam.

Dari tabel di atas dapat terlihat bahwa jarak tempuh dan waktu tempuh setelah pengaplikasian *clarke wright saving approach* adalah sebesar **6128 km** dan **122,554 jam**.

4.3.4 Perbandingan Sebelum dan Setelah Pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach*

Dari perhitungan data sebelum dan setelah pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach* maka dapat dibandingkan antara kedua hasilnya. Data yang dibandingkan adalah perbedaan pemakaian jumlah kendaraan, biaya distribusi, jarak tempuh, dan waktu tempuh. Perbedaannya dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.23 Perbandingan Sebelum dan Setelah Pengaplikasian *Clarke Wright Saving Approach*

No	Faktor Pemanding	Nilai Awal	Nilai Akhir	Nilai Penghematan	Persentase Penghematan
1	Pemakaian Jumlah Kendaraan	40	22	18	45 %
2	Biaya Distribusi	Rp17.335.023,68	Rp13.499.031,19	Rp3,835,992.49	28,42 %
3	Jarak Tempuh	7121,8 km	6128 km	994,1km	13,95 %
4	Waktu Tempuh	142,436 jam	122,554 jam	19,9 jam	13,95 %

Sumber: Pengolahan Data



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang ditujukan untuk menjawab rumusan masalah dan memenuhi tujuan penelitian, juga saran yang mengacu pada hasil analisis dan pembahasan.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengoptimalan rute transportasi distribusi dengan menggunakan metode *Clarke Wright Saving Approach* pada PT. X, dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan *Clarke Wright Saving Approach* dapat memberikan rute optimal. Rute yang terbentuk yaitu:

- a. Rute 1 : P0 - P16 - P2 - P3 - P0
- b. Rute 2 : P0 - P10 - P6 - P4 - P0
- c. Rute 3 : P0 - P30 - P11 - P13 - P8 - P5 - P0
- d. Rute 4 : P0 - P18 - P17 - P7 - P0
- e. Rute 5 : P0 - P15 - P14 - P12 - P0
- f. Rute 6 : P0 - P24 - P20 - P0
- g. Rute 7 : P0 - P21 - P31 - P29 - P0
- h. Rute 8 : P0 - P35 - P26 - P0
- i. Rute 9 : P0 - P32 - P27 - P0
- j. Rute 10 : P0 - P1 - P0
- k. Rute 11 : P0 - P9 - P0
- l. Rute 12 : P0 - P22 - P19 - P0
- m. Rute 13 : P0 - P23 - P0
- n. Rute 14 : P0 - P25 - P0
- o. Rute 15 : P0 - P28 - P0
- p. Rute 16 : P0 - P33 - P0
- q. Rute 17 : P0 - P34 - P0
- r. Rute 18 : P0 - P36 - P0
- s. Rute 19 : P0 - P37 - P0
- t. Rute 20 : P0 - P38 - P0

Lebih optimalnya rute baru dari PT. X dapat dilihat dari penghematan-penghematan yang didapat, yaitu:

- a. Meminimasi biaya distribusi. Biaya awal pendistribusian produk sebesar Rp17.335.023,68 mengalami penghematan 28,42%, sehingga biaya akhir pendistribusian produk menjadi sebesar Rp13.499.031,19.
- b. Meminimasi pemakaian jumlah kendaraan. Pada awal pendistribusian, kendaraan yang dipakai sejumlah 40 kendaraan mengalami penghematan 45 %, sehingga kendaraan yang dipakai hanya 22 kendaraan.
- c. Meminimasi jarak yang harus ditempuh. Jarak awal distribusi yang ditempuh adalah 7121,8 km, mengalami penghematan 13,95%, sehingga jarak tempuhnya menjadi 6128 km.
- d. Meminimasi waktu tempuh. Waktu tempuh awal adalah 142,436 jam, mengalami penghematan 13,95, sehingga waktu tempuhnya menjadi 122,554 jam.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini untuk perbaikan pada perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat pada penelitian selanjutnya diharapkan peneliti dapat bekerjasama dengan perusahaan atau objek penelitian untuk mencantumkan lebih banyak variabel-variabel biaya sehingga penghematan biaya yang didapat sesuai dengan keadaan sesungguhnya.
2. Perusahaan perlu mempertimbangkan *Clarke Wright Saving Approach* untuk pengoptimalan rute transportasi distribusinya karena telah terbukti mampu mengefisienkan biaya, pemakaian jumlah kendaraan, jarak tempuh dan waktu tempuh distribusi.
3. Untuk mempercepat proses penghitungan *Clarke Wright Saving Approach* perusahaan dapat membuat *software* optimasi yang secara otomatis dapat memproses *Clarke Wright Saving Approach*.

DAFTAR PUSTAKA

Battarra, M et al.2007. *Clarke and Wright Algorithm Laboratorio di Simulazione e Ottimizzazione L*. Università di Bologna. or.ingce.unibo.it/corsi/laboratoriodi...ed...1/.../clarke-wright.pdf (diakses 14 Pebruari 2011)

Bowersox, J. Donald. 1978. *Manajemen Logistik 1*. Jakarta: Bumi Aksara.

Bowersox, J. Donald. 1978. *Manajemen Logistik 2*. Jakarta: Bumi Aksara.

Chopra, S. dan Meindl, P. 2001. *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. New Jersey: Prentice-Hall.

Csiszàr, Sándor 2006. *Optimization approaches for logistic problems Vehicle Routing Problem with Time Windows*. Budapest Tech Tavamezo u. 17, H-1084 Budapest, Hungary. <http://www.springerlink.com/index/N3PKW52462132532.pdf>

Pujawan, I.N.2005. *Supply Chain Management*. Edisi pertama. Surabaya: Penerbit Guna Widya.

Puspanegara, Ella L. 2009. *Supply Chain Management pada Proses Manajemen Distribusi dan Transportasi untuk Meminimasi Waktu dan Biaya Pengiriman*. Malang: Universitas Brawijaya.

Sari, Andriani K. 2010. *Penentuan Rute dan Penjadwalan Distribusi Dengan Metode Penghematan Clarke-Wright Untuk Meminimasi Biaya Transportasi*. Malang: Universitas Brawijaya.

