

SKRIPSI

**PERBAIKAN RUTE DISTRIBUSI ES KRISTAL
MENGGUNAKAN METODESWEEP DENGAN
ALGORITMANEAREST NEIGHBOUR
(Studi Kasus di PT. Eskimo Perdana Niaga)**



**Disusun oleh :
ARIF RAHMAWAN JATI
13130087E**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2017**

SKRIPSI

PERBAIKAN RUTE DISTRIBUSI ES KRISTAL MENGGUNAKAN METODESWEEP DENGAN ALGORITMANEAREST NEIGHBOUR (Studi Kasus di PT. Eskimo Perdana Niaga)

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Sarjana
Teknik**



**Disusun oleh :
ARIF RAHMAWAN JATI
13130087E**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

PERBAIKAN RUTE DISTRIBUSI ES KRISTAL MENGGUNAKAN METODE SWEEP DENGAN ALGORITMA NEAREST NEIGHBOUR (Studi Kasus PT.Eskimo Perdana Niaga)

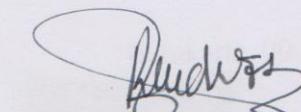
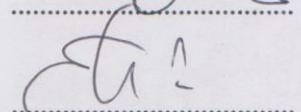
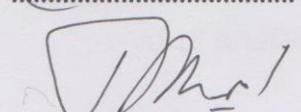
Disusun Oleh :

Nama : ARIF RAHMAWAN JATI
NIM : 13130087E

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan di sahkan
pada tanggal :.....

Penguji :

1. Ir. Rosleini Ria Putri Z. MT
NIS : 01200903162131
2. Erni Suparti, ST.,MT
NIS : 01201109162145


.....

.....

.....

.....

Pembimbing :

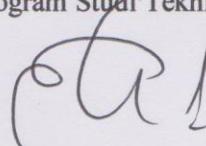
1. Bagus Ismail Adi W. ST., MT
NIS : 01200807161128
2. Ida Giyanti. ST., MT
NIS : 01201503162191

Mengetahui


Dekan Fakultas Teknik

Petrus Darmawan, ST.,MT
NIS : 01199905141068

Ketua Program Studi Teknik Industri


Erni Suparti., ST, MT
NIS : 01201109162145

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 09 Agustus 2017



ARIF RAHMAWAN JATI

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk :

Allah SWT , yang selalu memberikan kesehatan, kemudahan dan kelancaran
dalam penggeraan skripsi

Bapakku Sayudi dan ibuku Sri Mulyani yang telah mendoakan, menyemangati
serta memberikan nasehat

Keluarga besarku yang selalu memberi kasih sayang, semangat dan doa
kepadaku

Dosen Teknik Industri yang memberikan pengarahan selama perkuliahan

Bolo kenthel Teknik Industri angkatan 2013 (Om Franky, Frisma, Mail, Angga,
Dika, Aditya, Rizka, Anggi, Helen, Ocik)

Teman-teman S1 Teknik Industri semua angkatan dan teman-teman Fakultas
Teknik

Teman-temanku dan sahabatku yang secara langsung maupun tidak langsung
memberikan doa dan semangat

MOTTO

*Ketika kamu sukses, ingatlah siapa dirimu yang dulu, dirimu
yang sekarang, dan yang menjadikan mu sukses
(orang tuaku)*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan Perbaikan Rute Distribusi Es Kristal Menggunakan *Metode Sweep dengan Algoritma Nearest Neighbour* ini tanpa ada halangan.

Selama penulisan Laporan Tugas Akhir ini tidak akan berjalan lancar tanpa dukungan, bimbingan, dan bantuan baik material maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Petrus Darmawan., ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Ibu Erni Suparti., ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Setia Budi.
3. Bagus Ismail Adi W. ST., MT dan Ida Giyanti. ST., MT, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan selama penulisan Laporan Tugas Akhir.
4. Dosen pengajar dan Staff Program studi S1 Teknik Industri Universitas Setia Budi Surakarta
5. Manager PT.Eskimo yang telah mengizinkan penulis melaksanakan Penelitian.
6. Keluarga tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, semangat, doa dan segalanya bagi penulis
7. Seluruh teman – teman Teknik Industri Universitas Setia Budi Surakarta.
8. Serta semua pihak yang yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna, maka kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan dimasa mendatang. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak – pihak yang berkepentingan.

Surakarta, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SAMPUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Asumsi.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Distribusi dan Transportasi	5
2.2 Jaringan Distribusi.....	6
2.3 <i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i>	7
2.3 Metode <i>Sweep</i>	11
2.4 <i>AlgoritmaNearest Neighbour</i>	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	17
3.2 Kerangka Pikir.....	18
3.3 Studi Lapangan.....	19
3.4 Studi Pustaka.....	19
3.5 Perumusan Masalah.....	19

3.6 Pengumpulan Data	19
3.6.1 Sumber Data.....	19
3.6.2 Cara Pengumpulan Data.....	19
3.6.3 Data yang Dibutuhkan.....	20
3.7 Pengolahan Data.....	20
3.8 Analisis Data	20
3.9 Kesimpulan dan Saran.....	20
BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Pengumpulan Data	21
4.1.1 Data Pelanggan.....	21
4.1.2 Data Kendaraan Transportasi	24
4.1.3 Data Rute Awal Distribusi	25
4.1.4 Data Biaya.....	27
4.2 Pengolahan Data.....	27
4.2.1 Pengelompokan <i>Pelanggan</i> dengan Metode <i>Sweep</i>	28
4.2.2 Penentuan Rute Masing-Masing Cluster Dengan Algoritma <i>Nearest Neighbour</i>	39
4.2.3 Hasil Perhitungan	64
4.2.4 Perhitungan Biaya Distribusi	67
4.2.4.1 Perhitungan Biaya Bahan Bakar Rute Awal	67
4.2.4.2 Perhitungan Biaya Bahan Bakar Rute Usulan	68
4.3 Analisis Perbandingan Hasil	69
4.4 Pembahasan	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	74
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Contoh VRP dengan 3 kendaraan	8
Gambar 2 Diagram alir metode <i>sweep</i>	13
Gambar 3 Contoh algoritma <i>nearest neighbour</i>	15
Gambar 4 Alur algoritma <i>nearest neighbour</i>	16
Gambar 5 Alur <i>flowchart</i> penelitian	18
Gambar 6 Rute awal tur 1	26
Gambar 7 Rute awal tur 2	26
Gambar 8 Rute awal tur 3	26
Gambar 9 Lokasi depot pada titik pusat (0,0)	28
Gambar 10 Lokasi koordinat depot dan pelanggan	29
Gambar 11 Sudut polar depot dan pelanggan	29
Gambar 12 Rute tur pertama	49
Gambar 13 Rute tur kedua	56
Gambar 14 Rute tur ketiga	64
Gambar 15 Rute usulan tur 1	65
Gambar 16 Rute usulan tur 2	66
Gambar 17 Rute usulan tur 3	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Realisasi jadwal kegiatan	17
Tabel 2 Data pelanggan tur 1	22
Tabel 3 Data pelanggan tur 2	23
Tabel 4 Data pelanggan tur 3	24
Tabel 6 Rute awal distribusi.....	25
Tabel 7 Koordinat dan sudut polar.....	30
Tabel 8 Urutan Sudut Polar.....	33
Tabel 9 Pembagian <i>cluster</i>	36
Tabel 10 Hasil perhitungan	65
Tabel 11 Rekapitulasi biaya bahan bakar.....	68
Tabel 12 Perbandingan hasil satu kali pengiriman	69
Tabel 13 Penghematan biaya distribusi.....	69

INTISARI

PERBAIKAN RUTE DISTRIBUSI ES KRISTAL MENGGUNAKAN METODE SWEEP DENGAN ALGORITMA NEAREST NEIGHBOUR (Studi Kasus PT.Eskimo Perdana Niaga)

Oleh

Arif Rahmawan Jati
13130087E

PT.Eskimo merupakan perusahaan penghasil es kristal yang berlokasi di Jati Beduk Wonogiri. Perusahaan memiliki tiga mobil yang digunakan dalam proses pendistribusian es kristal di wilayah Wonogiri, dan masing-masing mobil hanya mampu mengangkut maksimal 120 kantong plastik es kristal. Permasalahan yang dihadapi perusahaan saat ini adalah dalam hal penentuan rute distribusi yang belum efisien karena belum tepatnya pembagian wilayah pelanggan yaitu dalam satu wilayah ada yang di kunjungi oleh ketiga mobil maka penulis tertarik untuk melakukan perbaikan rute distribusi.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan rute distribusi es kristal yang optimal untuk meminimalkan jarak tempuh sehingga dapat meminimasi biaya distribusi pada PT.Eskimo yang diolah menggunakan Metode *Sweep* dengan Algoritma *Nearest Neighbour*.

Penerapan metode *sweep* dengan algoritma *Nearest Neighbour* mampu meminimasi jarak tempuh dalam distribusi es kristal di PT.Eskimo. Jarak tempuh dalam sekali pengiriman rute awal adalah 80,52 Km dapat diminimasi menjadi 70,36 Km dengan selisih jarak 10,16 Km. Konsumsi bahan bakar rute awal 8,6 liter dapat diminimasi menjadi 7,51 liter. Total biaya distribusi rute awal dalam satu tahun adalah Rp 166.633.200 dan biaya distribusi rute usulan dalam satu tahun adalah Rp 160.570.620. Penghematan biaya distribusi dalam satu tahun mencapai Rp 6.062.580.

Kata kunci : Distribusi, Metode *Nearest Neighbour*, Metode *Sweep*, *Vehicle Routing Problem*

ABSTRACT

**IMPROVEMENT OF CRYSTAL ICE DISTRIBUTION ROUTE USING
SWEEP METHOD WITH NEAREST NEIGHBOUR ALGORITHM
(in PT.Eskimo Perdana Niaga)**

by

Arif Rahmawan Jati
13130087E

PT.Eskimo is a crystal ice producer company located in Jati Beduk Wonogiri. The company has three cars used in the process of distributing ice crystals in the Wonogiri region, and each car is only capable of carrying a maximum of 120 bags of crystal ice plastic. The high demand and the number of customers then the company must be smart in managing the division of territory and distribution channels. The problem faced by the company today is in the determination of the distribution route that has not been efficient because it is not exactly the division of customer area that is in one region there are visited by the three cars so the authors are interested to make improvements to the distribution route.

The purpose of this study is to determine the optimal route of crystal ice distribution to minimize the mileage so that it can minimize distribution cost at PT.Eskimo which is processed using Sweep Method with Nearest Neighbour Algorithm.

Implementation of sweep method with Nearest Neighbour algorithm able to minimize the distance in crystal ice distribution in PT.Eskimo. Distance in one shipment of the initial route is 80,52 Km can be minimized to 70,36 km with a distance difference of 10,16 Km. The initial fuel consumption of the 8,6-liter route can be minimized to 7,51 liters. Total initial route distribution cost in one year is Rp 166.633.200 and distribution cost of proposed route in one year is Rp 160.570.620. The cost savings of distribution within one year reached Rp 6.062.580.

Keyword : Distribution, Nearest Neighbour Method, Sweep Method, Vehicle Routing Problem

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distribusi merupakan salah satu faktor penting bagi perusahaan untuk dapat melakukan pengiriman produk secara tepat kepada pelanggan. Pengiriman produk kepada pelanggan harus memiliki rute yang tepat, sehingga pelanggan yang akan dikunjungi menerima produk dalam kondisi baik dan sesuai dengan batas waktu permintaan.

PT.Eskimo merupakan perusahaan penghasil es kristal yang berlokasi di Jati Beduk Wonogiri. Perusahaan memiliki tiga mobil yang digunakan dalam proses pendistribusian es kristal di wilayah Wonogiri, dan masing-masing mobil hanya mampu mengangkut maksimal 120 kantong plastik es kristal.Besarnya permintaan pelanggan terhadap es kristal mengharuskan setiap pengiriman yang dilakukan harus tepat waktu agar tidak terjadi keterlambatan disetiap pengiriman yang dilakukan.Pelanggan dalam satu tur dilayani oleh satu kendaraan, denganjam kerja selama 8 jam, masing-masing kendaraan dibatasi oleh waktu cair es selama 7 jam.

Secara garis besar lokasi pelanggan dibagi menjadi 3 wilayah yaitu (Wonogiri 1, Wonogiri 2 dan Wonogiri 3), yang masing-masing wilayah memiliki permintaan tetap. Tingginya permintaan dan banyaknya pelanggan maka perusahaan harus mampu mengatur pembagian wilayah serta jalur distribusi. Permasalahan yang dihadapi perusahaan saat ini adalah dalam hal penentuan rute distribusi yang belum efisien karena belum tepatnya pembagian wilayah pelanggan

yaitu dalam satu wilayah ada yang dikunjungi oleh ketiga mobil maka perlu dilakukan perbaikan rute distribusi.

Berdasarkan permasalahan diatas agar pengiriman menjadi lebih efisien, maka perlu dilakukan perbaikan rute distribusi. Dalam perbaikan rute distribusi digunakan Metode *Sweep* dengan Algoritma *Nearest Neighbour*. Dipilih metode tersebut karena dalam perhitungannya sangat akurat dan sederhana selain itu algoritma tersebut dalam pemecahan masalah sangat efektif, menghasilkan kualitas yang layak dan mudah untuk diimplementasikan.

1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana rute distribusi es kristal yang optimal untuk meminimalkan jarak tempuh di PT.Eskimo Perdana Niaga ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menentukan rute distribusi es kristal yang optimal untuk meminimalkan jarak tempuh sehingga dapat meminimasi biaya distribusi pada PT.Eskimo menggunakan Metode *Sweep* dengan Algoritma *Nearest Neighbour*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian diantaranya adalah :

1. Bagi PT.Eskimo

Memberikan rekomendasi bagi perusahaan dalam menentukan rute distribusi yang efisien.

2. Bagi Pembaca

Menambah wawasan yang berhubungan dengan pendistribusian produk dengan Metode *Sweep* dan Algoritma *Nearest Neighbour*.

1.5 Batasan Masalah

Beberapa batasan yang akan digunakan adalah :

1. Penelitian ini menggunakan data permintaan yang diperoleh pada bulan April 2017.
2. Biaya distribusi yang dipertimbangkan adalah biaya langsung yaitu biaya bahan bakar dan biaya SDM (kernet dan sopir) dan biaya parkir.
3. Pengiriman satu hari sebanyak tiga kali berdasarkan data pabrik.

1.6 Asumsi

Dalam penelitian ini digunakan beberapa asumsi-asumsi dasar antara lain :

1. Lalu lintas dalam keadaan normal.
2. Kendaraan dalam kondisi baik.

1.7 Sistematika Penulisan

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dilakukan dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan praktik kerja lapangan, manfaat, asumsi, dan sistematika penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan tentang teori-teori dan konsep-konsep yang digunakan dalam memecahkan masalah-masalah yang ada.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang langkah-langkah dalam menyelesaikan masalah secara umum.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini membahas tentang pengumpulan data serta pengolahan data yang di gunakan dalam penelitian serta analisisnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengolahan data dan memberikan saran perbaikan yang mungkin bisa dilakukan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Distribusi dan Transportasi

Distribusi adalah suatu kegiatan untuk memindahkan produk dari pihak supplier kepada pihak pelanggan dalam suatu *supply chain*. Distribusi merupakan suatu kunci dari keuntungan yang akan diperoleh perusahaan karena distribusi secara langsung akan mempengaruhi biaya dari *supply chain* dan kebutuhan pelanggan. Jaringan distribusi yang tepat dapat digunakan untuk mencapai berbagai macam tujuan dari *supply chain*, mulai dari biaya yang rendah sampai respon yang tinggi terhadap permintaan pelanggan. Transportasi merupakan salah satu komponen penting dalam logistik karena transportasi merupakan proses pemindahan barang dari satu titik ke titik lainnya dalam suatu rantai distribusi (Chopra dan Meidl, 2007).

Menurut Pujawan dan Mahendrawathi (2010) manajemen distribusi dan transportasi pada umumnya melakukan sejumlah fungsi dasar yaitu melakukan segmentasi dan menentukan target *service level*, menentukan mode transportasi yang akan digunakan, melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman, melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman, memberikan pelayanan nilai tambah, menyimpan persediaan, dan menangani pengembalian.

2.2 Jaringan Distribusi

Jaringan distibusi berkaitan dengan pemenuhan dari kebutuhan pelanggan dan biaya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Oleh sebab itu, perusahaan harus dapat mengestimasi jumlah kebutuhan atau permintaan pelanggan dalam suatu jaringan distribusi. Karena pemenuhan akan kebutuhan pelanggan akan mempengaruhi pendapatan perusahaan lewat biaya yang ditimbulkan dari suatu jaringan pengiriman.

Distribusi dipengaruhi oleh beberapa faktor struktur penyusun jaringan distribusi yang dapat mengakibatkan tercapainya pelayanan yang baik untuk pelanggan. Faktor tersebut antara lain (Chopra and Meidl, 2007):

1. *Response time*: Berkaitan dengan waktu yang diperlukan agar produk dapat sampai pada pelanggan. Apabila terjadi keterlambatan pada proses pengiriman maka pelanggan akan beralih ke produk lain. Dengan demikian jaringan distribusi harus cepat merespon keadaan pasar yang bisa berubah-ubah setiap saat.
2. *Product variety*: Banyaknya jenis produk yang ditawarkan oleh saluran distribusi tersebut, ketika jenis produk yang ditawarkan banyak maka saluran distribusi akan lebih rumit dan membutuhkan alat kontrol lain untuk mendapatkan biaya yang efisien.
3. *Product availability*: Ketersediaan akan produk tersebut ketika permintaan pasar lebih tinggi dari permintaan yang telah diperkirakan. Hal ini biasanya terjadi pada waktu tertentu, contohnya adalah untuk produk yang memiliki permintaan yang tinggi pada saat hari besar agama ataupun tahun

baru (misalnya pada saat lebaran, orang banyak memerlukan mukena, sarung, dan baju baru). Peramalan tentang peningkatan penjualan sangat penting untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal dengan waktu yang terbatas.

4. *Costumer experience*: Kemudahan pelanggan mendapatkan produk dan menggunakan produk tersebut. Sebagai contoh jika produk dikategorikan sebagai produk konsumsi, maka permintaan pasar akan produk tersebut dalam kapasitas atau volume yang banyak.
5. *Time to market*: Waktu yang dibutuhkan pasar untuk bisa menerima dan merespon produk tersebut, ketika adanya produk baru. Saluran atau jaringan distribusi harus memperhitungkan masalah ini karena jika peramalan akan terserapnya produk baru meleset jauh, maka produk tersebut bia

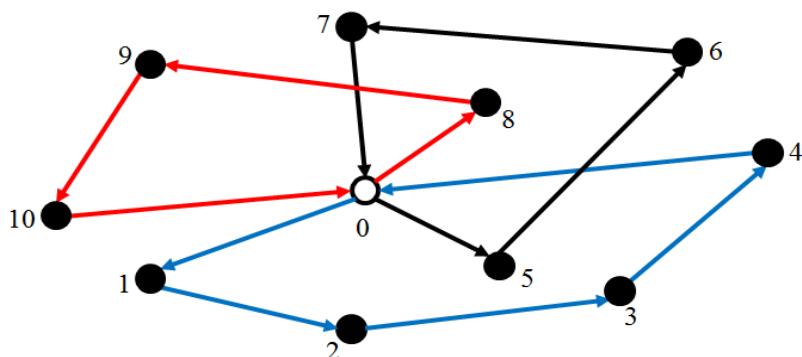
2.3Vehicle Routing Problem (VRP)

Vehicle routing problem(VRP)merupakan suatu permasalahan yang berfokus pada pendistribusian barang dari depot (gudang) perusahaan kepada pelanggannya. VRP adalah masalah penentuan rute kendaraan dalam mendistribusikan barang dari tempat produksi yang dinamakan depot ke pelanggan dengan tujuan meminimumkan total jarak tempuh kendaraan. Selain dapat meminimumkan jarak tempuh kendaraan, VRP juga bertujuan meminimumkan biaya transportasi dan waktu tempuh kendaraan yang digunakan. Permasalahan VRP erat kaitannya dengan pendistribusian produk atau barang antara depot dengan pelanggan. Depot digambarkan sebagai gudang atau tempat

keluar dan kembalinya kendaraan yang digunakan untuk mendistribusikan barang/produk tersebut kepada pelanggan (Toth dan Vigo, 2002).

VRP pertama kali diteliti oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959 dalam kasus penjadwalan kendaraan dan penentuan rutenya. Pada tahun 1964, Clarke dan Wright melanjutkan penelitian tersebut dengan memperkenalkan istilah depot sebagai tempat keberangkatan dan kembalinya kendaraan. Semenjak saat itu penelitian tentang VRP terus berkembang dalam dunia perindustrian, khususnya dalam penentuan rute pendistribusian barang. Selain itu, permasalahan VRP dapat diaplikasikan dalam masalah sistem transportasi sehari-hari, misalnya untuk perencanaan rute angkutan umum, rute kendaraan pengumpul sampah, rute pembersihan jalan, dan lain sebagainya.

Pada Gambar 1, simpul 0 menyatakan depot, simpul 1, 2, 3, dan 4 menyatakan pelanggan yang dilalui oleh kendaraan 1, simpul 5, 6, dan 7 menyatakan pelanggan yang dilalui oleh kendaraan 2, sedangkan simpul 8, 9, dan 10 menyatakan pelanggan yang dilalui oleh kendaraan 3.



Gambar 1 Contoh VRP dengan 3 kendaraan (Putra, 2014)

Suprayogi (2003) memberikan beberapa contoh variasi dari VRP, antara lain:

1. *VRP with multiple trips*

Karakteristik dari variasi VRP ini adalah satu kendaraan dapat melakukan lebih dari satu rute untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

2. *VRP with time window*

Setiap pelanggan mempunyai rentang waktu pelayanan yaitu pelayanan harus dilakukan pada rentang time window masing-masing pelanggan.

3. *VRP with split deliveries*

Pada VRP standar, setiap pelanggan hanya dikunjungi satu kali oleh satu kendaraan. VRP with split deliveries adalah permasalahan VRP yang memperbolehkan pelanggan dikunjungi lebih dari satu kendaraan.

4. *VRP with multiple products*

Karakteristik dari variasi VRP ini adalah permintaan pelanggan lebih dari satu produk. Pada umumnya, VRP bentuk ini juga melibatkan kendaraan dengan multi-compartments.

5. *Periode VRP*

Pada kenyataannya, permintaan pelanggan dapat terjadi dalam waktu beberapa hari selama misalnya satu minggu. VRP bentuk ini juga mencakup permasalahan penentuan hari kunjungan pelanggan dalam jangka waktu satu minggu tersebut.

6. VRP *with delivery* dan *pick-up*

Pelanggan dibagi menjadi dua bagian yaitu pelanggan linehaul dan pelanggan backhaul. Pelanggan linehaul diprioritaskan daripada pelanggan backhaul. Untuk permasalahan yang mencakup situasi pengangkutan (pickup) dan pengiriman (*delivery*) sekaligus pada tiap pelanggan.

7. VRP *with multiple depots*

Setiap pelanggan mendapatkan produk yang diantar dengan salah satu kendaraan dari salah satu depot dan setiap kendaraan berangkat pertama kali dari depot dan berakhir di depot.

Seiring dengan perkembangan dunia industri maka sejak saat itu perkembangan mengenai VRP terus berkembang karena memegang peranan yang penting dalam proses pendistribusian dalam dunia industri. Secara ringkas, berikut ini merupakan karakteristik dari permasalahan VRP:

1. Perjalanan kendaraan berawal dan berakhir dari dan ke depot awal.
2. Ada sejumlah tempat yang semuanya harus dikunjungi dan dipenuhi permintaannya tepat satu kali.
3. Jika kapasitas kendaraan sudah terpakai dan tidak dapat melayani tempat berikutnya, kendaraan dapat kembali ke depot untuk memenuhi kapasitas kendaraan dan melayani tempat berikutnya.
4. Tujuan dari permasalahan ini adalah meminimumkan total jarak yang ditempuh kendaraan dengan mengatur urut-urutan tempat yang harus dikunjungi beserta kapan kembalinya kendaraan untuk mengisi kapasitasnya lagi.

Menurut Toth dan Vigo (2002) terdapat empat tujuan umum VRP, yaitu:

1. Meminimalkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan.
2. Meminimalkan jumlah kendaraan (atau pengemudi) yang dibutuhkan untuk melayani semua pelanggan.
3. Menyeimbangkan rute, untuk waktu perjalanan dan muatan kendaraan.
4. Meminimalkan penalti akibat service yang kurang memuaskan dari pelanggan.

2.3 Metode *Sweep*

Ballou(2005) mengatakan bahwa metode *sweep* adalah metode yang sederhana dalam perhitungannya, bahkan untuk memecahkan masalah yang cukup besar. Pada beragam permasalahan keakuratan metode ini rata-rata kesalahan perhitungannya adalah sebesar 10 persen. Keakuratan metode ini adalah pada cara pembuatan jalur rutenya. Dalam menyelesaikan model VRP dengan metode *Sweep* diperlukan dua tahapan proses yaitu pengelompokan (clustering) dilanjutkan dengan pembentukan rute.

1. Tahap Pengelompokan (*clustering*)

Langkah – langkah pada tahap pengelompokan sebagai berikut :

- a. Menggambar masing-masing agen dalam koordinat kartesius dan menetapkan lokasi depot sebagai pusat koordinat.
- b. Menentukan semua koordinat polar dari masing-masing agen yang berhubungan dengan depot.

