IMPLEMENTASI TEKNIK PROGRAM DINAMIK PADA *TRAVELING SALESMAN PROBLEM* (TSP)

SKRIPSI

NUR MAWADDAH

NIM 73154023

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN

MEDAN

2019

IMPLEMENTASI TEKNIK PROGRAM DINAMIK PADA *TRAVELING SALESMAN PROBLEM* (TSP)

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Tugas-Tugas dan Syarat-Syarat untuk mencapai Gelar Sarjana Sains (S. Mat) dalam Sains dan Teknologi

NUR MAWADDAH

NIM 73154023

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN

MEDAN

2019

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. IAIN No. 1 Medan 20235
Url:http://saintek.uinsu.ac.id, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI
Nomor: 038/ST/ST.V/PP.01//02/2020

Judul	:Implementasi Teknik Program Dinamik pada *Traveling Salesman Problem* (TSP)
Nama	: Nur Mawaddah
Nomor Induk Mahasiswa	: 73154023
Program Studi	: Matematika
Fakultas	: Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal	:Selasa, 12 November 2019
Tempat	: Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim ujian Munaqasyah,
Ketua,

Dr. Sajaratud Dur, ST., MT
NIP.19731013200501005

Dewan Penguji

Penguji I,	Penguji II,
Fibri Rakhmawati, M. Si	Ismail Husein, M. Si
NIP.198002112003122014	NIP.199104222019031015
Penguji III,	Penguji IV,
Dr. Sajaratud Dur, ST., MT	Rina Widyasari, M. Si.
NIP. 19731013200501005	NIB.1100000069

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera utara Medan,

Dr. H. M. Jamil, M. A.
NIP.196609101999031002

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

KepadaYth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikumWr. Wb.

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

Nama	: Nur Mawaddah
Nomor Induk Mahasiswa	: 73154023
Program Studi	: Matematika
Judul	: Implementasi Teknik Program Dinamik pada Traveling *Salesman Problem* (TSP)

Dapat disetujui untuk segera di *munaqasyah*kan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 12 November 2019 M
15 Rabiul Awal 1441 H

Komisi pembimbing

Pembimbing, Skripsi I

Fibri, Rakhmawati. M. Si
NIP.198002112003122014

Pembimbing, skripsi II

Ismail Husein. M. Si
NIP.199104222019031015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Nur Mawaddah
Nomor Induk Mahasiswa	:	73154023
Jurusan/Program Studi	:	Matematika
Judul Skripsi	:	Implementasi Teknik Program Dinamik pada *Traveling Salesman Problem* (TSP).

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya serahkan adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing – masing telah saya jelaskan sumbernya. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan sendiri ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Medan, 11 November 2019

<u>Nur Mawaddah</u>
NIM 73154023

ABSTRAK

Kegiatan pengoperasian yang baik dan tepat akan membantu perusahaan menghadapi persaingan dunia usaha yang semakin hari semakin tinggi. Salah satu kegiatan yag dilakukan perusahaan adalah yang bergerak dalam bidang jasa yaitu melakukan pengiriman barang secara optimal. Penelitian dengan judul "Implementasi Teknik Program Dinamik pada *Traveling Salesman Problem* (TSP)" , memiliki rumusan masalah penerapan teknik program dinamik pada penyelesaian *Traveling Salesman Problem* (TSP) sebagai graph Hamilton untuk menentukan rute yang paling optimal berdasarkan jarak dan waktu tempuh yang paling minimum. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji *Traveling Salesman Problem* (TSP) sebagai graph Hamilton dengan menggunakan program dinamik untuk mendapatkan rute yang paling optimal berdasarkan jarak dan waktu tempuh yang paling minimum. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder lalu data akan dibuat dalam bentuk graph Hamilton lalu diselesaikan dengan program dinamik. Berdasarkan analisis data yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa penyelesaian *Traveling Salesman Problem* (TSP) dengan program dinamik diperoleh rute dengan waktu pengiriman barang yang optimal di wilayah Kel. Pandau Hulu I sebesar 5375 detik, di wilayah Kel. Pandau Hulu II sebesar 6020 detik dan wilayah Kel. Pusat Pasar sebesar 5430detik.

Kata kunci: *Traveling Salesman Problem* (TSP), Program Dinamik, Graph.

ABSTRACT

Good and proper operation activities will help the company face the increasingly high competition in the business world. One of the activities carried out by the company is engaged in the service sector, namely delivering goods optimally. The research entitled "Implementation of Dynamic Program Techniques in Traveling Salesman Problems (TSP)", has a problem formulation of applying dynamic programming techniques in solving the Traveling Salesman Problem (TSP) as a Hamilton graph to determine the most optimal route based on the minimum distance and travel time. The purpose of this study is to examine the Traveling Salesman Problem (TSP) as a Hamilton graph using a dynamic program to obtain the most optimal route based on the minimum distance and travel time. The data source used in this research is secondary data. Then the data will be made in Hamilton graph form and then solved by dynamic program. Based on the data analysis, it is concluded that the solution to the Traveling Salesman Problem (TSP) with a dynamic program is obtained by a route with optimal delivery time in the Kel. Pandau Hulu I of 5375 seconds, in the area of Kel. Pandau Hulu II of 6020 seconds and the area of Kel. Market Center of 5430 seconds.

Keywords: Traveling Salesman Problem (TSP), Dynamic Program, Graph.

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الر حيم

Assalamu'alaikum wr,wb

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala kasih dan karunia-Nya yang begitu besar sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Sholawat dan salam kepada baginda Nabi Muhammad SAW dimana safaatnya yang kita harapkan di akhirat nanti. Adapun judul skripsi penulis **"Implementasi Teknik Program Dinamik pada *Traveling Salesman Problem* (TSP)".**

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Sains di Uneversitas Islam Negeri Sumatera Utara. Dalam penyusunan skripsi ini penulis memproleh bantuan dari berbagai pihak, baik bersifat material dan inmaterial sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan hormat penulis menyampaikan penghargaan dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Saidurrahman, M.Ag**. selaku Rektor UIN Sumatera Utara Medan beserta para stafnya yang telah memberikan berbagai fasilitas selama mengikuti perkuliahan.
2. Bapak **Dr. H. M. Jamil, MA**. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
3. Ibu **Dr. Sajaratud Dur, S. T., M.T**. dan Bapak **Ismail Husein, M. Si** selaku ketua dan sekretaris Prodi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
4. Ibu **Fibri Rakhmawati, M.Si.** selaku Dosen Pembimbing I skripsi saya yang senantiasa memberikan banyak arahan dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak **Ismail Husein, M.Si**. selaku Dosen Pembimbing II skripsi dan dosen pembimbing akademik saya yang telah memberikan banyak arahan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan

skripsi ini dan telah mendidik penulis selama menjalankan perkulihan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.

6. Bapak dan Ibu Dosen serta Staff dan Pegawai yang telah mendidik penulis selama menjalankan perkuliahan di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
7. Orang tua saya ayah **Alm. Ibrahim Ahmad** dan Ibu saya tercinta **Nur Hayati** yang telah mengasuh dan mendidik saya tanpa mengenal lelah dari saya kecil sampai sekarang.
8. Paman **Ali Usman** dan Tante **Nur Zannah** yang telah mengasuh dan membimbing saya sampai saya bisa menyelesaikan skripsi ini.
9. Abang-abang saya **Muhammad Nur, Muhammad Huseir, Ahmad Nasa'i** dan **Ahmad Tar Mizi** telah mendukung dan memberikan saya semangat selama perkuliahan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
10. Kakak-kakak saya **Nur Ainun, Nur Koedah, Nur Baitik, Nur maidah, Ropikoh dan Tuty zahara, S.Pd** yang telah mendukung dan memberikan saya semangat selama perkuliahan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
11. Abang-abang ipar dan kakak-kakak ipar saya yang telah mendukung dan memberikan saya semangat selama perkuliahan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
12. Teman saya **Kurnia Desi Iryana** yang telah mendukung dan selalu beradu argumen mengenai penyelesaian tugas kuliah dan selalu sama-sama mengerjakan proposal skripsi dan sampai selesainya skripsi ini
13. Untuk teman-teman seperjuangan khususnya anak Matematika stambuk 2015, teman-teman mahasiswa Matematika, teman-teman KKN dan seluruh teman-teman lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah mendukung dan

memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, baik pada teknis penulisan maupun materi, mengingat akan kemampuan yang penulis miliki. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan demi penyempurnaan pembuatan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi sumbangan pemikiran bagi pihak yang membutuhkan, khususnya bagi penulis sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai, Amin.

Medan, 11 November 2019

Penulis

Nur Mawaddah

NIM 73154023

DAFTAR ISI

PENGESAHAN SKRIPSI .... **i**
PERSETUJUAN SKRIPSI .... **ii**
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .... **iii**
ABSTRAK .... **iv**
ABSTRACT .... **v**
KATA PENGANTAR .... **vi**
DAFTAR ISI .... **ix**
DAFTAR GAMBAR .... **xii**
DAFTAR TABEL .... **xiii**

BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Batasan Masalah 6
1.4 Tujuan Penelitian 7
1.5 Manfaat Penelitian 7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **8**
2.1 Gambaran Umum Perusahaan 8
2.2 Sejarah Graph 9
2.3 Teori Graph 10
2.4 Refresentasi Graph 10
2.4.1 Matriks Ketetanggaan (Adjacency Matrix) 10
2.4.2 Maatiks Bersisian *(*Incidency Matrix*)* 11
2.5 Lintasan dan Sirkuit Hamilton 12
2.6 Lintasan Terpendek (*Shortest Path*) 13
2.7 *Traveling Salesman Problem* (TSP) 14

2.8 Program Dinamik 14
2.8.1 Ciri-ciri Masalah Program Dinamik 15
2.8.2 Metode Penyelesaian Perjalanan Salesman dengan Dinamik 18