Wardhani, Arie R. 2007. *Perencanaan dan Penjadwalan Aktivitas Distribusi Dengan Menggunakan Distribution Requirement Planning (DRP) (Studi Kasus : Industri Sepatu Mr. Pink)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Lampiran 1. Depo dan Agen yang dilayani armada 44 PT. X

No	Nama Depo/Agen
P1	Indo Makmur Banyuwangi
P2	Depo Sumenep
P3	Depo Pamekasan /U Cahaya Motor, Ud
P4	Joko Tulungagung /U Hasil Bumi Trenggalek
P5	Harapan Jaya Bojonegoro
P6	Joko Tulungagung /U Favorite Trenggalek.
P7	Depo Bondowoso
P8	Lancar Tuban
P9	Jaya Mulya Bojonegoro
P10	Hasan Ngadiluwih Kediri
P11	Bina Lestari Blitar
P12	Depo Bangkalan /U Asovi
P13	Depo Pasuruan
P14	Depo Bangkalan /U Bintang Mulya
P15	Depo Bangkalan /U Sumber Jadi
P16	Depo Bangkalan /U Urip
P17	Depo Probolinggo
P18	Depo Jombang
P19	Tk Mayer Surabaya /U Tk Antara
P20	Mgu Surabaya
P21	Mgu Surabaya /U Ud Wahyu
P22	Depo Kelasi Surabaya
P23	Mgu Surabaya /U Hj Zen
P24	Gala Prima Surabaya
P25	Yanto Surabaya
P26	Ragam Jaya Surabaya
P27	Wiguna Tengah Surabaya
P28	Depo Lidah Surabaya
P29	Weiwa Surabaya
P30	M. Tanjungsari Surabaya
P31	Depo Bendul Merisi Surabaya
P32	Indogrosir Surabaya
P33	Indomaret Malang
P34	Depo Kepuh Malang
P35	Tnts U Gedangan
P36	Depo Malang Karanglo
P37	Depo Malang /U Tirta Mandiri
P38	Depo Malang

Iterasi 1

[illegible]
$$\begin{aligned} t_{2.3} = 1 &\rightarrow t_{0.2} + t_{2.3} = 2, \text{ sehingga } t_{0.2} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.3} + t_{2.3} = 2, \text{ sehingga } t_{0.3} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : $P2 \rightarrow P3$

Iterasi 2

[illegible]
$$\begin{aligned} T_{4.6} = 1 &\rightarrow t_{0.4} + t_{4.6} = 2, \text{ sehingga } t_{0.4} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.6} + t_{4.6} = 2, \text{ sehingga } t_{0.6} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : P4 $\rightarrow$ P6

repository.ub.ac.id



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

Iterasi 4

[illegible]
$$T_{0.1} = 1$$

Rute yang terbentuk : $P0 \rightarrow P1$

Iterasi 5

[illegible]
$$\begin{aligned} T_{5.8} = 1 &\rightarrow t_{0.5} + t_{5.8} = 2, \text{ sehingga } t_{0.5} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.8} + t_{5.8} = 2, \text{ sehingga } t_{0.8} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : P5 $\rightarrow$ P8

Iterasi 6

[illegible]
$$\begin{aligned} T_{4.10} = 1 &\rightarrow t_{0.4} + t_{4.10} = 2, \text{ sehingga } t_{0.4} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.10} + t_{4.10} = 2, \text{ sehingga } t_{0.10} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : $P4 \rightarrow P6 \rightarrow P10$

Iterasi 7

[illegible]
$$\begin{aligned} T_{12,14} = 1 &\rightarrow t_{0,12} + t_{12,14} = 2, \text{ sehingga } t_{0,12} = 1 \\ &\rightarrow t_{0,14} + t_{12,14} = 2, \text{ sehingga } t_{0,14} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : P12 $\rightarrow$ P14

Iterasi 8

[illegible]
$$\begin{aligned} T_{12,15} = 1 &\rightarrow t_{0,12} + t_{12,15} = 2, \text{ sehingga } t_{0,12} = 1 \\ &\rightarrow t_{0,15} + t_{12,15} = 2, \text{ sehingga } t_{0,15} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : $P12 \rightarrow P14 \rightarrow P15$

Iterasi 9

[illegible]
$$\begin{aligned} T_{3.16} = 1 &\rightarrow t_{0.3} + t_{3.16} = 2, \text{ sehingga } t_{0.3} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.16} + t_{3.16} = 2, \text{ sehingga } t_{0.16} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : $P2 \rightarrow P3 \rightarrow P16$

Iterasi 10

[illegible]
$$\begin{aligned} T_{5.13} = 1 &\rightarrow t_{0.5} + t_{5.13} = 2, \text{ sehingga } t_{0.5} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.13} + t_{5.13} = 2, \text{ sehingga } t_{0.13} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : $P5 \rightarrow P8 \rightarrow P13$

Iterasi 11



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

$$\begin{aligned} T_{7.17} = 1 &\rightarrow t_{0.7} + t_{7.17} = 2, \text{ sehingga } t_{0.7} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.17} + t_{7.17} = 2, \text{ sehingga } t_{0.17} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : $P7 \rightarrow P17$

Iterasi 12

[illegible]
$$\begin{aligned} T_{5.11} = 1 &\rightarrow t_{0.5} + t_{5.11} = 2, \text{ sehingga } t_{0.5} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.11} + t_{5.11} = 2, \text{ sehingga } t_{0.11} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : $P5 \rightarrow P8 \rightarrow P13 \rightarrow P11$

Iterasi 13



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

$$\begin{aligned} T_{19,22} = 1 &\rightarrow t_{0,19} + t_{19,22} = 2, \text{ sehingga } t_{0,19} = 1 \\ &\rightarrow t_{0,22} + t_{19,22} = 2, \text{ sehingga } t_{0,22} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : P19 $\rightarrow$ P22

Iterasi 14

[illegible]
$$\begin{aligned} T_{20,24} = 1 &\rightarrow t_{0,20} + t_{20,24} = 2, \text{ sehingga } t_{0,20} = 1 \\ &\rightarrow t_{0,24} + t_{20,24} = 2, \text{ sehingga } t_{0,24} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : P20 $\rightarrow$ P24

Iterasi 15

[illegible]
$$T_{0.23} = 1$$

Rute yang terbentuk : $P0 \rightarrow P23$

Iterasi 16

[illegible]
$$\begin{aligned} T_{8.30} = 1 &\rightarrow t_{0.8} + t_{8.30} = 2, \text{ sehingga } t_{0.8} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.30} + t_{8.30} = 2, \text{ sehingga } t_{0.30} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : P5 $\rightarrow$ P8 $\rightarrow$ P13 $\rightarrow$ P11 $\rightarrow$ P30

Iterasi 17



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

$$\begin{aligned} T_{21.29} = 1 &\rightarrow t_{0.21} + t_{21.29} = 2, \text{ sehingga } t_{0.21} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.29} + t_{21.29} = 2, \text{ sehingga } t_{0.29} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : P21 $\rightarrow$ P29

Iterasi 18



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

$$T_{21.31} = 1 \rightarrow t_{0.21} + t_{21.31} = 2, \text{ sehingga } t_{0.21} = 1$$

$$\rightarrow t_{0.31} + t_{21.31} = 2, \text{ sehingga } t_{0.31} = 1$$

Rute yang terbentuk : P21 $\rightarrow$ P29 $\rightarrow$ P31

Iterasi 19



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

$$\begin{aligned} T_{27.32} = 1 &\rightarrow t_{0.27} + t_{27.32} = 2, \text{ sehingga } t_{0.27} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.32} + t_{27.32} = 2, \text{ sehingga } t_{0.32} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : P27 $\rightarrow$ P32