Langkah untuk mengubah koordinat kartesius (x , y) menjadi koordinat polar (r , θ) adalah sebagai berikut :

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \dots \quad (2.1)$$

Keterangan :

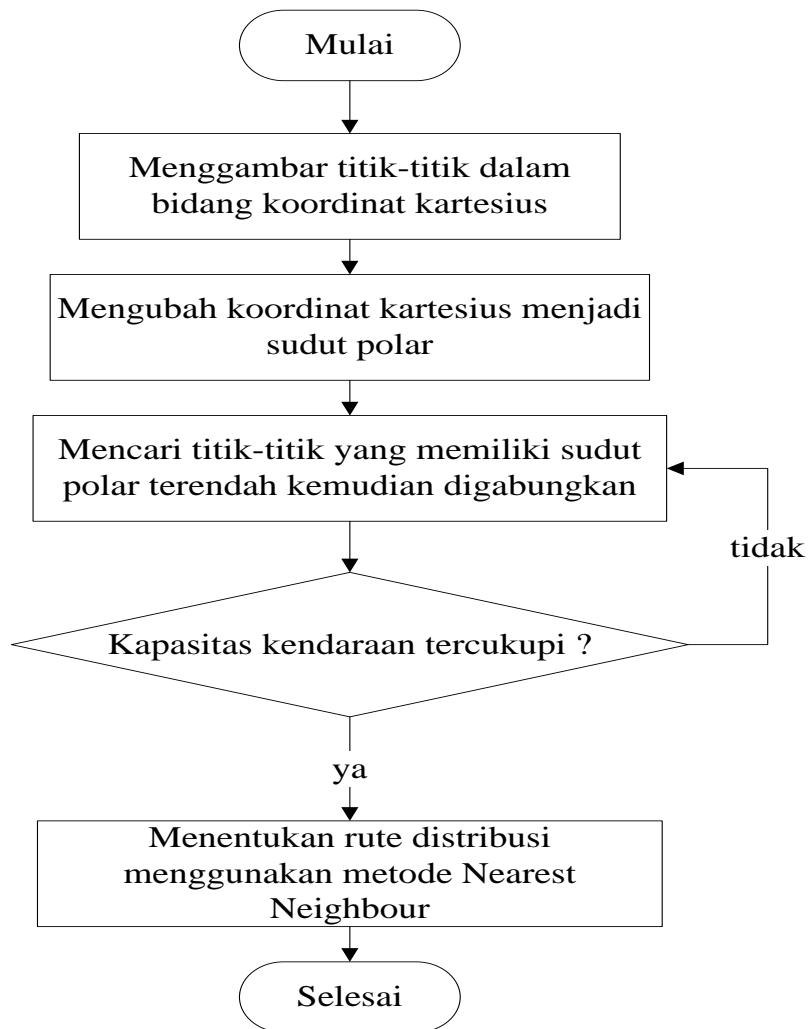
r = jarak

θ = sudut

- c. Melakukan pengelompokan (*clustering*) dimulai dari agen yang memiliki sudut polar terkecil dan seterusnya berurutan sampai agen yang memiliki sudut polar terbesar dengan memperhatikan kapasitas kendaraan.
 - d. Memastikan semua agen “tersapu” dalam cluster saat ini.
 - e. Pengelompokan dihentikan ketika dalam satu cluster akan melebihi kapasitas maksimal kendaraan.
 - f. Membuat cluster baru dengan langkah yang sama seperti langkah 3 dimulai dari agen yang memiliki sudut polar terkecil yang belum termasuk dalam cluster sebelumnya (agen yang terakhir ditinggalkan).
 - g. Mengulangi langkah c - f, sampai semua agen telah dimasukkan dalam sebuah cluster.

2. Tahap Pembentukan Rute

Pada tahap pembentukan rute, masing-masing cluster yang telah diperoleh pada tahapan sebelumnya akan diselesaikan dengan menggunakan *AlgoritmaNearest Neighbour* sehingga dapat diperoleh urutan rute perjalanan dari masing-masing cluster.



Gambar 2Diagram alir metode *sweep*(Cahyaningsih, Sari dan Hernawati, 2015)

2.4 Algoritma *Nearest Neighbour*

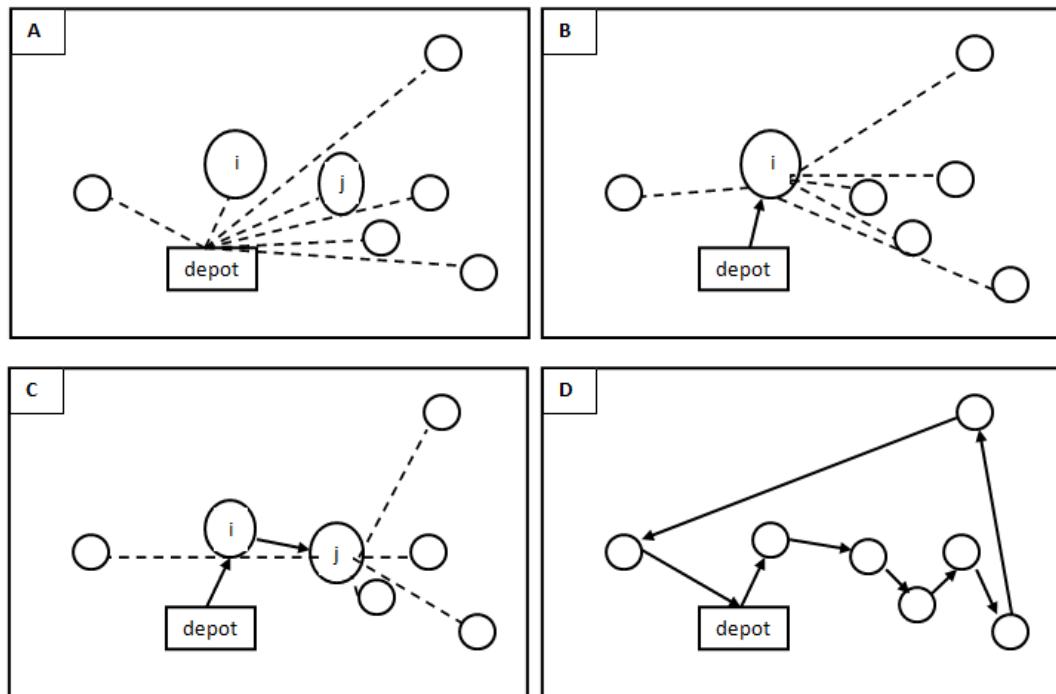
Algoritma *Nearest Neighbour* merupakan salah satu metode heuristik, solusi yang dihadapi dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* sebatas pendekatan untuk mencari rute yang terbaik. Penggunaan algoritma *Nearest Neighbour* membuat efektif dalam penerapannya yaitu dengan mencari pelanggan yang dilayani berdasarkan jarak terdekat dari titik terakhir kendaraan untuk selanjutnya dilakukan pendistribusian (Pujawan, 2005). Algoritma tersebut merupakan teknik pemecahan VRP yang sangat efektif, berjalan cepat, dan biasanya menghasilkan kualitas yang cukup layak, *Nearest Neighbour* merupakan algoritma yang mudah untuk diimplementasikan dan mudah untuk dieksekusi, tetapi tidak menjamin solusi yang dihasilkan optimal.

Algoritma *Nearest Neighbour* adalah sebagai berikut :

1. Inisialisasi : berawal dari gudang, kemudian mencari lokasi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terpendek dari gudang sebagai lokasi pertama.
2. Lanjutkan ke lokasi lain yang memiliki jarak terdekat dari lokasi yang terpilih sebelumnya dan jumlah pengiriman tidak melebihi kapasitas kendaraan.
 - a. Apabila ada lokasi yang terpilih sebagai lokasi berikutnya dan terdapat sisa kapasitas kendaraan, kembali ke langkah (2).
 - b. Bila kendaraan tidak memiliki sisa kapasitas, kembali ke langkah (1).
 - c. Bila tidak ada lokasi yang terpilih karena jumlah pengiriman melebihi kapasitas kendaraan, maka kembali ke langkah (1). Dimulai lagi dari

gudang dan mengunjungi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terdekat.

3. Bila semua pelanggan telah dikunjungi tepat satu kali maka algoritma berakhir.

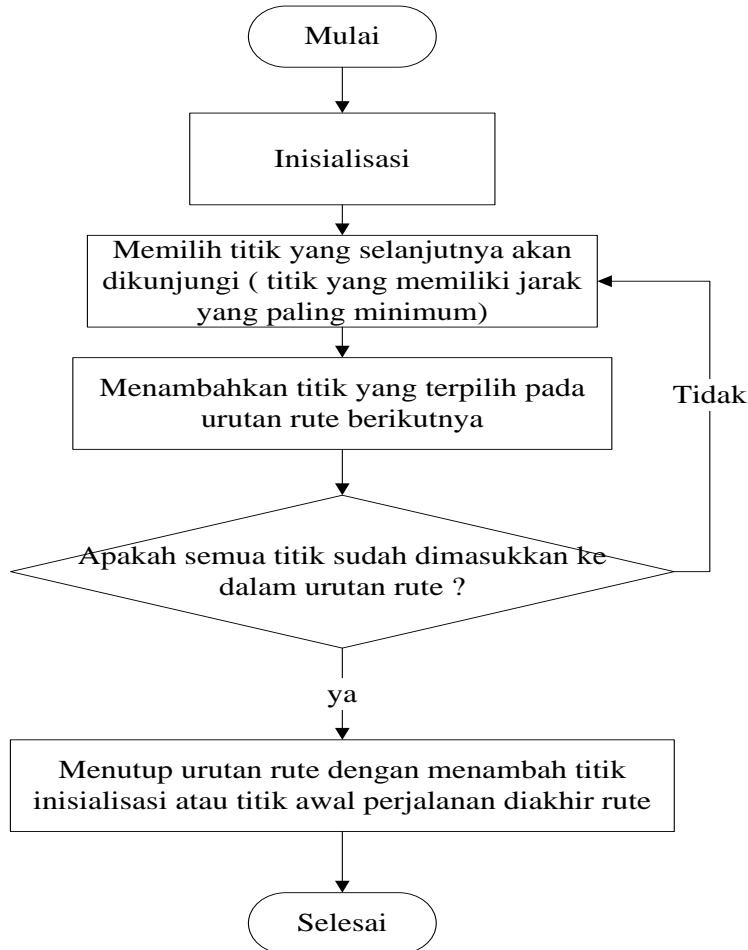


Gambar 3Contoh algoritma *nearest neighbour*

Contoh gambar diatas, berawal dari depot mencari jarak ke semua toko yang akan dikunjungi seperti Gambar (A). Kunjungan berikutnya setelah depot adalah pelanggan yang terdekat dengan depot yaitu pelanggan *i* seperti Gambar (B), dilanjutkan dengan pelanggan berikutnya yang terdekat dengan pelanggan *i*, yaitu pelanggan *j* seperti Gambar (C). jika semua pelanggan telah dikunjungi , maka kembali lagi ke depot seperti Gambar (D).

Prosedur metode *Nearest Neighbour* adalah sebagai berikut:

1. Dimulai dengan titik awal (depot), lanjutkan ke langkah 2.
2. Mencari titik terdekat dari titik awal, kemudian hubungkan titik tersebut, lanjut ke langkah 3.
3. Ulangi prosedur 2 sampai semua titik terkunjungi, dan lanjut ke langkah 4.
4. Menghubungkan titik pertama dengan terakhir untuk melengkapi tur, prosedur selesai.



Gambar 4Alur algoritma *nearest neighbour* (Cahyaningsih, Sari dan Hernawati, 2015)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di PT.Eskimo Perdana Niaga Wonogiri.

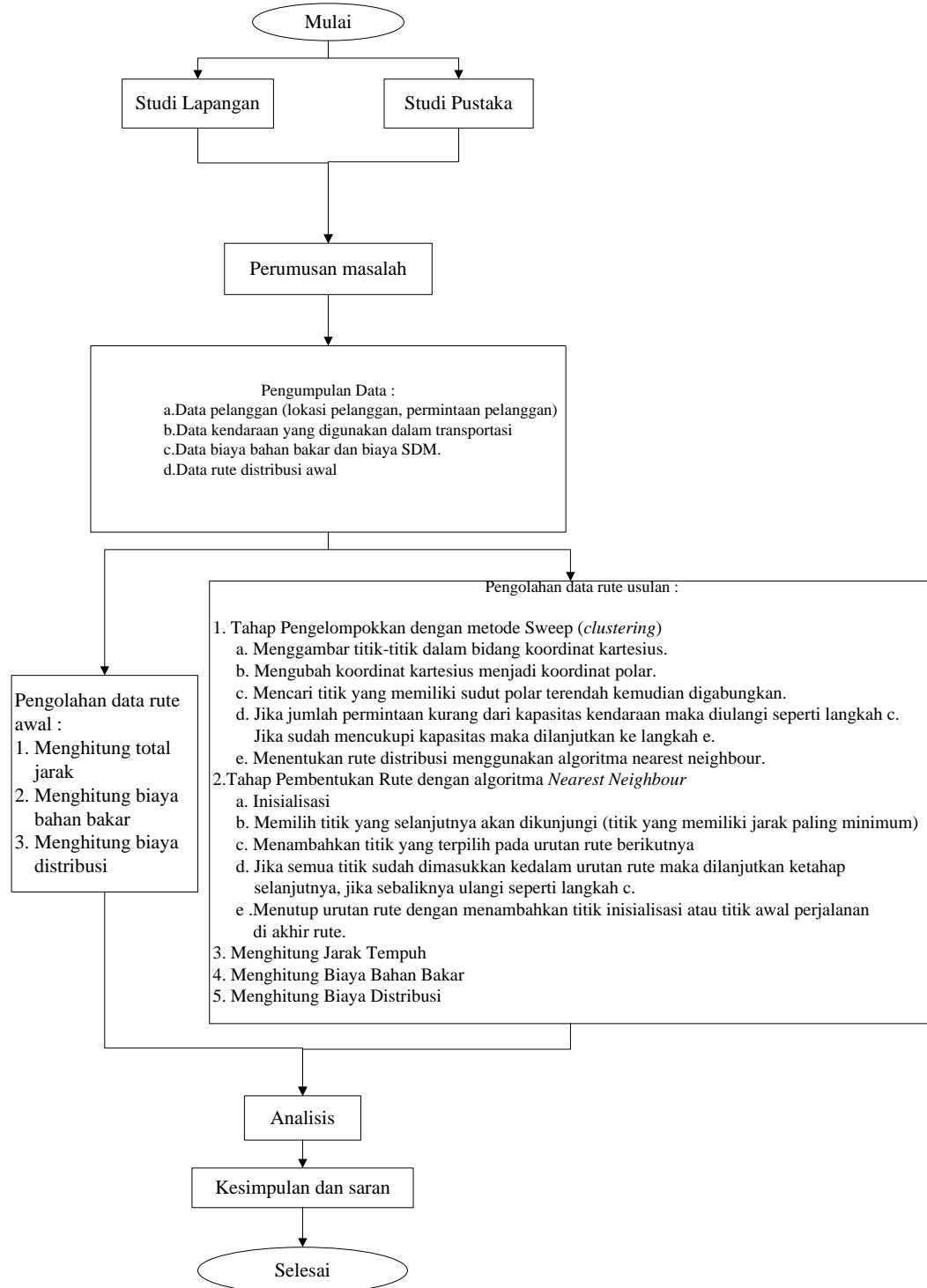
2. Waktu penelitian

Jadwal realisasi kegiatan penelitian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Realisasi jadwal kegiatan

No	Uraian Kegiatan	Tahun 2017																				
		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus										
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1	Penyusunan Proposal																					
2	Pengambilan Data																					
3	Analisis Data																					
4	Penyusunan Laporan																					
5	Ujian Laporan																					

3.2 Kerangka Pikir



Gambar 5 Alur *flowchart* penelitian

3.3 Studi Lapangan

Observasi dilakukan pengamatan secara langsung pada proses distribusi pada PT.Eskimo. Observasi ini bertujuan untuk mengetahui proses distribusi dari awal sampai akhir untuk mengetahui rute distribusi dan jumlah pelanggan.

3.4 Studi Pustaka

Literatur pada penelitian ini mempelajari buku-buku, makalah, serta laporan-laporan penelitian yang berhubungan langsung dengan objek penelitian baik penyajian data dari PT.Eskimo maupun dari sumber-sumber yang terpercaya.

3.5 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dilakukan setelah adanya pengamatan secara langsung atau observasi sehingga bisa mengetahui masalah yang ada dan dapat dirumuskan masalah pada bagian penentuan rute di PT.Eskimo. Tujuan dari perumusan masalah untuk menggambarkan masalah yang ada sehingga dapat dilakukan penelitian.

3.6 Pengumpulan Data

3.6.1 Sumber Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data dari pabrik mengenai data transportasi produk dari PT.Eskimo kepada pelanggan yang berada di wilayah Wonogiri.

3.6.2 Cara Pengumpulan Data

Pengambilan data untuk penelitian ini melalui observasi langsung ke pabrik dan juga data-data dokumen pabrik.

3.6.3 Data yang Dibutuhkan

Data primer yang didapatkan secara langsung adalah:

- a. Data pelanggan (lokasi pelanggan, permintaan pelanggan)
- b. Data rute distribusi awal

Data sekunder yang didapatkan dari dokumen perusahaan adalah:

- a. Data jarak pabrik ke outlet pelanggan
- b. Data kendaraan yang digunakan dalam transportasi
- c. Data biaya bahan bakar dan biaya SDM.

3.7 Pengolahan Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini akan diolah dalam dua tahap yaitu yang pertama pengolahan data rute awal distribusi dan pengolahan data yang kedua adalah menggunakan metode *sweep*dengan algoritma *Nearest Neighbour*.

3.8 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk melihat hasil perhitungan metode *Sweep*dengan algoritma *Nearest Neighbour* dan melakukan perbandingan dengan data awal sebelum dilakukan penelitian.

3.9 Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan pembahasan maka dapat disimpulkan tentang hasil yang diperoleh dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB IV

PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara memberikan penjelasan terlebih dahulu kepada manager perusahaan mengenai data yang akan dibutuhkan dan cara memperoleh data tersebut. Adapun data yang dibutuhkan antara lain :

- a. Data pelanggan (lokasi pelanggan, permintaan pelanggan)
- b. Data rute distribusi awal
- c. Data jarak pabrik ke outlet pelanggan
- d. Data kendaraan yang digunakan dalam transportasi
- e. Data biaya bahan bakar dan biaya SDM.

4.1.1 Data Pelanggan

Berikut tabel data pelanggan meliputi lokasi nama pelanggan, permintaan pelanggan dan lokasi pelanggan yang disajikan pada tabel 2 sampai tabel 4.

Tabel 2Data pelanggan tur 1

Data Pelanggan Wonogiri 1			
Kode	Nama Pelanggan	Lokasi	Permintaan (kantong plastik)
0	PT Eskimo/ Depot	Jatibeduk	
1	Bistik Pak Choy	Depan Depdikbud	2
2	WM Mbak Yuli	Pokoh	3
3	Aneka	Pokoh	5
4	Bakso Pokoh	Pokoh	2
5	SMA 1 Wonogiri	Giripurwo	7
6	Toserba Baru	Giripurwo	6
7	Kedai Es Puas	Giripurwo	5
8	Caribians Jus	Jl Kartini Giritirto	3
9	SMP 6 Wonogiri	Kedungringin	4
10	Pondok Makan Tidar Raos	Kedungringin	4
11	SMP 1 Wonogiri	Giritirto	8
12	Soto Narno	Giritirto	2
13	Soto Semarang Bu Tikno	Wuryorejo	8
14	BPJS	Wuryorejo	2
15	Polres Lama	Wuryorejo	1
16	Mie ayam Minolta	Kaloran	2
17	Ahola	Kaloran	2
18	Minyumie	Kaloran	2
19	Siomay doyok	Lapangan Sukorejo	1
20	Smk Pancasila	Giritirto	4
21	Sate Kambing Busaimo	Gudangseng	8
22	SMIP Amerta Wonogiri	Giritirto	2
23	Titoti	Giritirto	6
24	Luwes	Giritirto	7
25	Pasar Kota Wonogiri	Giripurwo	21
26	Mie ayam Gunung Giri	Gunung Giri	2

Tabel 3 Data pelanggan tur 2

Data Pelanggan Wonogiri 2			
Kode	Nama Pelanggan	Lokasi	Permintaan (kantong plastik)
27	Rm Padi Resto	Kerdukepik	15
28	Soto Ayam Diafan	Kerdukepik	3
29	Baso Tengkleng	Kerdukepik	3
30	Spesial Sambal	Kerdukepik	3
31	Soto Seger Giyem	Kerdukepik	3
32	Ayam Goreng Batas Kota	Wonokarto	3
33	Waroeng Bamboe	Wonokarto	4
34	SMA 2 Wonogiri	Wonokarto	15
35	SMK 1 Wonogiri	Wonokarto	3
36	WM Bima	Wonokarto	1
37	Kampoeng Steak	Wonokarto	4
38	WM Bu Karmo	Wonokarto	12
39	Pop Ice Pmi	Wonokarto	1
40	Kedai Dandang	Wonokarto	17
41	Es Buah Rolan	Wonokarto	1
42	RSUD Wonogiri	Giriwono	4
43	Akper Wonogiri	Giriwono	2
44	Sop Buah	Wonokarto	1
45	Popeye	Wonokarto	3
46	Ayam Goreng Pariyanti	Wonokarto	12
47	SMK Farmasi	Brumbung	2
48	Bakso Eka Jaya	Brumbung	2
49	RS Mulia Hati	Brumbung	2
50	Warung Glinding	Kaliancar Slg	2
51	Angkringan Tante	Kaliancar Slg	1

Tabel 4 Data pelanggan tur 3

Data Pelanggan Wonogiri 3			
Kode	Nama Pelanggan	Lokasi	Permintaan (kantong plastik)
52	Bakso Titoti	Jatibeduk	8
53	WM Sari Rasa	Jatibeduk	3
54	WM Sido Mampir	Jatibeduk	2
55	WM Sari Rasa Bu Sayem	Ngadirojo	2
56	WM Pak To	Bulusulur	5
57	WM Pak Eko	Bulusulur	3
58	SKB	Bulusulur	2
59	Soto sederhana	Bantarangin	2
60	SMP 2 Wonogiri	Wonoboyo	5
61	Miayam Baso Boom	Wonoboyo	3
62	Ayam Geprek	Pokoh	2
63	Kedai Poke	Pokoh	2
64	Serba Sambal	Pokoh	4
65	Miayam Goreng	Pokoh	4
66	WM Bu Sarti	Pokoh	3
67	Mbah Gembloh	Pokoh	12
68	Toko Maju	Pokoh	7
69	WM Sari Baru	Sanggrahan	2
70	WM Bu Mento	Donoharjo	6
71	WM Mbak Nina	Donoharjo	6
72	Toko Aris Jaya	Wuryorejo	5
73	Nila Bakar	Wuryorejo	3
74	Miayam Cris Jhon	Sendang	5
75	WM Moro Seneng	Sendang	5
76	WM Pak Glinding	Sendang	9
77	Sate Pak Jaman	Sanggrahan	4

4.1.2 Data Kendaraan Transportasi

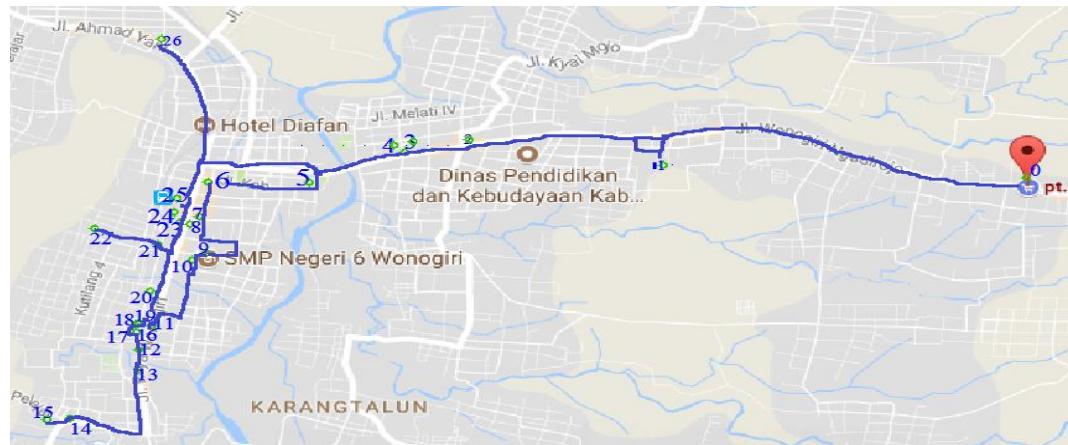
Kendaraan yang digunakan dalam pendistribusian es kristal yaitu COLT L300 sebanyak tiga kendaraan dengan kapasitas angkut masing-masing kendaraan sebanyak 120 kantong plastik.