BAB III METODE PENELITIAN 20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 20
3.1.1 Tempat Penelian 20
3.1.2 waktu Penelitian 20
3.2 Metode dan Desain Penelitian 20
3.2.1 Metode Penelitian 20
3.2.2 Desain Penelitian 21
3.3 Sumber dan Jenis Data 22
3.3.1 Sumber Data 22
3.3.2 Jenis Data 22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 23
4.1 Pengumpulan Data 23
4.1.1 Jarak 23
4.1.2 Waktu 23
4.1.3 Wilayah 23
4.2 penentuan Rute dengan Menggunakan Matriks 24
4.2.1 Wilayah Kelurahan Pandau Hulu I 24
4.2.2 Wilayah Kelurahan Pandau Hulu II 27
4.2.3 Wilayah Kelurahan Pusat Pasar 30
4.3 Rute Optimal Berdasarkan Waktu Tempuh dengan Program Dinamik 32

4.3.1 Wilayah Pandau Hulu I 32
4.3.2 Wilayah Pandau Hulu II 40
4.3.3 Wilayah Pusat Pasar 48
4.4 Analisis Rute yang dihasilkan dari Program Dinamik 57
4.4.1 Wilayah Pandau Hulu I 57
4.4.2 Wilayah Pandau Hulu II 58
4.4.3 Wilayah Pusat Pasar 58

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 60
5.1 kesimpulan 60
5.2 Saran 60
DAFTAR PUSTAKA 61
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Jembatan Koningsberg	9
2.2	Refresentasi Graph Masalah Jembatan Koningsberg	9
2.3	Tiga Buah Graph dengan Matriks Ketetanggannya	11
2.4	Graph dan Matriks Bersisiannya	12
2.5	Graph yang Memiliki Lintasan Hamilton	13
2.6	Dodecahedron Hamilton	13
2.7	Lintasan Truk Paket	16
3.1	Desain Penelitian	21
4.1	Graph G yang Berarah dan Berbobot	26
4.2	Graph H yang Berarah dan Berbobot	27
4.3	Graph G yang Berarah dan Berbobot	29
4.4	Graph H yang Berarah dan Berbobot	29
4.5	Graph G yang Berarah dan Berbobot	31
4.6	Graph H yang Berarah dan Berbobot	32
4.7	Rute Waktu Optimal di Wilayah Pandau Hulu I	57
4.8	Rute Waktu Optimal di Wilayah Pandau Hulu II	58
4.9	Rute Waktu Optimal di Wilayah Pusat Pasar	59

DAFTAR TABEL

Tabel	**Judul Tabel**	**Halaman**
4.1	Data Waktu yang ditempuh di Wilayah Pandau hulu I	24
4.2	Data Jarak yang ditempuh di Wilayah Pandau hulu I	25
4.3	Data Waktu yang ditempuh di Wilayah Pandau hulu II	27
4.4	Data Jarak yang ditempuh di Wilayah Pandau Hulu II	28
4.5	Data Waktu yang ditempuh di Wilayah Pusat pasar	30
4.6	Data Jarak yang ditempuh di Wilayah Pusat Pasar	30

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Umumnya setiap perusahaan memiliki tujuan yang ingin dicapai yaitu mendapatkan keuntungan semaksimal mungkin. Tercapainya keuntungan memungkinkan perusahaan untuk terus beroperasi sehingga kontinuitas perusahaan terus meningkat. Upaya dalam mencapai keuntungan yang maksimal tidak terlepas dari kegiatan-kegiatan pengoperasian baik dan tepat oleh perusahaan. Setiap perusahaan selalu berusaha untuk meminimumkan biaya dan waktu pengiriman agar tidak mengalami kerugian. Untuk itu diperlukan suatu metode pemecahan masalah yang bisa memberi solusi optimal agar biaya operasional yang dikeluarkan seefektif mungkin.

Pengoperasian baik dan tepat akan membantu perusahaan menghadapi persaingan dunia usaha yang semakin hari semakin tinggi. Dan salah satu kegiatan yang dilakukan perusahaan khususnya yang bergerak dalam bidang jasa. Bidang jasa tersebut salah satunya yaitu adanya pengiriman barang secara optimal. Pengiriman yang optimal artinya barang yang diterima oleh konsumen dalam jumlah tepat, kondisi baik, sesuai dengan waktu yang dijanjikan dan pengeluaran biaya yang sedikit.

PT. Pos Indonesia merupakan salah saru perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa pengiriman barang. Dalam hal ini target yang ingin dicapai oleh PT. Pos Indonesia adalah barang yang dikirim sampai tepat pada waktunya dengan biaya yang dikeluarkan seminimum mungkin. Dalam melakukan proses pengiriman barang ke pihak penerima (konsumen), PT. Pos Indonesia Medan mengirimkan barang tersebut dari kantor Pos Medan ke setiap kantor Pos cabang di setiap kota yang disebut dengan kantor Pos pemeriksa yang tersebar di wilayah Sumatera Utara-Aceh. Kemudian kantor Pos pemeriksa mengirim barang ke setiap kantor Pos cabang luar kota. Setelah itu, kantor Pos cabang luar kota mengirim barang ke pihak penerima (konsumen) yang menjadi tujuan pengirim.

PT. Pos Indonesia juga mengirimkan barang ke wilayah-wilayah di sekitar kota Medan. Adapun jenis yang diantar yaitu berupa surat biasa, surat luar negeri, surat dalam negeri, kilat khusus, dan sebagainya. Berat paket kecil degan berat 3 kg, dan beberapa surat dari perusahaan lain yang bekerja sama dengan PT. Pos Indonesia Medan antara lain PT. Prudential Insurance Life, Bank Mandiri, Bank BNI, CMB Niaga dan Cigna yang diantar kepada setiap penerima (konsumen). Setiap hari *salesman* melakukan pengiriman barang dengan titik antar maksimum 275 titik, jumlah barang yang dikirim tergantung banyaknya barang masukan dengan rata-rata berat dibawah 5 kg.

PT. Pos Indonesia Medan sebagai penyedia jasa pengantar barang baik dia berbentuk surat, dokumen-dokumen, kilat khusus, dan sebagainya yang akan diantar kepada pihak penerima (konsumen). Pos Indonesia sudah memiliki banyak pengalaman dibidang pengiriman barang sehingga tidak heran jika jasa layanan pengirimannya tidak perlu diragukan lagi karena perusahaan milik negara ini sudah beroperasi sejak puluhan tahun yang lalu. Salah satu kelebihan dari Pos Indonesia adalah: tarif yang dikenakan lebih terjangkau, dibandingkan dengan perusahaan pengiriman barang lainnya, jangkauan pengirimannya sangat luas bahkan bisa sampai pelosok atau pedalaman, kantor pos juga hampir terdapat diseluruh kecamatan se Indonesia. Permasalahan yang dihadapi oleh kantor Pos Medan adalah penentuan rute pengiriman barang yang belum optimal dan tetap sehingga rute yang dilalui dapat berubah-ubah dan berdampak pada ketidak tepatan waktu pengiriman. Menurut Pak Rahmad Nur sebagai kepala bagian pengiriman, jalur yang dilalui para *Salesman* berdasarkan atas pengetahuan sendiri sehingga jarak tempuh yang dilalui tidak tepat ataupun berulang-ulang sehingga mengakibatkan waktu pengiriman barang menjadi lama. Pada kendala tersebut akan berdampak buruk terhadap kantor Pos Medan sendiri dimana tingkat kepercayaan konsumen untuk menggunakan jasa pengiriman terhadap kantor Pos Medan akan menurun.

PT. Pos indonesia Medan harus menerapkan sistem pengiriman barang agar dalam pengiriman dapat tepat sesuai dengan tujuan pengirim. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan total waktu dalam pengantaran barang akan digunakan metode program dinamik, karna dengan metode program dinamik menarik peneliti untuk melakukan evaluasi *salesman* dalam menentukan rute yang akan dilewati oleh *salesman* agar waktu dan jarak/rute yang dilalui *salesman* menjadi lebih optimal. Adapun dalil Al-Qur’an yang menggambarkan tentang sifat amanah dimana percakapan antara jin dengan nabi Sulaiman as. (QS. Al-Anml 27;39)

Berkata 'Ifrit (yang cerdik) dari golongan jin: "Aku akan datang kepadamu dengan membawa singgasana itu kepadamu sebelum kamu berdiri dari tempat dudukmu; Sesungguhnya aku benar-benar kuat untuk membawanya lagi dapat dipercaya" (Zaidan :2017).

Dari uraian tersebut, penulis menyimpulkan pada ayat (Q.S Al-Anml 27;39) tersebut ialah tentang kemampuan ifrit (golongan jin) untuk memindahkan singgasana ratu Balqis pada saat itu dalam waktu singkat. Ifrit juga menjanjikan bahwa dia dapat dipercaya dalam melaksanakan tugas tersebut. Maka dari itu, PT. Pos Medan memberi jaminan kepercayaan terhadap konsumen bahwa PT. Pos Medan dapat mengirim barang atau dokumen terhadap penerima seperti sedia kala tanpa ada perubahan, pengurangan, atau penambahan yang terkait tentang barang yang akan di kirim.

Traveling Salesman Problem (TSP) diilustrasikan sebagai perjalanan *salesman* untuk menentukan jalan yang ditempuh dari suatu simpul untuk melewati semua simpul dan kembali kesimpul awal, dengan ketentuan setiap simpul hanya boleh dilewati dalam satu kali perjalanan (Yunus *at all*: 2015). Penentuan lintasan dan meminimumkan biaya merupakan salah satu masalah yang dihadapi dalam perusahaan. Penentuan lintasan terpendek pada *Traveling Salesman Problem* (TSP) adalah salah satu masalah dari graph, bagaimana membentuk sebuah sirkuit minimum. Bobot pada sisi yang menghubungkan sepasang simpul merepresentasikan waktu, biaya, dan jarak. Banyak penelitian telah mengembangkan algoritma untuk menyelesaikan malasah *Traveling Salesman Problem* (TSP).