Iterasi 20

[illegible]
$$\begin{aligned} T_{26.35} = 1 &\rightarrow t_{0.26} + t_{26.35} = 2, \text{ sehingga } t_{0.26} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.35} + t_{26.35} = 2, \text{ sehingga } t_{0.35} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : P26 $\rightarrow$ P35

Iterasi 21

[illegible]
$$T_{0.33} = 1$$

Rute yang terbentuk : $P0 \rightarrow P33$

Iterasi 22



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

$$T_{0.34} = 1$$

Rute yang terbentuk : P0 $\rightarrow$ P34

[illegible]
$$T_{0.36} = 1$$

Rute yang terbentuk : P0 $\rightarrow$ P36

Iterasi 24



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

$$T_{0.37} = 1$$

Rute yang terbentuk : $P0 \rightarrow P37$

Iterasi 25

[illegible]
$$\begin{aligned} T_{7.18} = 1 &\rightarrow t_{0.7} + t_{7.18} = 2, \text{ sehingga } t_{0.7} = 1 \\ &\rightarrow t_{0.18} + t_{7.18} = 2, \text{ sehingga } t_{0.18} = 1 \end{aligned}$$

Rute yang terbentuk : $P7 \rightarrow P17 \rightarrow P18$

Iterasi 26

[illegible]
$$T_{0.38} = 1$$

Rute yang terbentuk : P0 $\rightarrow$ P38

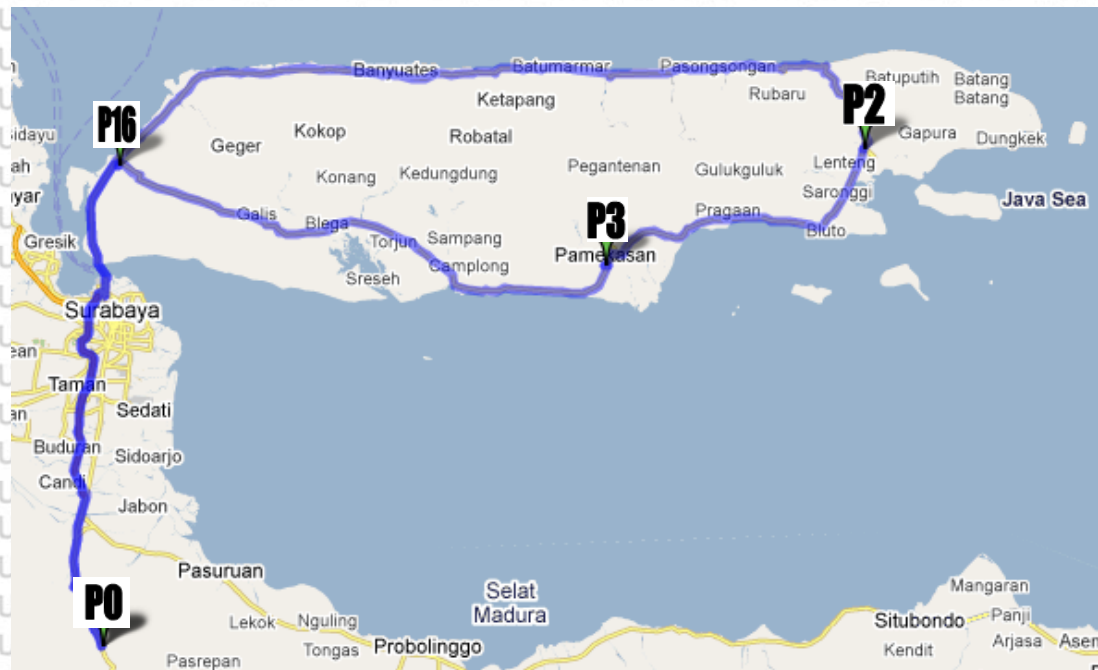
Iterasi 27

[illegible]
$$T_{0.28} = 1$$

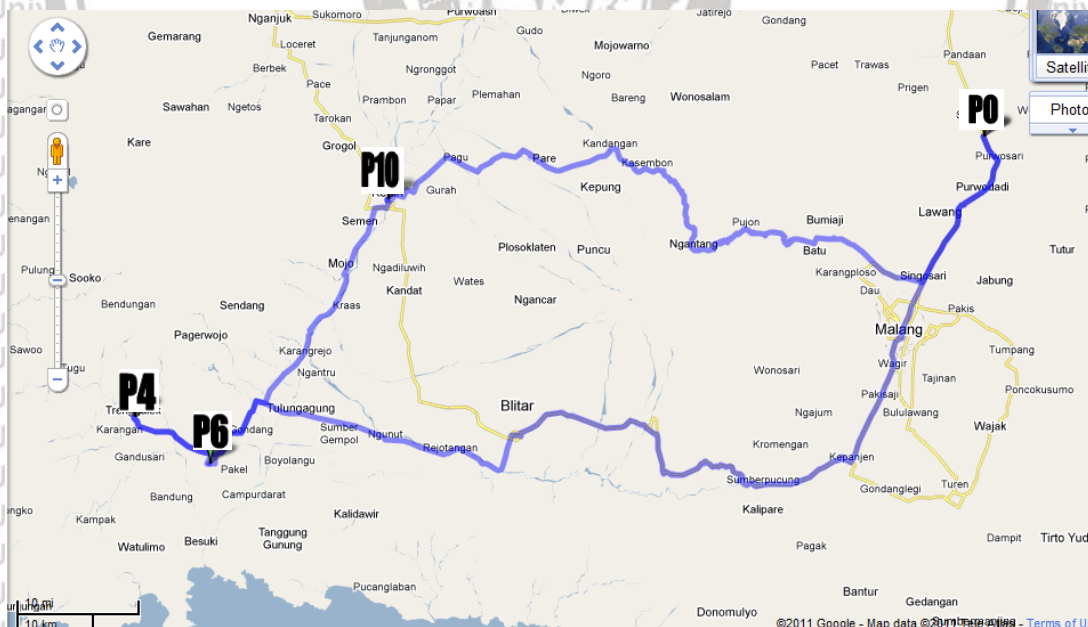
Rute yang terbentuk : $P0 \rightarrow P28$

