

**OPTIMASI PENENTUAN RUTE KENDARAAN PADA SISTEM DISTRIBUSI
MENGGUNAKAN METODE MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING
(MILP) DAN SAVING MATRIX
(Studi Kasus di PT. Graha Gas Niaga Klaten)**

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2017**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-3150/Un.02/DST/PP.00.9/12/2017

Tugas Akhir dengan judul : Optimasi Penentuan Rute Kendaraan pada Sistem Distribusi Menggunakan Metode Mixed Integer Linear Programming (MILP) dan Saving Matrix (Studi Kasus di PT. Graha Gas Niaga Klaten)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ALFI WIDYASARI
Nomor Induk Mahasiswa : 13660030
Telah diujikan pada : Kamis, 23 November 2017
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGASAKHIR

Ketua Sidang

Dwi Agustina Kurniawati, S.T M.Eng
NIP. 19790806 200604 2 001

Pengaji I

Arya Wirabhuana, S.T. M.Sc.
NIP. 19770127 200501 1 002

Pengaji II

Taufiq Aji, S.T. M.T
NIP. 19800715 200604 1 002

Yogyakarta, 23 November 2017

UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi

DEKAN



Dr. Murtono, M.Si.
NIP. 19691212 200003 1 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Alfi Widayarsi

NIM : 13660030

Judul Skripsi : Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Pada Sistem Distribusi Menggunakan Metode Mixed Integer Linear Programming (MILP) dan Saving Matrix (Studi Kasus di PT. Graha Gas Niaga Klaten)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Industri

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 21 November 2017

Pembimbing

Dwi Agustina Kurniawati , Ph.D.

NIP.19790806 200604 2 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alfi Widyasari

NIM : 13660030

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejurnya bahwa skripsi saya yang berjudul: "**Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Pada Sistem Distribusi Menggunakan Metode Mixed Integer Linear Programming (MILP) dan Saving Matrix (Studi Kasus di PT. Graha Gas Niaga Klaten)**" Adalah asli dari penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain, kecuali bagian tertentu yang saya ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, November 2017

Yang menyatakan



Alfi Widyasari
NIM. 13660030

MOTTO

"Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan"

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan"

-QS. AL-INSYIRAH Ayat 5-6-



Learn from yesterday,
Live for today,
And hope for tomorrow
(Albert Einstein)

"Kemenangan yang seindah-indahnya dan sesukar-sukarnya yang boleh
direbut oleh manusia ialah menundukan diri sendiri"

-Ibu Kartini-

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

" Menyertakan keikhlasan dan senyuman dalam setiap langkah akan
membuat langkahmu terasa lebih ringan"

-Alfi Widyasari-

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk

Ibu Sri Darminirum

Bapak Riyanto

Kakak Dian Yahya dan Shavira

Adik Khanza Diandra

Simbah Almh. Mardi Muhyono

Keluarga Besar Teknik Industri 2013 (SINERGI)

*dan kepada semua orang-orang yang berpengaruh dalam hidup saya, sahabat, teman, guru
dan dosen yang telah mengantarkan sampai titik ini.*

Dan untuk kalian para pembaca hasil karya saya.

Terimakasih ☺

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala Puji bagi Allah, Rabb Pencipta alam semesta ini. Sholawat serta salam selalu tercurahkan untuk Nabi Agung Muhammad SAW. Alhamdulillah, berkat Rahmat-Nya, penulis mampu menyelesaikan Laporan Akhir Tugas Akhir di PT. Graha Gas Niaga Klaten. Laporan Akhir ini disusun berdasarkan hal yang terjadi dan penulis lakukan di penelitian tugas akhir yakni di dukuh Srango Cilik, Gumulan Klaten Tengah pada bulan September.

Penulis menyadari bahwa Laporan Akhir ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya dan segala kemudahan yang telah diberikan.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa, dorongan, dan dukungan dalam setiap langkah.
3. Bapak Prof. Drs. Yudian Wahyudi, M.A., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Murtono, M.Si. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
5. Ibu Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

6. Ibu Dwi Agustina Kurniawati Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan arahan serta masukkan untuk tugas akhir ini.
7. Ibu Siti Husna Ainu Syukri, M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
8. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mengajarkan ilmu selama perkuliahan berlangsung.
9. Bapak Aditya Nugroho, Bapak Aditya Arif dan Bapak Tarohman yang telah membantu mempermudah pengambilan data di PT. Graha Gas Niaga Klaten.
10. Keluarga besar Teknik Industri 2013 (SINERGI) yang telah memberikan doa dan dukungannya serta semua teman Teknik Industri yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
11. Bachrudin Aziz Mustofa yang telah memberikan semangat dan bantuannya selama ini.
12. Surabaya Squad Ika dan Suhawi terimakasih atas bantuannya.
13. Sahabat seperjuangan Tiyana Husna A, Hesti Novianissa, dan Dhea Ayuliya yang telah menemani selama ini.
14. Teman – teman Industri Girls Diah, Resni, Niken, Fatma, Haniek, Umul, Anisa, Intan, dan Arini.
15. Penghuni kos gemini, kos aduhai, kos timoho dan kos wirakarya terimakasih telah menyediakan tempat dan internetnya.
16. Sahabat lama SMA yang memberikan semangat untuk selalu mengerjakan apa yang menjadi tanggung jawab ini.

Selanjutnya dalam Laporan Akhir ini tentunya masih terdapat banyak sekali kekurangan. Oleh karena itu penulis memohon kritik dan saran yang membangun untuk sempurnanya Laporan Akhir ini.

Yogyakarta, 21 November 2017

Penulis

Alfi Widyasari
13660030



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
SURAT KEASLIAN.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
3.1. Latar Belakang	1
3.2. Rumusan Masalah.....	4
3.3. Tujuan Penelitian	4
3.4. Manfaat Penilitian.....	4
3.5. Batasan Masalah	4
3.6. Asumsi	5
3.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7

2.1. Posisi Penelitian	7
2.2. Manajemen Distribusi	12
2.3. Transportasi.....	13
2.4. Pemodelan Matematis	14
2.5. <i>Travelling Salesman Problem</i> (TSP)	16
2.6. <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	17
2.7. <i>Capacitated Vehicle Routing Problem</i> (CVRP).....	19
2.8. Metode Penyelesaian VRP.....	21
2.9. <i>Linear Programming</i>	23
2.10. IBM ILOG CPLEX	25
2.11. Metode <i>Saving Matrix</i>	26
2.12. <i>Nearest Neighbor</i>	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Objek Penelitian	29
3.2. Jenis Data	29
3.2.1. Data Primer	29
3.2.2. Data Sekunder	29
3.3. Metode Pengumpulan Data.....	30
3.4. Metode Pengolahan Data	30
3.5. Diagram Alir Penelitian	32
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Sistem Distribusi Perusahaan	34
4.2. Pengumpulan Data	36

4.2.1. Data lokasi pangkalan	36
4.2.2. Data jumlah permintaan pangkalan	38
4.2.3. Data jarak antar pangkalan	40
4.2.4. Rute awalan perusahaan	42
4.2.5. Biaya Bahan Bakar	44
4.3. Pengolahan Data	45
4.3.1 Metode Eksak MILP	45
4.3.1.1 Pengembangan Model Matematis.....	45
4.3.1.2 Input IBM ILOG CPLEX	49
4.3.1.3 Output IBM ILOG CPLEX.....	49
4.3.1.4 Biaya Bahan Bakar	56
4.3.1.5 Rute Usulan Metode MILP	57
4.3.2 Metode Heuristik <i>Saving Matrix</i>	58
4.3.2.1 Pembentukan Matrik Jarak	58
4.3.2.2 Pembentukan Matrik Penghematan	59
4.3.2.3 Pembentukan Rute	59
4.3.2.4 Pengurutan Node pada rute	60
4.4. Analisis dan Pembahasan	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1. Kesimpulan	71
5.2. Saran	74

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Paradigma lama dan paradigma baru distribusi	13
Gambar 2.2. Proses permodelan matematis	15
Gambar 2.3.Klasifikasi CVRP	21
Gambar 2.4. Metode penyelesaian VRP dan relasinya	22
Gambar 2.5 Ilustrasi konsep <i>saving matrix</i>	27
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	33
Gambar 4.1 Bagan Distribusi PT. Graha Gas Niaga.....	35
Gambar 4.2 Skema Distribusi PT. Graha Gas Niaga	35
Gambar 4.3 Penggambaran rute mobil 1 saat ini	44
Gambar 4.4 Hasil output software untuk kendaraan 1	50
Gambar 4.5 Penggambaran rute mobil 1.....	52
Gambar 4.6 Penggambaran rute mobil 2 metode <i>saving matrix</i>	62

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan posisi penelitian	10
Tabel 4.1. Daftar pangkalan.....	37
Tabel 4.2.Daftar permintaan pangkalan	39
Tabel 4.3. Daftar koordinat pangkalan.....	41
Tabel 4.4.Rute awalan perusahaan.....	43
Tabel 4.5. Rute hasil pengolahan MILP mobil 1	51
Tabel 4.6. Rute hasil pengolahan MILP mobil 2	52
Tabel 4.7. Rute hasil pengolahan MILP mobil 3	53
Tabel 4.8 Rute hasil pengolahan MILP mobil 4	54
Tabel 4.9 Rute hasil pengolahan MILP mobil 5	55
Tabel 4.10 Rute usulan metode MILP	57
Tabel 4.11 Matriks jarak kendaraan 1	58
Tabel 4.12 Matriks penghematan jarak kendaraan 1	59
Tabel 4.13 Pembentukan rute <i>saving matrix</i>	60
Tabel 4.14 Pengurutan rute <i>saving matrix</i>	61
Tabel 4.15 Perbandingan hasil pengolahan	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data kendaraan dan pangkalan dikunjungi

Lampiran B Solusi CPLEX

Lampiran C Matriks Jarak

Lampiran D Matriks Penghematan *Saving Matrix*

Lampiran E Penggambaran Rute Saat ini Perusahaan

Lampiran F Penggambaran Rute Hasil Pengolahan Metode MILP

Lampiran G Penggambaran Rute Hasil Pengolahan Metode *Saving Matrix*

Lampiran H Input bahasa CPLEX

Lampiran I Susunan Perusahaan

Lampiran J Pengolahan *Nearest Neighbor*

Lampiran K Pengolahan Manual mobil 1

**Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Pada Sistem Distribusi Menggunakan
Metode Mixed Integer Linear Programming (MILP) dan Saving Matrix
(Studi Kasus di PT. Graha Gas Niaga Klaten)**

Alfi Widyasari

13660030

Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

ABSTRAK

Capacitated Vehicle Routing Problem adalah masalah penentuan rute kendaraan untuk melayani sejumlah konsumen dengan keterbatasan kapasitas muatan kendaraan. Penelitian ini membahas tentang pembentukan rute distribusi di sebuah agen gas. PT. Graha Gas Niaga merupakan salah satu agen penyalur gas LPG 3 kg dengan wilayah operasional di Kabupaten Klaten. Penentuan rute distribusi dilakukan oleh perusahaan hanya dengan berdasarkan pada kira – kira oleh karyawan di bidang administrasi. Hal tersebut menyebabkan jarak yang ditempuh kurang optimal, terdapat 27 rute dengan jarak total yang harus ditempuh sejauh 798.25 km dan biaya bahan bakar sebesar Rp. 600.000. Penelitian ini menggunakan dua metode berbeda untuk menentukan pembentukan rute distribusi. Metode eksak MILP dan metode heuristik Saving Matrix dengan pengurutan metode nearest neighbor. Pengolahan data menggunakan metode MILP dibantu software IBM ILOG CPLEX menghasilkan 27 rute dengan jarak tempuh sejauh 578.89 km dan biaya bahan bakar sebesar Rp. 434.746. Pengolahan kedua menggunakan metode saving matrix menghasilkan 28 rute dengan jarak tempuh 620.69 km dan biaya bahan bakar sebesar Rp. 466.138. Perbandingan dengan rute awalan, metode MILP mampu menghemat jarak sebesar 219.36 km (27.48 %) dan biaya bahan bakar sebesar Rp. 165.243 (27.54 %), sedangkan metode saving matrix mampu menghemat jarak sebesar 177.56 km (22.24 %) dan biaya bahan bakar sebesar Rp. 133.861 (22.31%). Metode MILP memberikan hasil yang lebih baik daripada metode saving matrix untuk menyelesaikan permasalahan rute di PT. Graha Gas Niaga.