Program dinamik adalah salah satu teknik matematika yang digunakan untuk mengoptimalkan proses pengambilan keputusan secara bertahap sedemikian rupa sehingga solusi dari persoalan dapat dipandang dari serangkaian ketetapan yang saling berkaitan (Ningtyas Dian Kusuma *et all* 2008). Dalam teknik ini, keputusan yang menyangkut suatu persoalan dioptimalkan secara bertahap. Jadi, inti dari teknik ini ialah membagi satu persoalan atas beberapa bagian persoalan yang disebut tahap, kemudian memecahkan tiap tahap dengan mengoptimalkan keputusan atas tiap tahap sampai seluruh persoalan terpecahkan. Algoritma Dijkstra menggunakan prinsip Greedy, yaitu mencari solusi optimal pada setiap langkah yang dilalui, dengan tujuan untuk mendapatkan solusi optimum pada langkah selanjutnya yang akan mengarah pada solusi terbaik. Cara kerja Algoritma Dijkstra adalah antrian berprioritas. Jadi hanya simpul yang memiliki prioritas yang akan di telusuri. Dalam menentukan simpul berprioritas. Algoritma membandingkan setiap nilai (bobot) dari simpul yang berbeda pada satu level. Selanjutnya dibandingkan dengan nilai yang akan ditemukan dari rute yang baru ditemukan. Saat ini, *Traveling Salesman Problem* (TSP) sudah cukup banyak metode yang dapat digunakan. Terbukti dengan banyaknya jurnal-jurnal yang membahas mengenai *Traveling Salesman Problem* (TSP), mulai dari algoritma yang digunakan untuk menemukan rute optimal hingga penerapannya pada permasalahan yang besar. Sahfutra, M. Firman Aji, dkk, (2016) mengusulkan algoritma Dijkstra untuk menyelesaikan *Traveling Salesman Problem* (TSP). Namun algoritma Dijkstra Memiliki kelemahan dalam penentuan rute optimal pada *Traveling Salesman Problem* (TSP), di mana dengan menggunakan algoritma ini tidak mencakup semua simpul atau tidak dapat kembali ke simpul awal, sehingga rute yang diperoleh belum tentu optimal.

Bangun, Putra, Sisca Octarina, dan Bran Valbert Putra (2015) dimana jurnalnya yang berjudul "Penyelesaian *Traveling Salesman Problem* (TSP) dengan Metode *Branch And Bround*" dimana tujuan peneliti menerapkan *Branch* dan *Bound* untuk menyelesaikan *Traveling Salesman Problem* (TSP) terhadap rute pengangkutan barang di kantor Pos Palembang. Dimana penentuan rute terpendek dari Kantor Pos Pemeriksa (KPRK) ke setiap Kantor Pos Cabang (KPC) dan kembali ke Kantor Pos Pemeriksa. Solusi yang diperoleh berupa bilangan biner, dimana 0 menyatakan solusi tidak optimal dan 1 menyatakan solusi optimal. Hasil yang diperoleh terdapat 2 rute pengangkutan untuk masing-masing wilayah, dimana total jarak terpendek untuk wilayah A adalah 24,3 km dan wilayah B adalah 27,5 km.

Penelitian lain juga menggunakan program dinamik dalam menyelesaikan *Traveling Salesman Problem* (TSP), S. Novelianty P. *et all* (2005) dalam jurnal mereka yang berjudul "Solusi *Traveling Salesman Problem* (TSP) menggunakan Algoritma *Greedy*. Pendekatan yang dilakukan ialah membuat pilihan optimal lokal pada setiap langkah dengan harapan bahwa sisanya akan mengarah ke lokasi optimal global. Dengan prinsip seperti ini dapat dikatakan bahwa algoritma *greedy* lebih berguna untuk menghasilkan solusi hampiran, akan tetapi *greedy* tidak selalu berhasil memberikan solusi yang optimal. Hal itu dibuktikan ke dalam pengaplikasian algoritma terhadap layanan taksi wisata, dimana hasil implementasi algoritma *greedy* dikhususkan pada kasus Traveling *Salesman Problem* (TSP) yang jarak antar node-nodenya pendek. Dalam jurnal yang berjudul *Travelling Salesman Problem by Dinamic Programming Algorithm* [Singhal, Abba dan Priyanka Pandey (2016)], bahwa Menurut Singhal, Abba dan Priyanka Pandey (2016) program dinamik adalah teknik sangat cocok untuk memecahkan berbagai macam masalah. Pada program dinamik dituntut formulasi pendekatan yang sangat elegan, berpikir sederhana dan bagian pengkodean sangat mudah. Gagasannya sangat sederhana, jika dipecahkan suatu masalah dengan infut yang diberikan, lalu dapat disimpan hasilnya untuk masa mendatang, agar tidak menyelesaikan masalah yang sama lagi. Pada jurnal ini menggunakan program dinamik dalam menyelesaikan *Traveling Salesman Problem* (TSP), dimana semua para meternya dibuat dalam bentuk matriks. Dalam penyelesaiannya dilakukan langkah demi langkah sesuai dengan ketentuan pada program dinamik.

Yunita, Anggun Tri dan Munawar Ali (2015) yang berjudul "Analisis Transportasi Sampah Kota Tuban Menggunakan Dynamic Programming" dimana peneliti menganalisis evaluasi terhadap pengelola angkutan sampah, dengan pencarian alternatif sistem pengangkutan sampah hanya dibatasi pada kendaraan angkutan *Amroll truck* berbasis 6 m^3 yang melayani beberapa depo dengan timbunan sampah paling banyak. Setelah menganalisis hasil 6 dari 12 rute yang ada merupakan rute alternatif atau efisien dibanding dengan rute yang sebelumnya. Dari 6 rute total alternatif mampu menghemat biaya bahan bakar hingga Rp. 1.441.176,-/bulan dan Rp. 17.294.112,-/.tahun.

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini yaitu bagaimana menerapkan program dinamik pada penyelesaian *Traveling Salesman Problem* (TSP). berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan pada penelitian ini adalah mengkaji penggunaan program dinamik pada *Traveling Salesman Problem* (TSP) menentukan sirkuit dengna bobot minimum. Penelitian dibatasi dengan program dinamik pada perhitungan rekursif maju dan graph yang digunakan merupakan graph lengkap, berhingga, terhubung, serta setiap sisi yang menghubungkan semua simpul mempunyai bobot.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka dapat dirumuskan masalah yaitu bagaimana penerapan teknik program dinamik pada penyelesaian *Traveling Salesman Problem* (TSP) sebagai graph Hamilton untuk menentukan rute yang paling optimal berdasarkan jarak dan waktu tempuh yang paling minimum?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian antara lain:

1. Penelitian dilakukan pada proses pengiriman barang dari kantor Pos Medan ke beberapa titik antar wilayah kota Medan dengan jumlah pengantar 3.
2. Daerah yang menjadi objek penelitian adalah daerah medan selatan dengan Kel. Pandau Hulu I, Kel. Pandau Hulu II dan Kel. Pusat Pasar.

3. Rute yang dianalisis adalah rute yang biasanya dilalui oleh setiap pengantar untuk mengirimkan barang dari kantor Pos Medan ke setiap titik antar pada tiga kelurahan yang berada di Medan Selatan.
4. Pengantar berpengalaman dan memahami tugasnya dalam melakukan pengiriman barang.
5. Kendaraan yang digunakan adalah sepeda motor dalam keadaan baik.

1.4 Tujuan Penelitian

Mengkaji *Traveling Salesman Problem* (TSP) sebagai graph Hamilton dengan menggunakan program dinamik untuk mendapatkan rute yang paling optimal berdasarkan jarak dan waktu tempuh yang paling minimum.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti:

Dengan menerapkan metode program dinamik pada *Traveling Salesman Problem* (TSP) dapat bermanfaat dalam menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tentang program dinamik penentuan rute terpendek (optimal) dalam *Traveling Salesman Problem* (TSP).

2. Bagi Pihak Lain:

Sebagai bahan pertimbangan, masukan dan kebijakan–kebijakan pengambilan keputusan dan sebagai tambahan ilmu pengetahuan *Traveling Salesman Problem* (TSP) dengan program dinamik.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT. Pos Medan merupakan suatu bentuk Badan Usaha Milik Negara yang didirikan pertama kali pada tanggal 26 Agustus 1746 oleh Gubernur Jenderal G.W Baron van Imhoff. Pentingnya komunikasi merupakan alasan didirikannya kantor pos ini untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar dapat melakukan komunikasi dengan lebih mudah. PT. Pos Medan adalah salah satu outlet pos terbesar dan terbaik umumnya di Indonesia dan khususnya di Sumatera Utara. Kedudukan outlet terletak di Jalan Pos No.1 Medan dengan letak yang strategis yaitu ditengah keramaian kota, PT. Pos Medan adalah suatu perusahaan yang bergerak di bidang jasa.

VISI

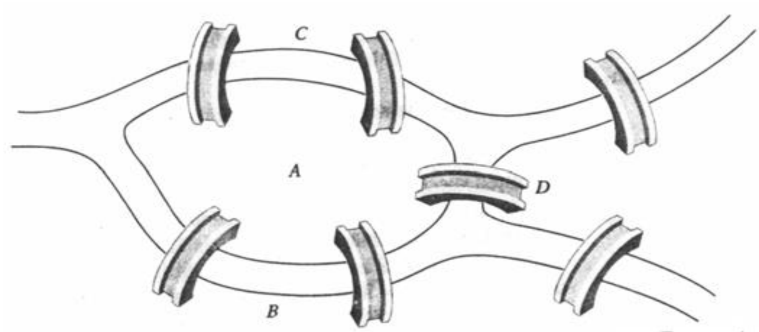
Menjadi perusahaan pos terpercaya

MISI

- Berkomitmen kepada pelanggan untuk menyelesaikan layanan yang selalu tepat waktu dan nilai terbaik.
- Berkomitmen kepada karyawan untuk memberikan iklim kerja yang aman, nyaman dan menghargai kontribusi.
- Berkomitmen kepada pemegang saham untuk memberikan hasil usaha yang menguntungkan dan terus bertumbuh.
- Berkomitmen untuk berkontribusi positif kepada masyarakat.
- Berkomitmen untuk berperilaku transparan dan terpercaya kepada seluruh pemangku kepentingan.