4.1.3 Data Rute Awal Distribusi

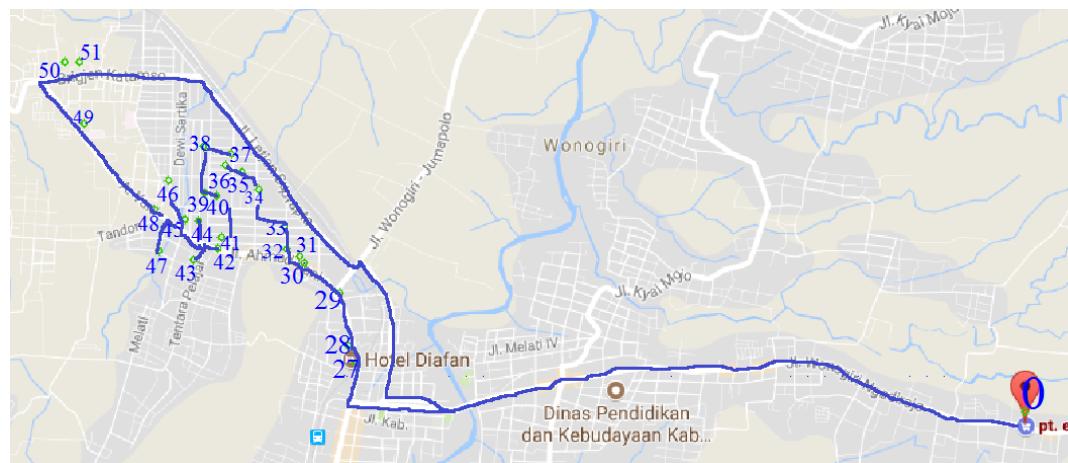
Data rute distribusi es kristal diketahui berdasarkan hasil pengumpulan data dengan mengikuti kendaraan distribusi es kepada pelanggan. Adapun dalam memperoleh data jarak tempuh ataupun data jarak antar pelanggan dilakukan dengan menggunakan aplikasi Google Maps. Rute distribusi dan tur perjalanan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6Rute awal distribusi

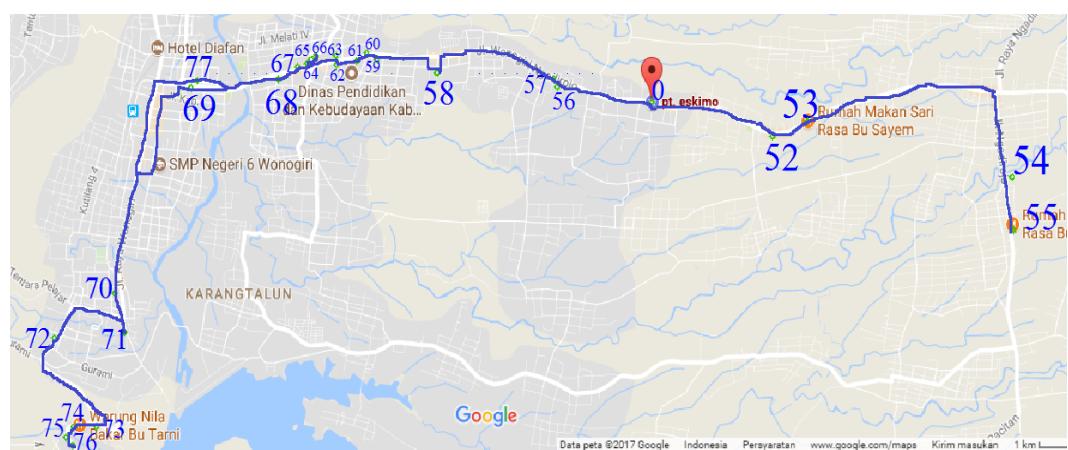
Tur	Rute	Jarak tempuh (kilo meter)
1	0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-0	22,51 km
2	0-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-0	21,8 km
3	0-52-53-54-55-0-56-56-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-0	36,21 km
	Total	80,52 Km



Gambar 6Rute awal tur 1



Gambar 7Rute awal tur 2



Gambar 8Rute awal tur 3

4.1.4 Data Biaya

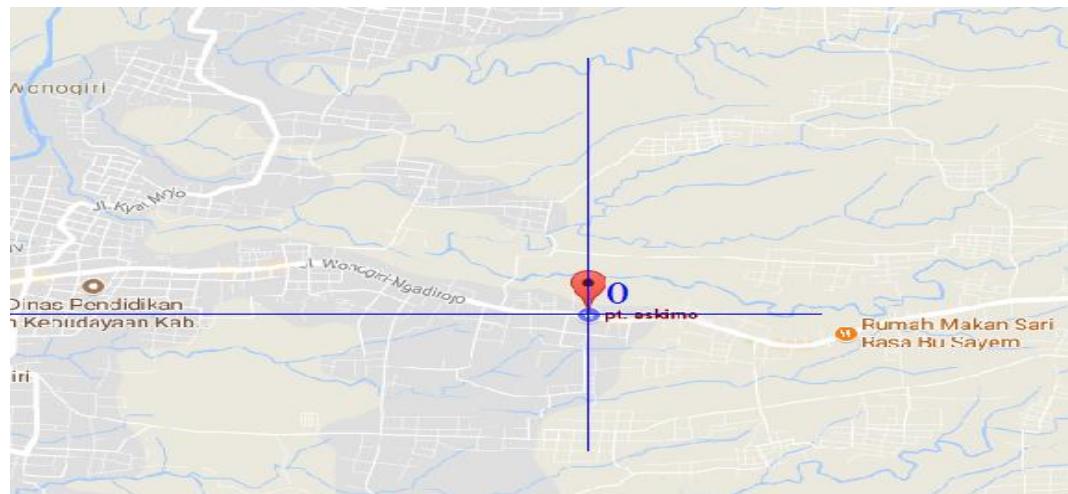
Data biaya distribusi diperoleh dari dokumen perusahaan dengan asumsi hari kerja sebanyak 30 hari. Perhitungan biaya dalam sebulan diperoleh dengan mengalikan nominal biaya yang dikeluarkan dalam satu hari dikalikan dengan asumsi jumlah hari kerja dalam satu bulan. Sedangkan untuk perhitungan biaya dalam setahun diperoleh dengan mengalikan nominal biaya yang dikeluarkan dalam satu hari dikalikan dengan asumsi jumlah hari kerja dalam satu tahun. Adapun data biaya bahan bakar diasumsikan menggunakan bio solar dengan harga Rp 5.150,-/liter.

4.2 Pengolahan Data

Langkah pertama pengolahan data penelitian ini dimulai dari pengelompokan pelanggan menggunakan metode *sweep* sebagai fase pertama dengan bantuan Software AutoCAD. Kemudian dilanjutkan dengan pembentukan rute dengan metode *Nearest Neighbour* sebagai fase kedua.

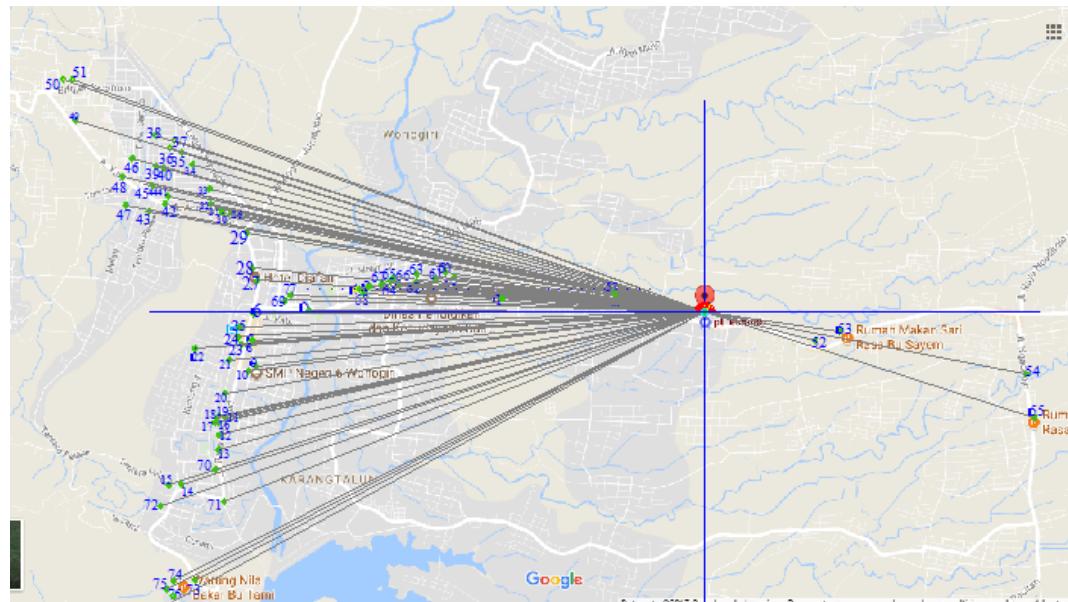
4.2.1 Pengelompokan *Pelanggan* dengan Metode *Sweep*

1. Menempatkan depot sebagai titik pusat koordinat dua dimensi



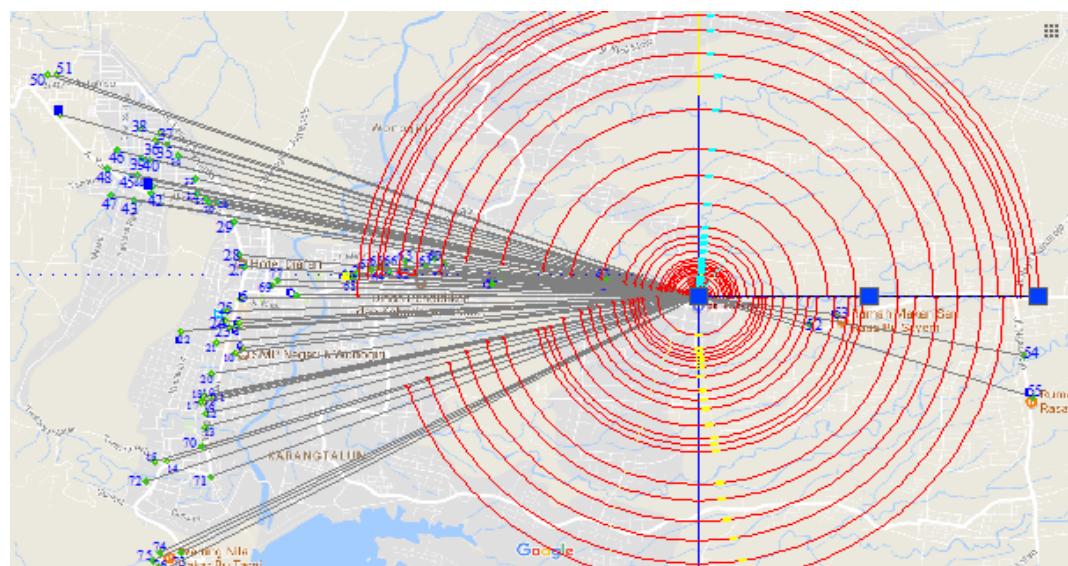
Gambar 9Lokasi depot pada titik pusat (0,0)

PT.Eskimo sebagai depot diletakkan pada koordinat (0,0) bidang dua dimensi. Setiap pelanggan ditentukan titik koordinatnya terhadap depot. Lokasi depot dan pelanggan diperoleh dengan bantuan *google maps*, yang kemudian diubah dalam bentuk gambar untuk dilakukan penentuan titik koordinat dua dimensi. Penentuan koordinat depot dan masing-masing *pelanggan* menggunakan bantuan *software* AutoCAD.



Gambar 10Lokasi koordinat depot dan pelanggan

2. Menghitung koordinat sudut polar masing masing titik pelanggan terhadap titik pusat



Gambar 11Sudut polar depot dan pelanggan

Setiap pelanggan dihitung sudut polarnya terhadap depot sebagai titik pusat. Perhitungan sudut polar dilakukan berlawanan arah jarum jam dengan bantuan tool *software* AutoCAD untuk mencari sudut polarnya. Perhitungan sudut polar dilakukan dengan membuat garis lurus dari titik depot hingga ke titik koordinat pelanggan dan garis lurus terhadap sumbu X. Sudut yang terbentuk antara kedua garis tersebut merupakan sudut polar yang digunakan untuk pengelompokan pelanggan. Berikut data koordinat masing-masing pelanggan dengan sudut polarnya yang disajikan pada tabel 7.

Tabel 7Koordinat dan sudut polar

Node	Nama Outlet	X	Y	Sudut Polar
0	PT Eskimo/ Depot	0	0	0
1	Bistik Pak Choy	-24,15	2,01	175
2	WM Mbak Yuli	-26,74	2,39	175
3	Aneka	-29,42	2,27	176
4	Bakso Qta Pokoh	-30,33	2,04	176
5	SMA 1 Wonogiri	-34,71	0,17	180
6	Toserba Baru	-39,55	-0,15	180
7	Kedai Es Puas	-39,68	-2,43	182
8	Caribians Jus	-40,12	-2,91	184
9	SMP 6 Wonogiri	-39,33	-4,72	187
10	Pondok Makan Tidar Raos	-40	-5,15	187
11	SMP 1 Wonogiri	-41,94	-9,28	193
12	Soto Narno	-42,57	-10,75	194
13	Soto Semarang Bu Tikno	-42,6	-12,02	196
14	BPJS	-45,86	-15,06	198
15	Polres Lama	-46,98	-15,15	198
16	Miayam Minolta	-42,68	-9,68	193
17	Ahola	-42,98	-9,65	193
18	Minyumie	-42,75	-9,21	192
19	Siomay	-42,61	-9,09	192
20	SMK Pancasila	-42,04	-7,08	190
21	Sate Kambing Bu Saimo	-41,67	-4,17	186

Tabel 7 Koordinat dan sudut polar (lanjutan)

Node	Nama Outlet	X	Y	Sudut Polar
22	SMIP Amerta Wonogiri	-44,7	-3,18	184
23	Titoti	-40,61	-2,81	184
24	Luwes	-40,88	-2,14	183
25	Pasar Kota Wonogiri	-40,73	-1,29	181
26	Miayam Gunung Giri	-41,48	8,7	168
27	Rm Padi Resto	-39,23	2,8	176
28	Soto Ayam Diafan	-39,65	3,85	174
29	Baso Tengk leng	-40,14	6,94	170
30	Spesial Sambal	-42,23	8,68	168
31	Soto Seger Giyem	-42,5	9,07	168
32	Ayam Goreng Batas Kota	-43,25	9,49	168
33	Waroeng Bamboe	-43,39	10,84	166
34	SMA 2 Wonogiri	-44,89	12,9	164
35	SMK 1 Wonogiri	-45,88	13,99	163
36	WM Bima	-46,85	14,39	163
37	Kampoeng Steak	-46,51	15,05	162
38	WM Bu Karmo	-48,14	15,48	162
39	Pop Ice Pmi	-48,05	12,78	165
40	Kedai Dandang	-47,37	12,61	165
41	Es Buah Rolan	-47,08	10,18	168
42	RSUD Wonogiri	-47,29	9,53	169
43	Akper Wonogiri	-48,7	8,87	170
44	Sop Buah	-48,42	11,14	167
45	Popeye	-49,22	11,23	167
46	Ayam Goreng Pariyanti	50,18	13,51	165
47	SMK Farmasi	-50,74	9,4	170
48	Bakso Eka Jaya	-50,01	11,82	167
49	RS Mulia Hati	-55,12	16,82	163
50	Warung Glinding	-56,25	20,42	160
51	Hik Tante	-55,4	20,42	160
52	Bakso Titoti	9,65	-2,47	346
53	WM Sari Rasa	11,87	-1,64	352
54	WM Sido Mampir	28,19	-5,39	349
55	WM Sari Rasa Bu Sayem	28,91	-9,19	342
56	WM Pak To	-7,57	1,07	172
57	WM Pak Eko	-7,86	1,67	168

Tabel 7 Koordinat dan sudut polar (lanjutan)

Node	Nama Outlet	X	Y	Sudut Polar
58	SKB	-17,16	2,08	173
59	Soto Sederhana	-21,94	3,05	172
60	SMP 2 Wonogiriri	-22,77	3,51	171
61	Mi Ayam Baso Boom	-23,57	2,93	173
62	Ayam Geprek	-25,18	2,67	174
63	Kedai Poke	-25,23	3,23	172
64	Serba Sambal	-27,57	2,51	175
65	Miayam Goreng	-27,54	2,75	174
66	WM Bu Sarti	-27,22	3,04	174
67	Mbah Gembloh	-28,27	2,5	175
68	Toko Maju	-29,83	1,62	177
69	WM Sari Baru	-36,81	1,04	179
70	WM Bu Mento	-42,88	-13,34	198
71	WM Mbak Nina	-42,11	-16,54	201
72	Aris Jaya	-47,72	-16,94	200
73	Nila Bakar	-44,68	-23,46	208
74	Mie Ayam Cris Jon	-46,53	-23,51	207
75	WM Moro Seneng	-47,13	-24,25	207
76	WM Pak Glinding	-46,6	-25,34	208
77	Sate Pak Jaman	-36,32	1,53	178

3. Melakukan sapuan terhadap seluruh pelanggan dengan peningkatan sudut polar

Melakukan sapuan terhadap seluruh pelanggan dimulai dari sudut polar terkecil sampai sudut polar terbesar terhadap depot. Sapuan dilakukan berlawanan arah jarum jam. Berikut data sapuan berlawanan arah jarum jam dari sudut polar terkecil hingga sudut polar terbesar yang disajikan pada tabel 8 .

Tabel 8 Urutan Sudut Polar

No	Node	Nama Outlet	Sudut Polar
1	0	PT Eskimo/ Depot	0
2	50	Warung Glinding	160
3	51	Hik Tante	160
4	37	Kampoeng Steak	162
5	38	WM Bu Karmo	162
6	35	SMK 1 Wonogiri	163
7	36	WM Bima	163
8	49	RS Mulia Hati	163
9	34	SMA 2 Wonogiri	164
10	39	Pop Ice Pmi	165
11	40	Kedai Dandang	165
12	46	Ayam Goreng Pariyanti	165
13	33	Waroeng Bamboe	166
14	44	Sop Buah	167
15	45	Popeye	167
16	48	Bakso Eka Jaya	167
17	26	Miayam Gunung Giri	168
18	30	Spesial Sambal	168
19	31	Soto Seger Giyem	168
20	32	Ayam Goreng Batas Kota	168
21	41	Es Buah Rolan	168
22	57	WM Pak Eko	168
23	42	RSUD Wonogiri	169
24	29	Bakso Tengkleng	170
25	43	Akper Wonogiri	170
26	47	SMK Farmasi	170
27	60	SMP 2 Wonogiri	171
28	56	WM Pak To	172
29	59	Soto Sederhana	172
30	63	Kedai Poke	172
31	58	SKB	173
32	61	Mie Ayam Baso Boom	173
33	28	Soto Ayam Diafan	174

Tabel 8 Urutan Sudut Polar (lanjutan)

No	Node	Nama Outlet	Sudut Polar
34	62	Ayam Geprek	174
35	65	Mie Ayam Goreng	174
36	66	WM Bu Sarti	174
37	1	Bistik Pak Choy	175
38	2	WM Mbak Yuli	175
39	64	Serba Sambal	175
40	67	Mbah Gemblo	175
41	3	Aneka	176
42	4	Bakso Qta Pokoh	176
43	27	RM Padi Resto	176
44	68	Toko Maju	177
45	77	Sate Pak Jaman	178
46	69	WM Sari Baru	179
47	5	SMA 1 Wonogiri	180
48	6	Toserba Baru	180
49	25	Pasar Kota Wonogiri	181
50	7	Kedai Es Puas	182
51	24	Luwes	183
52	8	Caribians Jus	184
53	22	SMIP Amerta Wonogiri	184
54	23	Bakso Titoti	184
55	21	Sate Kambing Busaimo	186
56	9	SMP 6 Wonogiri	187
57	10	Pondok Makan Tidar Raos	187
58	20	SMK Pancasila	190
59	18	Minyumie	192
60	19	Siomay	192
61	11	SMP 1 Wonogiri	193
62	16	Miayam Minolta	193
63	17	Ahola	193
64	12	Soto Narno	194
65	13	Soto Semarang Bu Tikno	196
66	14	BPJS	198

Tabel 8 Urutan sudut polar (lanjutan)

No	Node	Nama Outlet	Sudut Polar
67	15	Polres Lama	198
68	70	WM Bu Mento	198
69	72	Toko Aris Jaya	200
70	71	WM Mbak Nina	201
71	74	Mie Ayam Cris Jon	207
72	75	WM Moro Seneng	207
73	73	Nila Bakar	208
74	76	WM Pak Glinding	208
75	55	WM Sari Rasa Bu Sayem	342
76	52	Bakso Titoti	346
77	54	WM Sido Mampir	349
78	53	WM Sari Rasa	352

4. Memasukkan setiap pelanggan ke dalam cluster sesuai urutan sapuan

Tahap ini yang dilakukan adalah mengelompokkan dari satu pelanggan ke pelanggan lain berdasarkan urutan sudut polar sampai kapasitas kendaraan terpenuhi. Apabila kapasitas kendaraan sudah terpenuhi maka pelanggan akan dimasukkan kedalam cluster selanjutnya. Begitu seterusnya sampai semua pelanggan tersapu. Kapasitas kendaraan PT.Eskimo adalah 120 kantong plastik. Berikut hasil *cluster* masing-masing pelanggan yang disajikan pada tabel 9.

Tabel 9Pembagian *cluster*

No	Node	Nama Outlet	Permintaan	komulatif permintaan	Cluster
1	0	PT Eskimo/ Depot	0	0	1
2	50	Warung Glinding	2	2	
3	51	Hik Tante	1	3	
4	37	Kampoeng Steak	4	7	
5	38	WM Bu Karmo	12	19	
6	35	SMK 1 Wonogiri	3	22	
7	36	WM Bima	1	23	
8	49	RS Mulia Hati	2	25	
9	34	SMA 2 Wonogiri	15	40	
10	39	Pop Ice Pmi	1	41	
11	40	Kedai Dandang	17	58	
12	46	Ayam Goreng Pariyanti	12	70	
13	33	Waroeng Bamboe	4	74	
14	44	Sop Buah	1	75	
15	45	Popeye	3	78	
16	48	Bakso Eka Jaya	2	80	
17	26	Mie Ayam Gunung Giri	2	82	
18	30	Spesial Sambal	3	85	
19	31	Soto Seger Giyem	3	88	
20	32	Ayam Goreng Batas Kota	3	91	
21	41	Es Buah Rolan	1	92	
22	57	WM Pak Eko	3	95	
23	42	RSUDWonogiri	4	99	
24	29	Bakso Tengk leng	3	102	
25	43	Akper Wonogiri	2	104	
26	47	SMK Farmasi	2	106	
27	60	SMP 2 Wonogiri	5	111	
28	56	WM Pak To	5	116	
29	59	Soto Sederhana	2	118	
30	63	Kedai Poke	2	120	

Tabel 9 Pembagian *cluster* (lanjutan)

No	Node	Nama Outlet	Permintaan	komulatif permintaan	Cluster
31	58	SKB	2	2	2
32	61	Mie Ayam Baso Boom	3	5	
33	28	Soto Ayam Diafan	3	8	
34	62	Ayam Geprek	2	10	
35	65	Mie Ayam Goreng	4	14	
36	66	WM Bu Sarti	3	17	
37	1	Bistik Pak Choy	2	19	
38	2	WM Mbak Yuli	3	22	
39	64	Serba Sambal	4	26	
40	67	Mbah Gembloh	12	38	
41	3	Aneka	5	43	
42	4	Bakso Qta Pokoh	2	45	
43	27	RM Padi Resto	15	60	
44	68	Toko Maju	7	67	
45	77	Sate Pak Jaman	4	71	
46	69	WM Sari Baru	2	73	
47	5	SMA 1 Wonogiri	7	80	
48	6	Toserba Baru	6	86	
49	25	Pasar Kota Wonogiri	21	107	
50	7	Kedai Es Puas	5	112	
51	24	Luwes	7	119	

Tabel 9 Pembagian *cluster* (lanjutan)

No	Node	Nama Outlet	Permintaan	komulatif permintaan	Cluster
52	8	Caribians Jus	3	3	3
53	22	SMIP Amerta Wonogiri	2	5	
54	23	Bakso Titoti	6	11	
55	21	Sate Kambing Bu Saimo	8	19	
56	9	SMP 6 Wonogiri	4	23	
57	10	Pondok Makan Tidar Raos	4	27	
58	20	SMK Pancasila	4	31	
59	18	Minyumie	2	33	
60	19	Siomay	1	34	
61	11	SMP 1 Wonogiri	8	42	
62	16	Mie Ayam Minolta	2	44	
63	17	Ahola	2	46	
64	12	Soto Narno	2	48	
65	13	Soto Semarang Bu Tikno	8	56	
66	14	BPJS	2	58	
67	15	Polres Lama	1	59	
68	70	WM Bu Mento	6	65	
69	72	Toko Aris Jaya	5	70	
70	71	WM Mbak Nina	6	76	
71	74	Mie Ayam Cris Jon	5	81	
72	75	WM Moro Seneng	5	86	
73	73	Nila Bakar	3	89	
74	76	WM Pak Glinding	9	98	
75	55	WM Sari Rasa Bu Sayem	2	100	
76	52	Bakso Titoti	8	108	
77	54	WM Sido Mampir	2	110	
78	53	WM Sari Rasa	3	113	

4.2.2 Penentuan Rute Masing-Masing Cluster Dengan **Algoritma Nearest Neighbour**

Pembentukan rute distribusi es kristal menggunakan *Algoritma Nearest Neighbour* agar rute yang dihasilkan lebih optimal dari rute awal dan diharapkan jarak tempuh menjadi lebih pendek. Adapun langkah-langkah pembentukan rute distribusi dengan *Algoritma Nearest Neighbour* adalah sebagai berikut :

1. Langkah pertama : pilih lokasi “0” sebagai titik awal , kemudian mencari lokasi pelanggan yang memiliki jarak terpendek dari depot yaitu :

Depot “0” ke node “56” = 0,9 Km

Depot “0” ke node “57” = 0,95 Km

Depot “0” ke node “59” = 2,7 Km

Maka yang dipilih sebagai tujuan pertama adalah pelanggan 56 dengan jarak terpendek yaitu 0,9 Km.