Kata kunci : cvrp,rute distribusi, milp, saving matrix, nearest neighbor, ibm ilog cplex

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan pertukaran barang mengalami pertumbuhan, akan tetapi dengan adanya keterbatasan sumber daya menyebabkan diperlukannya perencanaan distribusi yang kompleks untuk mengurangi biaya transportasi yang harus dikeluarkan, sub permasalahan dalam hal tersebut adalah perencanaan operasional kendaraan yang digunakan (Garic et al., 2005).

Perusahaan memiliki sistem distribusi yang berbeda sesuai dengan sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan dan tujuan distribusi produknya. PT. Pertamina (Persero) merupakan badan usaha milik negara (BUMN) yang bergerak di bidang minyak dan gas. Kegiatan usaha pertamina hilir meliputi pengolahan, pemasaran dan niaga dan perkapalan serta distribusi produk. Pendistribusian produk pertamina salah satunya produk LPG melalui pangkalan sebelum sampai ketangan konsumen. Gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) 3 kg merupakan salah satu produk pertamina sebagai produk baru pengganti produk minyak tanah yang banyak digunakan masyarakat. Sarana distribusi yang dibuat yaitu dengan melakukan penggantian terhadap agen minyak tanah menjadi agen LPG 3 kg dan pangkalan minyak tanah menjadi pangkalan LPG disertai penambahan agen dan pangkalan baru. PT. Graha Gas Niaga merupakan salah satu agen LPG 3 kg dengan wilayah operasional kabupaten Klaten yang memiliki beberapa pangkalan di masing-masing kecamatan. Proses pendistribusian gas dilakukan menggunakan

kendaraan yang dimiliki oleh perusahaan yang memiliki satu gudang sebagai depot, depot tersebut berfungsi sebagai tempat penyimpanan, titik awal dan akhir distribusi.

Alur pendistribusian yang dilakukan oleh PT. Graha Gas Niaga sebagai berikut : setiap bulan masing – masing pangkalan mengirimkan jumlah permintaannya kepada pihak perusahaan, kemudian perusahaan memasukkan data permintaan ke dalam Sistem Monitoring Penyaluran LPG 3 kg (Simolek), tabung gas LPG dilakukan pengisian di SPBE menggunakan kendaraan perusahaan, kemudian disalurkan ke masing – masing pangkalan dengan kendaraan yang memiliki kapasitas lebih kecil daripada kendaraan untuk melakukan pengisian ke SPBE.

Proses distribusi dilakukan ke masing – masing pangkalan dengan mengantarkan tabung gas LPG menggunakan kendaraan perusahaan dengan kapasitas yang sama. Tingginya permintaan menyebabkan lima unit kendaraan yang dimiliki perusahaan untuk mengirimkan LPG ke pangkalan harus melakukan lebih dari satu perjalanan, kegiatan operasional perusahaan dimulai dengan pengisian tabung ke SPBE kemudian pengiriman ke masing – masing pangkalan. Pemilihan jalur dan kuantitas pengiriman yang akan ditempuh untuk masing – masing perjalanan ditentukan oleh bagian administrasi perusahaan dan urutan pangkalan yang akan dikunjungi diserahkan kepada pengemudi. Sistem rute kendaraan tersebut belum dapat diketahui dengan pasti memberikan rute yang optimal bagi perusahaan.

Permasalahan transportasi salah satunya adalah penentuan rute dan jadwal kendaraan yang secara umum dikenal dengan istilah *Vehicle Routing Problem*

(VRP) (Moolman et al., 2010). Permasalahan *routing* merupakan permasalahan yang memberikan perbaikan dalam berbagai aspek dalam industri seperti mengetahui jalur distribusi, penjadwalan pengiriman barang dan pemakaian fasilitas kendaraan yang tersedia (Rahayu, 2012). Hal tersebut membuat perencanaan yang baik memberikan penurunan biaya yang dikeluarkan sehingga pendistribusian barang dari agen perusahaan menggunakan kendaraan menuju pangkalan – pangkalan membutuhkan perhitungan eksak yang konkret (Palgunadi et al. 2015). Penyelesaian masalah VRP dapat menggunakan metode pendekatan (heuristik dan metaheuristik) ataupun metode eksak. *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) merupakan model pemrograman linear bilangan bulat yang dapat mengoptimasi tujuan tertentu. Penggunaan metode eksak dilakukan berdasarkan perancangan model matematis sesuai permasalahan yang akan diselesaikan. Metode heuristik yang sangat populer untuk menyelesaikan permasalahan VRP adalah *Saving Matrix* (Pugacs, 2014). Metode tersebut digunakan untuk meminimasi jarak dalam menjalakan rute dengan menggabungkan dua atau lebih rute dengan memperhatikan penghematan jarak dan kapasitas kendaraan yang digunakan.

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode eksak MILP dan heuristik *Saving Matrix* untuk menyelesaikan masalah *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* di perusahaan. Model matematis yang dibangun akan diselesaikan dengan bantuan *software* optimasi IBM ILOG CPLEX versi edukasi. Penggunaan kedua metode tersebut diketahui perbandingan jarak dan biaya yang harus dikeluarkan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada bagian latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana rute distribusi gas LPG 3 kg yang optimal di PT. Graha Gas Niaga guna meminimalkan biaya dan jarak tempuh berdasarkan permasalahan VRP dengan metode eksak *mixed integer linear programming* dan heuristik *saving matrix* ?”

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi sistem distribusi produk LPG di PT. Graha Gas Niaga.
2. Menentukan rute distribusi produk dengan *mixed integer linear programming*.
3. Menentukan rute distribusi dengan metode *saving matrix*.
4. Mengetahui perbandingan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan antara kondisi aktual perusahaan dengan hasil perhitungan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Memberikan usulan rute distribusi dan biaya bahan bakar.
2. Memberikan perbandingan antara biaya bahan bakar aktual perusahaan dengan hasil perhitungan.

1.5. Batasan Masalah

Batasan yang digunakan dalam penelitian agar sesuai sasaran dan tujuan sebagai berikut :

1. Data sekunder yang digunakan untuk memvalidasi model merupakan data permintaan masing – masing pangkalan selama 1 hari pada minggu kedua bulan september.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem distribusi yang saat ini terdapat di PT. Graha Gas Niaga mengikuti alur yang pertama yaitu pengisian tabung gas LPG ke SPBE, kemudian melakukan rekapitulasi permintaan setiap pangkalan, memasukkan data tersebut ke dalam *Simolek*, data tersebut dijadikan sebagai acuan melakukan pendistribusian ke masing – masing pangkalan menggunakan 5 kendaraan perusahaan.
2. Metode MILP memberikan usulan pembentukan rute untuk masing – masing kendaraan sebagai berikut :
 - a. Mobil AD 1942 memiliki 4 rute yang harus ditempuh, rute 1 dengan urutan agen → 2 → 9 → 8 → agen, rute 2 agen → 4 → 12 → 10 → 11 → agen, rute 3 dengan urutan agen → 5 → agen, rute 4 dengan urutan agen → 6 → 7 → 3 → 1.
 - b. Mobil AD 1651 NL memiliki 5 rute yang harus ditempuh, rute 1 dengan urutan agen → 2 → agen, rute 2 dengan urutan agen → 4 → 9 → 13 → agen, rute 3 dengan urutan agen → 6 → 8 → 7 → 5 → agen, rute 4 dengan urutan agen → 11 → 10 → agen, rute 5 dengan urutan agen → 12 → 3 → agen.
 - c. Mobil AD 1673 YL memiliki 5 rute yang harus ditempuh, rute 1 dengan urutan agen → 4 → 3 → 9 → agen, rute 2 dengan urutan agen

$\rightarrow 6 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow$ agen, rute 3 dengan urutan agen $\rightarrow 10 \rightarrow$ agen, rute 4 dengan urutan agen $\rightarrow 11 \rightarrow 7 \rightarrow$ agen, rute 5 dengan urutan agen $\rightarrow 12 \rightarrow 2 \rightarrow$ agen.

- d. Mobil AD 1687 VL memiliki 8 rute yang harus ditempuh, rute 1 dengan urutan agen $\rightarrow 2 \rightarrow$ agen, rute 2 dengan urutan agen $\rightarrow 3$ agen, rute 3 dengan urutan agen $\rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow$ agen, rute 4 dengan urutan agen $\rightarrow 7 \rightarrow$ agen, rute 5 dengan urutan agen $\rightarrow 8 \rightarrow$ agen, rute 6 dengan urutan agen $\rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow 9 \rightarrow$ agen, rute 7 dengan urutan agen $\rightarrow 15 \rightarrow 13 \rightarrow 14 \rightarrow$ agen, rute 8 dengan urutan agen $\rightarrow 16 \rightarrow 12 \rightarrow 6 \rightarrow$ agen.
- e. Mobil AD 1722 TL memiliki 5 rute yang harus ditempuh, rute 1 dengan urutan agen $\rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 16 \rightarrow$ agen, rute 2 dengan urutan agen $\rightarrow 5 \rightarrow 15 \rightarrow 17 \rightarrow$ agen, rute 3 dengan urutan agen $\rightarrow 8 \rightarrow 6 \rightarrow 14 \rightarrow$ agen, rute 5 dengan urutan agen $\rightarrow 13 \rightarrow 2 \rightarrow$ agen.

3. Metode *saving matrix* memberikan usulan pembentukan rute sebagai berikut :

a. Mobil AD 1942 memiliki 4 rute yang harus ditempuh, rute 1 dengan urutan agen $\rightarrow 4 \rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow 12 \rightarrow$ agen, rute 2 agen $\rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow$ agen, , rute 4 dengan urutan agen $\rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 1$, rute 4 dengan urutan agen $\rightarrow 5 \rightarrow$ agen.

b. Mobil AD 1651 NL memiliki 5 rute yang harus ditempuh, rute 1 dengan urutan agen $\rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 13 \rightarrow$ agen, rute 2 dengan urutan agen $\rightarrow 5 \rightarrow 9 \rightarrow 4 \rightarrow$ agen, rute 3 dengan urutan agen $\rightarrow 12 \rightarrow 3$

- agen, rute 4 dengan urutan agen → 6 → 2 → agen, rute 5 dengan urutan agen → 11 → 10 → agen,
- c. Mobil AD 1673 YL memiliki 5 rute yang harus ditempuh, rute 1 dengan urutan agen → 9 → 4 → 3 → agen, rute 2 dengan urutan agen → 2 → 12 → agen, rute 3 dengan urutan agen → 7 → 11 → agen, rute 4 dengan urutan agen → 6 → 8 → 5 → agen, rute 5 dengan urutan agen → 10 → agen.
- d. Mobil AD 1687 VL memiliki 8 rute yang harus ditempuh, rute 1 dengan urutan agen → 9 → 11 → 10 → agen ,rute 2 dengan urutan agen → 15 → 14 → 13 → agen, rute 3 dengan urutan agen → 5 → 4 → agen, rute 4 dengan urutan agen → 6 → 12 → 16 → agen, rute 5 dengan urutan agen → 8 → agen, rute 6 dengan urutan agen → 7 → agen, rute 7 dengan urutan agen → 2 → agen, rute 8 dengan urutan agen → 3 agen.
- e. Mobil AD 1722 TL memiliki 6 rute yang harus ditempuh, rute 1 dengan urutan agen → 16 → 10 → 11 → 12 → agen, rute 2 dengan urutan agen → 5 → 6 → 8 → agen, rute 3 dengan urutan agen → 15 → 17 → agen, rute 5 dengan urutan agen → 2 → 14 → 7 → 9 → agen, rute 6 dengan urutan agen → 13 → agen.
4. Metode MILP mampu mengurangi jarak tempuh sebesar 219.36 km dari jarak yang harus ditempuh pada rute awalan dengan persentase penghematan sebesar 27.48 %, sedangkan metode *saving matrix* mampu mengurangi jarak tempuh sebesar 177.56 km dari jarak yang harus

ditempuh pada rute awalan dengan presentase penghematan sebesar 22.24 %. Selain jarak, penghematan juga terjadi pada biaya bahan bakar yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Metode MILP mampu mengurangi biaya bahan bakar sebesar Rp. 165.253,00 dengan presentase penghematan sebesar 27.54 %, sedangkan metode *saving matrix* mampu mengurangi biaya bahan bakar sebesar Rp. 133.861,00 dengan presentase penghematan sebesar 22.31 %.