2.2 Sejarah Graph

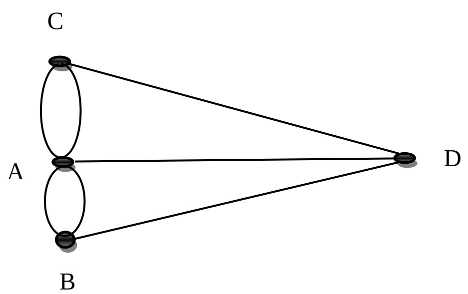
Teori graph merupakan pokok bahasan yang banyak penerapannya pada masa kini dan banyak memiliki aplikasi modern antara lain: optimisasi jaringan, ekonomi, kimia molekul, genetika, dan lain-lainnya. Pembahasan graph pertama kali digunakan untuk menyelesaikan masalah yang terjadi dikota Koningsberg pada tahun 1736 oleh seorang matematikawan Swiss yang bernama Leonard Euler. Ia menggunakan teori graph untuk menyelesaikan masalah jembatan Koningsberg. Berikut adalah ilustrasi masalah tersebut:



Sumber (Adiwijada 2014:57)

Gambar 2.1 Jembatan Koningsberg

Masalah yang ditemukan pada jembatan Koningsberg tersebut adalah dapatkah seseorang melakukan perjalanan dari suatu jembatan tepat sekali dan kembali lagi ke tempat semula?, Berikut adalah sketsa yang merepresentasikan ilustrasi jembatan Koningsber pada gambar di atas. Himpunan titik yaitu (A,B,C,D) merepresentasikan sebagai daratan, dan garis yang menghubungkan titik tersebut adalah sebagai jembatan.



Sumber (Adiwijada 2014:57)

Gambar 2.2 Representasi graph masalah jembatan Koningsberg

Jawaban pertanyaan Euler adalah tidak mungkin. Agar bisa melewati setiap jembatan tepat sekali dan kembali lagi ke tempat semula maka jumlah jembatan yang menghubungkan setiap daratan harus genap.

2.3 Teori Graph

Graph (G) didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V, E), ditulis dengan notasi $G = (V, E)$, yang dalam hal ini V adalah himpunan tidak-kosong dari simpul-simpul (*vertices* atau *node*) dan E adalah himpunan sisi (*edges* atau *ares*) yang menghubungkan sepasang simpul.

Simpul pada graph dapat dinomori dengan huruf, seperti $a, b, c, ..., v, w, ...$ dengan bilangan asli $1, 2, 3, ...,$ atau gabungan keduanya. Sedangkan sisi yang menghubungkan simpul u dengan simpul v dinyatakan dengan pasangan (U, V), atau dinyatakan dengan lambang $(n \times n)$ Dengan kata lain, jika e adalah sisi yang menghubungkan simpul u dengan simpul v, maka e dapat ditulis sebagai

$$e = (v, v)$$

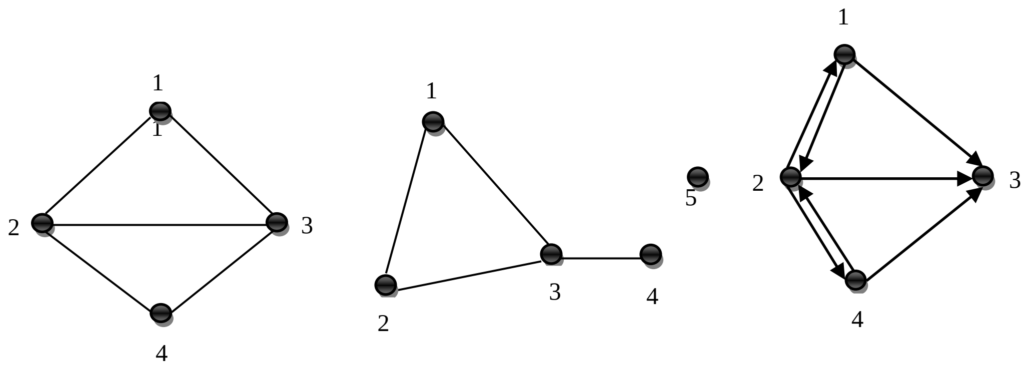
2.4 Representasi Graph

Bila graph akan diproses dengan program komputer, maka graph harus direpresentasikan di dalam memori. Terdapat beberapa representasi yang mungkin untuk graph. Di sini hanya diberikan tiga macam representasi yang sering digunakan, yaitu matriks ketetanggaan, matriks bersisian, dan senarai ketetanggaan.

2.4.1 Matriks Ketetanggaan (*Adjacency Matrix*)

Matriks ketetanggaan adalah representasi graph yang paling umum. Misalkan $G = (V, E)$, adalah graph dengan n simpul, $n \geq 1$. Matriks ketetanggaan G adalah matriks dwimatra yang berukuran $(n \times n)$ bila matriks tersebut dinamakan $a = [a_{ij}]$, maka $a_{ij} = 1$. Jika simpul i dan j bertetangga, sebaliknya $a_{ij} = 0$ jika simpul i dan j tidak bertetangga.

Karena matriks ketetanggaan hanya berisi 0 dan 1, maka matriks tersebut dinamakan juga matriks nol-satu (*zero - one*). Selain dengan angka 0 dan 1, elemen matriks dapat juga dinyatakan dengan nilai *false* (menyatakan 0) dan *true* (menyatakan 1). Perhatikanlah bahwa matriks ketetanggaan didasarkan pada pengurutan nomor simpul. Di sini, terdapat $n!$ cara pengurutan nomor simpul, yang berarti ada $n!$ matriks ketetanggaan berbeda untuk graph dengan n simpul. Gambar 2.3 Memperlihatkan graph sederhana dengan matriks ketetanggaannya, masing-masing graph terhubung, graph tak terhubung, dan graph berarah.



$$\begin{array}{c} \\ 1\\2\\3\\4 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc}1&2&3&4\end{array}\\ \begin{bmatrix}0&1&1&0\\1&0&1&1\\1&1&0&1\\0&1&1&0\end{bmatrix}\end{array}$$

(a)

$$\begin{array}{c} \\ 1\\2\\3\\4\\5 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccccc}1&2&3&4&5\end{array}\\ \begin{bmatrix}0&1&1&0&0\\1&0&1&0&0\\1&1&0&1&0\\0&0&1&0&0\\0&0&0&0&0\end{bmatrix}\end{array}$$

(b)

$$\begin{array}{c} \\ 1\\2\\3\\4 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc}1&2&3&4\end{array}\\ \begin{bmatrix}0&1&0&0\\1&0&1&1\\1&0&0&0\\0&1&1&0\end{bmatrix}\end{array}$$

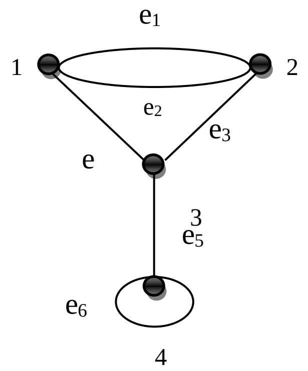
(c)

sumber (Munir 2005 : 385)

Gambar 2.3 Tiga buah graph dengan matriks ketetanggaannya masing-masing.

2.4.2 Matriks Bersisian (*Incidency Matrix*)

Bila matriks ketetanggaan menyatakan ketetanggaan simpul-simpul di dalam graph, maka matriks bersisian menyatakan kebersisian simpul dengan sisi. Misalkan $G = (V, E)$ adalah graph dengan n simpul dan m buah sisi. Matriks bersisisn G adalah matriks dwimatra yang berukuran n x m. baris menunjukkan label simpul, sedangkan kolom menunjukkan label sisinya. Bila matriks tersebut dinamakan $A = [a_{ij}]$, maka $a_{ij} = 1$ jika simpul i bersisian dengan sisi j, sebaliknya $a_{ij} = 0$ jika simpul i tidak bersisian dengan sisi j. gambar 2.4 memperlihatkan matriks bersisian untuk graph yang direpresentasikannya. Jumlah eleman matriks adalah $6 \times 4 = 24$.



$$
\begin{array}{c}
\\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccccc} e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \\
\begin{bmatrix}
1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1
\end{bmatrix}
\end{array}
$$

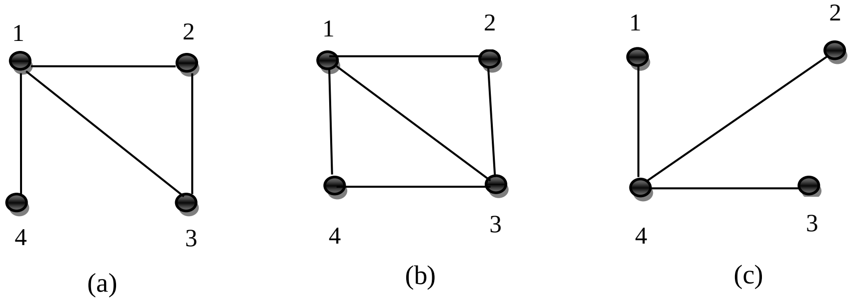
sumber (Munir 2005 : 385)

Gambar 2.4 Graph dan matriks bersisiannya

2.5 Lintasan dan Sirkuit Hamilton

Lintasan Hamilton ialah lintasan yang melalui tiap simpul di dalam graph tepat satu kali. Bila lintasan itu kembali ke simpul asal membentuk lintasan tertutup (sirkuit), maka lintasan tertutup itu dinamakan sirkuit Hamilton. Dengan kata lain, sirkuit Hamilton ialah sirkuit yang melalui tiap simpul di dalam graph tepat satu kali, kecuali simpul asal (sekaligus simpul akhir) yang dilalui dua kali.

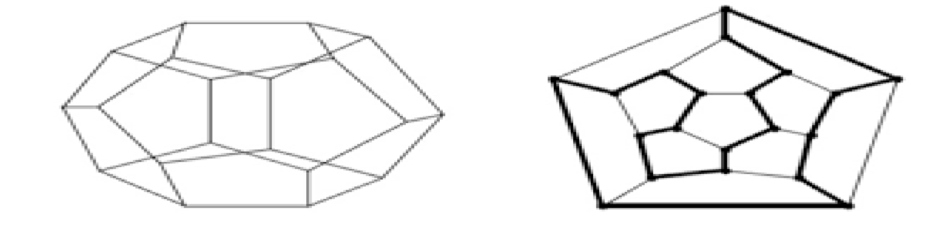
Graph yang memiliki sirkuit Hamilton dinamakan **Graph Hamilton**. Sedangkan graph yang hanya memiliki lintasan Hamilton disebut graph semi-Hamilton. Gambar 2.5 memperlihat contoh graph yang mengandung lintasan atau sirkuit Euler.