Lampiran 3. Penggambaran Peta Route

a) Route 1 : P0 - P16 - P2 - P3 - P0



b) Route 2 : P0 - P10 - P6 - P4 - P0

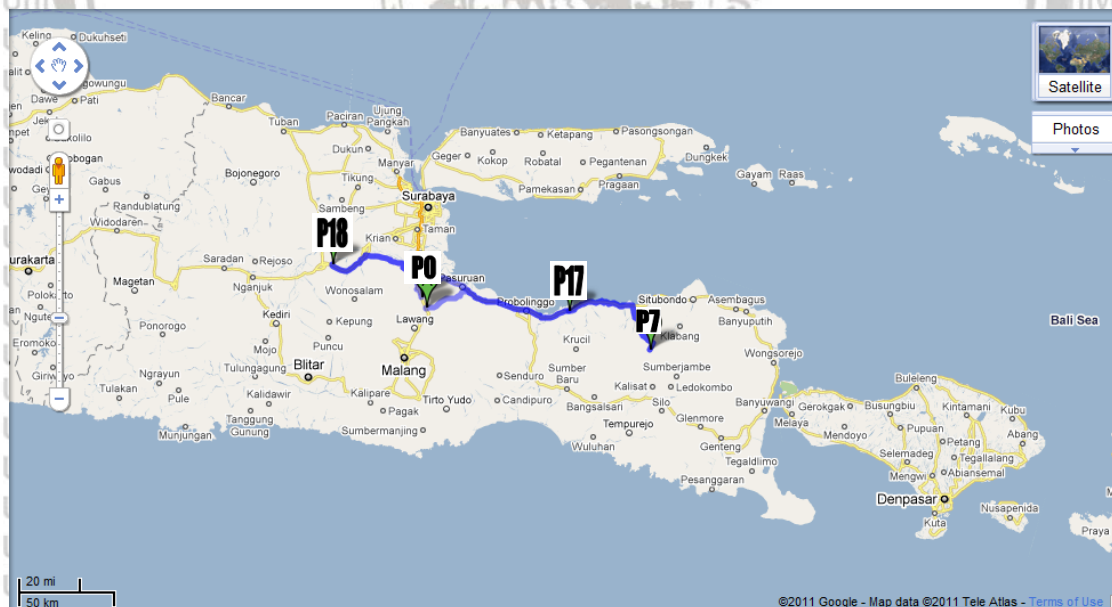


Lampiran 3. Penggambaran Peta Rute (Lanjutan)

c) **Rute 3 : P0 - P30 - P11 - P13 - P8 - P5 - P0**

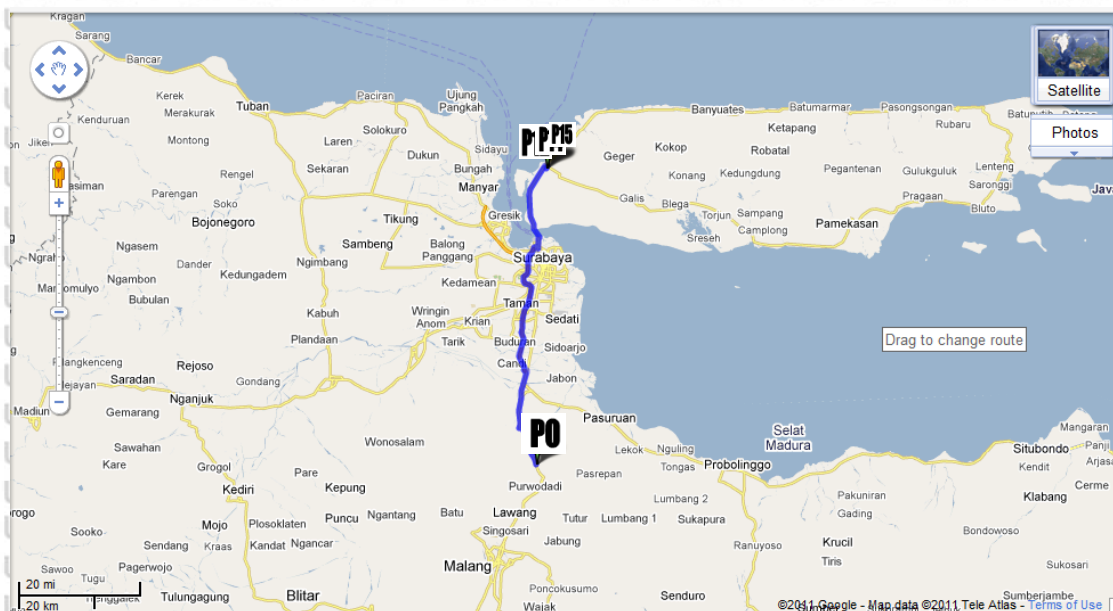


d) **Rute 4 : P0 - P18 - P17 - P7 - P0**

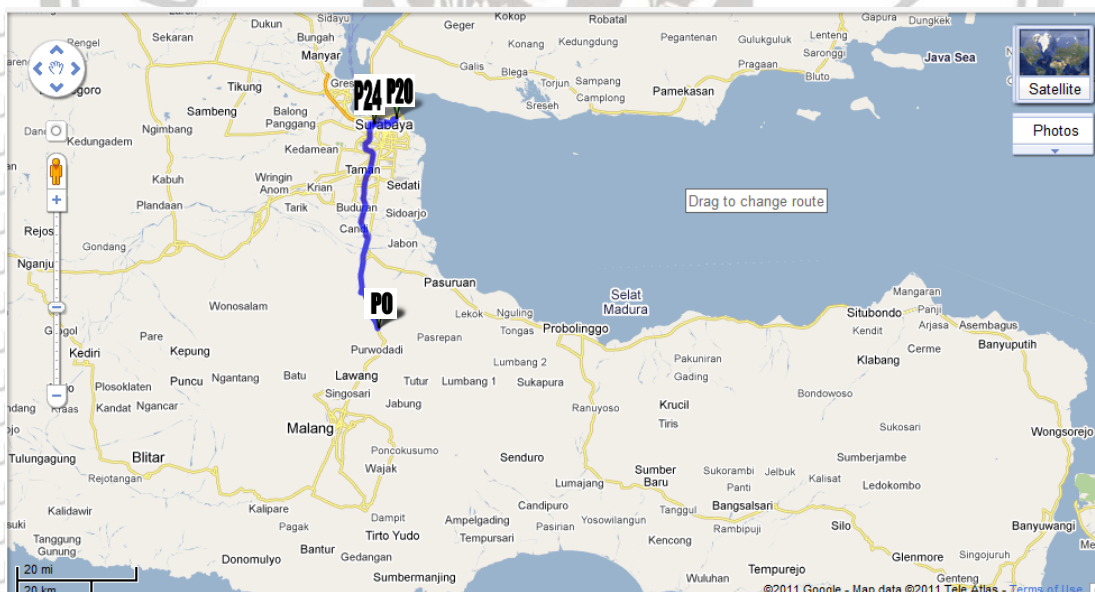


Lampiran 3. Penggambaran Peta Rute (Lanjutan)