5. Hasil penelitian ini hanya mampu menyelesaikan permasalahan satu hari saja yaitu hari Jumat, untuk penyelesaian secara menyeluruh diperlukan perhitungan lebih lanjut untuk hari-hari berikutnya, sehingga diperoleh rute baru untuk masing-masing kendaraan setiap harinya.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini untuk penelitian selanjutnya agar didapatkan hasil penelitian yang lebih baik dan pihak perusahaan sebagai berikut :

1. Penelitian yang dilakukan ini masih dalam tahap awal sehingga diperlukan penelitian selanjutnya untuk hasil yang lebih optimal dengan saran menggabungkan semua *node* pangkalan dalam pengolahan data sehingga diperoleh semua kemungkinan kombinasi *node* pangkalan, memasukkan batasan persediaan gas LPG di depot dalam penentuan rute dan menggunakan software terkini untuk melakukan perhitungan *saving matrix* untuk menghindari kesalahan perhitungan yang disebabkan oleh kesalahan peneliti. Selain itu, penggunaan metode metaheuristik agar dapat terlihat perbedaan penggunaan metode eksak, heuristik dan metaheuristik.

2. Penelitian ini memberikan saran usulan perusahaan menjalankan rute baru dengan menggunakan metode eksak MILP untuk meminimasi jarak tempuh dan biaya bahan bakar yang harus dikeluarkan perusahaan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anbuudayasankar, S.P.2008.*Mixed-Integer Linear Programming for Vehicle Routing Problem with Simultaneous Delivery and Pick-up with Maximum Route Length.*The International Journal of Applied Management and Technology, Vol.6, No.1.
- Applegate, Cook, D., Dash, W., Rohe, A.2011.*Solution of a Min-Max Vehicle Routing Problem.*
- Bansal, M. & Kianfar, K.2013.*CPLEX Concert Technology using C++: A Tutorial.*Version 1.0.
- Birn, M., Hotlgewe, M., Sanders, P., Singler, J.2001.*Simple and Fast Nearest Neighbor Search.*Karlsruhe Institute og Technology, Germany.
- Bowersox, D. J.1995.*Manajemen Logistik 1 Integrasi Sistem-sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material.*Jakarta.Bumi Aksara.
- Caccetta, L., Alameen, M., Niby, M.A.2013.*An Improved Clarke and Wright Algorithm to Solve the Capacitated Vehicle Routing Problem.*ETASR-Engineering, Technology & Applied Science Research Vol. 3, No. 2 : 413-415.
- Caceres, J., Herrero, R., Rodriguez, A.2014.*Solving Vehicle Routing Problems With Asymmetric Cost And Heterogeneous Fleet.*International Journal Advanced Operations Management, Vol 6, No. 1.
- Chandran, B., Raghavan, S.2001.*Modelling and Solving the Capacitated Vehicle Routing Problem in Trees.*University of Maryland.
- Desiana, A., Ridwan, A., Aurachman, R.2016.*Penyelesaian Vehicle Routing Problem Untuk Minimasi Total Biaya Transportasi Pada PT. XYZ Dengan Metode Algoritma Genetika.*E-Proceeding of engineering, Vol 3, No. 3.
- Effendi, A., Ngatilah, Y., & Iriani.2014.*Penentuan Rute Optimal Distribusi Produk dengan Metode Saving Matrix dan Travelling Salesman Problem Di PT. Romindo Primavetcom.*Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
- Fisher, M.L, & Jaikumar, R. 1981. *A Generalized Assignment Heuristic for Vehicle Routing.* Networks, 11, hlm. 109-124.

Garside, A.K. & Sutadisastra, N.M J.2010.*Perencanaaan Distribusi LPG dengan Periodic Vehicle Routing Problem guna Munimasi Buaya Transportasi (Studi Kasus : PT. Gading MasIndah Malang)*,9, 29-38.Universitas Muhammadiyah Malang.

Jaramillo, J.R.2011.*The Green Vehicle Routing Problem*.Albany State University.

Kallehauge, B., Larsen, J., Madsen, O.B.G.2001.*Langrangean Duality Applied on Vehicle Routing With Time Windows: Experimental Result*.Technical University of Denmark.

Kara, I., Bektas, T.2003.*Integer Linear Programming Formulation of the Generalized Vehicle Routing Problem*.Baskant University.

Kodrat, D. S.2009.*Manajemen Distribusi: Old Distribution Channel And Postmo Distribution Channel Approach Berbasis Teori dan Praktek*.Yogyakarta.Graha Ilmu.

Kotler, P.1988.*Manajemen Pemasaran:Analisis, Perencanaan, Implementasi, dan Pengendalian*.Jakarta.Erlangga.

Kusrini & Luthfi, E.T.2009. *Algoritma Data Mining*.Yogyakarta.CV. Andi Offset.

Laporte, G.1992.*The Vehicle Routing Problem : AN Overview of Exact and Approximate Algorithms*.European Journal of Operational Research 59:345-358.

Letchford, A.N., Lysgaard, J., Eglese, R.W.2006.*A Branch and Cut Algorithm for the Capacitated Open Vehicle Routing Problem*.Aarhus School of Business, Denmark.

Lin, C., Choy, K.L, Chung, S.H., Ho, G.T.S, & Lam, H.Y.2014.*Survey of Green Vehicle Routing problem : Past and Future Trends*. Elsavier : Expert Systems With Applications 41, hlm. 1118-1138.

Murty, D.N.P., N.W. Page, and E.Y. Rodin, 1990, *Mathematical Modelling*, Pergamon Press, First Edition.

Muslich, M.2009.*Metode Pengambilan Keputusan Kuantitatif*.Jakarta.Bumi Aksara.

- Moolman, A. J., Koen, K., & Westhuizen, J.v.d. 2010.*Activity Based Costing For Vehicle Routing Problems*.University of Pretoria.
- Nguyen, P. K., Crainic, T. G., & Toulouse, M.2016.*Multi-trip Pickup and delivery problem with time windows and synchronization*.Springer Science Vol. 253:899-934.
- Oppen, J. & LØkketangen, A.*Node Aggregation in vehicle Routing*.Molde College.
- Parmono R.2007.*Riset Operasi*.Jakarta.Universitas Terbuka.
- Pugacs, S.2014.*A Clustering Approach for Vehicle Routing problems with Hard Time Windows*.Master Thesis, Nova de Lisboa University.
- Purwanto, E. B.2008.*Perancangan Dan Analisis Algoritma*.Yogyakarta.Graha Ilmu.
- Rini, I. T., Palgunadi, Y. S., & Harjito, B. 2015.*Algoritma Palgunadi Untuk Menyelesaikan Single dan Multi Product Vehicle Routing Problem*.Universitas Sebelas Maret.
- Salim, Abbas.1993.*Manajemen Transportasi*.Jakarta.PT. Raja Grafindo Persada.
- Setiawan, F. & Masruroh, N. A. 2016.*Pengembangan Model Matematika Heterogeneous Vehicle Routing problem with Multi-Trips and Multi-Products*: Prosiding SENTI UGM: Frontier in Industrial Engineering, 2016, 27 Oktober 2016 (halaman RO-2).Yogyakarta:UGM
- Subagyo P.2014.*Riset Operasi*.Jakarta.Universitas Terbuka.
- Sukardi, David.2009.*Manajemen Distribusi, Old Distribution Channel And Postmo Ditsribution Channel Approach*.Yogyakarta.Graha Ilmu.
- Supranto, M.P.2013.*Riset Operasi untuk Pengambilan Keputusan*.Jakarta.Raja Grafindo Persada
- Sutapa, I. N., & Widyadana I. G. A. 2003.*Studi Tentang Travelling Saleman dan Vehicle Routing Problems Dengan Time Windows*.Jurnal Teknik Industri Volume 5, Nomor 2, hlm. 81-89.

Rahayu, R.2012.*Penentuan Rute Kendaraan Logistik Menggunakan Metode Heuristik (Studi Kasus Gudang Bulog Kalasan Utama Divre Yogyakarta)*.Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Turner Mize, Kenneth, dan Nazemetz. 2000.*Pengantar Teknik & Sistem Industri*. Surabaya. Penerbit Guna Widya.

Toth, P. & Vigo, D. 2002.*Models, Relaxations And Exact Approach For The Capacitated Vehicle Routing Problem*.Elsavier:Discrete Applied Mathematics 123, hlm. 487-51.





LAMPIRAN



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

LAMPIRAN A
Data kendaraan dan pangkalan yang dikunjungi

1. Mobil AD 1942 NL (Tukino dan Supriyanto)

Node	Pangkalan
1	Y.Wiwing Mardewi
2	Sutarman
3	Dona Listya
4	Harso Utama
5	Sunarsih
6	Betiga
7	Agus Darmana
8	Tukino
9	Madiyoharjo
10	Andreastuti
11	Sri Handayani

2. Mobil AD 1651 NL (Isbandi dan Sunardi)

Node	Pangkalan
1	Sukardi
2	Dedy Margi P.
3	Sutrisno
4	Isgiyanto
5	Surono
6	Suwito
7	H. Muhtar Z./Rusdi
8	Hudi Lestari
9	Zaenul Arifin
10	Yusman
11	Hendra Wibawa
12	Son Haji

3. Mobil AD 1673 YL (Waluyo dan Amin)

Node	Pangkalan
1	Nuning Mulyatminah
2	Tri Pramono
3	Dwi Muryani
4	Rohmah Nindyawati
5	Sudiyono
6	Sukmono
7	Eko Wijayanarko
8	Endro Suyanto
9	Dalinem
10	Indah Kristiani
11	Budi P.