Sumber (Munir 2005:409)

Gambar 2.5 (a) graph yang memiliki lintasan Hamilton (misal: 3, 2, 1, 4)
(b) graph yang memiliki sirkuit Hamilton (1, 2, 3, 4, 1)
(c) gambar yang tidak memiliki lintasan maupun sirkuit Hamilton

Nama sirkuit Hamilton muncul ketika Sir William Hamilton membuat permainan *dodecahedron*. Pada tahun 1859 Sir willian Hamilton menawarkan permainan teka-teki ke pabrik alat mainan Dublin. Mainan itu terdiri dari *dodecahedron* (yaitu benda yang disusun oleh 12 buah pentagonal dan disini ada 20 buah titik sudut) dan tiap titik sudut diberi nama ibu kota Negara (Gambar 2.6 (a)). Permainan yang dapat dilakukan adalah membentuk perjalanan keliling dunia, yang mengunjungi setiap ibu kota tepat satu kali dan kembali lagi ke kota asal. Persoalan ini dinamakan mencari sirkuit Hamilton. (Gambar (b)) adalah graph yang memodelkan *dodecahedron* dengan sebuah sirkuit Hamilton (garis tebal).



(a) (b)

Sumber (Munir 2005:411)

Gambar 2.6 (a) Dodecahedron Hamilton dan (b) Graph yang mengandung sirkuit Hamilton

Walaupun masalah penentuan lintasan atau sirkuit Hamilton mempunyai kemiripan dengan masalah lintasan/sirkuit Euler, namun sayangnya belum ditemukan syarat cukup dan syarat perlu yang sederhana.

2.6 Lintasan Terpendek (*Shortest Path*)

Graph yang digunakan dalam pencarian lintasan terpendek adalah graph berbobot (*weighted graph*), yaitu graph yang setiap sisinya diberikan suatu nilai atau bobot. Bobot pada sisi graph dapat menyatakan jarak antar kota, waktu pengiriman pesan, ongkos pembangunan, dan sebagainya. Asumsi yang kita gunakan di sini adalah bahwa semua bobot bernilai positif. Kata “terpendek” berbeda-beda maknanya tergantung pada tipikal persoalan yang akan diselesaikan. Namun, secara umum “terpendek” berarti meminimisasi bobot pada suatu lintasan di dalam graph.

2.7 *Traveling Salesman Problem* (TSP)

Traveling Salesman Problem (TSP) termasuk ke dalam persoalan yang sangat terkenal di dalam teori graph. *Traveling Salesman Problem* (TSP) didefinisikan sebagai tugas untuk menentukan siklus atau jalur terpendek dalam graph n lengkap simpul. Persoalan ini di ketahui dari persoalan seorang pedagang yang berkeliling mengunjungi sejumlah kota.

Kota dapat dinyatakan sebagai simpul graph, sedangkan sisi menyatakan jalan yang menghubungkan antar dua buah kota. Bobot pada sisi menyatakan jarak antar dua buah kota. Persoalan perjalanan pedagang tidak lain adalah menentukan sirkuit Hamilton yang memiliki bobot minimum pada sebuah graph terhubung.

Pada persoalan *Traveling Salesman Problem* (TSP), jika setiap simpul mempunyai sisi ke simpul yang lain, maka graph yang merepresentasikannya adalah graph lengkap ber bobot, pada sembarang graph lengkap dengan n buah simpul $(n > 2)$, jumlah sirkuit Hamilton yang berbeda adalah $\frac{(n-1)!}{2}$. Rumus ini dihasilkan dari kenyataan bahwa dimulai dari sembarang simpul kita mempunyai $n-1$ buah sisi untuk dipilih dari simpul pertama, $n-2$ sisi dari simpul kedua, $n-3$ dari simpul ketiga, dan seterusnya. Ini adalah pilihan yang independen, sehingga kita memperoleh $(n-1)!$ Pilihan. Jumlah itu harus dibagi menjadi 2, karena tiap sirkuit Hamilton terhitung dua kali, sehingga semuanya ada $\frac{(n-1)!}{2}$ buah sirkuit Hamilton (Munir, 2005).

2.8 Program Dinamik

Program dinamik dikembangkan pertama kali oleh Richard E. Bellman pada tahun 1957. Program dinamik adalah suatu kumpulan teknik-teknik programasi matematis yang digunakan untuk pengambilan keputusan yang terdiri dari banyak tahap (*multistage*).

Program dinamik memberikan prosedur yang sistematis untuk penentuan kombinasi pengambilan keputusan yang memaksimumkan keseluruhan efeksitas. Program dinamik telah banyak diterapkan dalam masalah-masalah bisnis dan industry, seperti masalah-masalah *scheduling* produksi, pengendalian persediaan, analisis *network*, proyek-proyek penelitian dan pengembangan, dan *employment* semuanya dapat dipecahkan dengan menggunakan program dinamik. Masalah-masalah ini dipecahkan dengan menggunakan prosedur-prosedur penyelesaian program dinamik yang berbeda-beda tergantung pada sifat masalah optimisasinya.

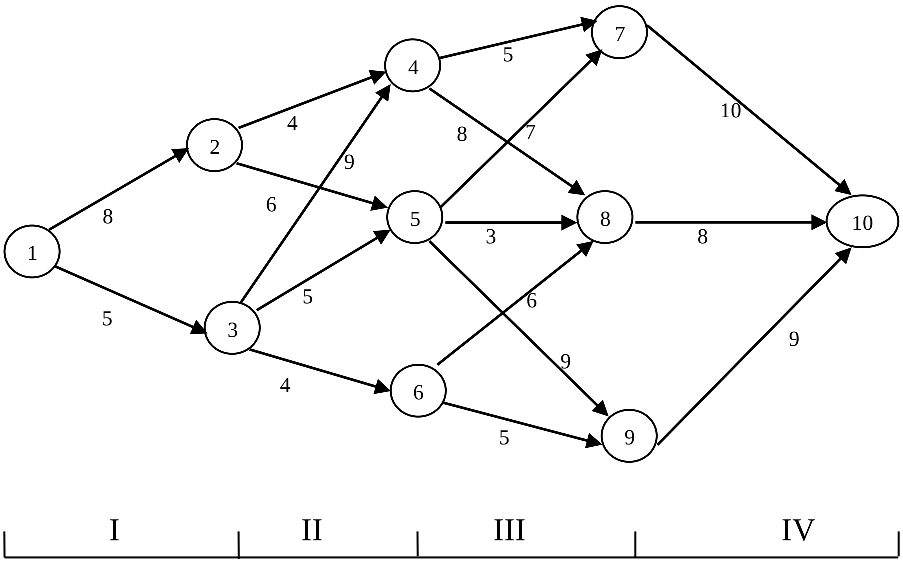
2.8.1 Ciri-ciri masalah program dinamik

Keistimewaan masalah-masalah dasar pada program dinamik antara lain:

Permasalah tersebut dapat dibagi dengan langkah-langkah dan membutuhkan sebuah keputusan kebijakan (*policy decision*) pada tiap langkah-langkah yang ada.

a. Setiap langkah memiliki sejumlah keadaan (*stage*) yang bersesuaian denganya. Jumlah dari keadaan (*stage*) mungkin terbatas mungkin pula tak terbatas.
b. Resiko kebijakan dari keputusan yang diambil pada tiap tahapan yaitu mengolah keadaan sekarang menjadi keadaan yang berkaitan pada tahap berikutnya.
c. Prosedur penyelesaian dirancang untuk mendapatkan keputusan optimal untuk seluruh permasalahan.
d. Jika diketahui kedaan sekarang, maka kebijakan optimal untuk langkah yang tersisa adalah indevenden pada kebijakan yang diambil di langkah-langkah sebelumnya.
e. Prosedur penyelesaian diambil dengan mendapatkan kebijakan optimal pada langkah akhir.
f. Tersedia hubungan rekursif yang mengidentifikasi kebijakan optimal pada langkah n, bila diketahui kebijakan optimal untuk langkah ke $(n+1)$.

Contoh penerapan program dinamik pada permasalahan lintasan terpendek yaitu, sebuah truk paket dapat melakukan pengiriman barang dari tempat asal ke tujuan pengiriman terakhir dengan melalui rute yang bermacam-macam. Setiap rute melalui sejumlah tempat yang berbeda-beda, yang dinyatakan dengan lingkaran pada (gambar 2.7) menunjukkan rute yang mungkin dilalui (tanda panah) dengan biaya-biayanya. Dalam masalah ini tujuannya adalah memilih rute yang paling rendah biayanya untuk sampai ke tempat tujuan.



Sumber (Subagyo Pangestu 2005:161)

Gambar 2.7 Lintasan truk paket

Untuk memudahkan pemahaman prinsip optimisasi, dipakai pemecahan masalah jalur optimum di atas.

Bila $f_n(C)$ menunjukkan biaya total minimum, yang dihubungkan dengan jalur optimum dalam lintasan. Notasi C_{ij} menunjukkan biaya yang terlibat dalam pergerakan dari lingkaran ke i pada tahap tertentu ke lingkaran ke j dalam tahap berikut nya. Kemudian persamaan untuk kebijaksanaan optimal dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$f_n(C) = \min\left\{C_{ij} + f_i(C)\right\}$$

Di mana $f_n(C)$ adalah biaya minimum perjalanan dari i lingkaran ke j dalam suatu tahap ke lingkaran terakhir. Persaman ini disebut *recursive equation*.