e) Rute 5 : P0 - P15 - P14 - P12 - P0

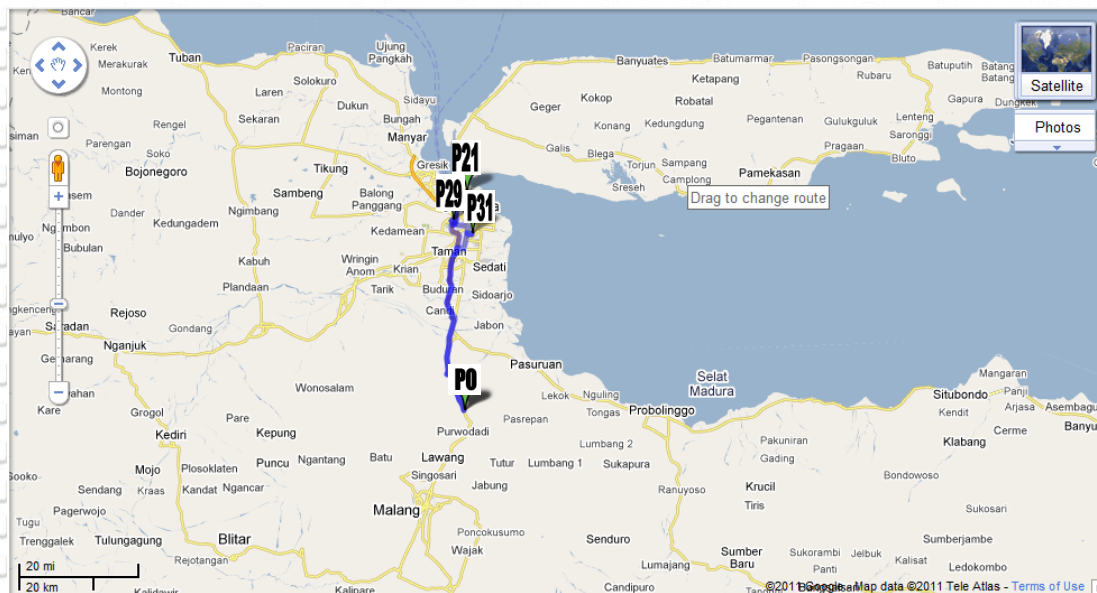


f) Rute 6 : P0 - P24 - P20 - P0

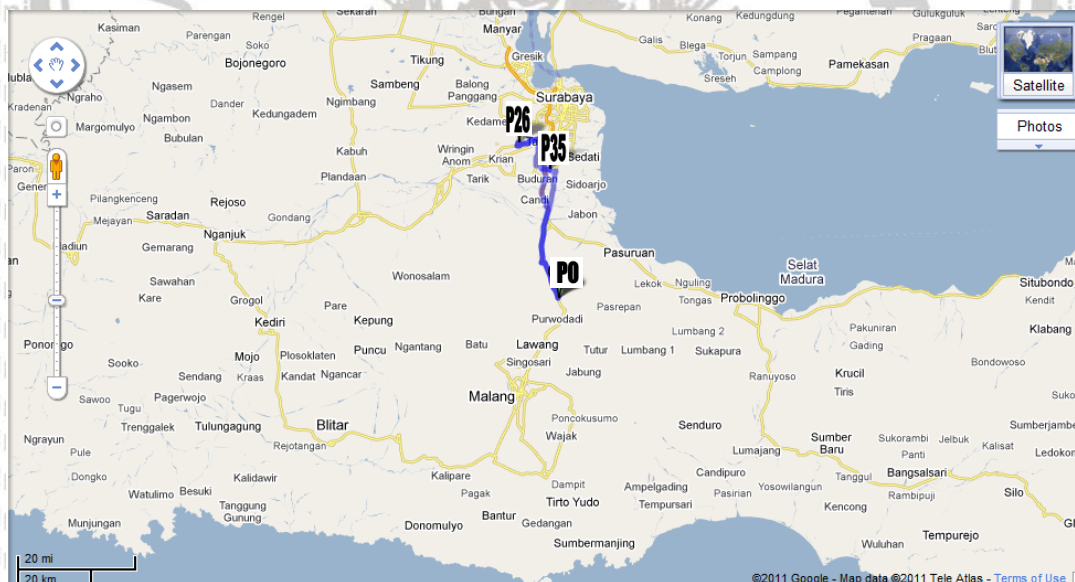


Lampiran 3. Penggambaran Peta Rute (Lanjutan)