4. Mobil AD 1687 VL (Trigono dan Marjoko)

Node	Pangkalan
1	Edy Susanto Wibowo
2	Endang Yunani
3	Ridwan
4	Sri Rahayuningsih
5	Tukijo
6	Widodo Soko
7	Mardini
8	Budi Hartini
9	Wariso Joko Purnomo
10	Warsito Bintoro
11	Madiyono
12	Suratman
13	Warsiki W.
14	Wiji Lestari
15	Prastiwi

5. Mobil AD 1722 TL (Erlyan dan Budi Waluyo)

Node	Pangkalan
1	Toha
2	Tri Subekti
3	Anik Dianafî
4	Sunardi
5	Nyoman
6	Suranto
7	Agus P.
8	Tyas
9	Yuli Dwi P.
10	Yani Aryatun
11	Budi Waluyo
12	Suparwono
13	Kustiono
14	Mursiti
15	Triyono
16	Andri Wibowo

LAMPIRAN B

Solusi CPLEX

1. Mobil AD 1651 NL (Isbandi dan Sunardi)

```
// solution (optimal) with objective 147.3
// Quality Incumbent solution:
// MILP objective          1.4730000000e+002
// MILP solution norm |x| (Total, Max) 1.97300e+003 2.70000e+002
// MILP solution error(Ax=b)(Total,Max) 0.00000e+000 0.00000e+000
// MILP x bound error (Total, Max)     0.00000e+000 0.00000e+000
// MILP x integrality error (Total,Max) 0.00000e+000 0.00000e+000
// MILP slack bound error (Total, Max) 0.00000e+000 0.00000e+000
//
x = [1 0 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0];
u = [-9007199254740991 216 250 80 270 50 170 70 112 264 112 100 262];
```

Deliveries (size 156)		Value
i	j	
13	5	0
13	6	0
13	7	0
13	8	0
13	9	0
13	10	0
13	11	0
13	12	0
1	2	1
1	4	1
1	6	1
1	11	1
1	12	1
2	1	1
3	1	1
4	9	1
5	1	1
6	8	1
7	5	1
8	7	1
9	13	1
10	1	1
11	10	1
12	3	1
13	1	1

2. Mobil AD 1673 YL (Waluyo dan Amin)

Deliveries (size 132)		Value
i	j	
12	3	0
12	4	0
12	5	0
12	6	0
12	7	0
12	8	0
12	9	0
12	10	0
12	11	0
1	4	1
1	6	1
1	10	1
1	11	1
1	12	1
2	1	1
3	9	1
4	3	1
5	1	1
6	8	1
7	1	1
8	5	1
9	1	1
10	1	1
11	7	1
12	2	1

3. Mobil AD 1687 VL (Trigono dan Marjoko)

```
// solution (optimal) with objective 109.8
// Quality Incumbent solution:
// MILP objective           1.0980000000e+002
// MILP solution norm |x| (Total, Max) 2.34800e+003 2.27000e+002
```

```

// MILP solution error (Ax=b) (Total,Max) 0.00000e+000 0.00000e+000
// MILP x bound error (Total, Max) 0.00000e+000 0.00000e+000
// MILP x integrality error (Total, Max) 0.00000e+000 0.00000e+000
// MILP slack bound error (Total, Max) 0.00000e+000 0.00000e+000
//
x = [1 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
u = [-9007199254740991 216 216 100 200 227 216 100 216 50 116 127 163
223 63
92];

```

Deliveries (size 240)		<<	
i	j	↓	Value
16	14		0
16	15		0
1	2		1
1	3		1
1	4		1
1	7		1
1	8		1
1	10		1
1	15		1
1	16		1
2	1		1
3	1		1
4	5		1
5	1		1
6	1		1
7	1		1
8	1		1
9	1		1
10	11		1
11	9		1
12	6		1
13	14		1
14	1		1
15	13		1
16	12		1

4. Mobil AD 1722 TL (Erlya dan Budi Waluyo)

```

// solution (optimal) with objective 87.64
// Quality Incumbent solution:
// MILP objective           8.7640000000e+001
// MILP solution norm |x| (Total, Max) 2.95600e+003 2.70000e+002
// MILP solution error (Ax=b) (Total, Max) 4.12115e-013 2.84217e-014

```

```

// MILP x bound error (Total, Max)          0.00000e+000 0.00000e+000
// MILP x integrality error (Total, Max)   1.61862e-011 8.10019e-012
// MILP slack bound error (Total, Max)     4.85443e-011 8.10019e-012
//
x = [0 1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0];
u = [-9007199254740991 230 80 190 70 115 215 85 100 265 235 185 200 255
170 270 270];

```

Deliveries (size 272)		Value
i	j	Value
17	9	0
17	10	0
17	11	0
17	12	0
17	13	0
17	14	0
17	15	0
17	16	0
1	3	1
1	5	1
1	8	1
1	9	1
1	13	1
2	1	1
3	4	1
4	16	1
5	15	1
6	7	1
7	14	1
8	6	1
9	12	1
10	1	1
11	10	1
12	11	1
13	2	1
14	1	1
15	17	1
16	1	1
17	1	1

LAMPIRAN C

Matriks Jarak

1. Mobil AD 1651 NL (Isbandi dan Sunardi)

No	Pangkalan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Agen	0	12.2	12.2	14	12.8	1.5	16.4	17.6	17.7	13	2.2	3.8	16.9
2	Sukardi	12.2	0	5.2	5.4	6.1	10.8	10.2	11.5	15.2	16.7	10.2	8.9	15.2
3	Dedy M. P.	12.2	5.2	0	2.1	1.2	10.9	5.4	6.6	10.3	13.1	10.3	8.9	10.3
4	Sutrisno	14	5.4	2.1	0	2.5	12.7	7.1	8.1	12	14.9	12.5	10.7	12.1
5	Isgiyanto	12.8	6.1	1.2	2.5	0	11.5	4.7	5.9	9.6	13.6	10.8	9.5	9.6
6	Surono	1.5	10.8	10.9	12.7	11.5	0	2.2	3.2	7	14.6	12.6	11.3	7.5
7	Suwito	16.4	10.2	5.4	7.1	4.7	2.2	0	1.6	5.3	14.3	14.4	13.1	8.5
8	H. Muhtar	17.6	11.5	6.6	8.1	5.9	3.2	1.6	0	6.2	15.5	15.7	14.3	9.7
9	Hudi L.	17.7	15.2	10.3	12	9.6	7	5.3	6.2	0	10.4	15.7	13.9	4.6
10	Zaenul A.	13	16.7	13.1	14.9	13.6	14.6	14.3	15.5	10.4	0	11.5	11.3	6.3
11	Yusman	2.2	10.2	10.3	12.5	10.8	12.6	14.4	15.7	15.7	11.5	0	1.9	15
12	Hendra W.	3.8	8.9	8.9	10.7	9.5	11.3	13.1	14.3	13.9	11.3	1.9	0	13.2
13	Son Haji	16.9	15.2	10.3	12.1	9.6	7.5	8.5	9.7	4.6	6.3	15	13.2	0

2. Mobil AD 1673 YL (Waluyo dan Amin)

No.	Pangkalan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Agen	0	10.8	19.3	12.7	5.3	1.5	1.9	2	10.7	12.6	2.9	14.4
2	Nuning M.	10.8	0	11.5	12.5	9.3	13.3	11.4	13.8	5.4	9.2	9.9	8.8
3	Tri P.	19.3	11.5	0	7.9	13.3	18.3	20.7	19.2	6	16.2	19.2	2.3
4	Dwi M.	12.7	12.5	7.9	0	7	14	14.4	12.6	5.7	18.5	15.4	5.2
5	Rohmah N.	5.3	9.3	13.3	7	0	6.6	7.4	6.2	6.9	15.2	8.4	10.5
6	Sudiyono	1.5	13.3	18.3	14	6.6	0	1.9	0.65	12	13.3	3.6	16.2
7	Sukmono	1.9	11.4	20.7	14.4	7.4	1.9	0	2.3	12.4	12.2	2.5	16
8	Eko W.	2	13.8	19.2	12.6	6.2	0.65	2.3	0	12.5	13.7	4	16.7
9	Endro S.	10.7	5.4	6	5.7	6.9	12	12.4	12.5	0	15	13.4	3.6
10	Dalinem	12.6	9.2	16.2	18.5	15.2	13.3	12.2	13.7	15	0	10.8	15.9
11	Indah K.	2.9	9.9	19.2	15.4	8.4	3.6	2.5	4	13.4	10.8	0	17.3
12	Budi P.	14.4	8.8	2.3	5.2	10.5	16.2	16	16.7	3.6	15.9	17.3	0

3. Mobil AD 1687 VL (Trigono dan Marjoko)

No.	Pangkalan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Agen	0	0.4	5.8	8.3	7.2	1.1	2	0.75	8.7	12.4	12.1	1.5	18.5	16.2	7.9	3.9
2	Edy S	0.4	0	5.4	8.4	7.3	1.2	1.6	0.65	8.8	12.3	12.1	1.9	18.6	16.3	7.9	4
3	Endang	5.8	5.4	0	9.8	7	6.6	3.9	5.7	12.5	14	14.5	5.7	13.8	11.5	3.2	5.4
4	Ridwan	8.3	8.4	9.8	0	2.8	7.9	9	9.3	16.3	20.1	19.8	7.1	19.7	17.8	8	5
5	Sri R	7.2	7.3	7	2.8	0	7.2	7.7	8	19.3	19.3	18.7	6.1	17.6	15.9	5.7	4.7
6	Tukijo	1.1	1.2	6.6	7.9	7.2	0	2.9	1.9	7.8	11.5	11.4	1.1	18.9	16.5	8.2	3.8
7	Widodo S	2	1.6	3.9	9	7.7	2.9	0	1.9	10.5	12.8	13.3	3.7	16.9	14.6	6	5
8	Mardini	0.75	0.65	5.7	9.3	8	1.9	1.9	0	9.3	12	12.6	2.4	19.3	17	8.3	4.6
9	Budi Hartini	8.7	8.8	12.5	16.3	19.3	7.8	10.5	9.3	0	4.5	4.1	9	26.7	24.4	16.1	11.5
10	Wariso J	12.4	12.3	14	20.1	19.3	11.5	12.8	12	4.5	0	1.1	12.7	27.6	24.7	17	15.4
11	Warsito B	12.1	12.1	14.5	19.8	18.7	11.4	13.3	12.6	4.1	1.1	0	12.3	28.1	25.1	17.4	15
12	Madiyono	1.5	1.9	5.7	7.1	6.1	1.1	3.7	2.4	9	12.7	12.3	0	17.8	15.4	7.1	2.7
13	Suratman	18.5	18.6	13.8	19.7	17.6	18.9	16.9	19.3	26.7	27.6	28.1	17.8	0	2.6	11.8	17.2
14	Warsiki W.	16.2	16.3	11.5	17.8	15.9	16.5	14.6	17	24.4	24.7	25.1	15.4	2.6	0	9.5	14.9
15	Wiji Lestari	7.9	7.9	3.2	8	5.7	8.2	6	8.3	16.1	17	17.4	7.1	11.8	9.5	0	6.2
16	Prastiwi	3.9	4	5.4	5	4.7	3.8	5	4.6	11.5	15.4	15	2.7	17.2	14.9	6.2	0

4. Mobil AD 1722 TL (Erlya dan Budi Waluyo)

No.	Pangkalan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Agen	0	2	2.4	3.6	2.5	12.1	3.1	11.8	7.3	7.6	7.9	9	9.8	2.8	2	2.9	4.3
2	Toha	2	0	4.5	2	1.6	11.7	2	11.7	5.9	6.2	6.4	7.6	8.8	0.85	1.6	2.3	4.5

3	Tri Subekti	2.4	4.5	0	1.8	1.5	11.4	1.7	11.4	5.8	6	6.3	7.4	9.1	0.45	1.6	2.2	5.3
4	Anik Dianafī	3.6	2	1.8	0	2	11.7	2.7	11.4	7.1	7.4	7.7	8.8	8.8	2.3	1.6	3	4.8
5	Sunardi	2.5	1.6	1.5	2	0	10	1.8	10.1	6.2	6.5	6.7	7.9	10.3	1.5	0.45	3.4	6.4
6	Nyoman	12.1	11.7	11.4	11.7	10	0	11.8	1.7	16	15.9	16.2	18	19.8	12	10.3	13.4	15.8
7	Suranto	3.1	2	1.7	2.7	1.8	11.8	0	12.1	4.6	4.9	5.1	6.3	10	0.8	2.2	2.9	6.3
8	Agus P.	11.8	11.7	11.4	11.4	10.1	1.7	12.1	0	15.8	15.7	16	17.4	20.6	11.5	10.3	13.4	15.7
9	Tyas	7.3	5.9	5.8	7.1	6.2	16	4.6	15.8	0	0.85	1.2	2.1	12.6	5	6.8	6.1	9
10	Yuli Dwi P.	7.6	6.2	6	7.4	6.5	15.9	4.9	15.7	0.85	0	0.29	1.9	12.8	5.3	7.1	6.3	9.2
11	Yani Aryatun	7.9	6.4	6.3	7.7	6.7	16.2	5.1	16	1.2	0.29	0	1.6	13.1	5.6	7.4	6.6	9.5
12	Budi Waluyo	9	7.6	7.4	8.8	7.9	18	6.3	17.4	2.1	1.9	1.6	0	14.3	6.7	8.5	7.8	10.7
13	Suparwono	9.8	8.8	9.1	8.8	10.3	19.8	10	20.6	12.6	12.8	13.1	14.3	0	9.2	10.1	6.3	4.6
14	Kustiono	2.8	0.85	0.45	2.3	1.5	12	0.8	11.5	5	5.3	5.6	6.7	9.2	0	1.9	2	4.9
15	Mursiti	2	1.6	1.6	1.6	0.45	10.3	2.2	10.3	6.8	7.1	7.4	8.5	10.1	1.9	0	3.9	1.9
16	Triyono	2.9	2.3	2.2	3	3.4	13.4	2.9	13.4	6.1	6.3	6.6	7.8	6.3	2	3.9	0	1.9
17	Andri Wibowo	4.3	4.5	5.3	4.8	6.4	15.8	6.3	15.7	9	9.2	9.5	10.7	4.6	4.9	1.9	1.9	0