Dengan bergerak kebelakang dari lingkaran terakhir ke tiga lingkaran yang menunjukkan tiga ketetapan dalam tahap IV, di dapatkan biaya-biaya pemakaian rute-rute ini sebesar :

$$f_7(C) = C_{7.10} = 10$$
$$f_8(C) = C_{8.10} = 8$$
$$f_9(C) = C_{9.10} = 9$$

Kemudian, dalam hal ini ada tiga lingkaran dalam tahap III. Harus diputuskan jalur dengan biaya terendah yang meliputi tahap III dan IV melalui lingkaran 4 mempunyai dua rute yang menuju ke lingkaran terakhir, 10, melalui lingkaran-lingkaran perantara, 7 dan 8. Maka didapatkan hasil berikut ini, dengan menggunakan *recursive* :

$$f_4(C) = \min \begin{Bmatrix} C_{4,7} + f_7(C) = 5 + 10 = 15 \\ C_{4,8} + f_8(C) = 8 + 8 = 16 \end{Bmatrix} = 15$$

Dengan dapat dipilihnya tiga rute dari lingkaran 5 untuk mencapai lingkaran 10, didapat hasil berikut ini :

$$f_5(C) = \min \begin{Bmatrix} C_{5,7} + f_7(C) = 7 + 10 = 17 \\ C_{5,8} + f_8(C) = 3 + 8 = 11 \\ C_{5,9} + f_9(C) = 6 + 9 = 15 \end{Bmatrix} = 11$$

Sama dengan cara diatas, dua jalur dari lingkaran 6 ke 10 mempunyai biaya-biaya sebagai berikut :

$$f_6(C) = \min \begin{Bmatrix} C_{6,8} + f_8(C) = 9 + 8 = 17 \\ C_{6,9} + f_9(C) = 5 + 9 = 14 \end{Bmatrix} = 14$$

Sekarang, rute diperluas dengan mengikut sertakan lingkaran-lingkaran dalam tahap II dan mencari jalan dengan biaya terendah yang mencakup tahap II, III, dan IV. Karena ada dua lingkaran dalam tahap II, didapatkan hasil sebagai berikut :

$$f_2(C) = \min \begin{Bmatrix} C_{2,4} + f_4(C) = 4 + 15 = 19 \\ C_{2,5} + f_5(C) = 6 + 11 = 17 \end{Bmatrix} = 17$$

$$f_3(C) = \min \begin{Bmatrix} C_{3,4} + f_4(C) = 9 + 15 = 24 \\ C_{3,5} + f_5(C) = 5 + 11 = 16 \\ C_{3,6} + f_6(C) = 4 + 14 = 18 \end{Bmatrix} = 16$$

Akhirnya, dihitung biaya untuk keseluruhan tahap. Persamaan *recursive* untuk dua rute yang dimulai dari lingkaran 1 termasuk seluruh tahap adalah :

$$f_1(C) = \min \begin{Bmatrix} C_{1,2} + f_2(C) = 8 + 17 = 25 \\ C_{1,3} + f_3(C) = 5 + 16 = 21 \end{Bmatrix} = 21$$

Dalam persamaan ini nilai minimum adalah 21. Jadi. *Least-cost path* untuk seluruh tahap dapat ditentukan, yaitu yang menghubungkan lingkaran-lingkaran $1 \to 3 \to 5 \to 8 \to 10$ dengan biaya total sebesar 21 (Subagyo Pangestu :2005).

Prinsip optimisasi dipakai pemecahan masalah penentuan lintasan terpendek, dimisalkan $f(C)$ sebagai nilai bobot minimum yang menghubungkan simpul (C); simbol $a_i(C)$ sebagai bobot sebuah sisi diagonal atas yang menghubungkan simpul (C) dengan $(x+1, y+1)$ dan $a_j(C)$ sebagai bobot sebuah sisi diagonal bawah yang menghubungkan simpul (C) dengan $(x+1, y-1)$. Maka hubungan rekursif dari prinsif optimisasi ini diperoleh dalam persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$f(C) = \min \begin{bmatrix} a_i(x, y) + f(x+1, y+1) \\ a_j(x, y) + f(x+1, y-1) \end{bmatrix} \qquad (2.1)$$

2.8.2 Metode Penyelesaian Perjalanan Salesman dengan Program Dinamik

Masalah *Traveling Salesman Problem* (TSP) salah satu masalah lintasan terpendek. Penyelesaian masalah *Traveling Salesman Problem* (TSP) menggunakan program dinamik dimulai dengan menginfut jumlah simpul dari graph yang dimisalkan sebagai n, bobot sisi dari simpul i ke simpul j dengan $i, j \in C, S$ merupakan himpunan simpul yang akan dilewati pada iterasi ke-t dengan $S \subseteq C$, $f_n(S, j)$ merupakan solusi pada iterasi ke-t dari i ke simpul j dengan $i \in S$, dan t adalah iterasi pada program dinamik.

Jika ditentukan 1 sebagai simpul awal, maka penentuan lintasan terpendek menggunakan program dinamik dengan rekursif maju yaitu dari iterasi ke-1 sampai iterasi ke $(N-1)$ diberikan $N_i = (2, 3, ..., i-1, i+1, ..., N)$dan S adalah himpunan bagian dari N_i yang berisikan i anggota. Didefinisikan fungsi nilai optimal $f_t(S, j)$ sebagai:

$f_t(S, j)$= Panjang lintasan terpendek dari kota 1 ke kota j melalui himpunan i kota-kota perantara S (variabel i menunjukkan jumlah kota pada S).

Dan d_{ij} menyatakan jarak dari simpul i ke simpul j. maka langkah-langkah penyelesaian TSP dengan program dinamik rekursif maju adalah sebagai berikut:

Tentukan jarak atau waktu terpendek dari simpul 1 ke simpul j tanpa melalui simpul lain dengan persamaan.

$$f_0\left(j,\_\right)=R_{1j} \tag{2.2}$$

Hitung $f\left(S,j\right)$ untuk $\left|S\right|=2$ sampai $\left|S\right|=N-2$ dengan persamaan:

$$\begin{aligned} & f_i\left(s,j\right)=\min_{k\varepsilon s}\left[f_{i-1}\left(k,s-\{k\}\right)+R_{kj}\right] \\ & Dengan \quad i=1,2,\ldots,N-2,\ j\neq 1; s\subseteq N_j \end{aligned} \tag{2.3}$$

Solusi optimal untuk penyelesaian masalah *Traveling Salesman Problem* adalah:

$$f_i\left(s,j\right)=\min_{j=2,3,\ldots n}\left[f_{N-2}\left(j,N_j\right)+R_{j1}\right] \tag{2.4}$$

Oleh karena itu, untuk menghitung panjang dari lintasan, dimulai dengan menghitung $f_1\left(S,j\right)$ dari nilai f_0, kemudian dihitung $f_2\left(S,j\right)$ dari nilai f_1, kemudian dilanjutkan dengan cara yang sama $f_{n-2}\left(j,N_j\right)$ telah dihitung untuk setiap simpul j (Yunus *et all*, 2015).

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. Pos Medan Jl. Pos No 1, Kesawan, Kec. Medan Bar, Kota Medan, Sumatera Utara (Kode Pos 20111).

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2019 sampai 19 November 2019.

3.2 Metode dan Desain Penelitian

3.2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Cara ilmiah berarti kegiatan penelitian itu dilakukan dengan cara yang masuk akal, sehingga terjangkau oleh penalaran manusia (sugiyono: 2010). Salah satu cara yang digunakan untuk menginterpresentasikan penelitian yang telah dikumpulkan dan data telah diolah sehingga menghasilkan informasi yang bermanfaat dan dapat dijadikan alternatif dalam pengambilan keputusan. Adapun yang dilakukan dengan data yang telah dikumpulkan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data-data *Traveling Salesman Problem* (TSP). yang akan di teliti.
2. Data *Traveling Salesman Problem* (TSP) dibuat dalam bentuk graph Hamilton.
3. Menyelesaikan *Traveling Salesman Problem* (TSP) yang sudah di graph Hamilton dengan Program Dinamik.
4. Pengolahan dan analisis data
    a. Menggambarkan jarak dari pusat pengiriman ke titik penerima dan jarak antar penerima dengan penerima lain dalam bentuk tabel.
    b. Menggambarkan jarak rute *Traveling Salesman Problem* (TSP) dengan graph Hamilton, dengan cara membuat arah pada gambar dan berapa

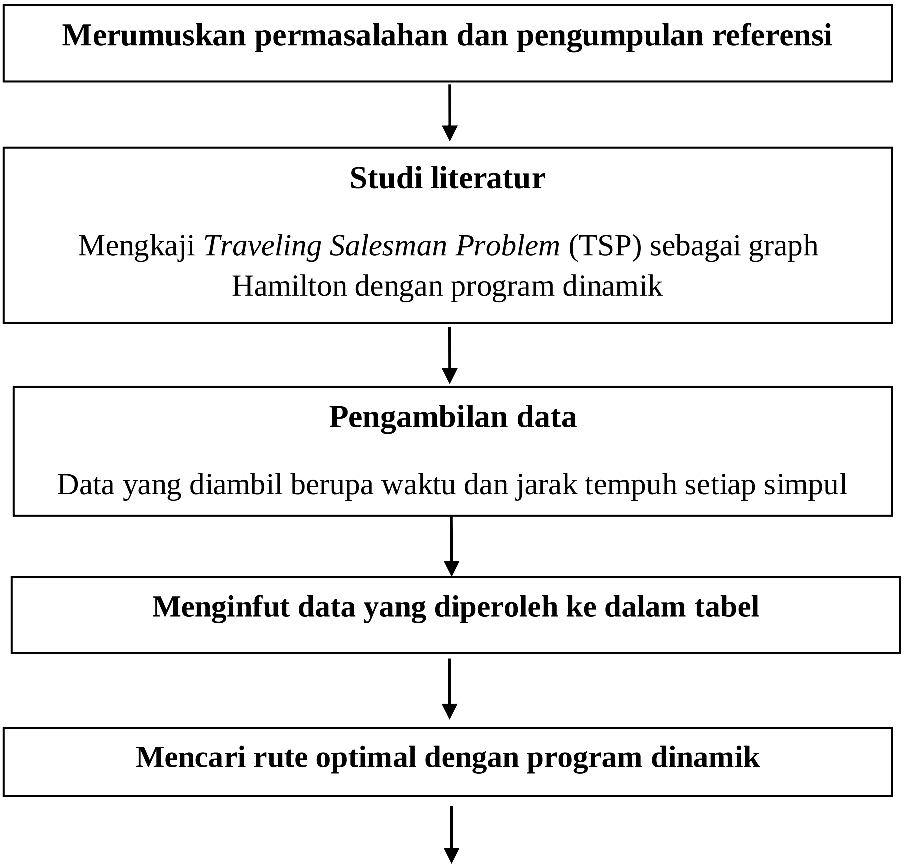
detik yang akan dilewati pada setiap rute yang akan dilalui para *Traveling Salesman Problem* (TSP) dalam bentuk gambar/grafik.