g) Rute 7 : P0 - P21 - P31 - P29 - P0

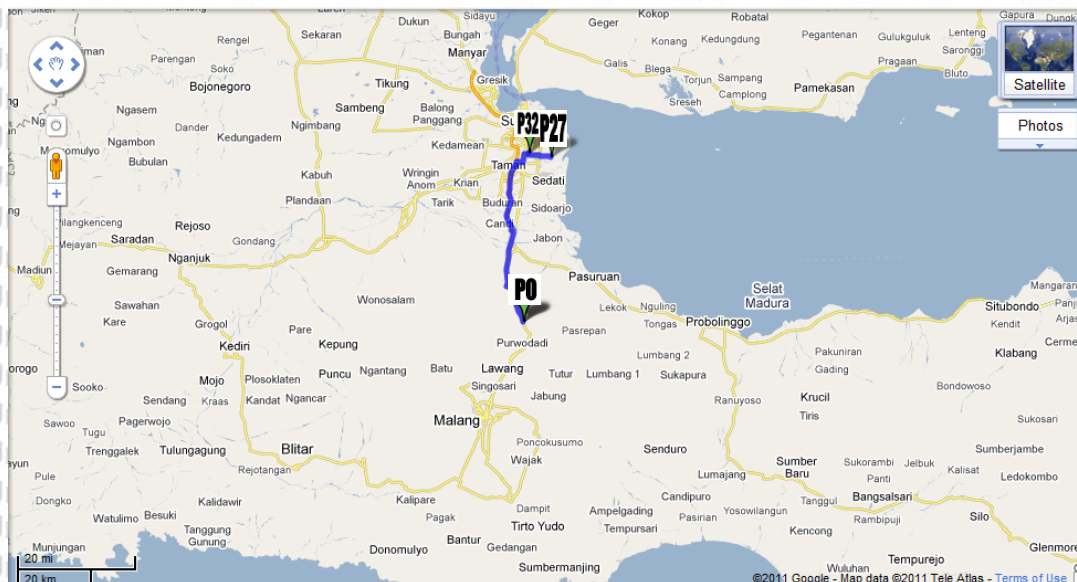


h) Rute 8 : P0 - P35 - P26 - P0

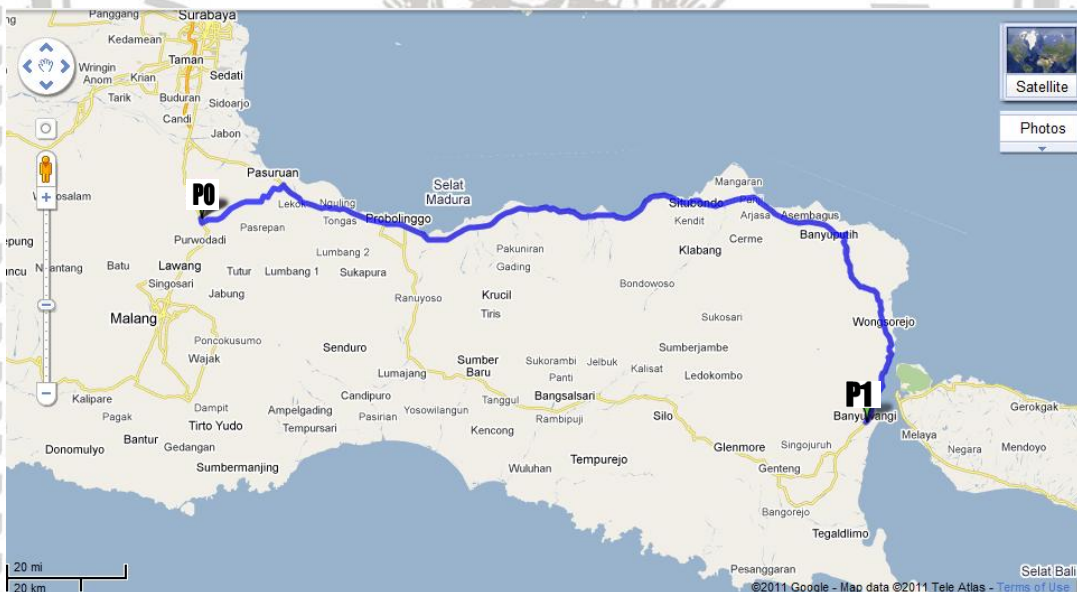


Lampiran 3. Penggambaran Peta Rute (Lanjutan)

i) Rute 9 : P0 - P32 - P27 - P0

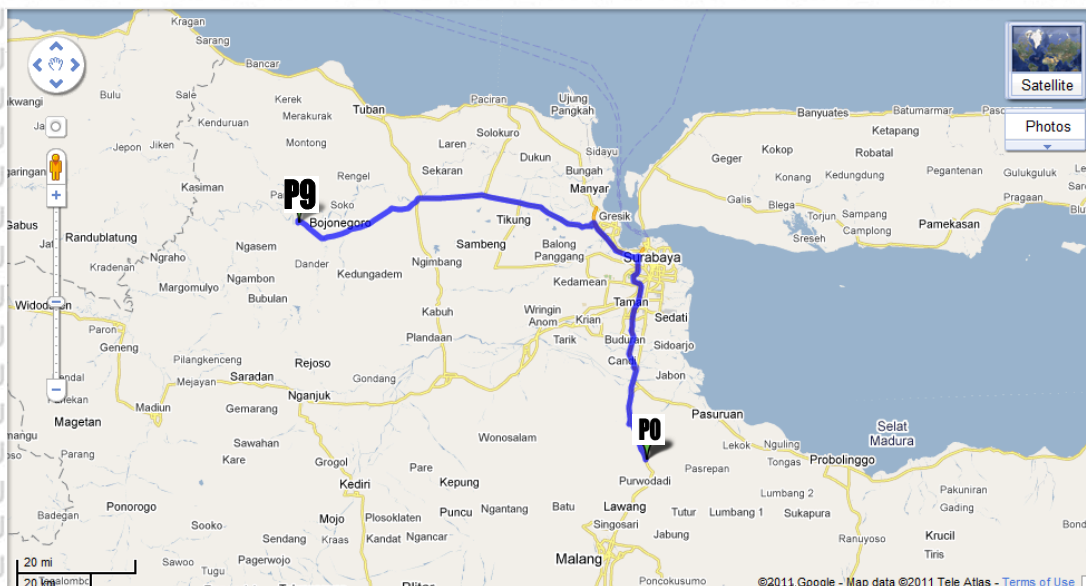


j) Rute 10 : P0 - P1 - P0

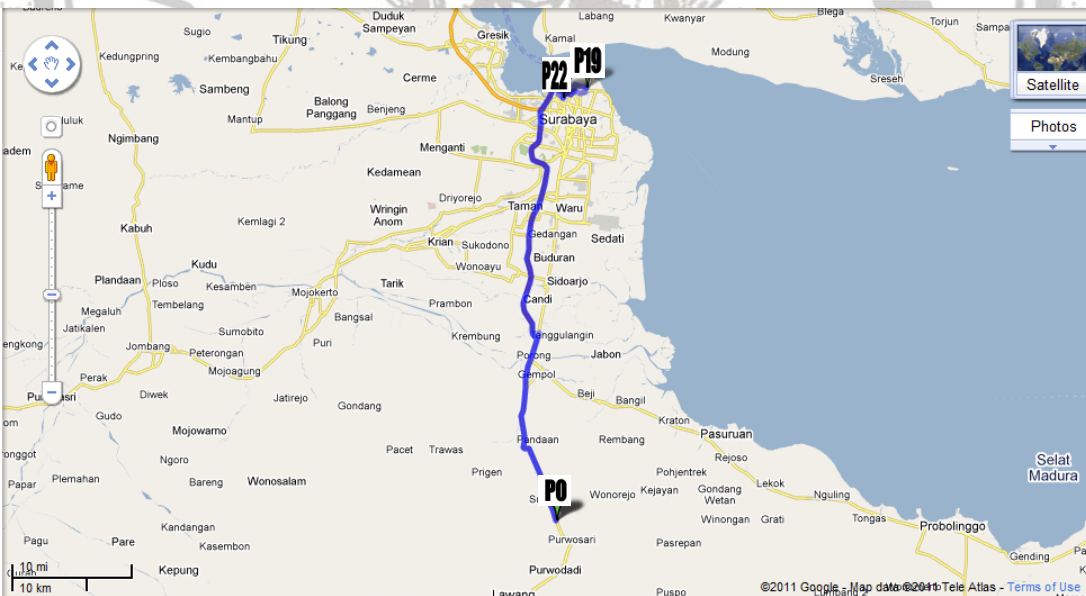


Lampiran 3. Penggambaran Peta Route (Lanjutan)