LAMPIRAN D

Matriks Penghematan *Saving Matrix*

1. Mobil AD 1651 NL (Isbandi dan Sunardi)

2. Mobil AD 1673 YL (Walujo dan Amin)

3. Mobil AD 1687 VL (Trigono dan Marjoko)

No.	Pangkalan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Agen	0	0.4	5.8	8.3	7.2	1.1	2	0.75	8.7	12.4	12.1	1.5	18.5	16.2	7.9	3.9
2	Edy S		0	0.8	0.3	0.3	0.3	0.8	0.5	0.3	0.5	0.4	0	0.3	0.3	0.4	0.3
3	Endang			0	4.3	6	0.3	3.9	0.85	2	4.2	3.4	1.6	10.5	10.5	10.5	4.3
4	Ridwan				0	12.7	1.5	1.3	-0.25	0.7	0.6	0.6	2.7	7.1	6.7	8.2	7.2
5	Sri R					0	1.1	1.5	-0.05	-3.4	0.3	0.6	2.6	8.1	7.5	9.4	6.4
6	Tukijo						0	0.2	-0.05	2	2	1.8	1.5	0.7	0.8	0.8	1.2
7	Widodo S							0	0.85	0.2	1.6	0.8	-0.2	3.6	3.6	3.9	0.9
8	Mardini								0	0.15	1.15	0.25	-0.15	-0.05	-0.05	0.35	0.05
9	Budi Hartini									0	16.6	16.7	1.2	0.5	0.5	0.5	1.1
10	Wariso J										0	23.4	1.2	3.3	3.9	3.3	0.9
11	Warsito B											0	1.3	2.5	3.2	2.6	1
12	Madiyono												0	2.2	2.3	2.3	2.7
13	Suratman													0	32.1	14.6	5.2
14	Warsiki W.														0	14.6	5.2
15	Wiji Lestari															0	5.6
16	Prastiwi																0

4. Mobil AD 1722 TL (Erlya dan Budi Waluyo)

No.	Pangkalan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Agen	0	2	2.4	3.6	2.5	12.1	3.1	11.8	7.3	7.6	7.9	9	9.8	2.8	2	2.9	4.3
2	Toha		0	-0.1	3.6	2.9	2.4	3.1	2.1	3.4	3.4	3.5	3.4	3	3.95	2.4	2.6	1.8

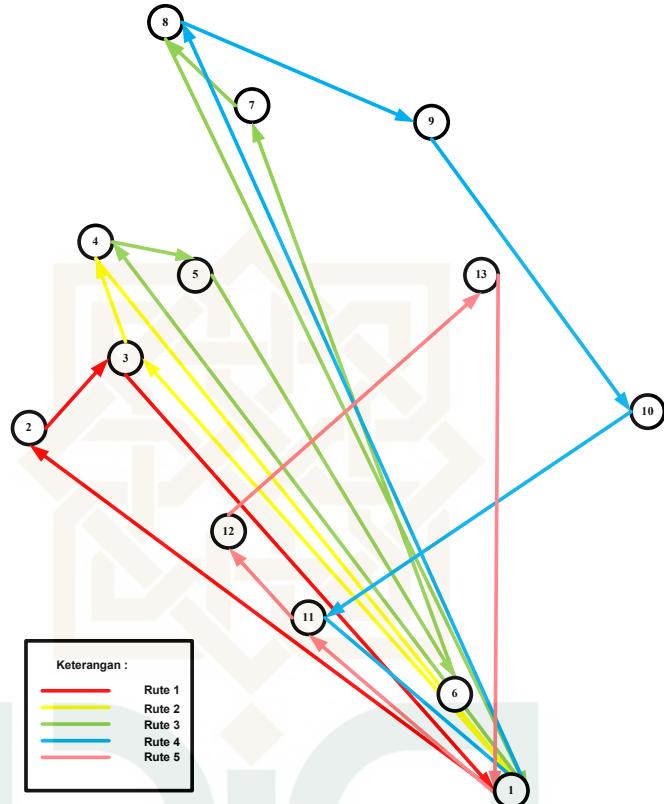
3	Tri Subekti			0	4.2	3.4	3.1	3.8	2.8	3.9	4	4	4	3.1	4.75	2.8	3.1	1.4
4	Anik Dianafi			0	4.1	4	4	4	3.8	3.8	3.8	3.8	4.6	4.1	4	3.5	3.1	
5	Sunardi			0	4.6	3.8	4.2	3.6	3.6	3.7	3.6	2	3.8	4.05	2	0.4		
6	Nyoman			0	3.4	22.2	3.4	3.8	3.8	3.1	2.1	2.9	3.8	1.6	0.6			
7	Suranto				0	2.8	5.8	5.8	5.9	5.8	2.9	5.1	2.9	3.1	1.1			
8	Agus P.					0	3.3	3.7	3.7	3.4	1	3.1	3.5	1.3	0.4			
9	Tyas						0	14.05	14	14.2	4.5	5.1	2.5	4.1	2.6			
10	Yuli Dwi P.							0	15.21	14.7	4.6	5.1	2.5	4.2	2.7			
11	Yani Aryatun								0	23.7	15.4	13.8	10.8	14.7	14.1			
12	Budi Waluyo									0	4.5	5.1	2.5	4.1	2.6			
13	Suparwono									0	3.4	1.7	6.4	9.5				
14	Kustiono										0	2.9	3.7	2.2				
15	Mursiti											0	1	4.4				
16	Triyono												0	5.3				
17	Andri Wibowo													0				

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
 YOGYAKARTA

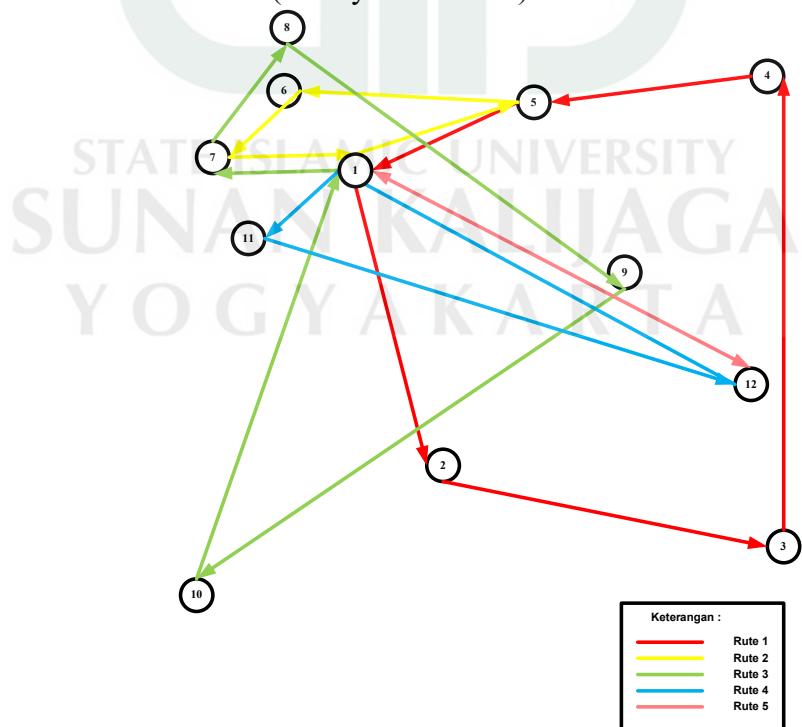
LAMPIRAN E

Penggambaran Rute Saat Ini Perusahaan

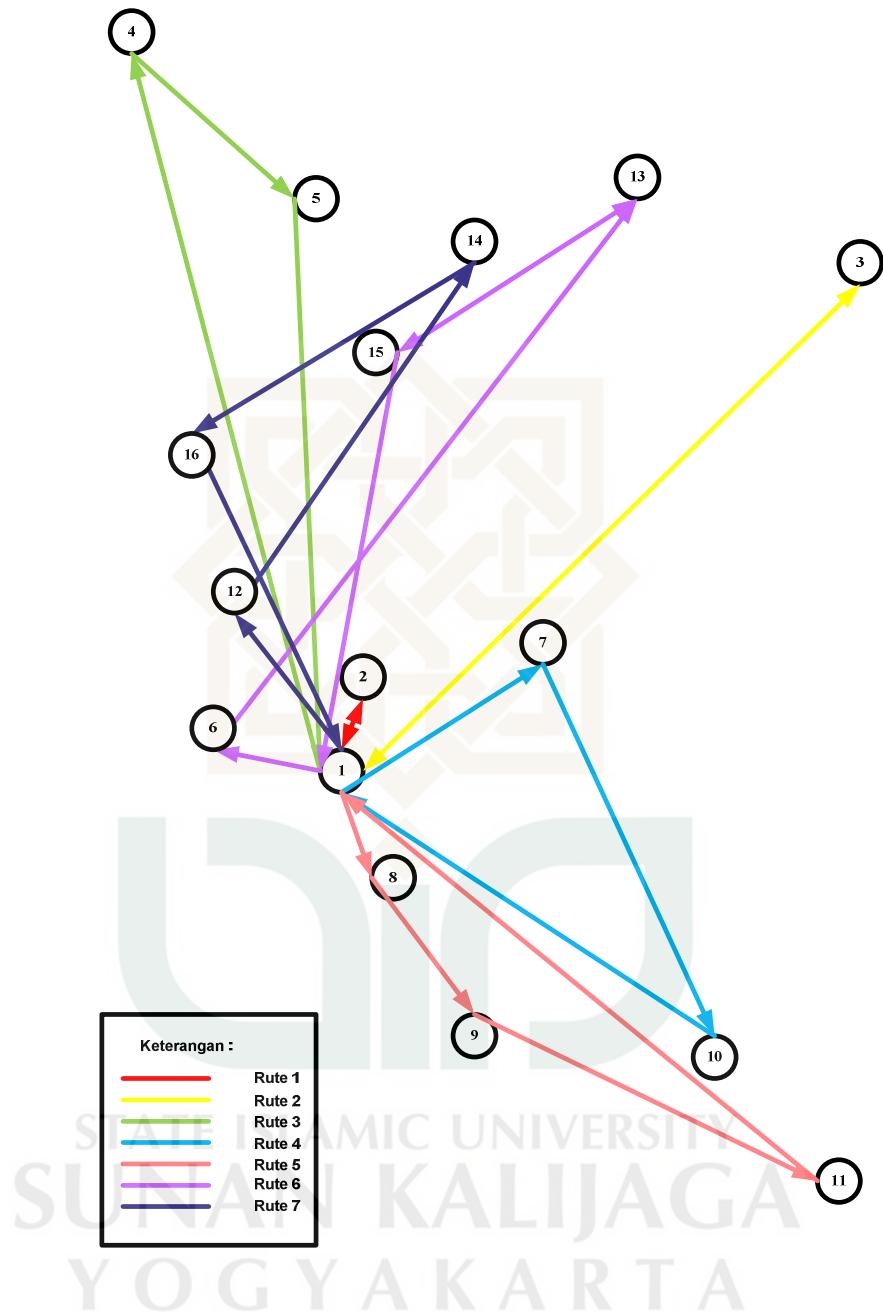
1. Mobil AD 1651 NL (Isbandi dan Sunardi)