2. Langkah kedua : Pilih lokasi lain yang memiliki jarak terdekat dari lokasi 56, yaitu lokasi 57 dengan jarak 0,04 km
3. Langkah ketiga : Ulangi langkah kedua dengan syarat lokasi yang akan dikunjungi belum pernah dilalui sampai seluruh lokasi terhubung dengan lokasi yang lain dan membentuk sebuah rute.
4. Langkah empat : Bila semua pelanggan telah dikunjungi tepat satu kali maka algoritma berakhir.

a. Rute Perjalanan Tur Pertama (1)

Adapun keterangan dalam mencari rute adalah :

Node 0 : Menunjukkan depot atau titik awal

Node angka 1 – 78 : Menunjukkan node pelanggan

Jarak : menunjukkan jarak pelanggandalam kilometer

A. Rute 1 Dari depot

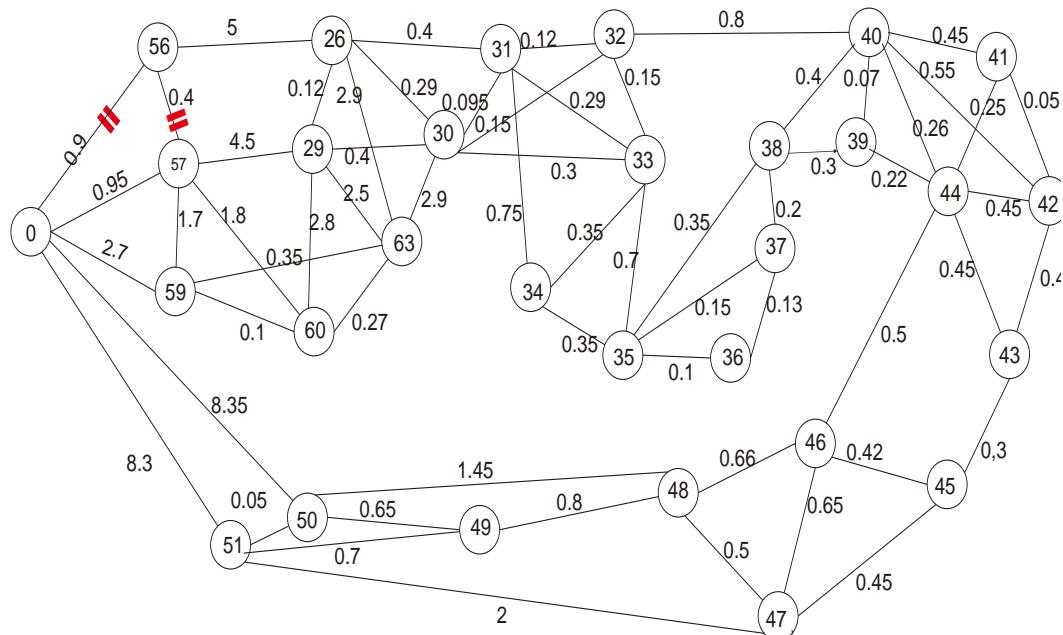
Depot "0" menuju kepelanggan{56 ; 57; 59} = jarak { 0,9 ; 0,95 ; 2,7 }

Jarak terdekat =0,9 (pelanggan 56)

B. Rute 2

Pelanggan "56" menuju kepelanggan $\{26 ; 57\} = \text{jarak } \{ 5 ; 0,04 \}$

Jarak terdekat = 0,04 (pelanggan 57)



C. Rute 3

Pelanggan “57” menuju ke pelanggan $\{29 ; 60 ; 59\}$ = jarak $\{ 4,5 ; 1,8 ; 1,7 \}$

Jarak terdekat = 1,7 (pelanggan 59)

D. Rute 4

Pelanggan “59” menuju ke pelanggan $\{63 ; 60\}$ = jarak $\{ 0,35 ; 0,1 \}$

Jarak terdekat = 0,1 (pelanggan 60)

E. Rute 5

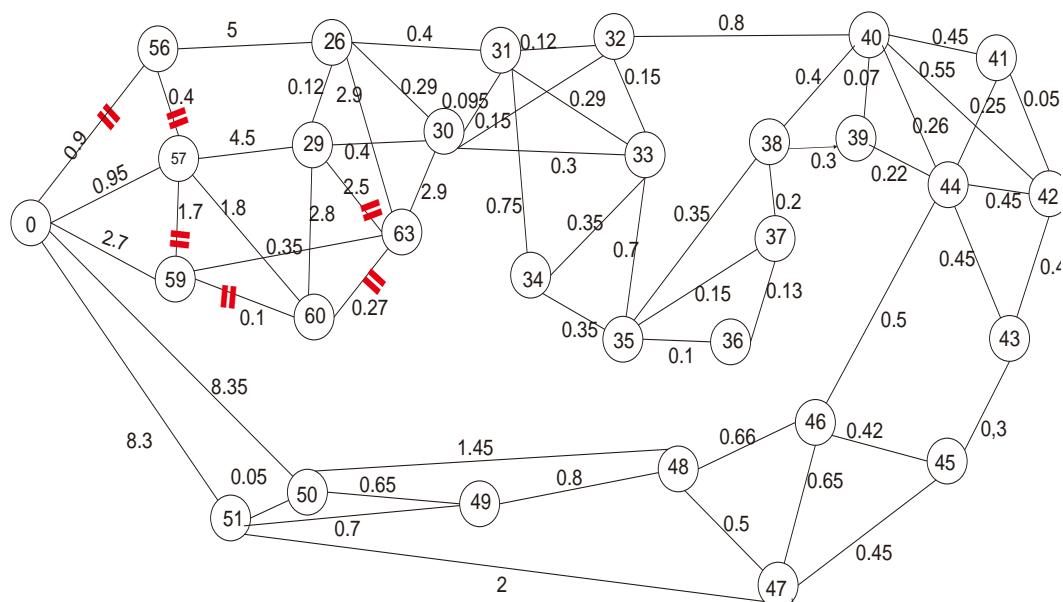
Pelanggan “60” menuju ke pelanggan $\{29 ; 63\}$ = jarak $\{ 2,8 ; 0,27 \}$

Jarak terdekat = 0,27 (pelanggan 63)

F. Rute 6

Pelanggan “63” menuju ke pelanggan $\{26 ; 29 ; 30\}$ = jarak $\{ 2,9 ; 2,5 ; 2,9 \}$

Jarak terdekat = 2,5 (pelanggan 29)



G. Rute 7

Pelanggan "29" menuju ke pelanggan {26 ; 30} = jarak { 0,12 ; 0,4 }

Jarak terdekat = 0,12 (pelanggan 26)

H. Rute 8

Pelanggan "26" menuju ke pelanggan $\{31 ; 30 ; 63\} = \{0,4 ; 0,29 ; 2,9\}$

Jarak terdekat = 0,29 (pelanggan30)

I. Rute 9

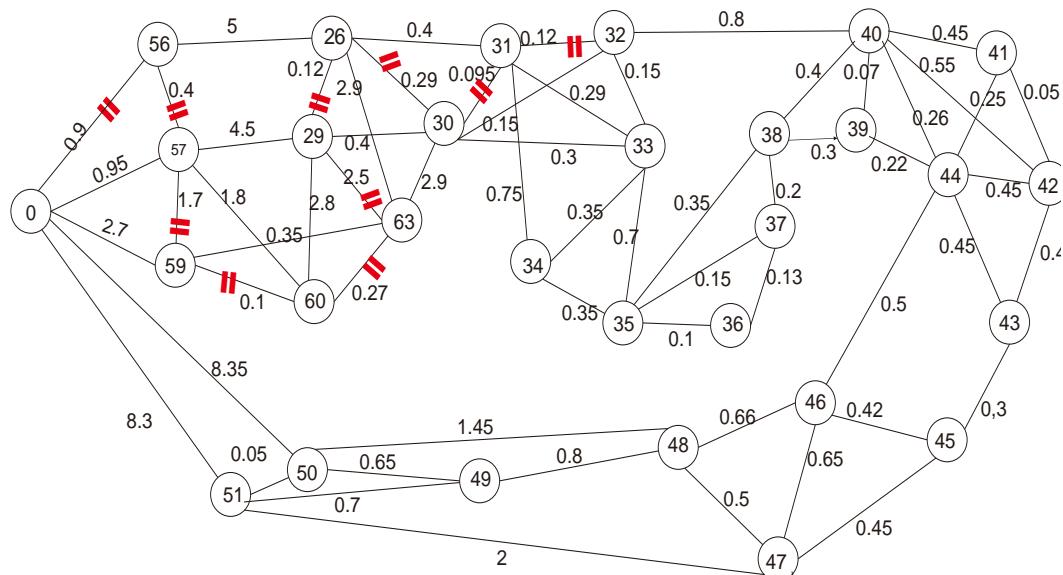
Pelanggan “30” menuju ke pelanggan{31 ; 32 ; 33} = jarak {0,095 ; 0,15 ; 0,3 }

Jarak terdekat = 0,095 (pelanggan31)

J. Rute 10

Pelanggan "31" menuju ke pelanggan { 32 ; 33 ; 34 } = jarak { 0,12 ; 0,29 ; 0,75 }

Jarak terdekat = 0,12 (pelanggan 32)



K. Rute 11

Pelanggan "32" menuju ke pelanggan { 33 ; 40 } = jarak { 0,15 ; 0,8 }

Jarak terdekat = 0,15 (pelanggan 33)

L. Rute 12

Pelanggan "33" menuju ke pelanggan { 34 ;35 } = jarak {0,35 ; 0,7 }

Jarak terdekat = 0,35 (pelanggan34)

M. Rute 13

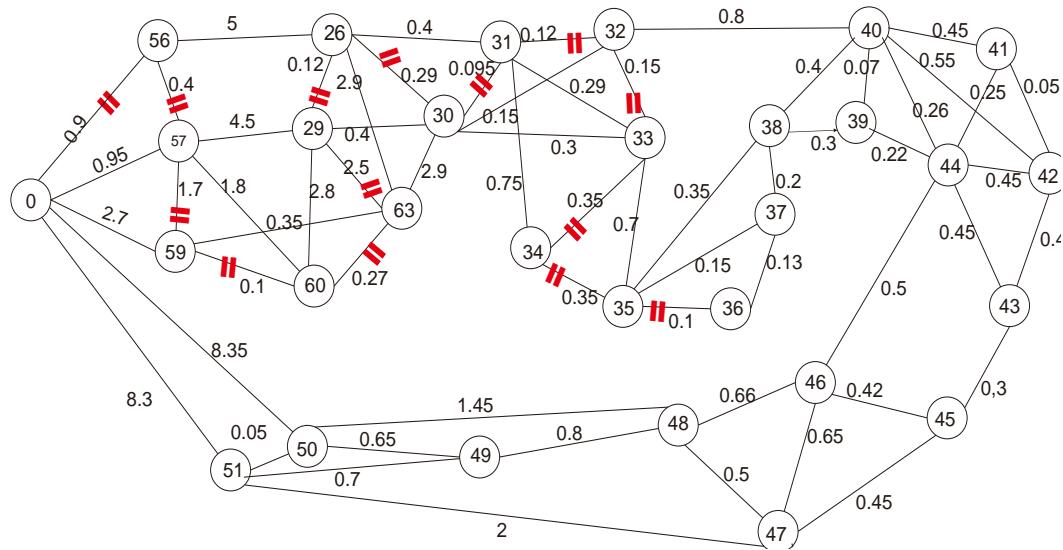
Pelanggan “34” menuju ke pelanggan{ 35 } = jarak { 0,7 }

Jarak terdekat = 0,7 (pelanggan 35)

N. Rute 14

Pelanggan “35” menuju ke pelanggan{ 36 ; 37 ; 38 } = jarak { 0,1 ; 0,15 ; 0,35 }

Jarak terdekat = 0,1 (pelanggan 36)



O. Rute 15

Pelanggan "36" menuju ke pelanggan { 37 ; 44 } = jarak { 0,13 ; 0,55 }

Jarak terdekat = 0,13 (pelanggan 37)

P. Rute 16

Pelanggan "37" menuju ke pelanggan { 38 ; 44 } = jarak { 0,2 ; 0,65 }

Jarak terdekat = 0,2 (pelanggan 38)

Q. Rute 17

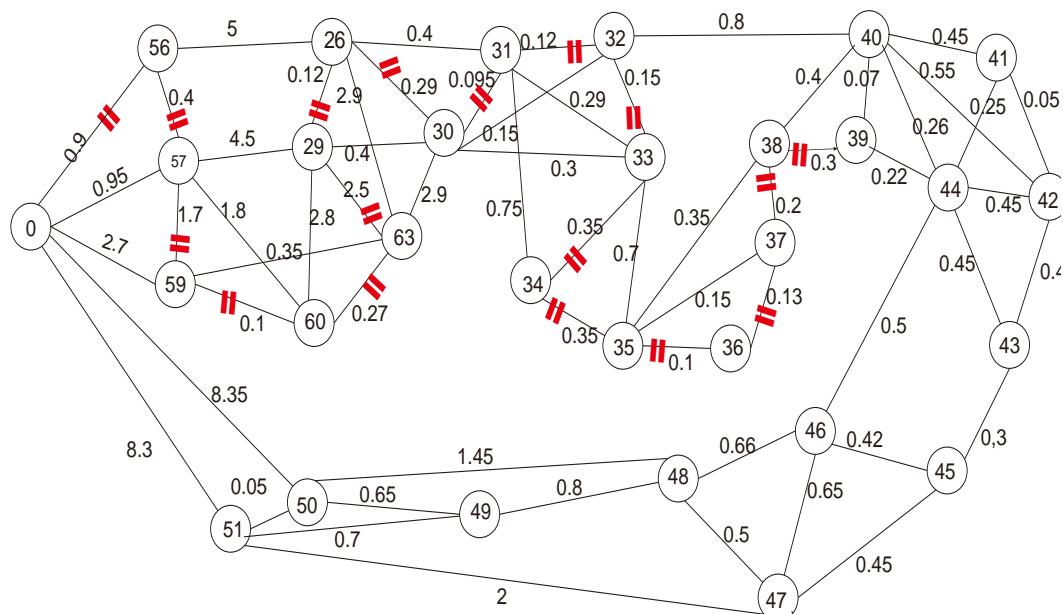
Pelanggan "38" menuju ke pelanggan { 39 ; 40 } = jarak { 0,3 ; 0,4 }

Jarak terdekat = 0,3 (pelanggan 39)

R. Rute 18

Pelanggan "39" menuju ke pelanggan { 39 ; 40 } = jarak { 0,3 ; 0,4 }

Jarak terdekat = 0,3 (pelanggan 39)



S. Rute 19

Pelanggan "39" menuju ke pelanggan { 40 ; 41 ; 44 } = jarak { 0,07 ; 0,4 ; 0,21 }

Jarak terdekat = 0,07 (pelanggan 40)

T. Rute 20

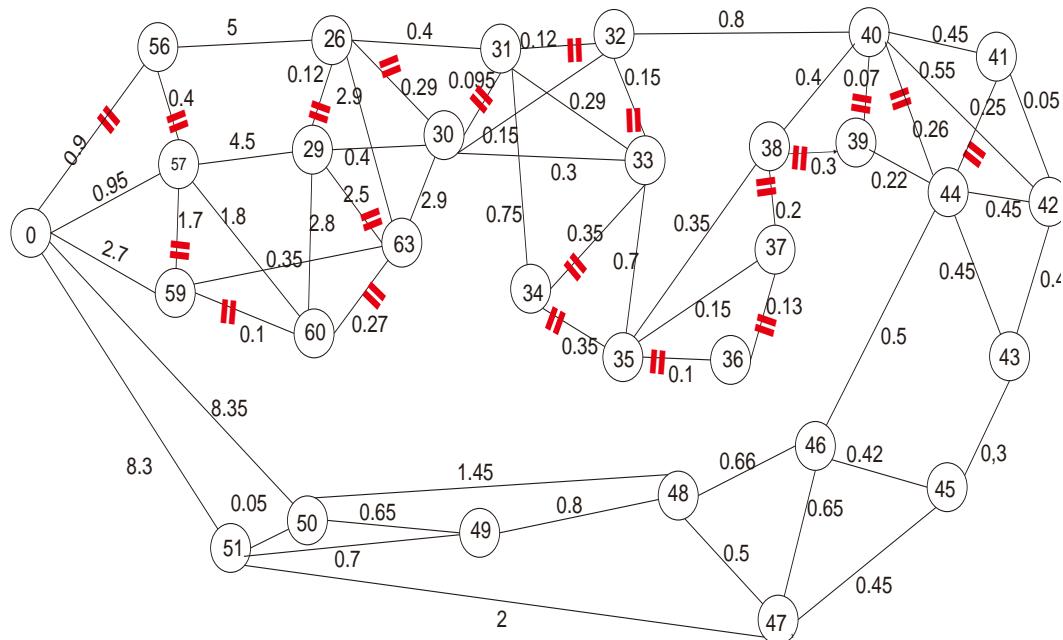
Pelanggan "40" menuju ke pelanggan { 41 ; 42 ; 44 } = jarak { 0,45 ; 0,55 ; 0,26 }

Jarak terdekat = 0,26 (pelanggan 44)

U. Rute 21

Pelanggan "44" menuju ke pelanggan { 43 ; 42 ; 41 } = jarak { 0,45 ; 0,45 ; 0,25 }

Jarak terdekat = 0,25 (pelanggan 41)



V. Rute 22

Pelanggan“41” menuju ke pelanggan{ 42 } = jarak { 0,05 }

Jarak terdekat = 0,05 (pelanggan 42)

W. Rute 23

Pelanggan“42” menuju ke pelanggan{ 43 } = jarak { 0,4 }

Jarak terdekat = 0,4 (pelanggan 43)

X. Rute 24

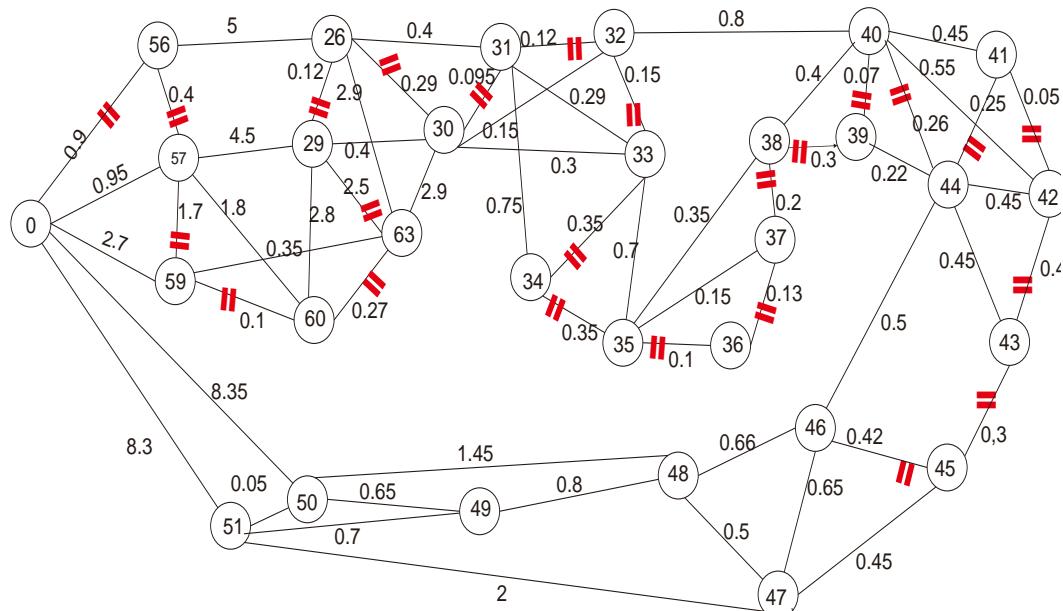
Pelanggan“43” menuju ke pelanggan{ 45 } = jarak { 0,3 }

Jarak terdekat = 0,3 (pelanggan 45)

Y. Rute 25

Pelanggan“45” menuju ke pelanggan{ 46 ; 47 } = jarak { 0,42 ; 0,45 }

Jarak terdekat = 0,42 (pelanggan 46)



Z. Rute 26

Pelanggan "45" menuju ke pelanggan $\{ 46 ; 47 \}$ = jarak $\{ 0,42 ; 0,45 \}$

Jarak terdekat = 0,42 (pelanggan 46)

AA. Rute 27

Pelanggan "46" menuju ke pelanggan { 47 ; 48 } = jarak { 0,65 ; 0,66 }

Jarak terdekat = 0,65 (pelanggan 47)

BB. Rute 28

Pelanggan "47" menuju ke pelanggan { 48 ; 51 } = jarak { 0,5 ; 2 }

Jarak terdekat = 0,5 (pelanggan 48)

CC. Rute 29

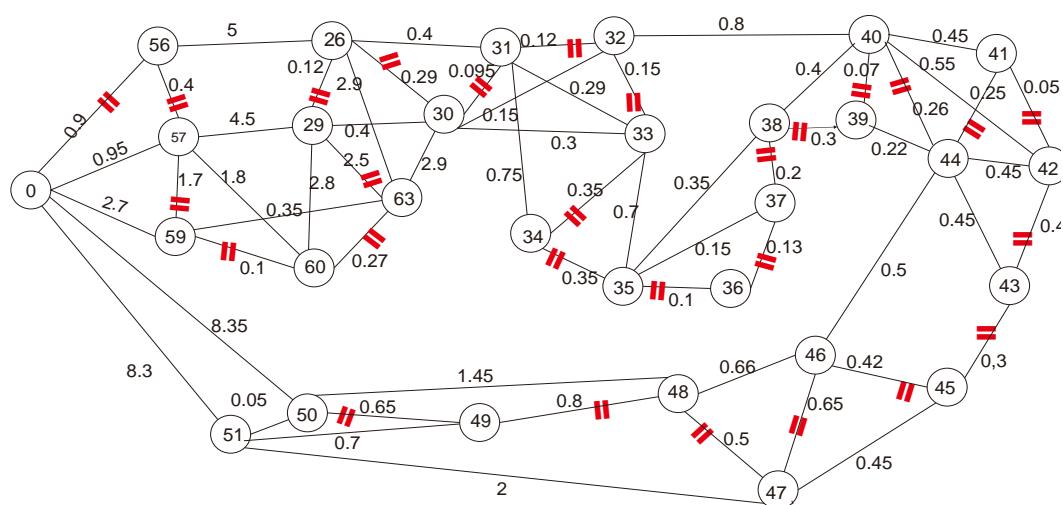
Pelanggan "48" menuju ke pelanggan { 49 ; 50 } = jarak { 0,8 ; 1,5 }

Jarak terdekat = 0,8 (pelanggan 49)

DD. Rute 30

Pelanggan "49" menuju ke pelanggan $\{ 50 ; 51 \}$ = jarak $\{ 0,65 ; 0,7 \}$

Jarak terdekat = 0,65 (pelanggan 50)



EE. Rute 31

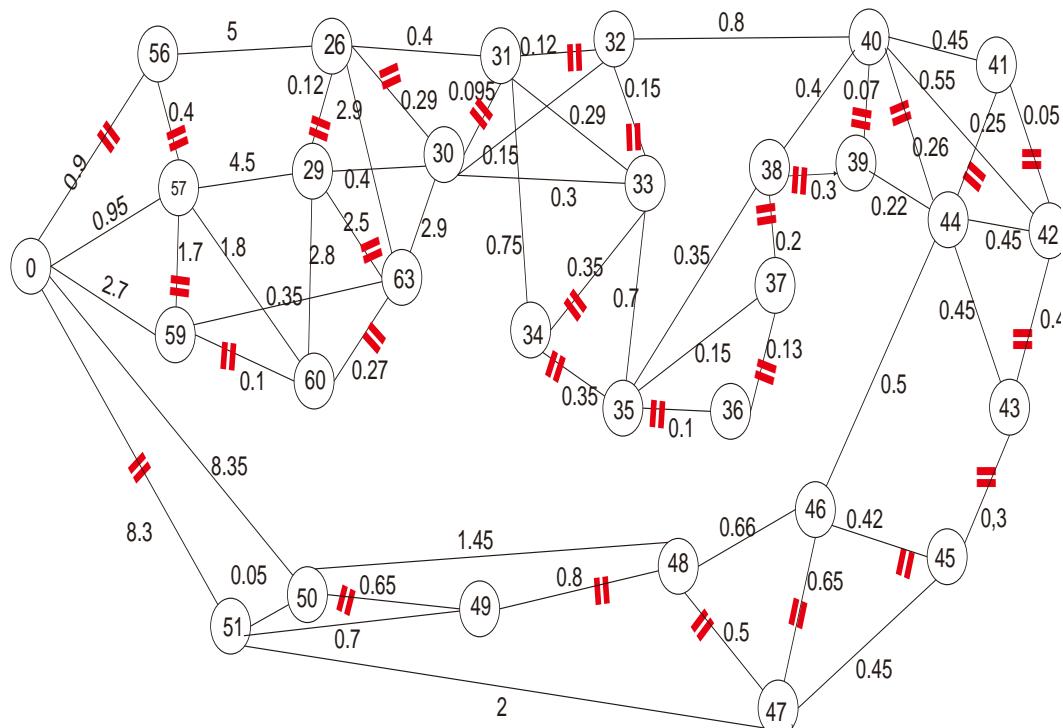
Pelanggan "50" menuju ke pelanggan { 0 ; 51 } = jarak { 8,35 ; 0,05 }

Jarak terdekat = 0,05 (pelanggan 51)

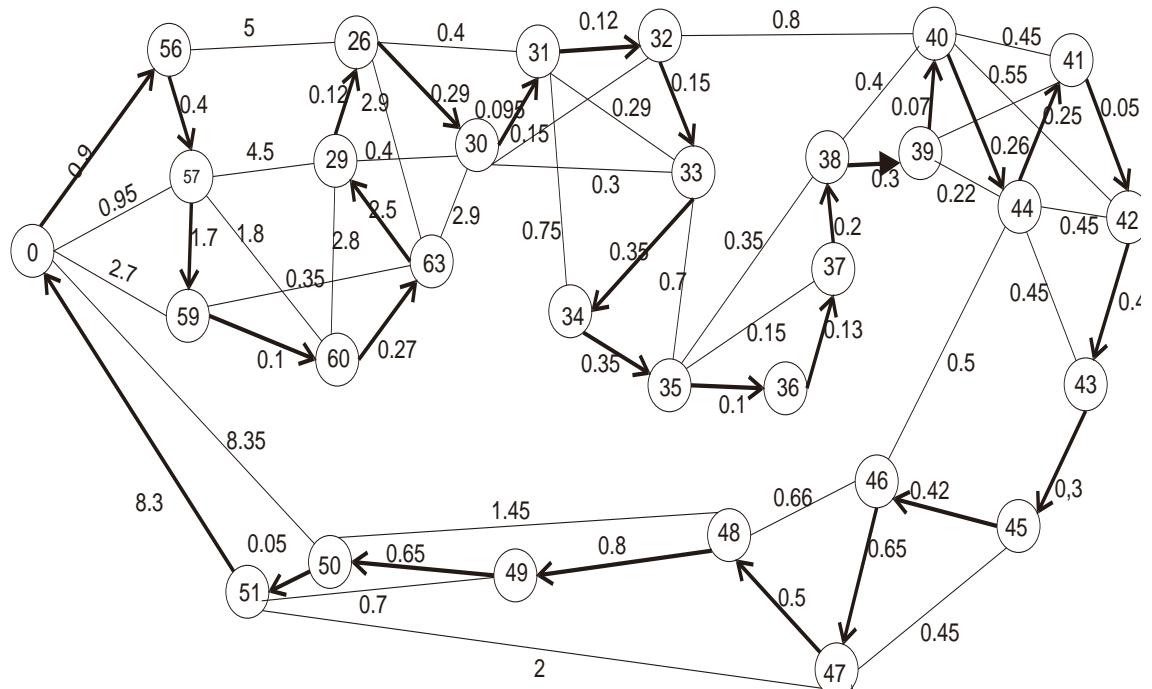
FF. Rute 32

Pelanggan "51" menuju ke pelanggan { 0 } = jarak { 8,3 }

Jarak terdekat = 8,3 (kembali ke depot)