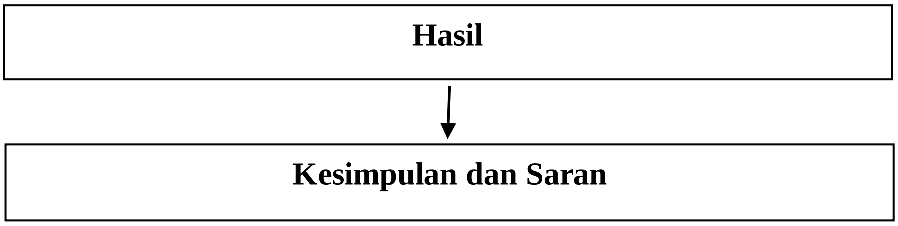
c. Mengelola data dengan menggunakan program dinamik, dimana data *Traveling Salesman Problem* (TSP) yang sudah di bentuk dalam graph Hamilton kemudian di analisis menggunakan Program Dinamik.

5. menarik kesimpulan.

3.2.2 Desain Penelitian

Desain penelitian yaitu rancangan penelitian yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan proses penelitian. Desain penelitian bertujuan untuk memberi pegangan yang jelas dan struktur kepada peneliti dalam melakukan penelitiannya (Sugiyono: 2010). Desain penelitian salah satu cara untuk mempermudah penelitian dalam menyelesaikan penelitiannya. Desain penelitian disebut juga dengan kerangka atau perincian cara kerja yang akan dilakukan pada waktu meneliti, sehingga dapat memberikan gambaran dan arah yang akan dilakukan dalam melaksanakan penelitian. Berikut rancangan desain peneliti yang dibuat oleh peneliti.





Gambar 3.1 Desain Penelitian

3.3 Sumber dan Jenis Data

3.3.1 Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder. Data sekunder ialah data yang diperoleh oleh suatu organisasi atau perusahaan dalam bentuk yang sudah jadi berupa publikasi (Supranto 2000). Dalam hal ini peneliti mengambil data beberapa *salesman* yang memiliki rute pengiriman barang yang diantar kepada setiap penerima (konsumen).

3.3.2 Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif, ialah data yang berbentuk angka yang diperoleh dari kantor Pos Medan. Data yang didapat ditetapkan akan di gambarkan rute apa saja yang akan dilalui oleh *Salesman*, kemudian rute yang akan dilalui oleh *salesman* dibuat dalam bentuk graph Hamilton dan diterapkan pada metode program dinamik untuk memecahkan masalah mengenai penentuan rute pengiriman barang di kantor Pos Medan Jl. Pos No 1, Kesawan, Kec. Medan Bar, Kota Medan, Sumatera Utara (Kode Pos 20111).

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

PT. Pos Medan memiliki masing-masing wilayah antar *salesman* melakukan pengiriman barang di kota Medan. Setiap *salesman* bertanggung jawab mengirimkan barang ke setiap titik antar dalam waktu 2 jam (7200 detik). Data lokasi setiap titik antar wilayah dibagikan setiap *salesman* berbeda-beda. Data yang akan diteliti ada 3 wilayah dengan masing-masing wilayah memiliki titik antar yang berbeda. Setiap titik antar yang berbeda, ada beberapa lokasi yang berada pada titik yang berdekatan sehingga dikelompokkan menjadi 1 titik antar. Data jarak dan waktu yang diperoleh setiap titik antar yang akan di proses dengan menggunakan program dinamik.

4.1.1 Jarak

Jarak yang dikumpulkan adalah jarak yang ditempuh *salesman* antara titik pusat yaitu PT. Pos Indonesia Medan dengan alamat pelanggan dan jarak antar pelanggan. Pengambilan data jarak dan titik antar titik pelanggan menggunakan *Google Map* sebagai petunjuk jalan dan jarak yang ditempuh para *salesman*.

4.1.2 Waktu

Waktu yang dikumpulkan adalah waktu yang dihabiskan saat mengantar barang untuk setiap antar. Waktu diketahui dengan mewawancarai langsung para *salesman* dan menggunakan *Google map*.

4.1.3 Wilayah

PT. Pos Medan memiliki masing-masing wilayah antar dalam melakukan pengiriman barang di kota Medan. Titik wilayah yang akan dilalui adalah wilayah Medan Timur. Peneliti mengambi 3 titik kelurahan yang akan dilalui oleh *salesman*, yaitu: wilayah kelurahan Pandau Hulu I, Kelurahan Pandau Hulu II, Kelurahan Pusat Pasar. Pada setiap kelurahan peneliti mengambil titik-titik yang dilalui *salesman* dimana pada wilayah Pandau Hulu I titik antar yang dilalui antara lain: Jl. Sutomo. Jl. Sei Kera. Jl. Tapanuli, Jl. Parapat. Jl. Siantar. Wilayah Pandau Hulun II titik antar yang dilalui antara lain: Jl. Madong Lubis, Jl. Sampali, Jl. Kakap, Jl. Jurung, Jl. Wahidin. Wilayah Pusat Pasar titik antar yang dilalui antara lain: Jl. Sutomo, Jl. Surakarta, Jl.Pusat Pasar, Jl. MT. Haryono, Jl. Bandung.

4.2 Penentuan Rute dengan Menggunakan Matriks.

Data yang diperoleh akan diolah yang akan mendapatkan rancangan rute pengiriman yang baru. Data yang digunakan adalah jarak tempuh *salesman* digunakan untuk mengirim barang dengan mempertimbangkan waktu pengiriman. Waktu yang diberikan untuk mengirim barang oleh PT. Pos Medan pada *salesman* setiap wilayah adalah 2 jam (7200 detik). Dalam hal ini total waktu yang harus digunakan *salesman* untuk mengirimkan barang ≤ 7200 detik sehingga data yang digunakan adalah data jarak dan waktu tempuh yang pendek. Data yang diperoleh akan dibentuk dengan menggunakan graph Hamilton dan akan diselesaikan menggunakan program dinamik dengan memperoleh rute pengiriman barang yang optimal.

4.2.1 Wilayah Kelurahan Pandau Hulu I

Waktu yang dipakai oleh *salesman* antara titik dan wilayah kelurahan Pandau Hulu I:

Tabel 4.1 Data waktu yang ditempuh (Satuan Detik)

	P	A	B	C	D	E
P	0	1350	1345	1415	1335	1420
A	1125	0	1105	1340	1115	1200
B	1545	710	0	750	715	720
C	1850	915	845	0	745	715
D	1620	1105	810	850	0	635
E	1615	1225	615	745	755	0

Jarak yang ditempuh oleh *salesman* antara titik antar wilayah kelurah Pandau Hulu I:

Tabel 4.2 Data jarak yang ditempuh (Satuan Kilometer)

	P	A	B	C	D	E
P	0	2,3	2,6	2,4	3,0	3,1
A	1,7	0	2,0	2,6	2,4	2,5
B	2,7	1,6	0	0,7	0,45	0,55
C	3,3	1,5	0,7	0	0,55	0,45
D	3,3	3,5	0,45	0,55	0	0.11
E	3,4	1,6	0,55	0,45	0,11	0

Keterangan:

P: Kantor Pos Medan

A: Jl. Sutomo

B: Jl. Sei Kera

C: Jl. Tapanuli

D: Jl. Parapat

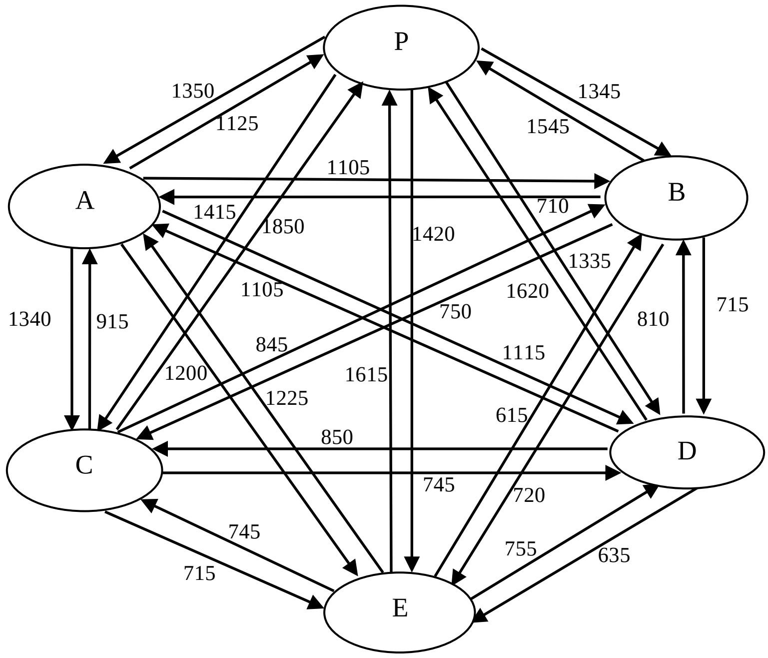
E: Jl. Siantar

Tabel 4.1 dan 4.2 di atas dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks A (waktu tempuh) dan B (jarak tempuh):

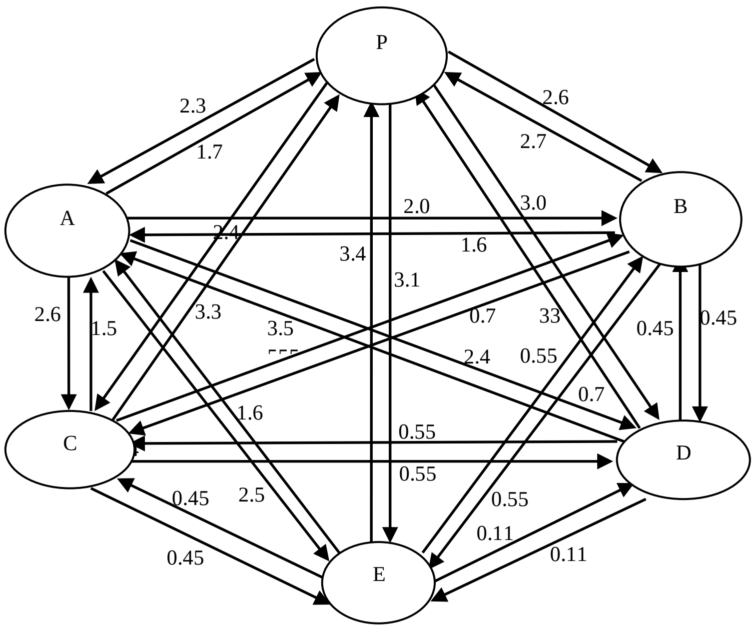
$$A = \begin{array}{c} \\ P \\ A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} P & A & B & C & D & E \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 1350 & 1345 & 1415 & 1335 & 1420 \\ 1125 & 0 & 1105 & 1340 & 1115 & 1200 \\ 1545 & 710 & 0 & 750 & 715 & 720 \\ 1850 & 915 & 845 & 0 & 745 & 715 \\ 1620 & 1105 & 810 & 850 & 0 & 635 \\ 1615 & 1225 & 615 & 745 & 755 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

$$B = \begin{array}{c} \\ P \\ A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} P & A & B & C & D & E \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 2.3 & 2.6 & 2.4 & 3.0 & 3.1 \\ 1.7 & 0 & 2.0 & 2.6 & 2.4 & 2.5 \\ 2.7 & 1.6 & 0 & 0.7 & 0.45 & 0.55 \\ 3.3 & 1.5 & 0.7 & 0 & 0.55 & 0.45 \\ 3.3 & 3.5 & 0.45 & 0.55 & 0 & 0.11 \\ 3.4 & 1.6 & 0.55 & 0.45 & 0.11 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2, maka dapat juga direpresentasikan dalam sebuah graph $G = (V, E)$ pada Gambar 4.1 dan graph $H = (V, E)$ pada gambar 4.2 yang berarah dan berbobot.