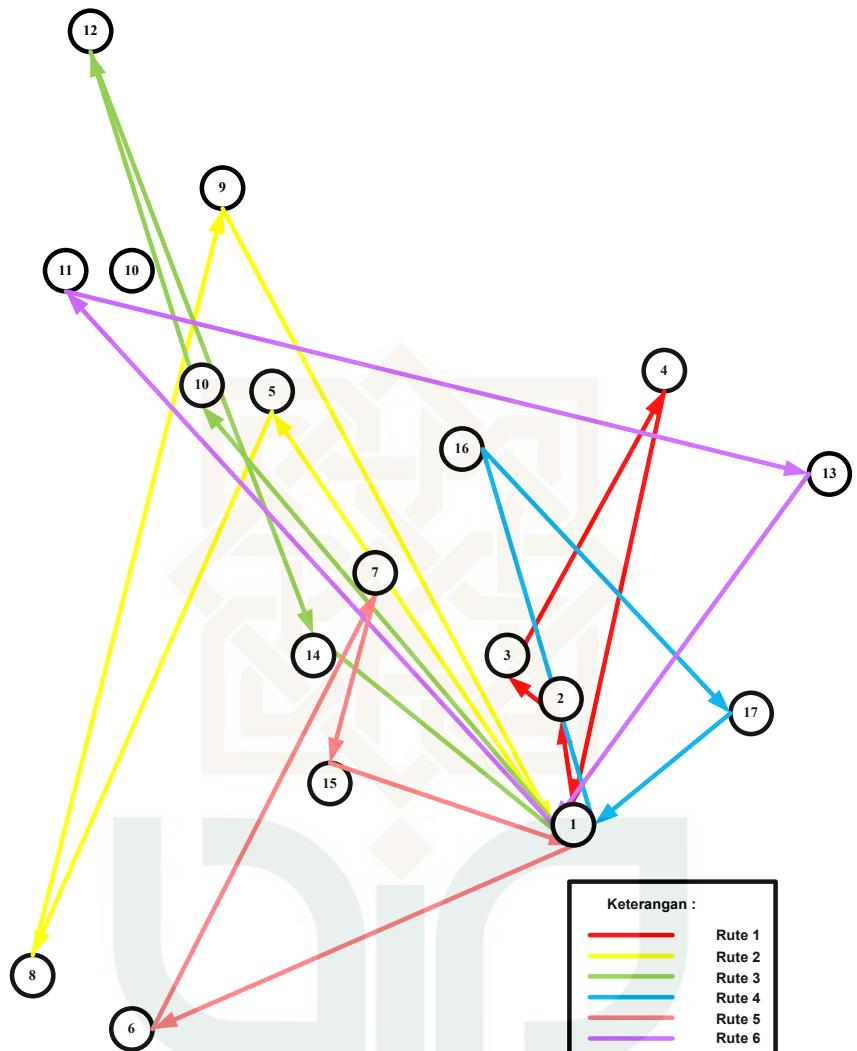
2. Mobil AD 1673 YL (Waluyo dan Amin)



3. Mobil AD 1687 VL (Trigono dan Marjoko)



4. Mobil AD 1722 TL (Erlya dan Budi Waluyo)

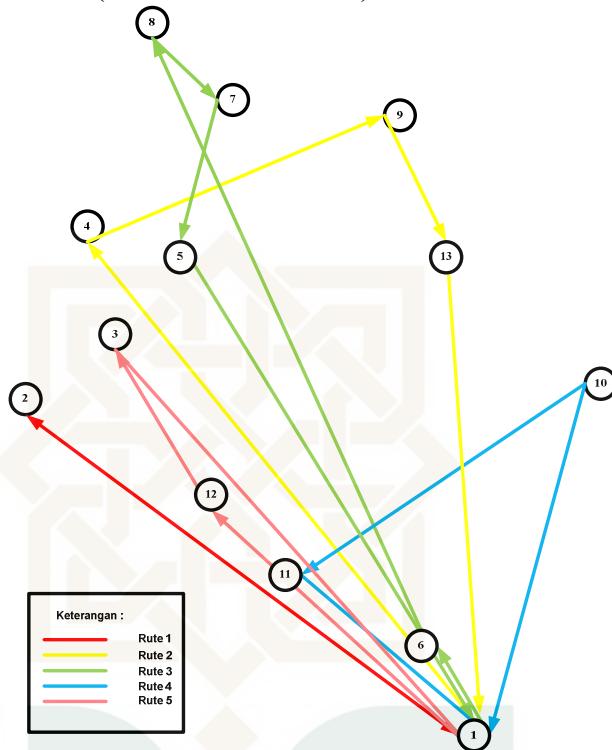


STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

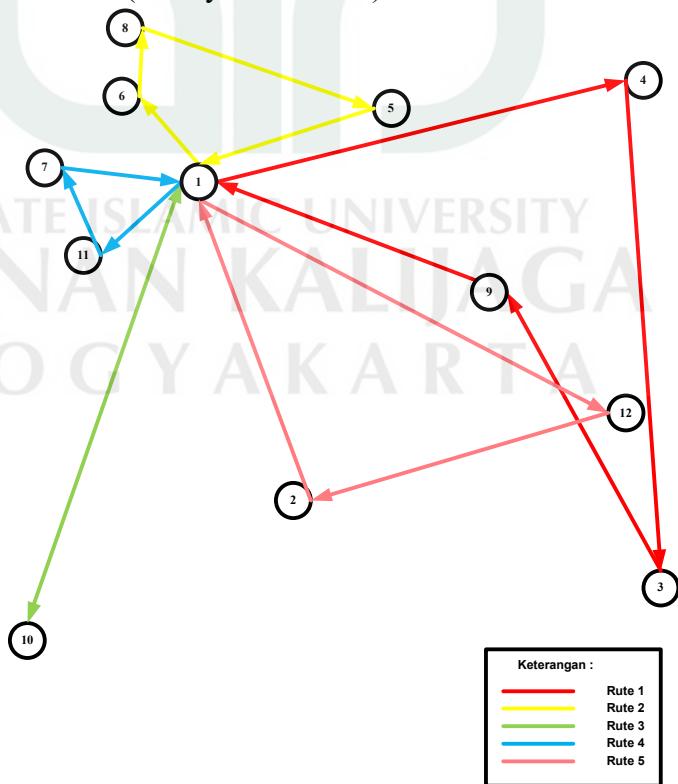
LAMPIRAN F

Penggambaran Rute Hasil Pengolahan Metode MILP

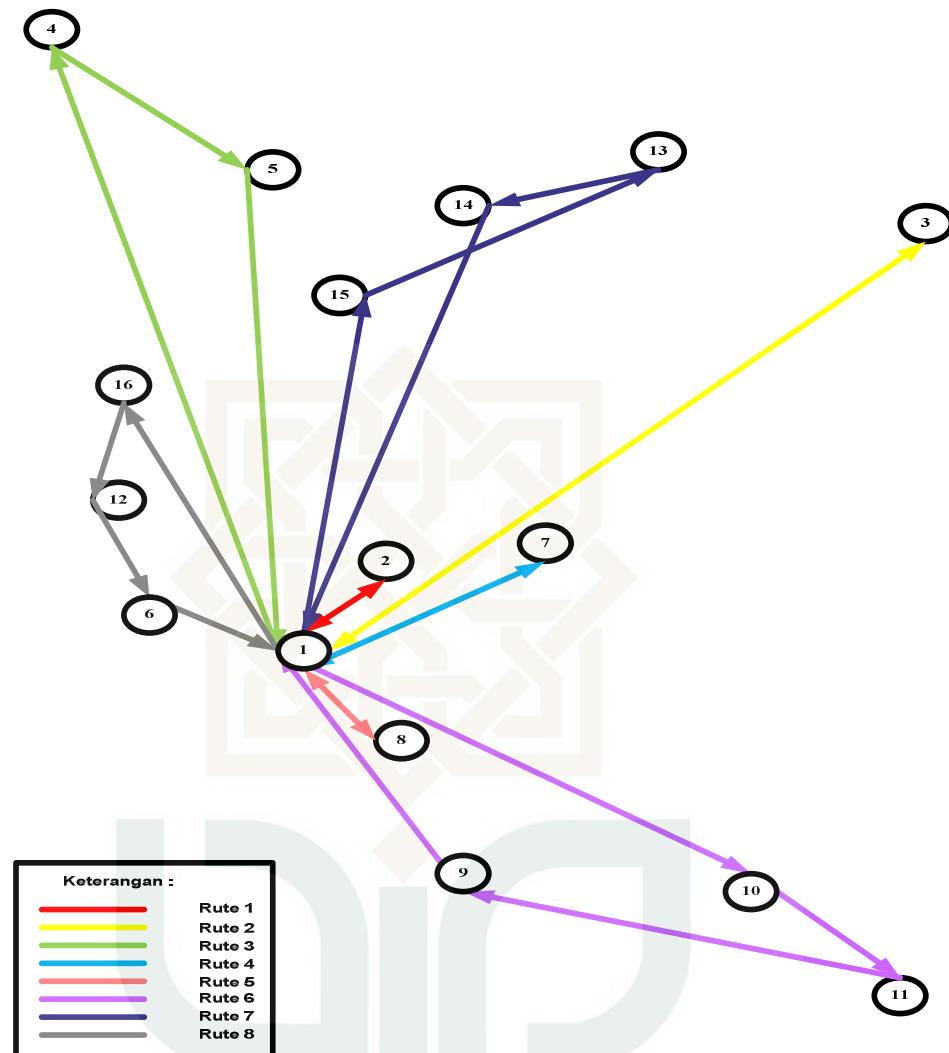
1. Mobil AD 1651 NL (Isbandi dan Sunardi)



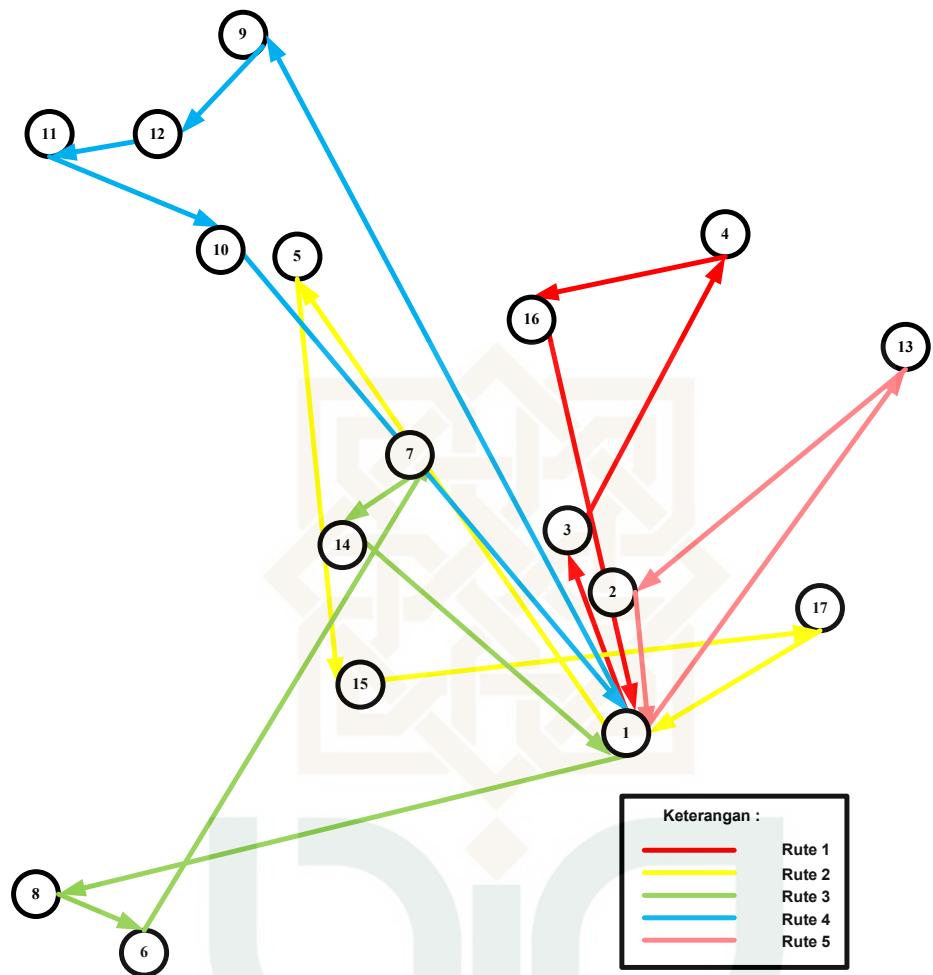
2. Mobil AD 1673 YL (Waluyo dan Amin)