Berdasarkan solution repotr cluster 1, diketahui rute yang terbentuk memiliki total jarak tempuh sejauh 20,42 Km dengan urutan pelanggan yang dikunjungi adalah 0-56-57-59-60-63-29-26-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-44-41-42-43-45-46-47-48-49-50-51-0 gambar rute distribusi baru dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 12Rute tur pertama

b. Rute perjalanan tur kedua (2)

A. Rute 1 Dari depot

Depot “0” menuju ke pelanggan{58 ; 61 ; 62} = jarak { 2,2 ; 2,9 ; 3 }

Jarak terdekat = 2,2 (pelanggan 58)

B. Rute 2

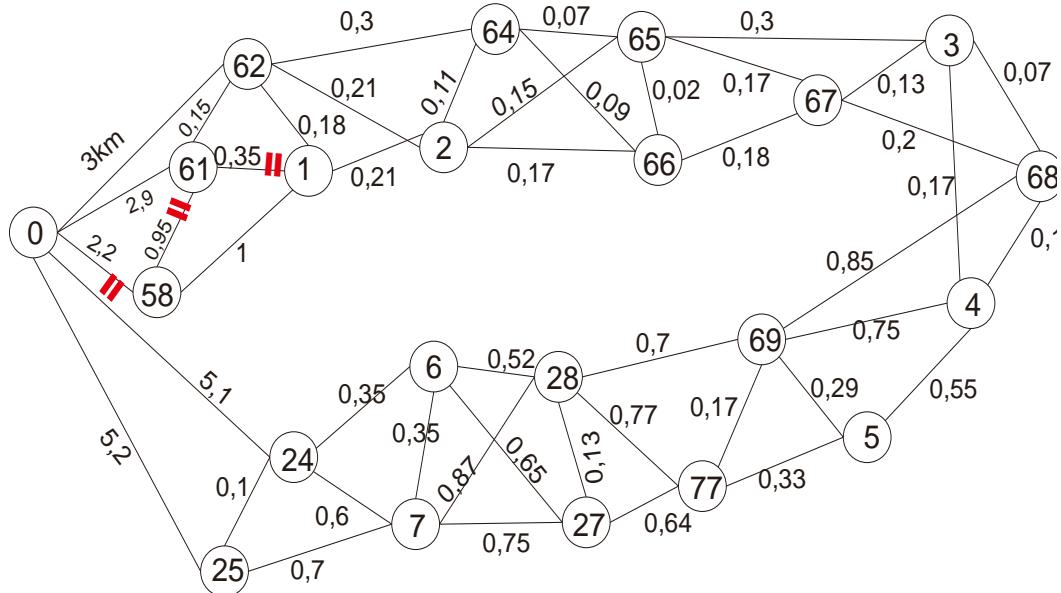
Pelanggan“58” menuju ke pelanggan{ 61 ;1 } = jarak { 0,95 ; 1 }

Jarak terdekat = 0,9 (pelanggan61)

C. Rute 3

Pelanggan“1” menuju ke pelanggan{ 61 ; 62 } = jarak { 1 ; 1,5 }

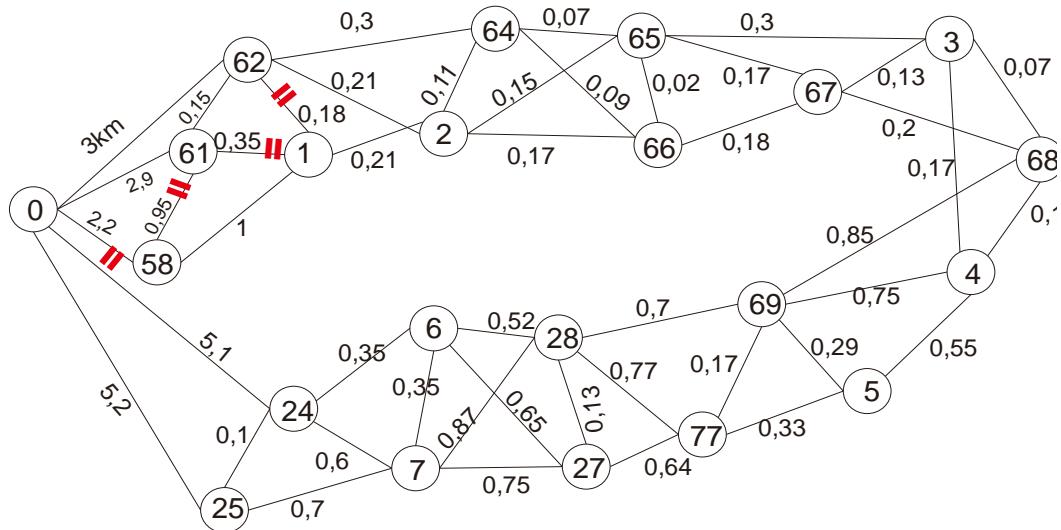
Jarak terdekat = 1 (pelanggan1)



D. Rute 4

Pelanggan "61" menuju ke pelanggan { 2 ; 62 } = jarak { 0,3 ; 0,15 }

Jarak terdekat = 0,15 (pelanggan 62)



E. Rute 5

Pelanggan“62” menuju ke pelanggan{ 2 ; 64 } = jarak { 0,21 ; 0,3 }

Jarak terdekat = 0,21 (pelanggan 2)

F. Rute 6

Pelanggan“2”menuju ke pelanggan{ 64 ; 65 ; 66 } = jarak { 0,11 ; 0,15 ; 0,17 }

Jarak terdekat = 0,11 (pelanggan 64)

G. Rute 7

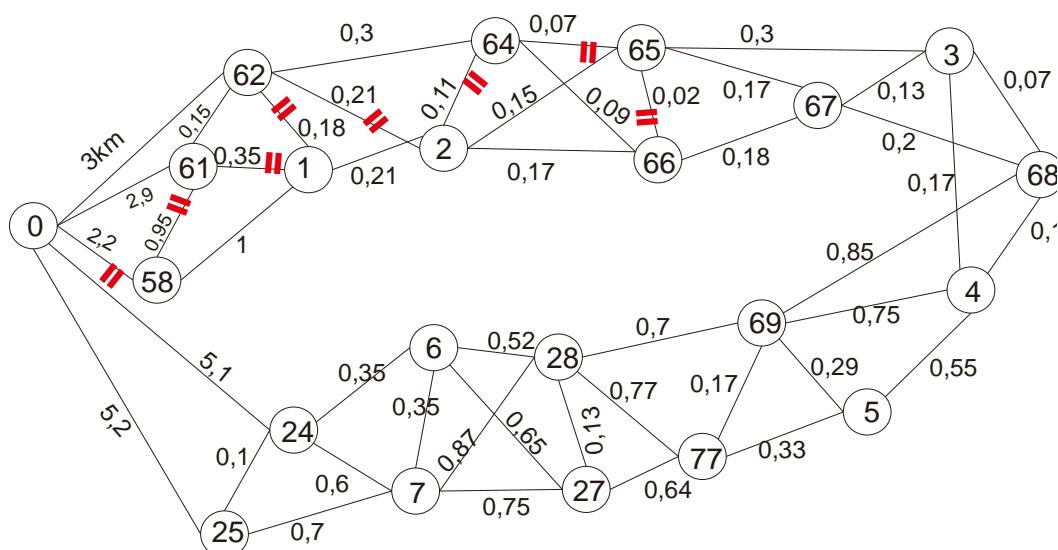
Pelanggan“64” menuju ke pelanggan{ 65 ; 66 } = jarak { 0,07 ; 0,09 }

Jarak terdekat = 0,07 (pelanggan 65)

H. Rute 8

Pelanggan“65” menuju ke pelanggan{ 3 ; 66 ; 67 } = jarak { 0,3 ; 0,02 ; 0,17 }

Jarak terdekat = 0,2 (pelanggan 66)



I. Rute 9

Pelanggan “66” menuju ke pelanggan { 67 } = jarak { 0,18 }

Jarak terdekat = 0,18 (pelanggan 67)

J. Rute 10

Pelanggan "67" menuju ke pelanggan { 3 ; 68 } = jarak { 0,13 ; 0,2 }

Jarak terdekat = 0,13 (pelanggan 3)

K. Rute 11

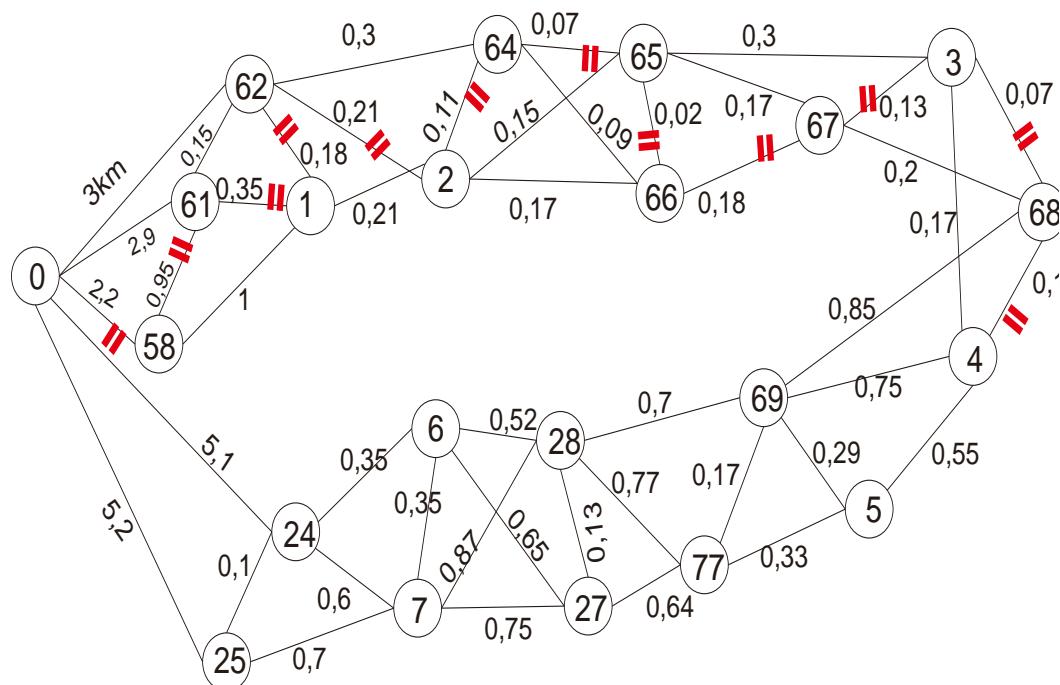
Pelanggan "3" menuju ke pelanggan { 4 ; 68 } = jarak { 0,17 ; 0,07 }

Jarak terdekat = 0,07 (pelanggan 68)

L. Rute 12

Pelanggan "68" menuju ke pelanggan { 69 ; 4 } = jarak { 0,85 ; 0,1 }

Jarak terdekat = 0,1 km (pelanggan 4)



M. Rute 13

Pelanggan "4" menuju ke pelanggan { 5 ; 69 } = jarak { 0,55 ; 0,75 }

Jarak terdekat = 0,55 Km (pelanggan 5)

N. Rute 14

Pelanggan "5" menuju ke pelanggan { 69 ; 77 } = jarak { 0,29 ; 0,33 }

Jarak terdekat = 0,29 Km (pelanggan 69)

O. Rute 15

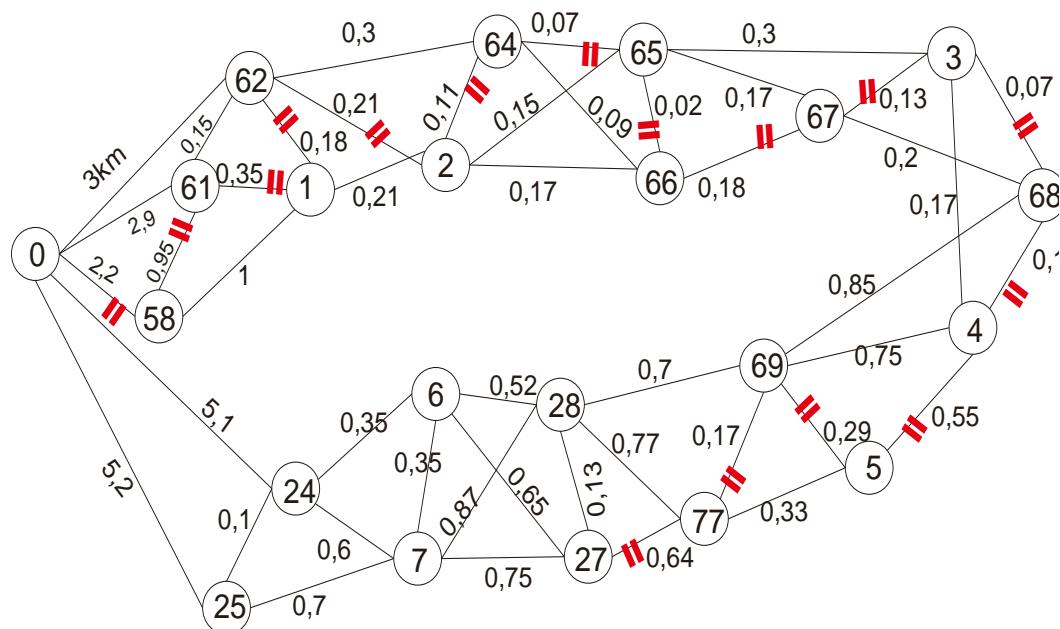
Pelanggan "69" menuju ke pelanggan { 28 ; 77 } = jarak { 0,7 ; 0,17 }

Jarak terdekat = 0,17 Km (pelanggan 77)

P. Rute 16

Pelanggan "77" menuju ke pelanggan { 28 ; 27 } = jarak { 0,77 ; 0,64 }

Jarak terdekat = 0,64 Km (pelanggan 27)



Q. Rute 17

Pelanggan "27" menuju ke pelanggan { 6 ; 7 ; 28 } = jarak { 0,65 ; 0,75 ; 0,13 }

Jarak terdekat = 0,13 Km (pelanggan 28)

R. Rute 18

Pelanggan "28" menuju ke pelanggan { 6 ; 7 } = jarak { 0,52 ; 0,87 }

Jarak terdekat = 0,52 Km (pelanggan 6)

S. Rute 19

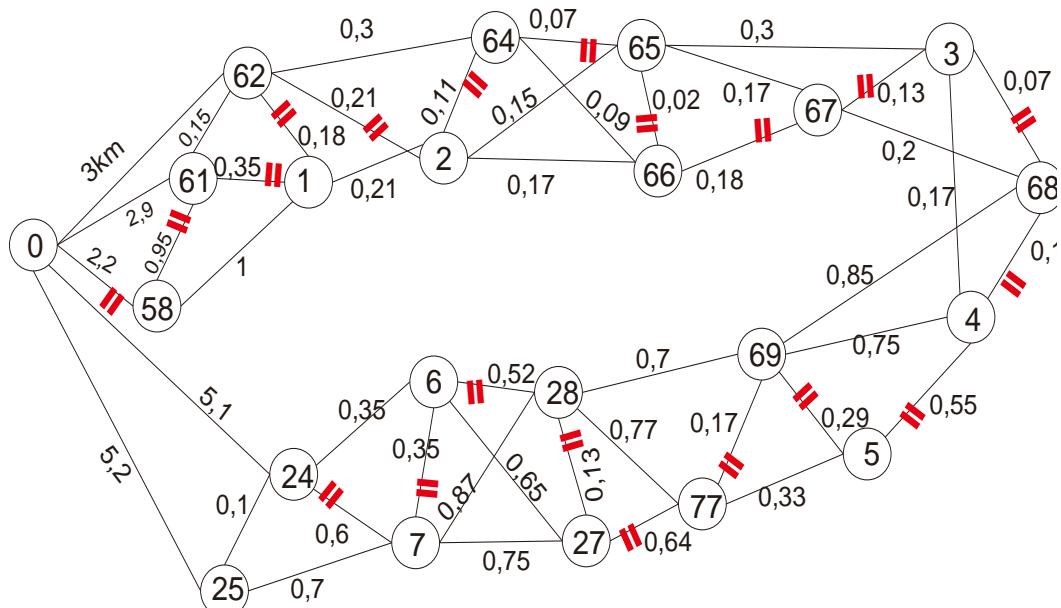
Pelanggan "6" menuju ke pelanggan { 7 ; 24 } = jarak { 0,35 ; 0,95 }

Jarak terdekat = 0,35 Km (pelanggan 7)

T. Rute 20

Pelanggan "7" menuju ke pelanggan { 24 ; 25 } = jarak { 0,6 ; 0,7 }

Jarak terdekat = 0,6 Km (pelanggan 24)



U. Rute 21

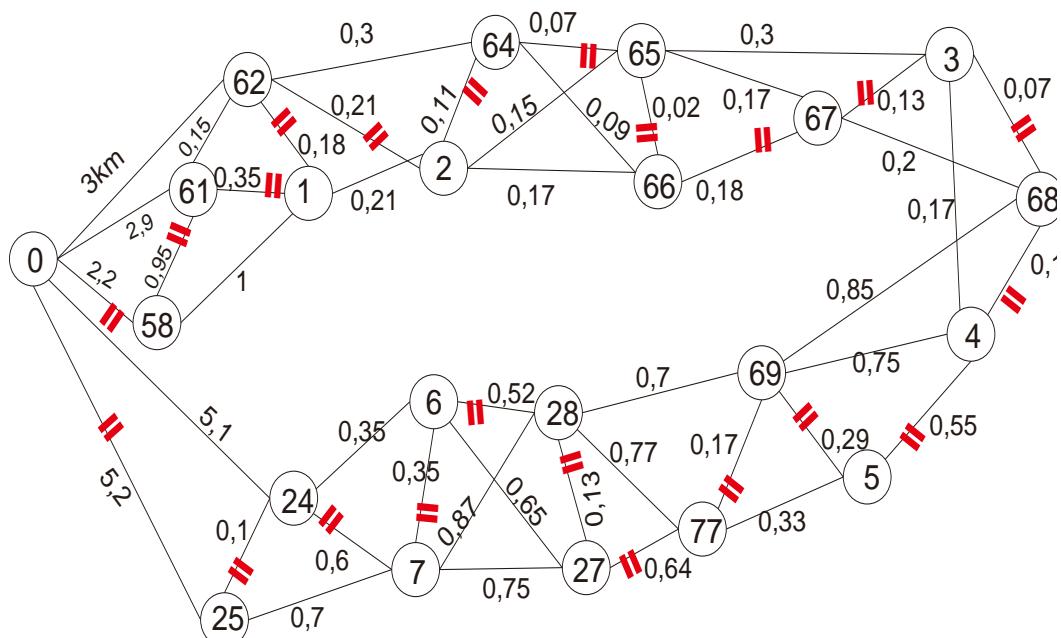
Pelanggan "24" menuju ke pelanggan { 25 ; 0 } = jarak { 1 ; 5,1 }

Jarak terdekat = 1 Km (pelanggan 25)

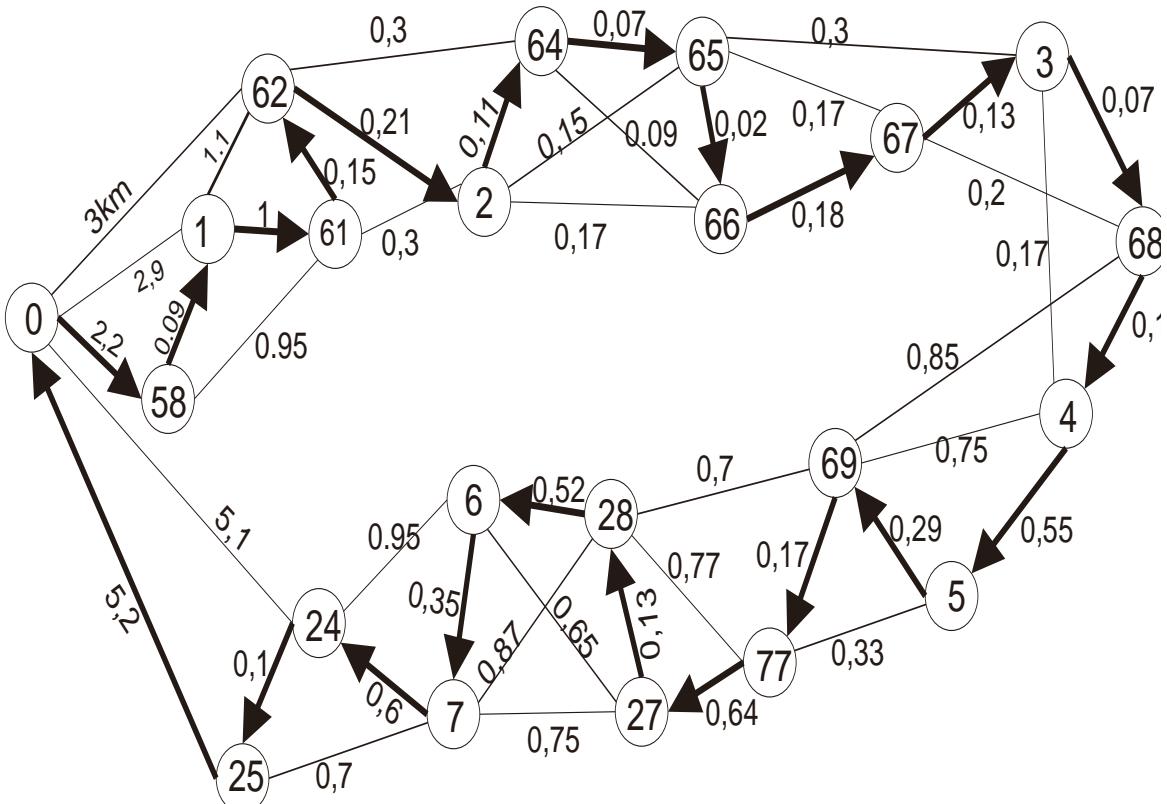
V. Rute 22

Pelanggan "25" menuju ke pelanggan { 0 } = jarak { 5,2 }

Jarak terdekat = 5,2 Km (kembali ke depot)



Berdasarkan *solution repotr cluster 2*, diketahui rute yang terbentuk memiliki total jarak tempuh sejauh 12,88 Km dengan urutan pelanggan yang dikunjungi adalah : 0-58-1-61-62-2-64-65-66-67-3-68-4-5-69-77-27-28-6-7-24-25-0 gambar rute distribusi usulan dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar13Rute tur kedua

c. Rute Perjalanan Cluster (3)

A. Rute 1 Dari depot

Depot “0”menuju ke pelanggan{ 8 ; 9 ; 10 ; 20 ; 55 ; 52 ; 53 } = jarak { 5,4 ; 5,4 ; 5,8 ; 5,8 , 4,5 ; 1,2 ;1,6 }

Jarak terdekat = 1,2 Km (pelanggan 25)

B. Rute 2

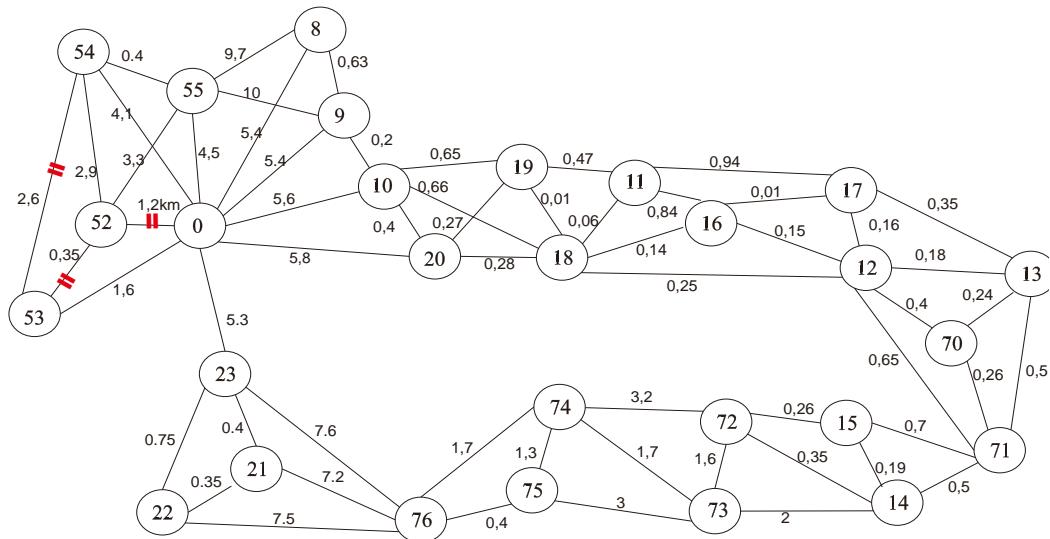
Pelanggan“25” menuju ke pelanggan{ 54 ;53 } = jarak { 1 ; 5,1 }

Jarak terdekat = 1 Km (pelanggan 53)