k) **Rute 11 : P0 - P9 - P0**

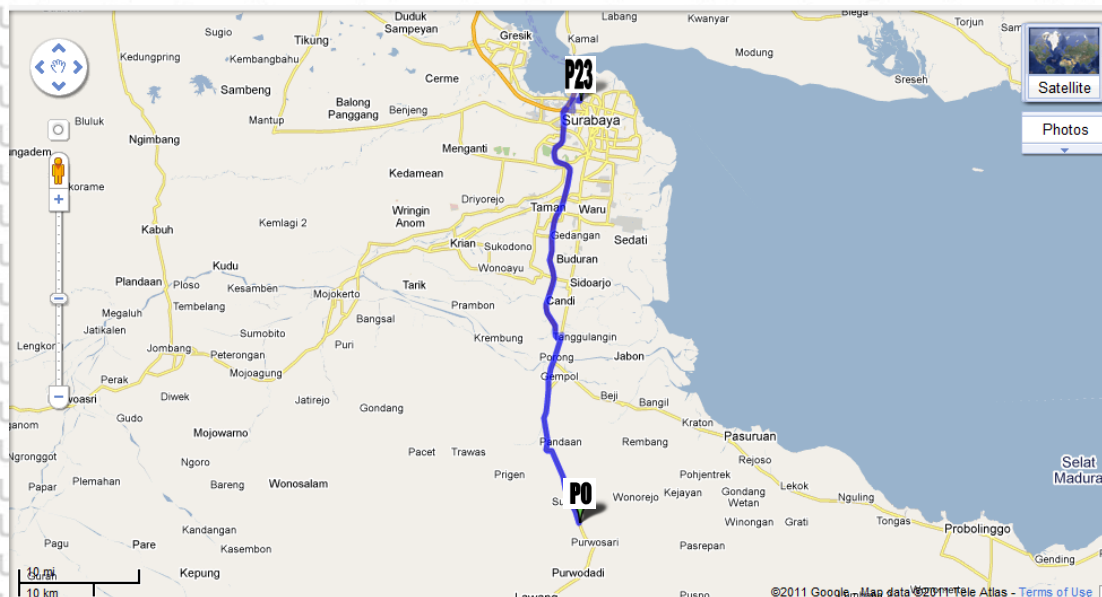


l) **Rute 12 : P0 - P22 - P19 - P0**

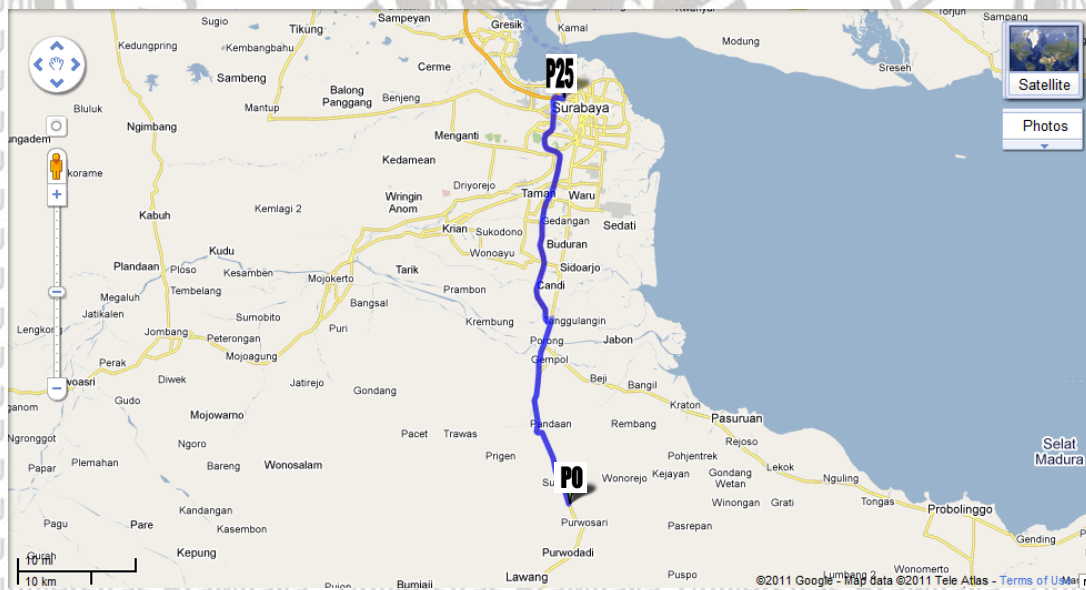


Lampiran 3. Penggambaran Peta Route (Lanjutan)

m) Route 13 : P0 - P23 - P0

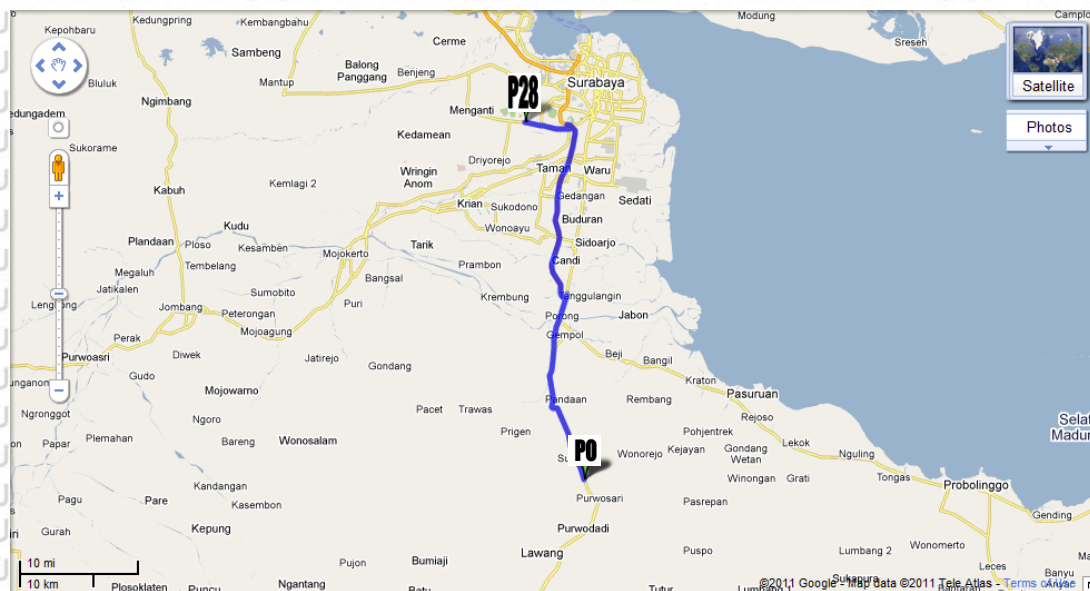


n) Route 14 : P0 - P25 - P0

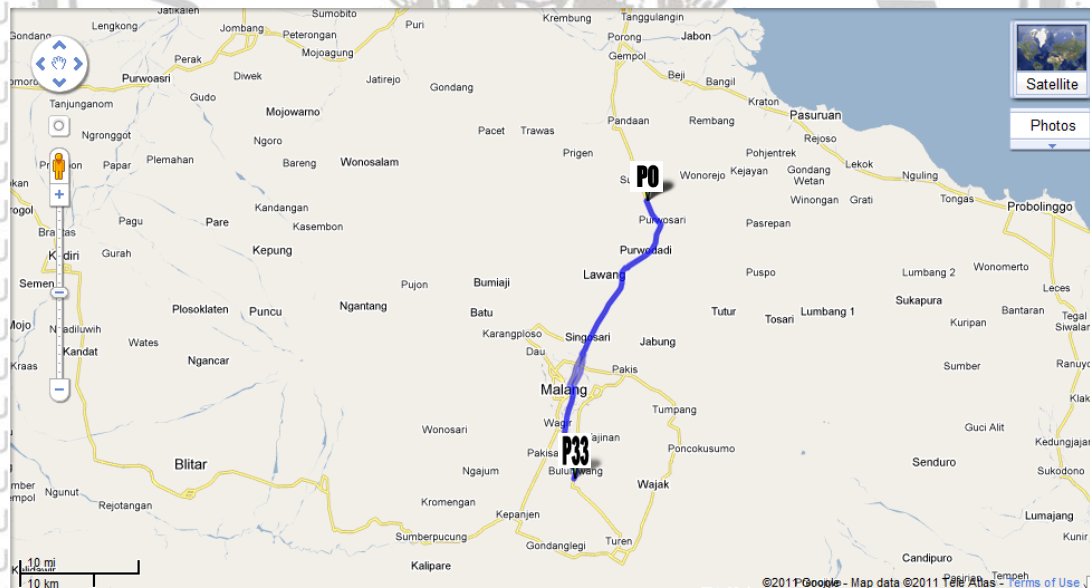


Lampiran 3. Penggambaran Peta Rute (Lanjutan)