3. Mobil AD 1687 VL (Trigono dan Marjoko)



4. Mobil AD 1722 TL (Erlyya dan Budi Waluyo)

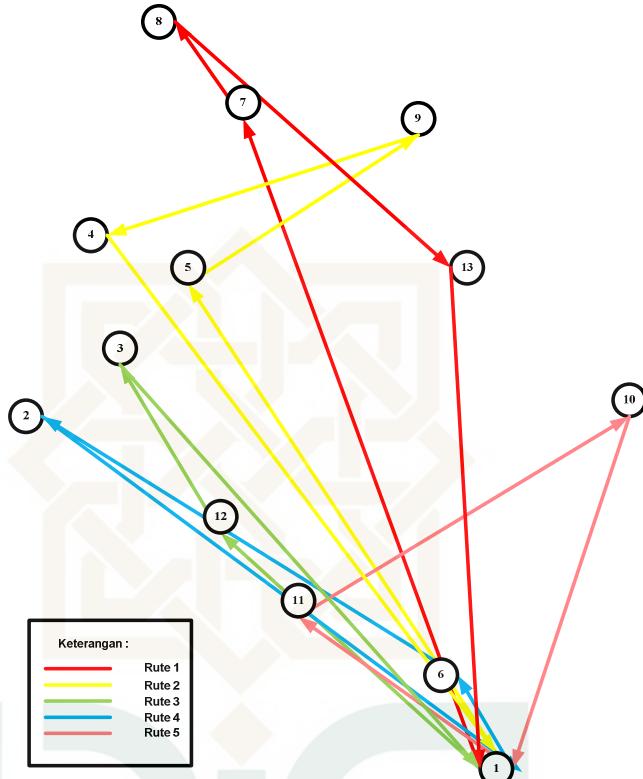


STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

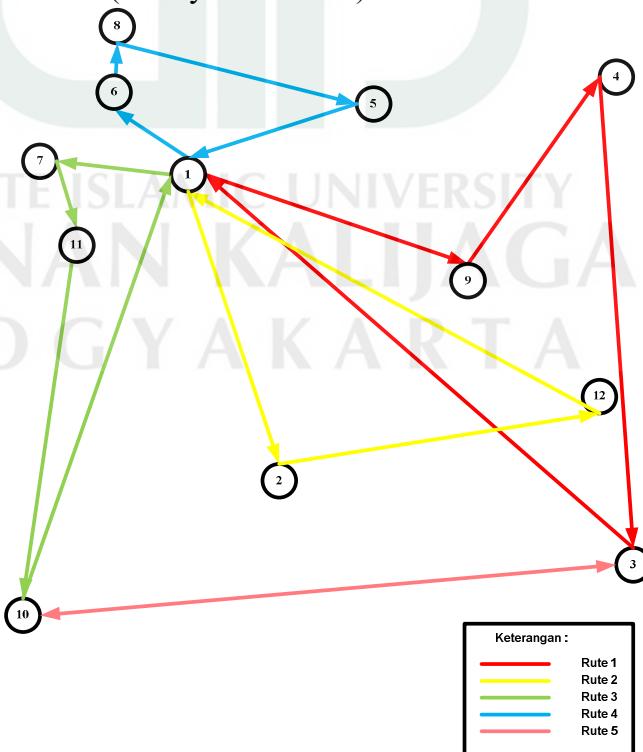
LAMPIRAN G

Penggambaran Rute Hasil Pengolahan Metode Saving Matrix

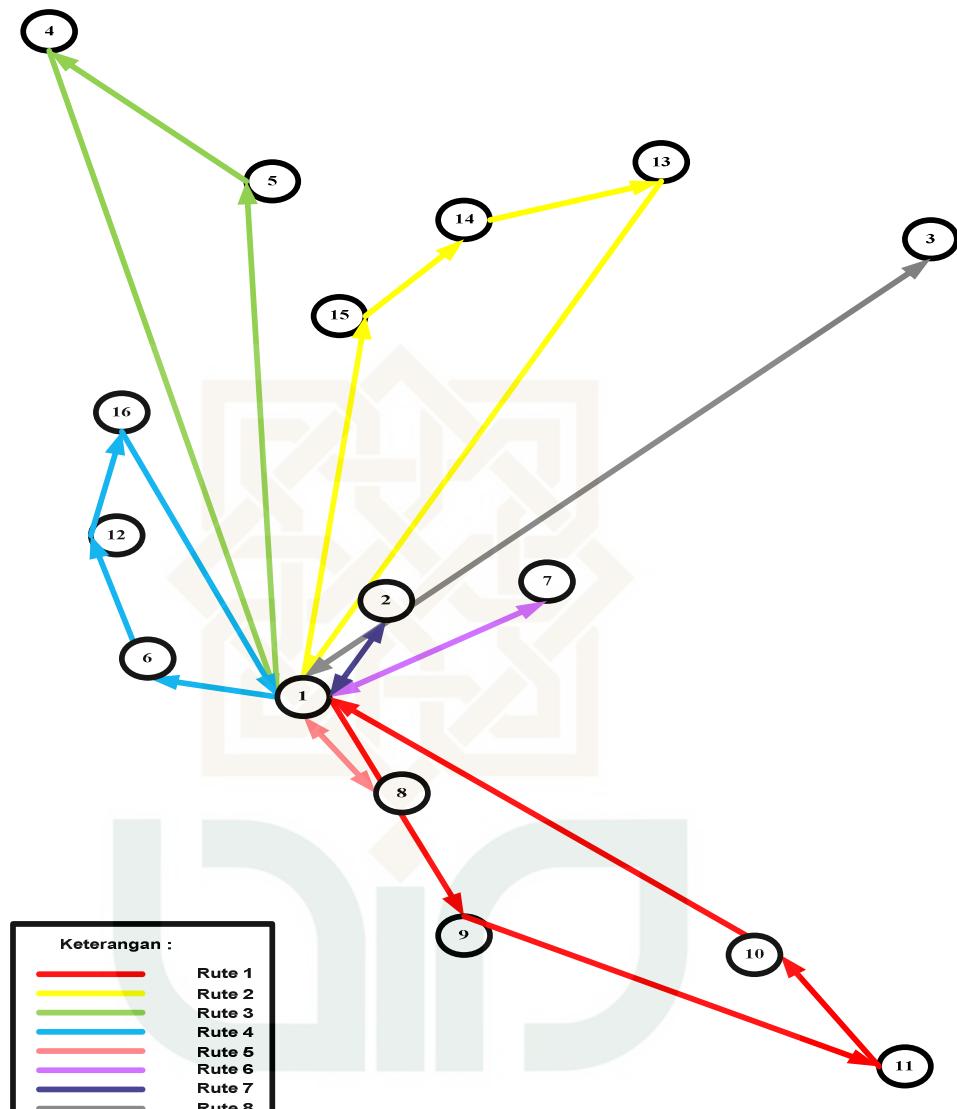
1. Mobil AD 1651 NL (Isbandi dan Sunardi)



2. Mobil AD 1673 YL (Waluyo dan Amin)

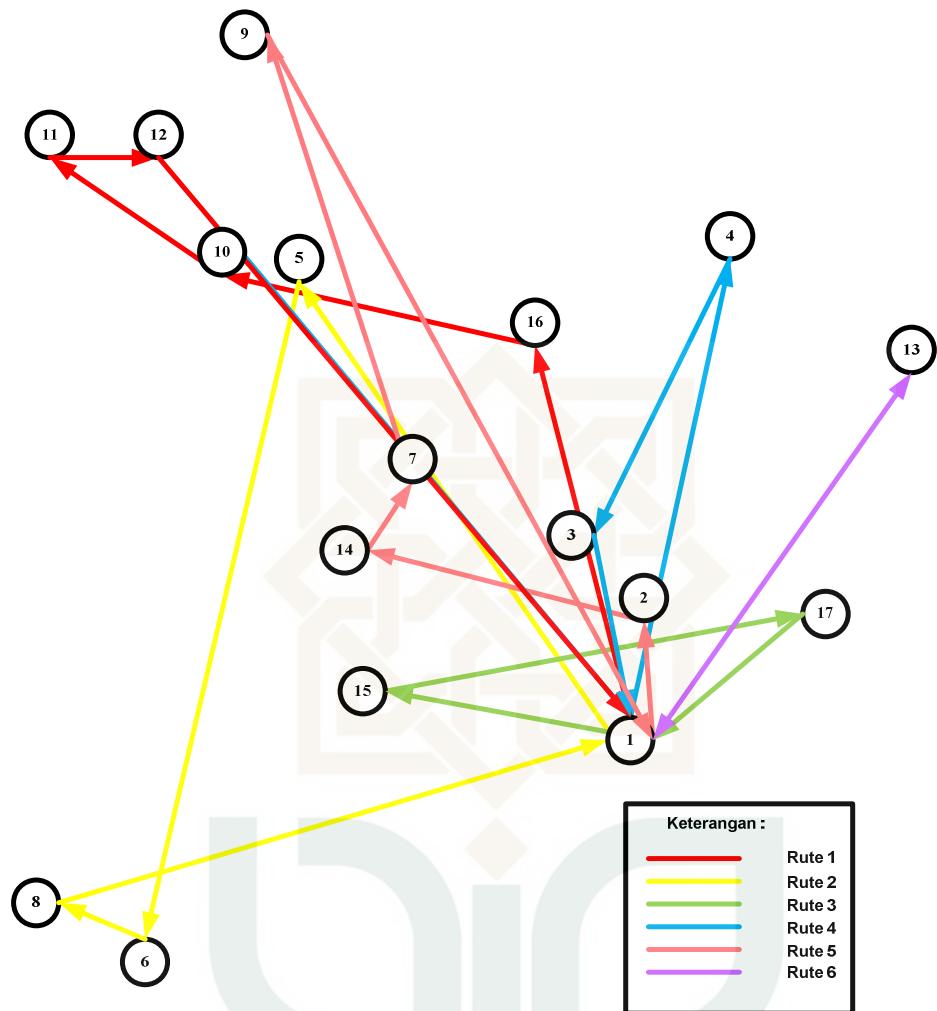


3. Mobil AD 1687 VL (Trigono dan Marjoko)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

4. Mobil AD 1722 TL (Erlya dan Budi Waluyo)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

LAMPIRAN H

Input bahasa CPLEX

```
*****  
* OPL 12.7.1.0 Model  
* Author: Alfi  
* Creation Date: Oct 6, 2017 at 10:54:58 AM  
*****  
//Deklarasi Jenis dan Jumlah Data Titik pangkalan (int = Integer)  
int a=...;  
int vcap=...;  
range pangkalan=1..a;  
  
//Deklarasi Penghubungan pangkalan Satu ke pangkalan Lain <pangkalan i,  
pangkalan j>, dimana i dan j Bernilai Integer  
tuple Deliv {  
    int i;  
    int j;  
}  
  
//Pengaturan Index Hubungan pangkalan di mana Tidak Boleh Ada Indeks i  
dan j yang Bernilai Sama  
setof(Deliv) Deliveries = {<i,j> | i,j in pangkalan : i!=j};  
  
//Import Data Jarak antar Hubungan pangkalan i ke pangkalan j dari File  
Data (Integer)  
float dist[Deliveries]=...;  
int demand[pangkalan]=...;  
  
//Deklarasi Nama dan Jenis Variabel Keputusan x dan u  
dvar boolean x[Deliveries];  
dvar int u[1..a];  
  
//Deklarasi Nama dan Jenis Fungsi Tujuan  
dexpr float TotalDistance = sum(del in Deliveries) dist[del]*x[del];  
minimize TotalDistance;  
  
//Deklarasi Konstrain  
subject to {  
    forall (k in pangkalan : k>1)  
        flow_in:  
            sum (i in pangkalan : i!=k && (i == 1 || ((demand[i] +  
            demand[k]) <= vcap))) x[<i,k>] == 1;  
  
    forall (k in pangkalan : k>1)  
        flow_out:  
            sum (j in pangkalan : j!=k && (j == 1 || ((demand[k] +  
            demand[j]) <= vcap))) x[<k,j>] == 1;  
  
    forall (k in pangkalan : k>1)  
        capacity_bound:  
            demand[k] <= u[k] <= vcap;  
  
    forall (k in pangkalan : k > 1)  
        forall (i in pangkalan : i > 1 && i!=k)
```

```

    pangkalan_route_bounding:
    u[k] >= u[i] + demand[k] - vcap + vcap * (x[<k,i>] + x[<i,k>]) -
(demand[k] + demand[i]) * x[<k,i>];

    forall (k in pangkalan : k!=1)
        first_stop:
        u[k] <= vcap - (vcap - demand[k]) * x[<1,k>];

    forall (k in pangkalan : k>1)
        not_first_stop:
        u[k] >= demand[k] + sum (i in pangkalan : i>1 && i!=k) x[<i,k>]
* demand[i];

};