C. Rute 3

Pelanggan“53” menuju ke pelanggan{ 54 } = jarak { 2,6 }

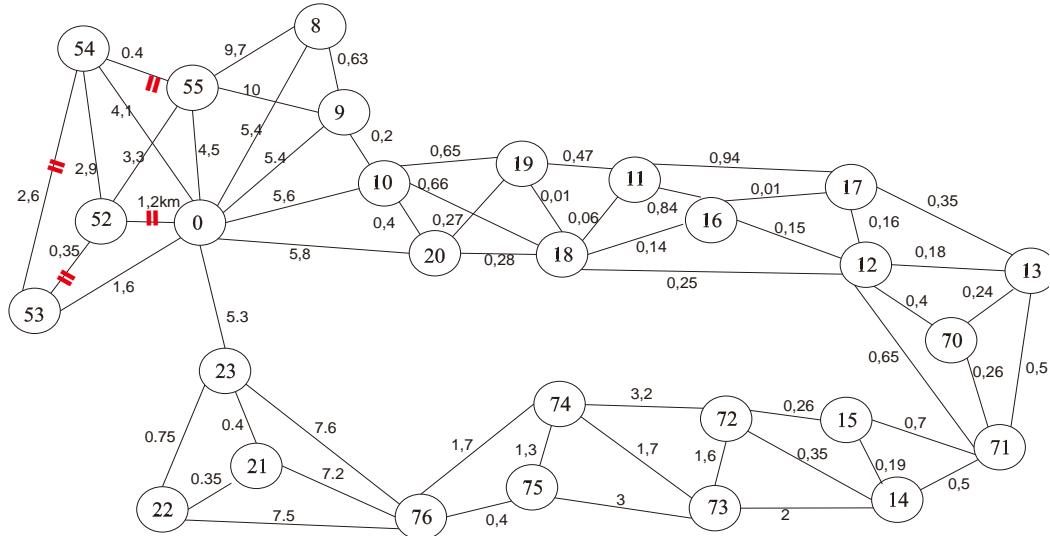
Jarak terdekat = 2,6 Km (pelanggan 54)



D. Rute 4

Pelanggan "54" menuju ke pelanggan { 55 } = jarak { 0,4 }

Jarak terdekat = 0,4 Km (pelanggan 55)



E. Rute 5

Pelanggan "55" menuju ke pelanggan { 8 ; 9 } = jarak { 9,7 ; 10 }

Jarak terdekat = 9,7 Km (pelanggan 8)

F. Rute 6

Pelanggan "8" menuju ke pelanggan { 9 } = jarak { 0,63 }

Jarak terdekat = 0,63 Km (pelanggan 9)

G. Rute 7

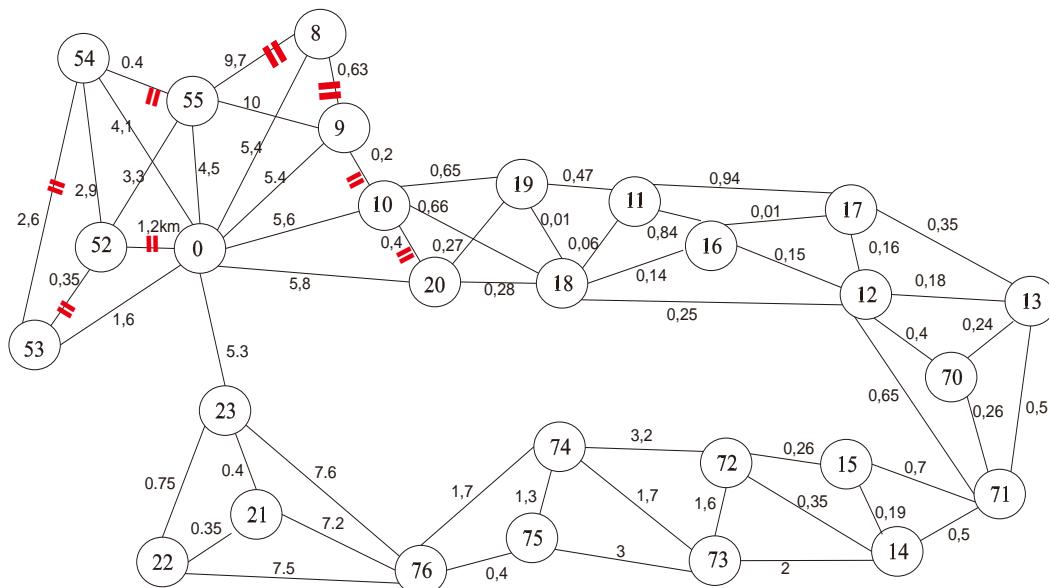
Pelanggan "9" menuju ke pelanggan { 10 } = jarak { 0,2 }

Jarak terdekat = 0,2 Km (pelanggan 10)

H. Rute 8

Pelanggan "10" menuju ke pelanggan { 19 ; 18 ; 20 } = jarak { 0,65 ; 0,66 ; 0,4 }

Jarak terdekat = 0,4 Km (pelanggan 20)



I. Rute 9

Pelanggan“20” menuju ke pelanggan{ 19 ; 18 } = jarak { 0,27 ; 0,28 }

Jarak terdekat = 0,27 Km (pelanggan 19)

J. Rute 10

Pelanggan“19” menuju ke pelanggan{ 11 ; 18 } = jarak { 0,47 ; 0,01 }

Jarak terdekat = 0,01 Km (pelanggan 18)

K. Rute 11

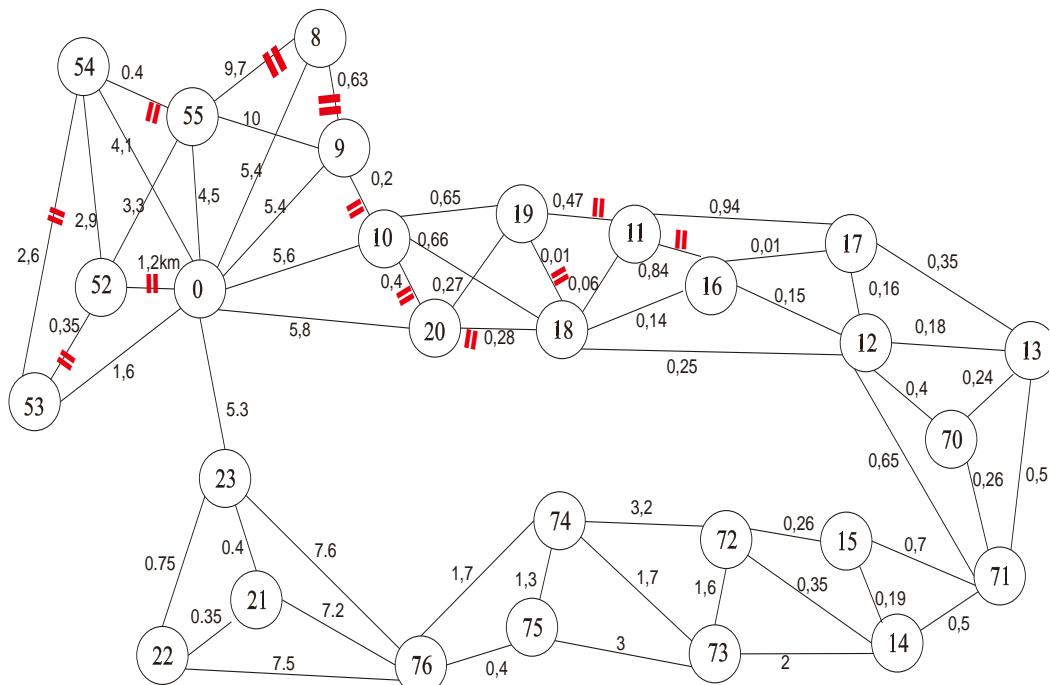
Pelanggan “18” menuju ke pelanggan{ 11 ; 16 ; 12 } = jarak { 0,06 ; 0,14 ; 0,25 }

Jarak terdekat = 0,06 Km (pelanggan 11)

L. Rute 12

Pelanggan“11” menuju ke pelanggan{ 16 ; 17 } = jarak { 0,84 ; 0,94 }

Jarak terdekat = 0,84 Km (pelanggan16)



M. Rute 13

Pelanggan "16" menuju ke pelanggan { 12 ; 17 } = jarak { 0,15 ; 0,01 }

Jarak terdekat = 0,01 Km (pelanggan 17)

N. Rute 14

Pelanggan "17" menuju ke pelanggan { 12 ; 13 } = jarak { 0,16 ; 0,35 }

Jarak terdekat = 0,16 Km (pelanggan 12)

O. Rute 15

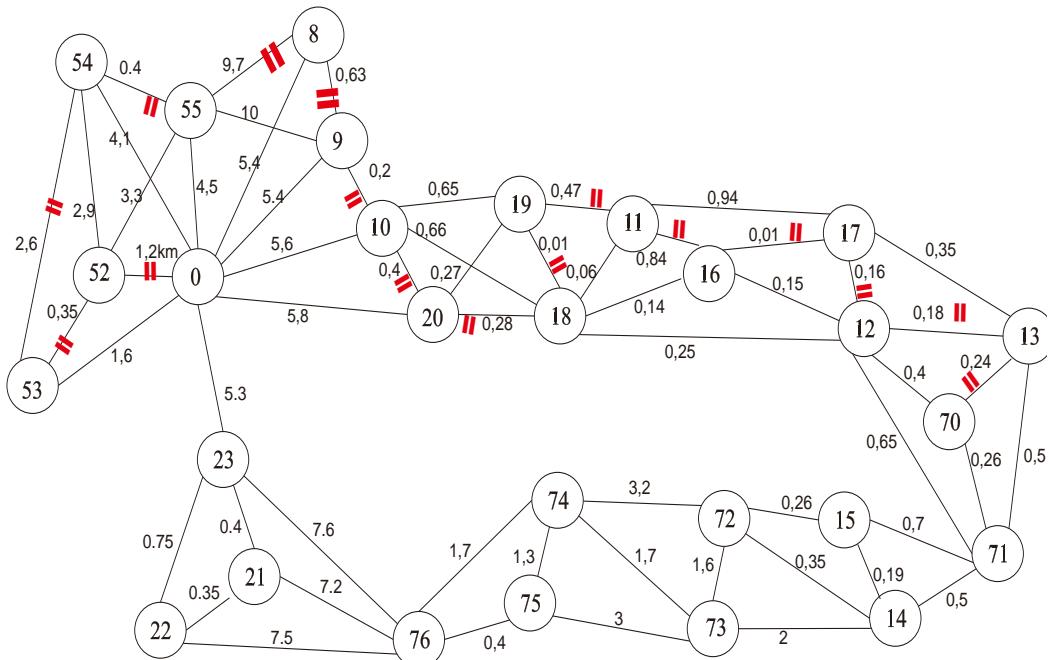
Pelanggan "12" menuju ke pelanggan { 13 ; 70 ; 71 } = jarak { 0,18 ; 0,4 ; 0,65 }

Jarak terdekat = 0,18 Km (pelanggan 13)

P. Rute 16

Pelanggan "13" menuju ke pelanggan { 70 ; 71 } = jarak { 0,24 ; 0,5 }

Jarak terdekat = 0,24 Km (pelanggan 70)



Q. Rute 17

Pelanggan "70" menuju ke pelanggan { 71 } = jarak { 0,26 }

Jarak terdekat = 0,26 Km (pelanggan 71)

R. Rute 18

Pelanggan "71" menuju ke pelanggan { 14 ; 15 } = jarak { 0,5 ; 0,7 }

Jarak terdekat = 0,5 Km (pelanggan 14)

S. Rute 19

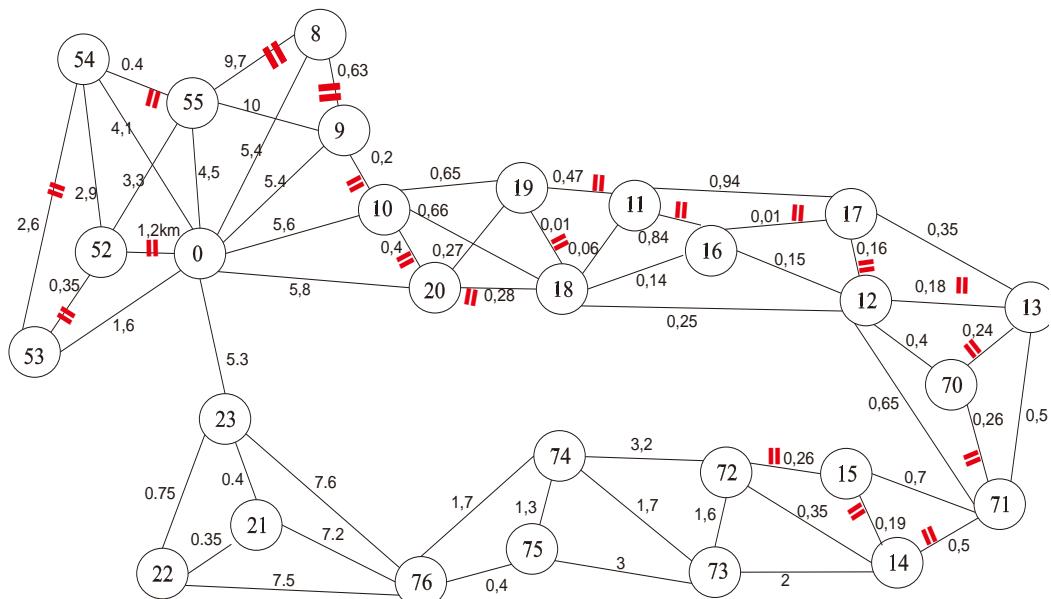
Pelanggan "14" menuju ke pelanggan { 15 ; 72 ; 73 } = jarak { 0,19 ; 0,35 ; 2 }

Jarak terdekat = 0,19 Km (pelanggan15)

T. Rute 20

Pelanggan "15" menuju ke pelanggan { 72 } = jarak { 0,26 }

Jarak terdekat = 0,26 Km (pelanggan72)



U. Rute 21

Pelanggan "72" menuju ke pelanggan { 73 ; 74 } = jarak { 1,6 ; 3,2 }

Jarak terdekat = 0,16 Km (pelanggan 73)

V. Rute 21

Pelanggan “73” menuju ke pelanggan { 74 ; 75 } = jarak { 1,7 ; 3 }

Jarak terdekat = 0,17 Km (pelanggan 74)

W. Rute 22

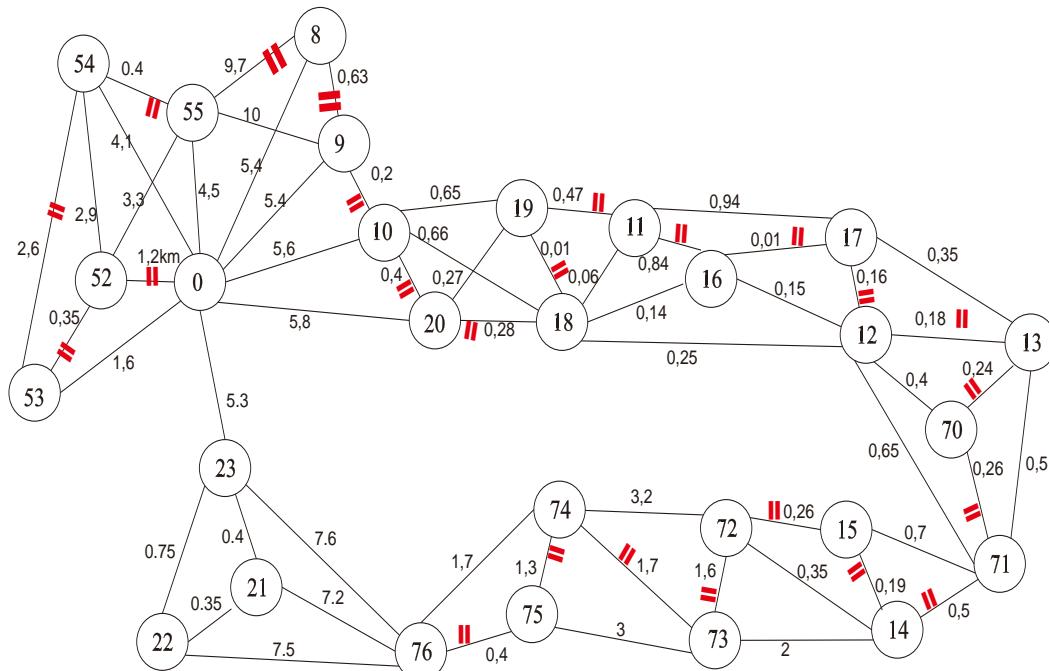
Pelanggan "74" menuju ke pelanggan { 75 ; 76 } = jarak { 1,3 ; 1,7 }

Jarak terdekat = 1,3 Km (pelanggan 75)

X. Rute 23

Pelanggan "75" menuju ke pelanggan { 76 } = jarak { 0,4 }

Jarak terdekat = 0,4 Km (pelanggan 76)



Y. Rute 24

Pelanggan "76" menuju ke pelanggan { 21 ; 22 ; 23 } = jarak { 7,2 ; 7,5 ; 7,6 }

Jarak terdekat = 7,2 Km (pelanggan 21)

Z. Rute 25

Pelanggan "21" menuju ke pelanggan { 22 } = jarak { 0,35 }

Jarak terdekat = 0,35 Km (pelanggan 22)

AA. Rute 26

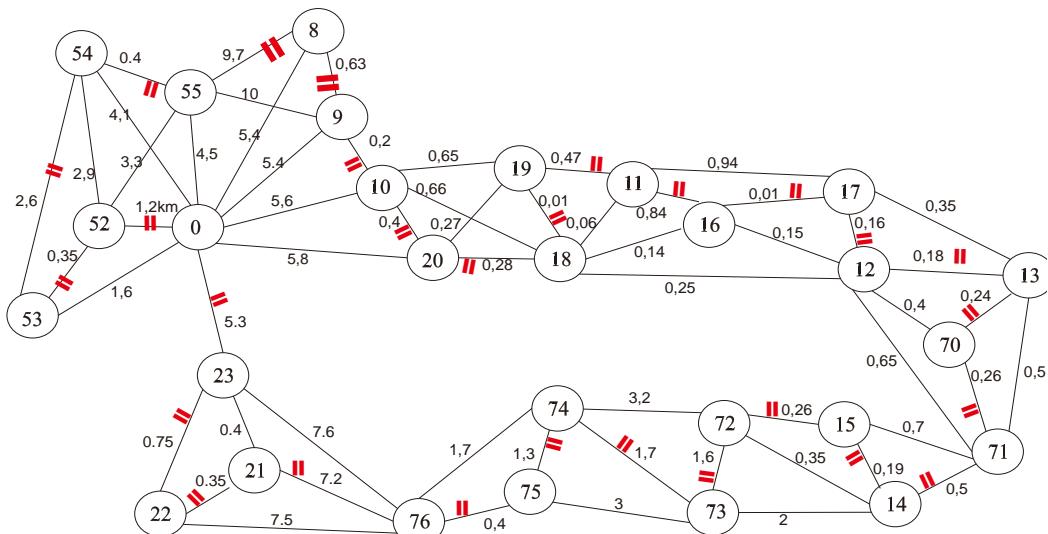
Pelanggan "22" menuju ke pelanggan { 23 } = jarak { 0,75 }

Jarak terdekat = 0,75 Km (pelanggan 23)

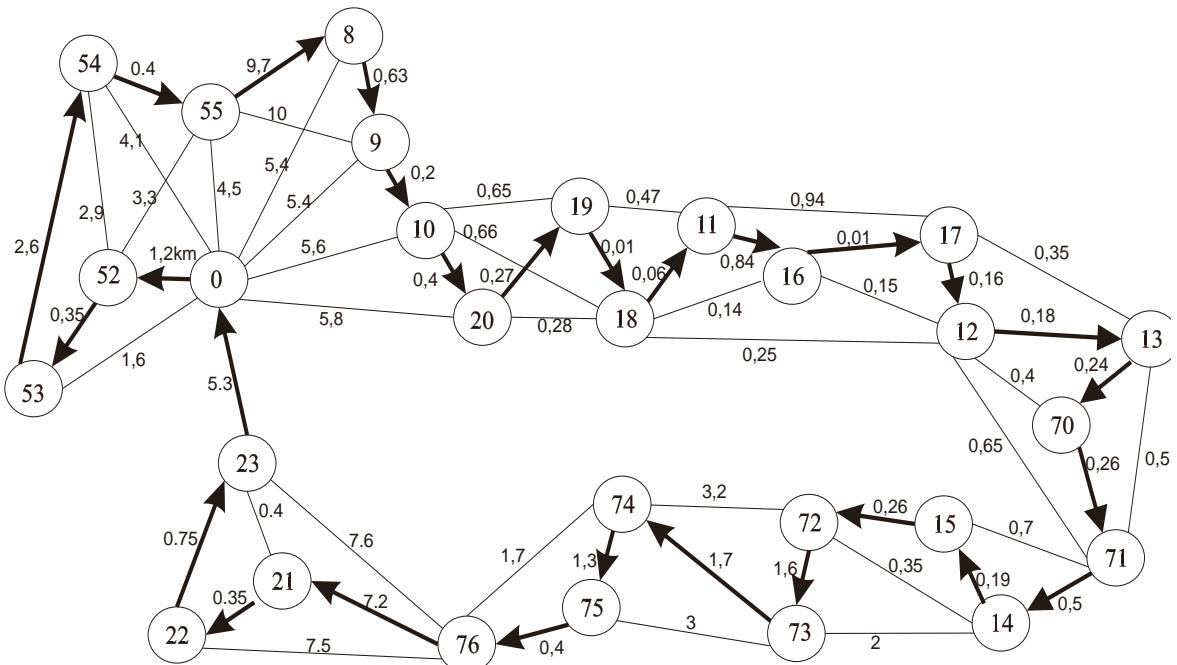
BB. Rute 27

Pelanggan "23" menuju ke pelanggan { 0 } = jarak { 5.3 }

Kembali ke depot dengan jarak 5,3 Km. Perjalanan selesai semua pelanggan telah dikunjungi.



Berdasarkan *solution repotr cluster 3*, diketahui rute yang terbentuk memiliki total jarak tempuh sejauh 37,06 Km dengan urutan pelanggan yang dikunjungi adalah 0-52-53-54-55-8-9-10-20-19-18-11-16-17-12-13-70-71-14-15-72-73-74-75-76-21-22-23-0 gambar rute distribusi usulan dapat dilihat pada gambar13.



Gambar 14 Rute tur ketiga

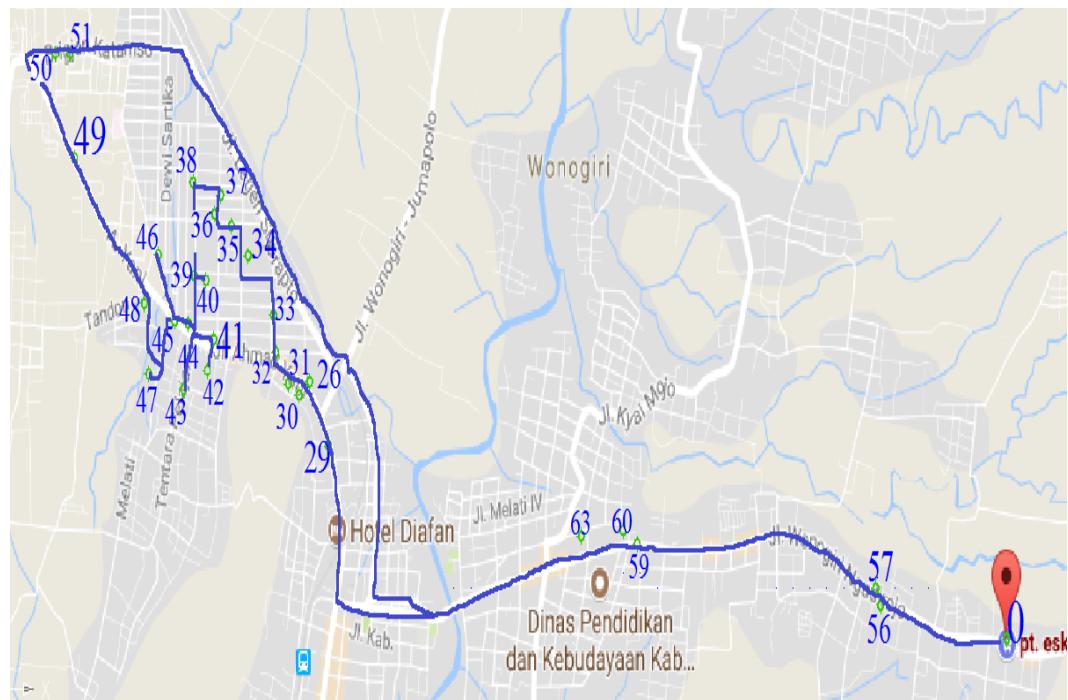
4.2.3 Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan diatas maka dapat diketahui banyaknya tur dengan rute pendistribusian es kristal dan total jarak masaing- masing yang disajikan pada tabel 10.