o) Rute 15 : P0 - P28 - P0

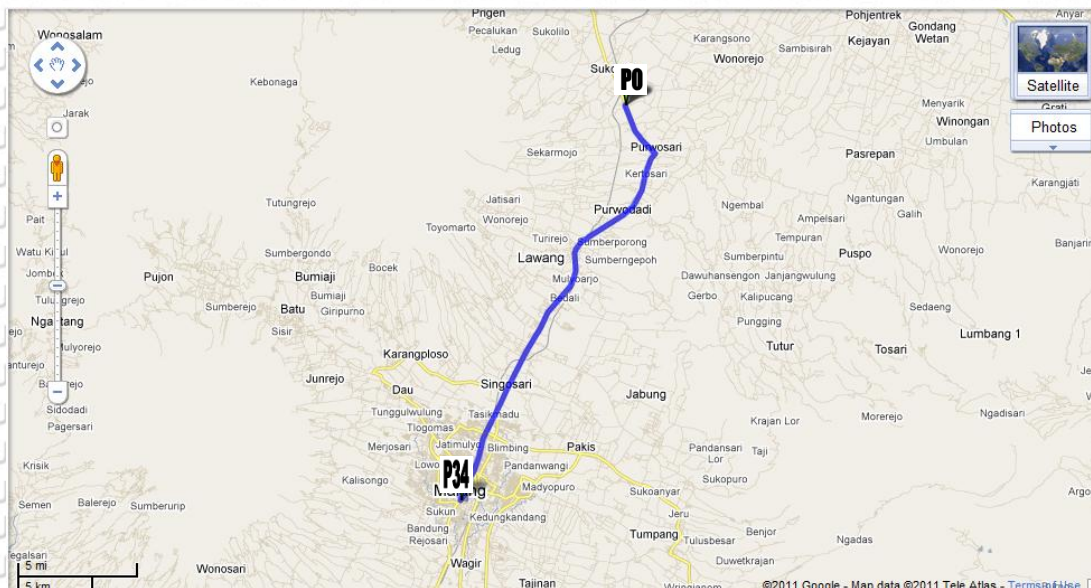


p) Rute 16 : P0 - P33 - P0

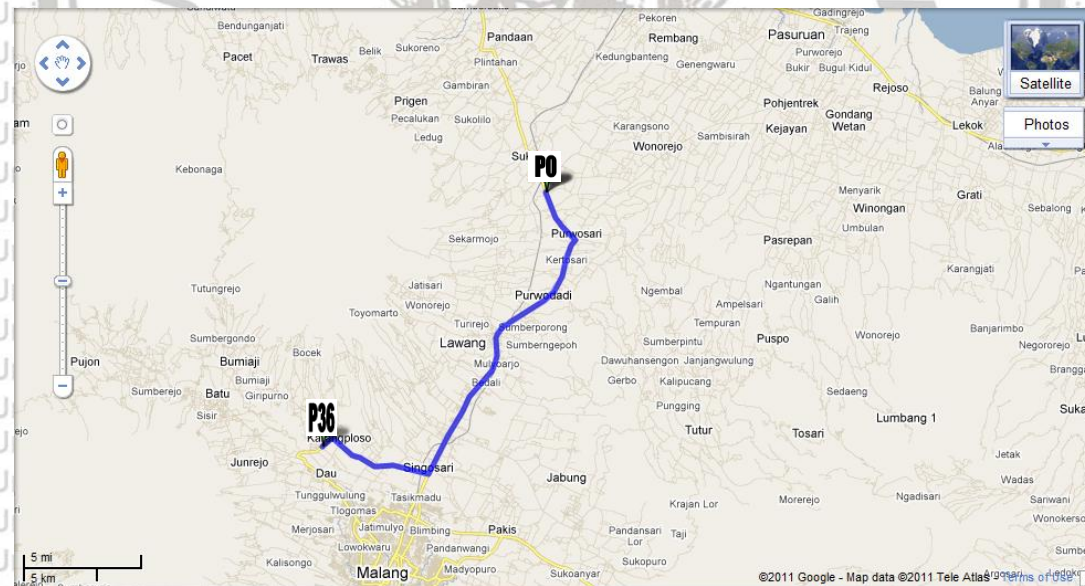


Lampiran 3. Penggambaran Peta Route (Lanjutan)

q) **Rute 17 : P0 - P34 - P0**

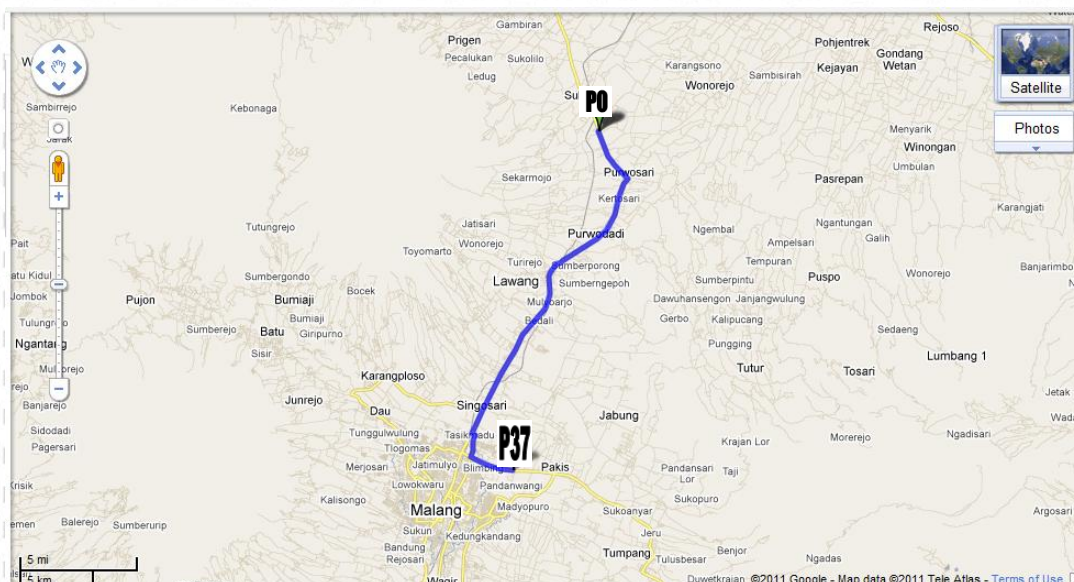


r) **Rute 18 : P0 - P36 - P0**



Lampiran 3. Penggambaran Peta Route (Lanjutan)

s) **Rute 19 : P0 - P37 - P0**



t) **Rute 20 : P0 - P38 - P0**