```



LAMPIRAN I

Susunan perusahaan

1. Daftar Karyawan Perusahaan

No.	Nama	Job Description	Status Karyawan
1.	Aditya Nugroho, SE, MM	Koordinator karyawan	Karyawan PKP-RI dipekerjakan
2.	Tarohman	Bagian Administrasi	Karyawan PKP-RI dipekerjakan
3.	Junedi	Sopir/pengemudi	Karyawan PKP-RI dipekerjakan
4.	Yusman Yusuf	Sopir/pengemudi	Karyawan PKP-RI dipekerjakan
5.	Markjoko	Sopir/pengemudi	Karyawan PKP-RI dipekerjakan
6.	Erlya Purnawanta	Sopir/pengemudi	Karyawan PKP-RI dipekerjakan
7.	Agus Setiawan SE.	Sopir/pengemudi	Harian/kontrak
8.	Sunardi	Pembantu sopir	Harian/kontrak
9.	Sri Katwan	Bagian gudang	Harian/kontrak
10.	Budi Waluyo	Pembantu sopir	Harian/kontrak
11.	Edi Sulistiyyono	Sopir/pengemudi	Harian/kontrak
12.	Tukino	Sopir/pengemudi	Harian/kontrak
13.	Trigono	Sopir/pengemudi	Harian/kontrak
14.	Isbandi	Sopir/pengemudi	Harian/kontrak
15.	Supriyanto	Pembantu sopir	Harian/kontrak
16.	Amin	Pembantu sopir	Harian/kontrak
17.	Waluyo	Sopir/pengemudi	Harian/kontrak
18.	Aditya Arif W.	Bagian administrasi	Harian/kontrak
19.	Catur Susilo N.	Bagian Gudang	Harian/kontrak
20.	Antoni		Harian/kontrak
21.	Jarot		Harian/kontrak

2. Susunan Organisasi Perusahaan

No.	Nama	Jabatan	Alamat
1.	Samiadji, SE,MM	Pendiri	Gumulan, Klaten Tengah
2.	Drs. H. Indradi	Direktur Utama	Jl. Tentara Pelajar No. 8 Klaten
3.	Masduki BchK	Wk. Direktur Utama	Sanggung, Gatak, Sukoharjo
4.	Aditya Nugroho SE, MM.	Wk. Direktur Utama	Gumulan, Klaten Tengah
5.	Drs. Sudiyono	Komisaris	Brajan, Klaten Selatan

3. Kelembagaan

Nama perusahaan: PT. GRAHA GAS NIAGA
Alamat : Dk. Srango Cilik Rt.003/006, Gumulan, Klaten Tengah
Telp (Fax) : (0272) 3350823
Tanggal Berdiri : 16 November 2009
Akte Notaris : No. 10 Tanggal 16 November 2009
Pengesahan : Menteri Hukum dan HAM RI.
No:AHU.58011.AH.01.01 Tahun 2009
Tanggal : 26 November 2009
Daftar Perseroan : No. AHU-0079187-AH 0109 Tahun 2009
Tanggal : 26 November 2009



LAMPIRAN J

Pengolahan Nearest Neighbor

1. Mobil 1

	node	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)
Rute 1	1	4	9.6	10	2.4	11	5.7	12	7.6	1	7.6
		10	11.6	11	7.8	12	8.3				
		11	17	12	10.4						
		12	19.6								
Rute 2		7	2.8	8	8	9	3.7	1	9.9		
		8	7.5	9	10.3						
		9	9.9								
Rute 3		2	2.7								
		3	10.2								
		6	1.7	2	2.5	3	11.2	1	10.2		
				3	9.5						
Rute 4	1	5	11.1	1	11.1						

2. Mobil 2

	node	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)
Rute 1	1	7	16.4	8	1.6	13	9.7	1	16.9
		8	17.6	13					
		13	16.9						
Rute 2	1	4	12.7						
		5	5.3	4	7				
		9	10.7	9	6.9	4	5.7	1	12.7
Rute 3	1	3	19.3						
		12	14.4	3	2.3	1	19.3		
Rute 4	1	2	10.8						
		6	1.5	2	13.3	1	10.8		
Rute 5	1	11	2.9	10	10.8	1	12.6		
		10	12.6						

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

3. Mobil 3

	node	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)
Rute 1	1	3	19.3								
		4	12.7								
		9	10.7	4	5.7	3	7.9	1	19.3		
				3	6						
Rute 2	1	2	10.8	12	8.8	1	14.4				
		12	14.4								
Rute 3	1	7	1.9	2.5	1	2.9					
		11	2.9								
Rute 4	1	5	5.3								
		6	1.5	5	6.6						
		8	2	8	0.65	5	6.2	1	5.3		
Rute 5	1	10	12.6	1	12.6						

4. Mobil 4

	node	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)
Rute 1	1	9	8.7	10	4.5						
		10	12.4	11	4.1	10	1.1	1	12.1		
		11	12.1								
Rute 2	1	13	18.5								
		14	12.4								
		15	7.9	13	11.8						
				14	9.5	13	2.6	1	18.5		
Rute 3	1	4	8.3								
		5	7.2	4	2.8	1	8.3				
Rute 4	1	6	1.1	12	1.1	16	2.7	1	3.9		
		12	1.5	16	3.8						
		16	3.9								
Rute 5	1	8	0.75	1	0.75						
Rute 6	1	7	2	1	2						
Rute 7	1	2	0.4	1	0.4						
Rute 8	1	3	5.8	1	5.8						

5. Mobil 5

	node	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)	node	Jarak (km)
Rute 1	1	10	7.6								
		11	7.9								
		12	9								
		16	2.9	10	6.3	11	0.29	12	1.6	1	9
				11	6.6	12	1.9				
				12	7.8						
Rute 2	1	8	11.8								
		6	12.1								
		5	2.5	8	10.1						
				6	10	8	1.7	1	11.8		
Rute 3	1	17	4.3								
		15	2	17	1.9	1	4.3				
Rute 4	1	4	3.6								
		3	2.4	4	1.8	1	3.6				
Rute 5	1	2	2	7	2						
		7	3.1	9	5.9						
		9	7.3	14	0.85	7	0.8	9	4.6	1	7.3
		14	2.8			9	5				

LAMPIRAN K
Pengolahan Manual Mobil 1

Rute	Demand (tabung)	Jarak (km)	Rute	Demand (tabung)	Jarak (km)	Rute	Demand (tabung)	Jarak (km)
1-2-3-6-1	260	25.1	1-2-3-11-1	250	40.9	1-3-10-9-2-1	270	44.1
1-2-3-9-10-1	270	64	1-2-3-10-1	250	29.1	1-9-2-3-10-1	270	44
1-2-9-8-1	2260	21.6	1-2-3-12-1	240	37.1	1-3-2-10-9-1	270	63.8
1-5-1	216	22.2	1-8-10-11-1	240	47.7	1-3-2-9-10-1	270	60.6
1-6-7-3-1	260	21.9	1-8-10-12-1	240	52.9	1-7-3-6-1	260	22.8
1-3-6-2-1	260	24.9	1-8-11-12-1	260	67.5	1-3-6-7-1	260	23.7
1-6-2-3-1	260	25.6	1-9-8-10-11-1	260	36.8	1-2-8-9-1	260	21.9
1-6-3-2-1	260	23	1-9-8-11-12-1	260	73.6	1-9-2-8-1	260	21.6
1-4-12-10-11-1	260	51	1-9-8-10-12-1	260	59	1-8-2-9-1	260	30.4
1-2-4-10-1	260	15.7	1-4-10-11-12-1	260	54.9	1-8-9-2-1	260	32.6
1-5-11-1	266	45.2	1-5-9-1	236	39.8	1-4-11-10-12-1	260	21.6
1-5-10-1	266	34	1-6-7-9-11-1	230	55.4	1-4-10-11-12-1	260	51
1-5-12-1	266	50.3	1-6-7-9-11-1	230	60.7	1-12-11-10-4-1	260	54.9
1-6-7-9-10-1	230	44.7	1-3-6-2-1	260	24.9	1-12-11-4-10-1	260	59
1-7-8-9-1	260	24.4	1-3-9-10-2-1	270	64	1-11-10-12-4-1	260	41.4
1-7-3-6-1	260	22.8	1-10-8-12-1	240	62	1-11-10-4-12-1	260	55.1
1-6-7-3-1	260	21.9	1-8-12-11-1	240	67.5	1-10-11-12-4-1	260	45.3
1-8-12-10-1	240	52.8	1-12-8-11-1	240	84.8	1-10-12-4-11-1	260	44.7
1-12-8-10-1	240	74.1	1-12-11-8-1	240	67.5	1-6-3-7-1	260	22.8
1-10-12-8-1	240	52.9	1-11-8-12-1	240	84.8	1-7-6-3-1	260	23.7

Rute	Demand (tabung)	Jarak (km)	Rute	Demand (tabung)	Jarak (km)
1-2-10-4-1	260	27.3	1-8-11-10-1	240	47.6
1-10-4-2-1	260	27.3	1-11-10-8-1	240	47.7
1-10-2-4-1	260	44.4	1-11-8-10-1	240	68.9
1-11-5-1	260	45.2	1-10-8-11-1	240	68.9
1-10-5-1	266	34	1-10-11-8-1	240	47.6
1-12-5-1	266	50.3			
1-6-9-7-10-1	266	43.7			
1-6-10-7-9-1	230	42.6			
1-6-10-9-7-1	230	45.4			
1-7-9-10-6-1	230	45.4			
1-8-9-7-1	230	24.3			
1-8-7-9-1	260	35.7			
1-9-7-8-1	260	35.7			
1-9-8-7-1	260	24.4			
1-2-11-3-1	260	40.9			
1-3-2-11-1	250	56.4			
1-3-11-2-1	250	40.9			
1-2-10-3-1	250	29.1			
1-3-2-10-1	250	36.1			
1-3-10-2-1	250	29.1			
1-2-12-3-1	250	46.1			
1-3-12-2-1	250	46.1			

CURRICULUM VITAE



Nama	: Alfi Widyasari
Tempat, Tanggal Lahir	: Klaten, 19 Mei 1995
Alamat	: Tempel, Rt.02 Rw. 05, Geneng, Prambanan, Klaten
Alamat Email	: alfiwidya22@gmail.com
Telepon	: 082 138 096 230
Jenis Kelamin	: Perempuan
Agama	: Islam
Status	: Belum menikah
Kesehatan	: Baik
Kewarganegaraan	: Indonesia
DATA PENDIDIKAN	
SD	: SD Negeri 2 Pandansimping
SMP	: SMP Negeri 1 Klaten
SMA	: SMA Negeri 1 Klaten
Perguruan Tinggi	: UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Fakultas / Jurusan	: Sains dan Teknologi / Teknik Industri
Konsentrasi	: Komputasi