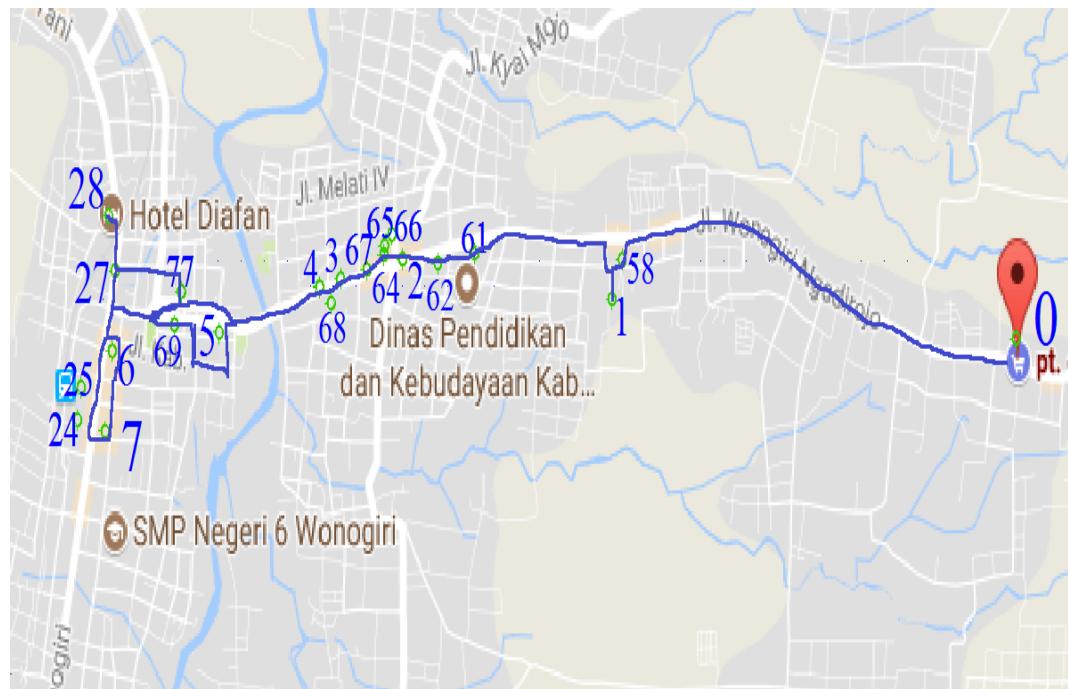
Tabel 10 Hasil perhitungan

Tur	Rute	Jarak tempuh (kilo meter)
1	0-56-57-59-60-63-29-26-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-44-41-42-43-45-46-47-48-49-50-51-0	20,42
2	0-58-1-61-62-2-64-65-66-67-3-68-4-5-69-77-27-28-6-7-24-25-0	12,88
3	0-52-53-54-55-8-9-10-20-19-18-11-16-17-12-13-70-71-14-15-72-73-74-75-76-21-22-23-0	37,06
	Total	70,36

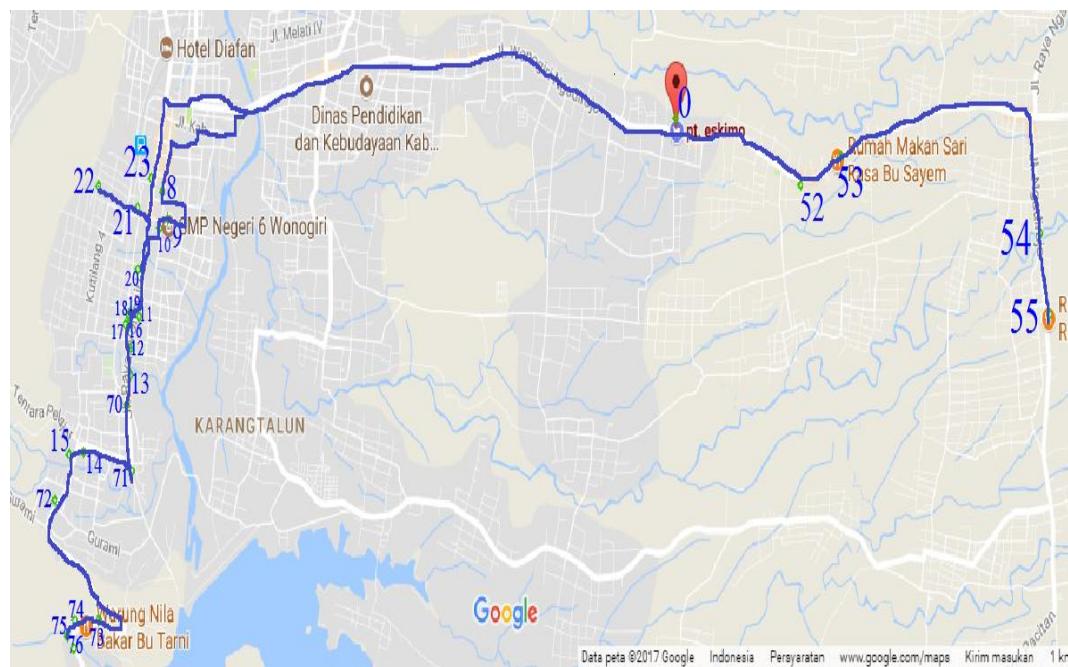
Berikut adalah rute distribusi usulan :



Gambar 15Rute usulan tur 1



Gambar 16Rute usulan tur 2



Gambar 17Rute usulan tur 3

4.2.4 Perhitungan Biaya Distribusi

Setelah diperoleh jarak tempuh tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan biaya distribusi. Berdasarkan hasil rekap data jarak tempuh dan biaya distribusi sebelumnya, maka dapat dilakukan perhitungan biaya distribusi dengan asumsi sebagai berikut :

1. *Fuel consumption* mobil distribusi (Mitsubishi L300) = 9,4 Km/liter
2. Bahan bakar yang digunakan (bio solar) = 1 liter/ Rp 5.150,-.
3. Hari kerja 1 bulan = 30 hari
4. Biaya SDM = Rp110.000

Yang meliputi : a. Biaya kernet satu kali pengiriman = Rp 40.000

b. Biaya sopir satu kali pengiriman = Rp 50.000

c. Biaya parkir satu kali pengiriman = Rp 20.000

4.2.4.1 Perhitungan Biaya Bahan Bakar Rute Awal

Berdasarkan asumsi *full consumption* kendaraan, maka konsumsi bahan bakar distribusi awal dalam satu kali pengiriman adalah :

1. Tur 1 (22,51 Km : 9,4) = 2,4 liter.
2. Tur 2 (21,8 Km : 9,4) = 2,3 liter
3. Tur 3 (36,21 Km : 9,4) = 3,9 liter

Total jarak sekali distribusi 80,52 Km dengan bahan bakar 8,6 liter. Jika satu hari melakukan pendistribusian sebanyak tiga kali maka total konsumsi bahan bakar menjadi 25,8 liter untuk menempuh jarak 241,56 Km. Sedangkan biaya bahan bakar yang dikeluarkan adalah: 25,8 liter \times Rp 5.150 = Rp 132.870

4.2.4.2 Perhitungan Biaya Bahan Bakar Rute Usulan

Perhitungan biaya distribusi usulan dilakukan untuk melihat selisih antara data awal distribusi dengan data usulan metode *Sweep*. Maka konsumsi bahan bakar usulan dalam satu kali pengiriman adalah :

1. $(20,42 \text{ Km} : 9,4) = 2,18 \text{ liter}$
2. $(12,88 \text{ Km} : 9,4) = 1,38 \text{ liter}$
3. $(37,06 \text{ Km} : 9,4) = 3,95 \text{ liter}$

Total jarak sekali distribusi 70,36 Km dengan bahan bakar 7,51 liter

Dengan cara yang sama dengan perhitungan biaya distribusi awal, maka akan diperoleh total konsumsi bahan bakar sebanyak 22,53 Km dan biaya distribusi dalam satu hari sebesar Rp 116.029,5. Adapun rekap perhitungan biaya transportasi pendistribusian disajikan pada tabel 11.

Tabel 11 Rekapitulasi biaya bahan bakar

Keterangan	Rute Awal			Rute Usulan		
	Jarak (Km)	Konsumsi Bahan Bakar (Liter)	Biaya Bahan Bakar (Rp)	Jarak (Km)	Konsumsi Bahan Bakar (Liter)	Biaya Bahan Bakar (Rp)
Tur	1	22,51	2,4	12.360	20,42	2,18
	2	21,8	2,3	11.845	12,88	1,38
	3	36,21	3,9	20.085	37,06	3,95
Total 1 kali pengiriman	80,52	8,6	44.290	70,36	7,51	38.676,5
Total 3 Kali Pengiriman	241,56	25,8	132.870	67,59	22,53	116.029,5

4.3 Analisis Perbandingan Hasil

Dari hasil perhitungan pengolahan data dengan menggunakan metode *sweep* dengan algoritma Nearest Neighbor maka bisa dilakukan perbandingan antara hasil pada kondisi awal dan kondisi akhir. Adapun rekapitulasi perbandingan hasil satu kali pengiriman dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12 Perbandingan hasil satu kali pengiriman

No	Perbandingan	Rute Awal	Rute Usulan	Selisih
1	Tur 1	0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-0	0-56-57-59-60-63-29-26-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-44-41-42-43-45-46-47-48-49-50-51-0	
2	Tur 2	0-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-0	0-58-1-61-62-2-64-65-66-67-3-68-4-5-69-77-27-28-6-7-24-25-0	
3	Tur 3	0-52-53-54-55-0-56-56-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-0	0-52-53-54-55-8-9-10-20-19-18-11-16-17-12-13-70-71-14-15-72-73-74-75-76-21-22-13-0	
4	Total jarak	80,52 Km	70,36 Km	10,16
5	Konsumsi bahan bakar	8,6	7,51	1,9
6	Biaya bahan bakar (Rp)	44.290	38676,5	5613,5
7	Biaya SDM (Rp)	110.000	110.000	-
8	Total biaya distribusi (Rp)	154.290	148.676,5	5613,5

Tabel 13 Penghematan biaya distribusi

Biaya	1 kali pengiriman	1 hari	1 bulan	1 tahun
Biaya Distribusi Rute Awal (Rp)	154.290	462.870	13.886.1000	166.63320
Biaya Distribusi Rute usulan (Rp)	148.676,5	446.029,5	13.380.885	160.570.620
Selisih	5.613	16.840,5	505.215	6.062.580

4.4 Pembahasan

Berdasarkan pengambilan data dari PT.Eskimo didapatkan data pelanggan yang terdiri dari (lokasi pelanggan, permintaan pelanggan), data kendaraan yang digunakan dalam transportasi, data rute distribusi awal dan data jarak tempuh, data biaya transportasi (bahan bakar). Pendistribusian es kristal dibagi menjadi tiga wilayah yaitu Wonogiri 1, Wonogiri 2, Wonogiri 3. Setelah semua data terkumpul dilakukan perhitungan data rute awal yaitu meghitung permintaan pelanggan selanjutnya menggambarkan titik-titik pelanggan dibidang koordinat dengan bantuan Autocad lalu menghitung total jarak tempuh masing-masing wilayah. Selanjutnya menghitung biaya bahan bakar untuk mendistribusikan es kristal.

Berdasarkan perhitungan rute awal didapatkan hasil jarak tempuh dalam satu kali pengiriman yaitu tur pertama sejauh 22,51 Km, tur kedua sejauh 21,8 Km dan tur yang ketiga sejauh 36,21 Km dengan total jarak keseluruhan adalah 80,52 Km. Dari hasil perhitungan jarak tempuh rute awal didapatkan biaya bahan bakar dalam satu kali pengiriman untuk tur pertama yaitu Rp 12.360, tur kedua adalah Rp 11.845 dan untuk tur ketiga adalah Rp 20.085 , total keseluruhan biaya bahan bakar dalam satu kali pengiriman adalah Rp 132.870.

Pengolahan data yang kedua dilakukan menggunakan metode *sweep* dengan algoritma *Nearest Neighbour*. Dari perhitunggan menggunakan metode *sweep* dihasilkan data berupa pengelompokan pelanggan yang dibagi menjadi 3 *cluster*. *Cluster* pertama berjumlah 29 pelanggan, *cluster* kedua berjumlah 21 pelanggandan *cluster* ketiga berjumlah 27 pelanggan, pengelompokan data

tersebut berdasarkan hasil perhitungan peningkatan sudut polar dari sudut terkecil ke sudut yang lebih besar.

Dari hasil pengolahan data dengan metode *sweep* tahap selanjutnya adalah pembentukan rute dengan algoritma *Nearest Neighbour*, dari hasil pengelompokan pelanggan maka dapat kita bentuk rute yang baru yang nantinya dijadikan sebagai rute usulan, selain itu dalam pembentukan rute dapat diketahui jarak tempuh masing-masing tur atau perjalanan. Berdasarkan pembentukan rute maka didapatkan jarak dalam satu kali pengiriman yaitu untuk tur pertama total jarak yang ditempuh sejauh 20,42 Km, tur kedua total jarak yang ditempuh sejauh 12,88 Km sedangkan tur ketiga total jarak yang ditempuh sejauh 37 Km. Dengan demikian total jarak usulan dalam satu kali pengiriman sejauh 70,36 Km.

Setelah diketahui jarak tempuh untuk rute usulan maka dapat dihitung konsumsi bahan bakar dan biaya bahan bakar. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan hasil konsumsi bahan bakar dan biaya bahan bakar dalam satu kali pengiriman yaitu tur yang pertama adalah 2,18 liter dengan biaya bahan bakar sebesar Rp 11.227, tur kedua yaitu 1,38 liter dengan biaya bahan bakar Rp 7.107 dan untuk tur ketiga yaitu 3,95 liter dengan biaya bahan bakar Rp 20.342,5. Total konsumsi bahan bakar dalam satu kali pengiriman yaitu sebanyak 7,51 liter dengan biaya bahan bakar Rp 38.676,5.

Dengan menggunakan *Algoritma Nearest Neighbour* dapat memperpendek jarak tempuh dan mengurangi biaya distribusi yaitu yang sebelumnya total jarak tempuh dalam satu kali pengiriman adalah 80,52 Km dan setelah dilakukan pembentukan rute yang baru total jarak yang didapatkan adalah 70,36 Km.

Dengan demikian terdapat penghematan jarak dalam satu kali pengiriman adalah 10,16 Km. Total konsumsi bahan bakar pada rute awal dalam satu kali pengiriman adalah 8,6 liter setelah dilakukan perubahan maka bahan bakar dapat diminimalkan menjadi 7,51 liter. Sedangkan biaya bahan bakar sebelum dilakukan perhitungan dengan metode dalam satu kali pengiriman adalah Rp44.290, setelah dilakukan perubahan rute maka total biaya bahan bakar dalam satu kali pengiriman adalah Rp 38.676,5, yang artinya biaya bahan bakar terdapat penghematan sebesar Rp 5.613,5 dalam satu kali pengiriman.

Dari hasil perhitungan dalam satu kali pengiriman didapatkan total biaya distribusi awal sebanyak Rp 154.290 yang meliputi biaya bahan bakar dan biaya SDM (kernet, sopir dan parkir). Sedangkan biaya distribusi usulan dapat diminimasi menjadi Rp 148.676,5, penghematan antara biaya distribusi awal dan biaya distribusi usulan adalah Rp 5.613 dalam satu kali pengiriman. Jika dalam satu hari melakukan tiga kali pengiriman maka penghematan biaya menjadi Rp16.840,5.

Seperti yang dijelaskan di atas antara data rute awal dan rute usulan terdapat perbedaan dikarenakan pembangiaan wilayah dalam pendistribusian mengalami perubahan dan tidak sama seperti rute awal. Dengan perubahan rute tersebut juga mempengaruhi total jarak tempuh yang menjadi lebih pendek daripada jarak tempuh rute awal perusahaan. Hal tersebut juga mempengaruhi perubahan biaya dalam pendistribusian es kristal.

Dalam satu hari perusahaan melakukan pengiriman es kristal sebanyak tiga kali yaitu pagi, siang dan sore, namun disini hanya dilakukan perhitungan dalam satu kali pengiriman saja dikarenakan pengiriman yang selanjutnya identik atau sama dengan pengiriman yang sebelumnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan pada pendistribusian es kristal di PT.Eskimo Perdana Niaga Wonogiri terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil :

1. Penerapan metode *sweep* dengan algoritma *Nearest Neighbour* mampu meminimasi jarak tempuh dalam distribusi es kristal di PT.Eskimo.
2. Rute yang terbentuk setelah dilakukan perhitungan adalah :
 - a. Tur 1 : 0-56-57-59-60-63-29-26-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-44-41-42-43-45-46-47-48-49-50-51-0
 - b. Tur 2 : 0-58-1-61-62-2-64-65-66-67-3-68-4-5-69-77-27-28-6-7-24-25-0
 - c. Tur 3 : 0-52-53-54-55-8-9-10-20-19-18-11-16-17-12-13-70-71-14-15-72-73-74-75-76-21-22-13-0
3. Total jarak tempuh dalam sekali pengiriman rute awal adalah 80,52 Km dapat diminimasi menjadi 70,36 Km dengan selisih jarak 10,16 Km. Konsumsi bahan bakar rute awal 8,6 liter dapat diminimasi menjadi 7,51 liter.
4. Total biaya distribusi rute awal dalam satu tahun adalah Rp 166.633.200 dan biaya distribusi rute usulan dalam satu tahun adalah Rp 160.570.620.
5. Penghematan biaya distribusi dalam satu tahun mencapai Rp 6.062.580.

5.2 Saran

1. PT.Eskimo perlu menerapkan sistem distribusi yang baik dari segi pengelompokan pelanggan dan pembentukan rute distribusi agar dalam pendistribusian es kristal bisa optimal.
2. Untuk saran penelitian selanjutnya diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan distribusi tidak hanyamempertimbangkan biaya bahan bakar saja namun juga termasuk biaya lain-lain dalam distribusi

DAFTAR PUSTAKA

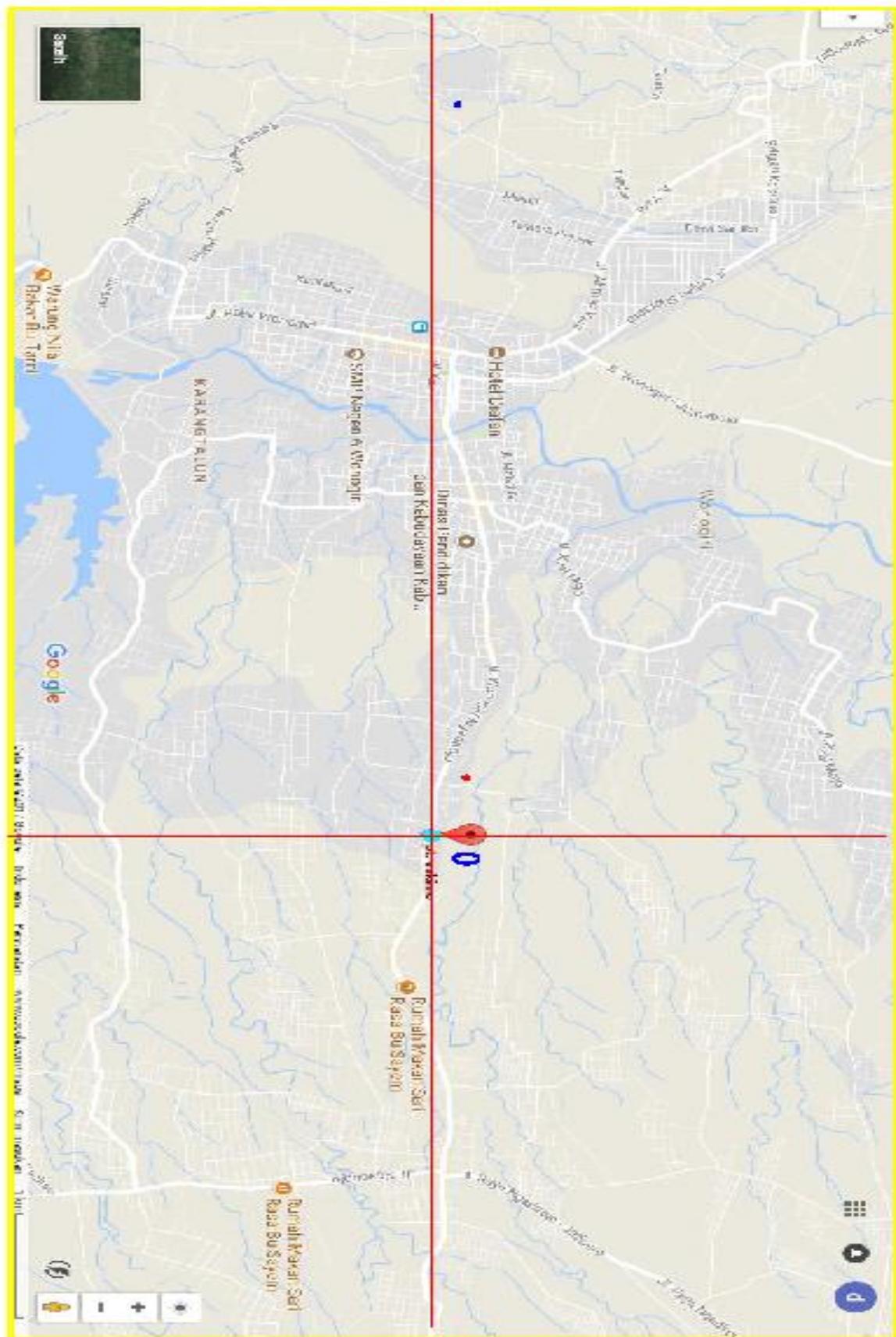
- Ballou, R.H.,2005,*Bussiness Logistics Supply Chain Management*, Ohio: Pearson Education International.
- Chopra dan Meidl.,2007,*Supply Chain Management*, Third edition , New Jersey: Pearson Education International.
- Pujawan, I.N.,2005,*Supply Chain Management*, Surabaya: Guna Widya.
- Pujawan, I.N. dan Mahendrawathi.,2010,*Supply Chain Management*, Edisi Kedua, Surabaya: Guna Widya.
- Putra, R.A.,2014, Efektivitas Metode Sequential Insertion Dan Metode Nearest Neighbour Dalam Penentuan Rute Kendaraan Pengangkut Sampah Di Kota Yogyakarta, Skripsi, Jurusan Pendidikan Matematika UNY, Yogyakarta.
- Suprayogi.,2003, Algoritma Sequential Insertion Untuk Memecahkan Vehicle Routing Problem With Multiple Trips and Time Window,*Jurnal Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 23, no. 3, pp. 30 – 46.
- Savitri, H.,2017, Pemodelan Vehicle Routing Problem With Time Windows Untuk Mengoptimasi Rute Distribusi Produk Sari Roti Dengan Metode Algoritma Sweep Dan Mixed Integer Linear Programming, Skripsi, Jurusan Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Toth, P. dan Vigo, D. 2002, *The Vehicle Routing Problem*, Society for Industrial and Applied Mathematics, Bologna, Universitas Degli Studi.

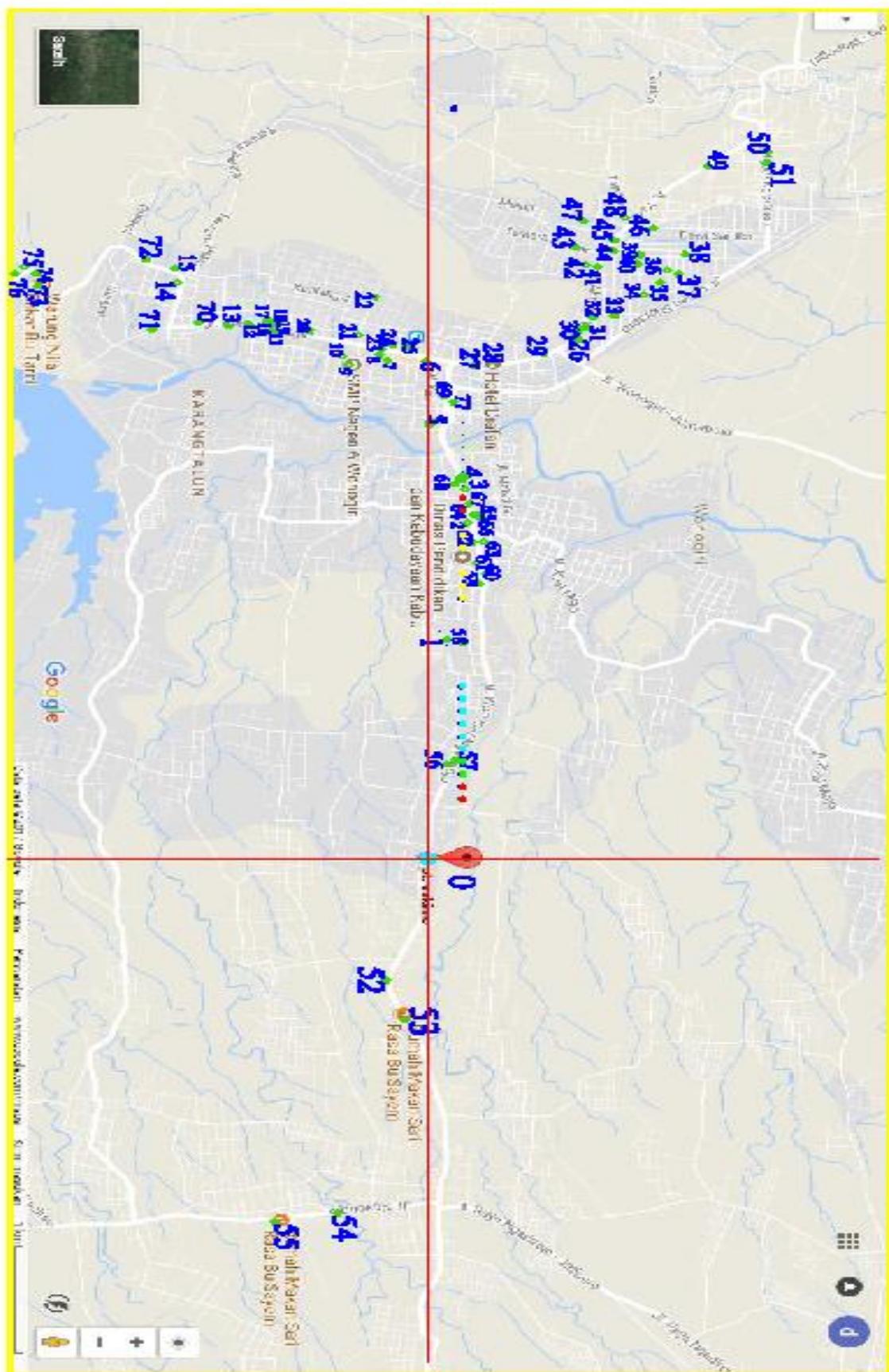
LAMPIRAN

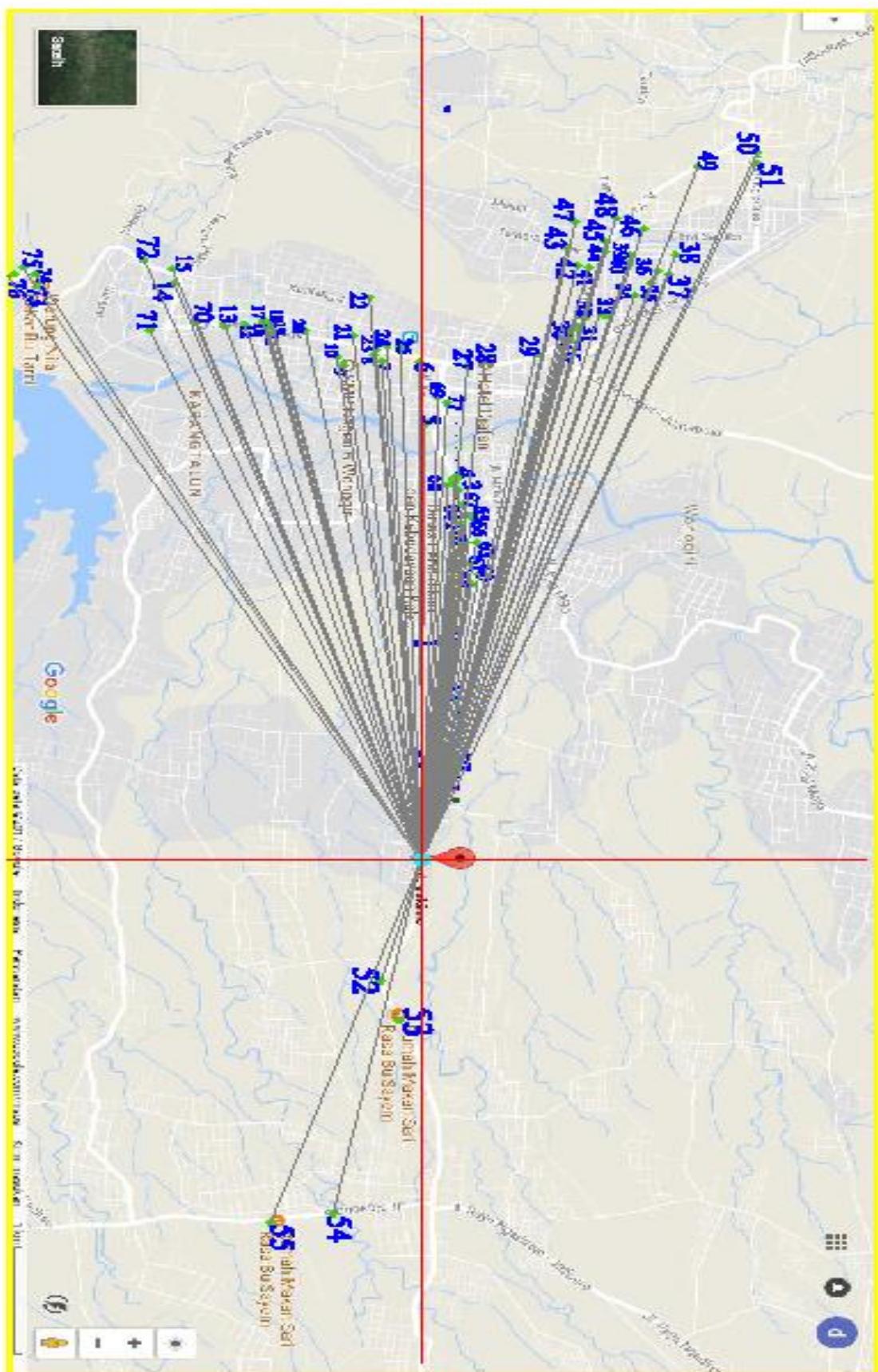
LAMPIRAN

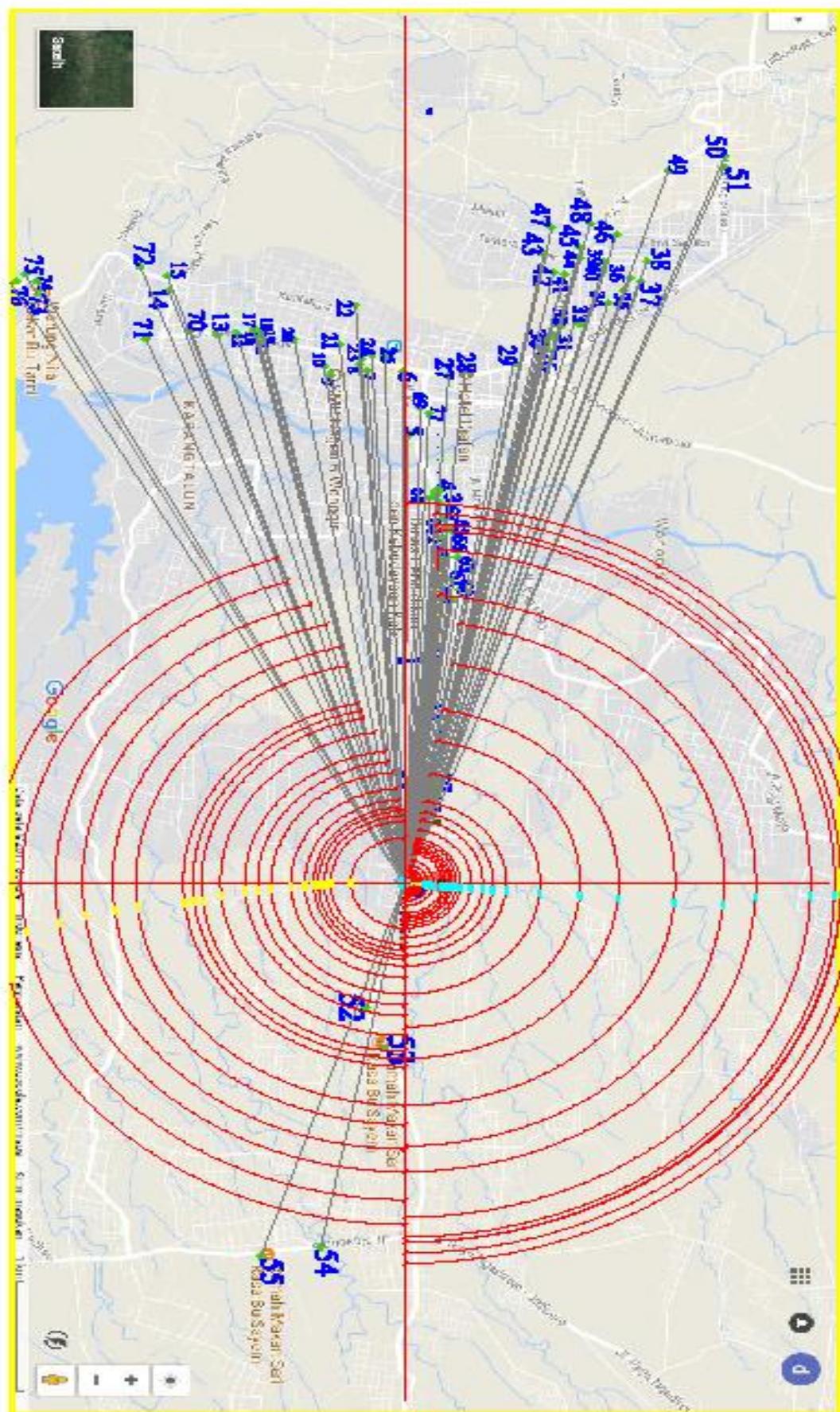
Lampiran

Menentukan Titik Koordinat Dan Sudut Polar



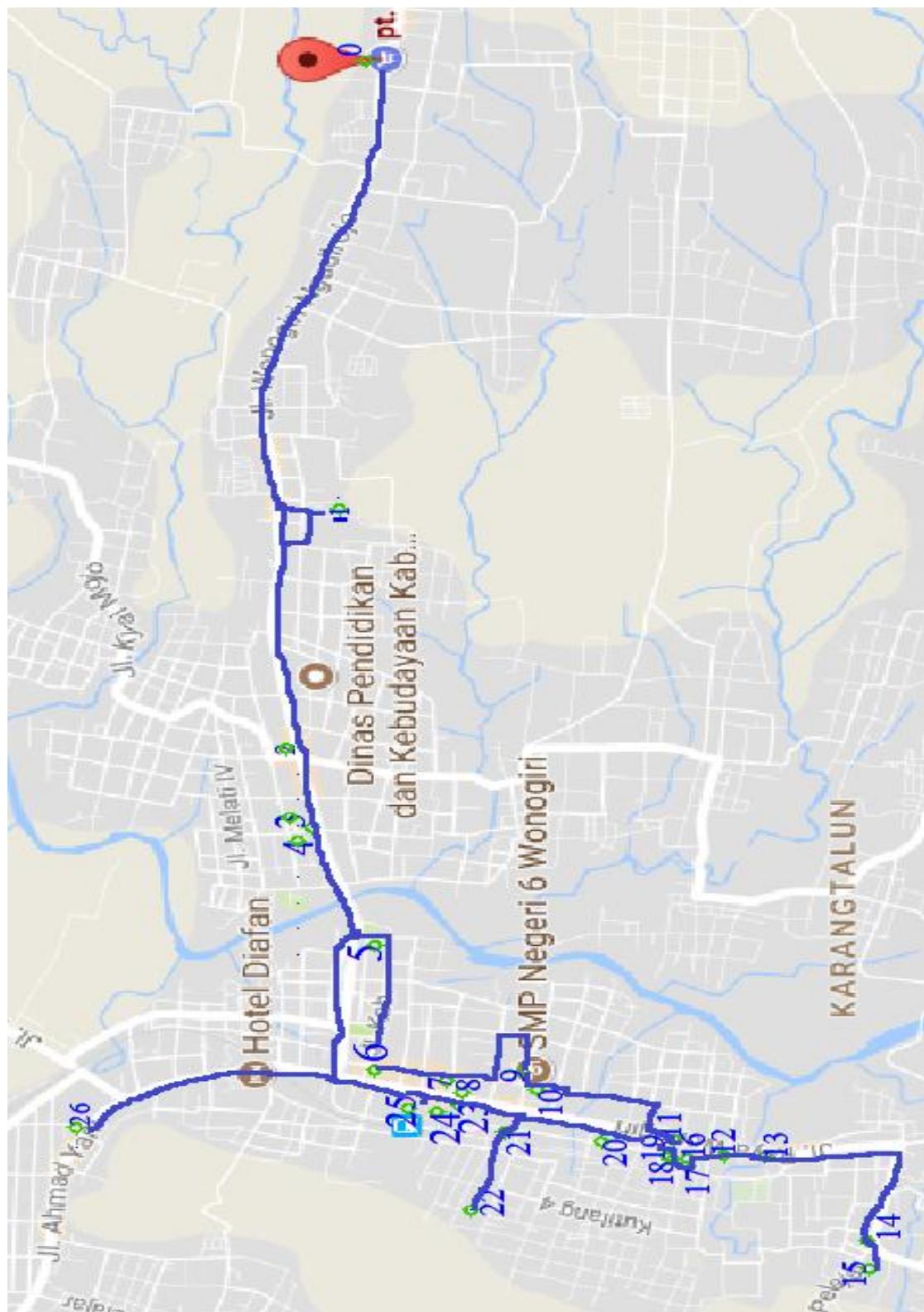


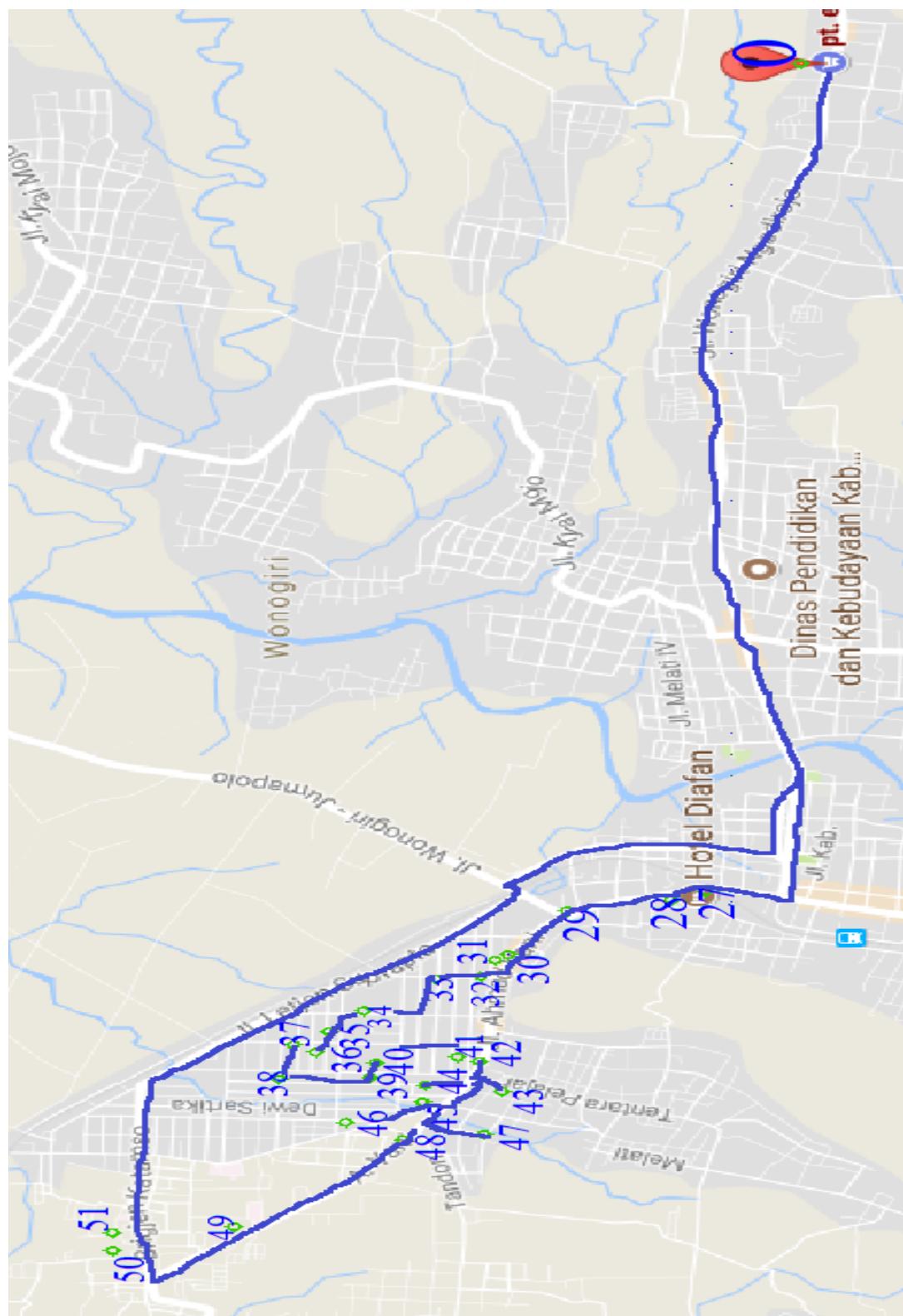




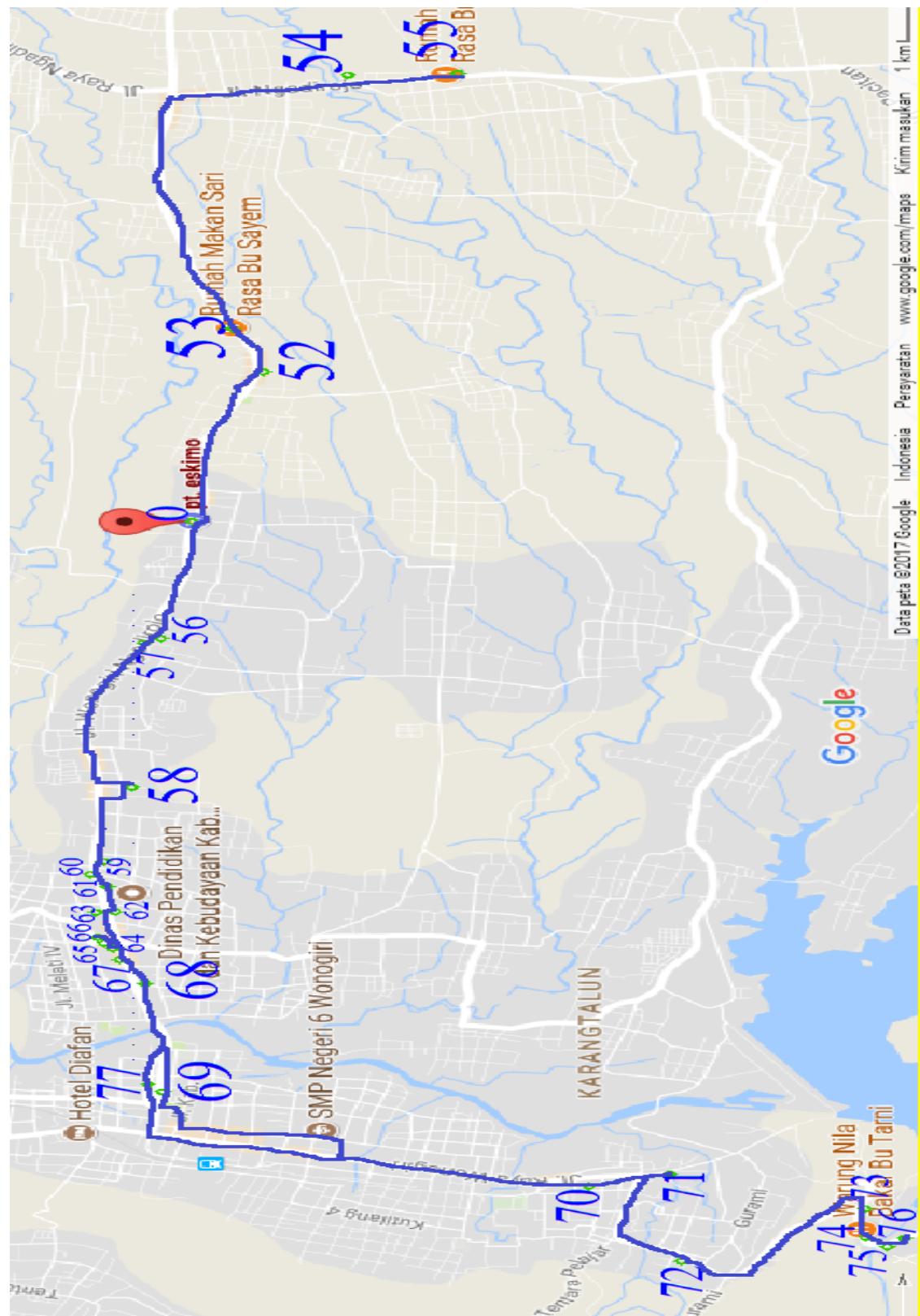
LAMPIRAN

RUTE AWAL

Rute awal tur 1

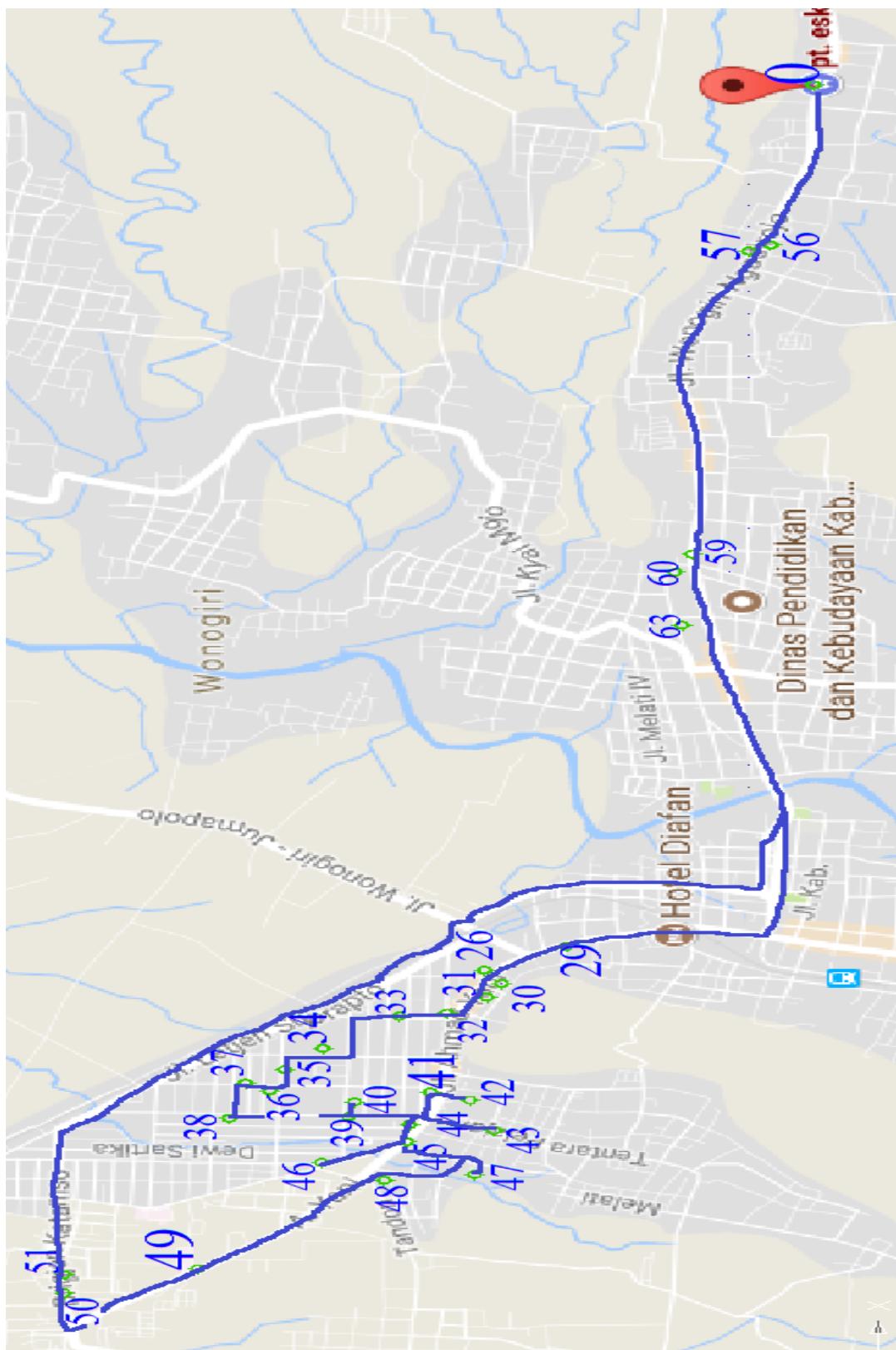
Rute awal tur 2

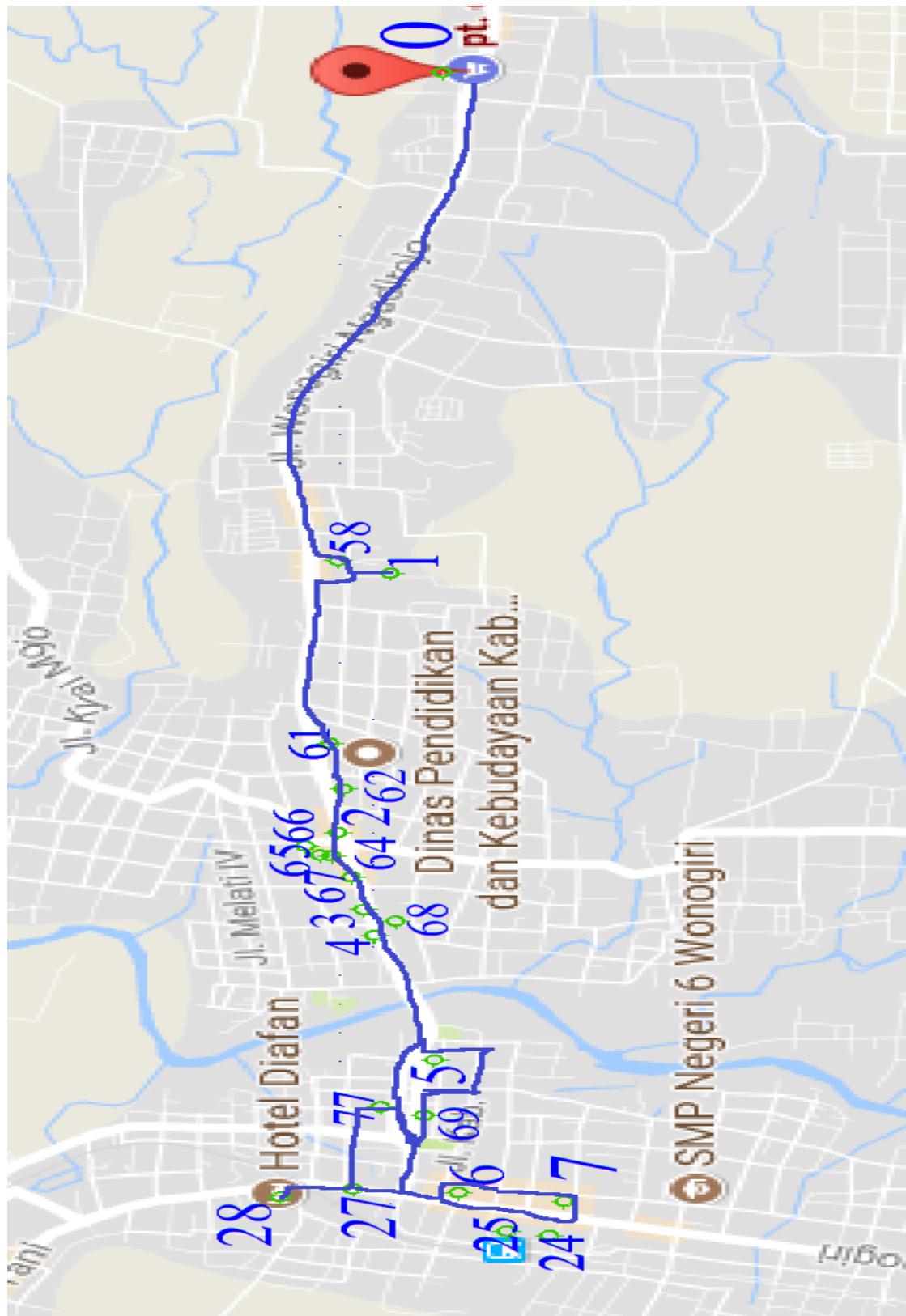
Rute awal tur 3



LAMPIRAN

RUTE USULAN

Rute usulan tur 1

Rute usulan tur 2

Rute usulan tur 3