Gambar 4.1 graph G yang berarah dan berbobot waktu dengan $\left|V\left(G\right)\right|=6$



Gambar 4.2 graph H yang berarah dan berbobot jarak dengan $\left|V\left(H\right)\right|=6$

4.2.2 Wilayah kelurahan pandau hulu II

Waktu yang dipakai oleh *salesman* antara titik dan wilayah kelurahan Pandau Hulu II:

Tabel 4.3 Data waktu yang ditempuh (Satuan Detik)

	P	A	B	C	D	E
P	0	1345	1525	1535	1715	1750
A	1810	0	845	945	1435	625
B	1525	834	0	640	840	925
C	1935	815	645	0	630	615
D	2045	1125	915	950	0	1025
E	2030	1145	815	630	745	0

Jarak yang tempuh oleh *salesman* pada titik antar wilayah kelurah Pandau Hulu II:

Tabel 4.4 Data jarak yang ditempuh (Satuan Kilometer)

	P	A	B	C	D	E
P	0	3.1	3.6	3.9	3.6	3.6
A	3.4	0	0.85	0.85	2.0	1.0
B	3.9	0.85	0	0.27	0.9	0.45
C	4.1	0.6	0.27	0	0.6	0.4
D	4.3	1.5	0.75	0.8	0	1.2
E	4.5	1.3	0.65	0.4	0.45	0

Keterangan:

P: Kantor Pos Medan

A: Jl. Madong Lubis

B: Jl. Sampali

C: Jl. Kakap

D: Jl. Jurung

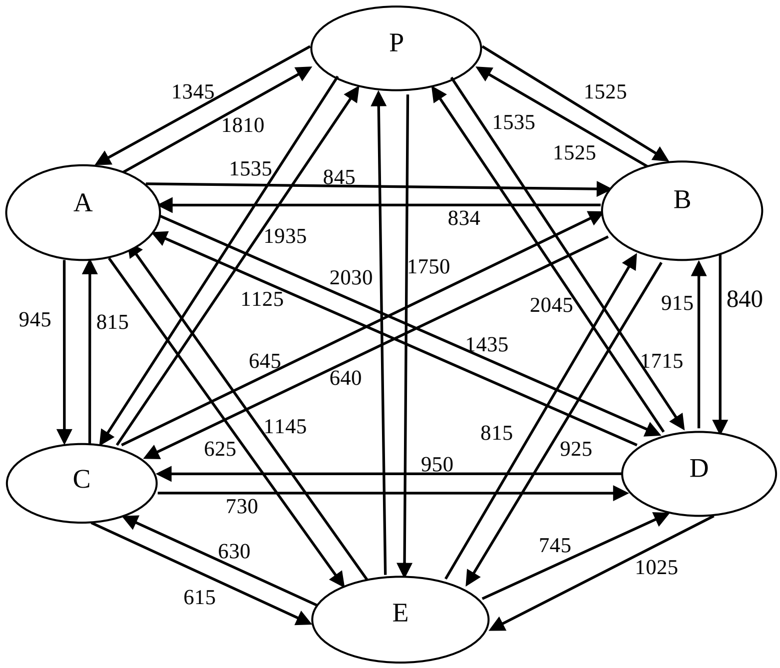
E: Jl. Wahidin

Tabel 4.3 dan 4.4 di atas dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks A (waktu tempuh) dan B (jarak tempuh):

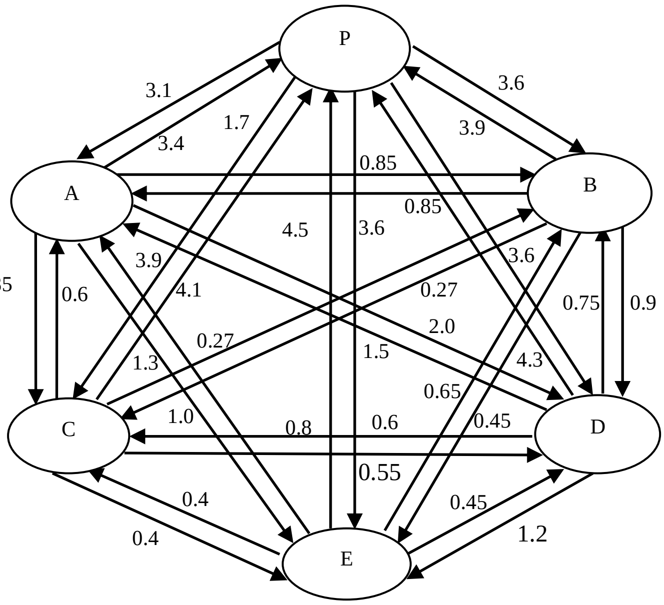
$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1345 & 1525 & 1535 & 1715 & 1750 \\ 1810 & 0 & 845 & 945 & 1435 & 625 \\ 1525 & 834 & 0 & 640 & 840 & 925 \\ 1935 & 815 & 645 & 0 & 630 & 615 \\ 2045 & 1125 & 915 & 950 & 0 & 1025 \\ 2030 & 1145 & 815 & 630 & 745 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 3.1 & 3.6 & 3.9 & 3.6 & 3.6 \\ 3.4 & 0 & 0.85 & 0.85 & 2.0 & 1.0 \\ 3.9 & 0.85 & 0 & 0.27 & 0.9 & 0.45 \\ 4.1 & 0.6 & 0.27 & 0 & 0.6 & 0.4 \\ 4.3 & 1.5 & 0.75 & 0.8 & 0 & 1.2 \\ 4.5 & 1.3 & 0.65 & 0.4 & 0.45 & 0 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Tabel 4.4, maka dapat juga direpresentasikan dalam sebuah graph G=(V,E) pada Gambar 4.3 dan graph H=(V,E) pada gambar 4.4 yang berarah dan berbobot.



Gambar 4.3 graph G yang berarah dan berbobot dengan $\left|V\left(G\right)\right| = 6$



Gambar 4.4 graph H yang berarah dan berbobot dengan $\left|V\left(H\right)\right| = 6$

4.2.3 Wilayah kelurahan Pusat Pasar

Waktu yang dipakai oleh *salesman* antara titik dan wilayah kelurahan Pusat Pasar:

Tabel 4.5 Data waktu yang ditempuh (Satuan Detik)

	P	A	B	C	D	E
P	0	1145	1035	1215	1045	1015
A	1425	0	1515	870	1410	1405
B	1345	1305	0	905	745	755
C	1335	1155	915	0	715	1055
D	1545	750	755	815	0	1315
E	1215	1340	715	915	845	0

Jarak yang di tempuh oleh salesman antar titik antar wilayah kelurah Pusat Pasar:

Tabel 4.6 Data jarak yang ditempuh (Satuan Kilometer)

	P	A	B	C	D	E

P	0	1.9	1.6	1.8	1.6	1.4
A	2.9	0	3.1	2.2	3.1	3.0
B	2.2	2.4	0	0.7	0.45	0.14
C	2.3	1.9	0.6	0	0.4	0.75
D	2.5	2.1	0.35	0.26	0	0.5
E	2.1	2.5	0.55	0.8	0.65	0

Keterangan:

P: Kantor Pos Medan

A: Jl. Sutomo

B: Jl. Surakarta

C: Jl. Pusat Pasar

D: Jl. MT. Haryono

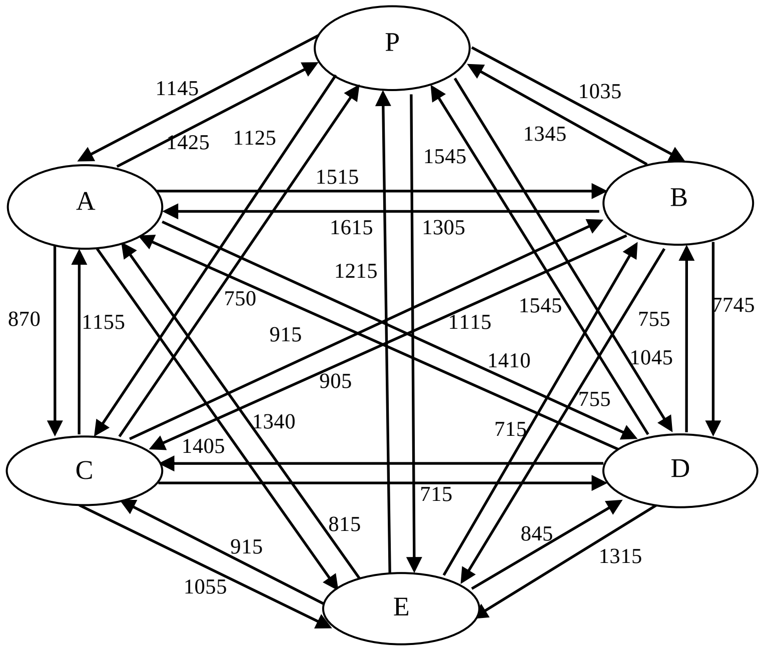
E: Jl. Bandung

Tabel 4.5 dan 4.6 di atas dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks A (waktu tempuh) dan B (jarak tempuh):

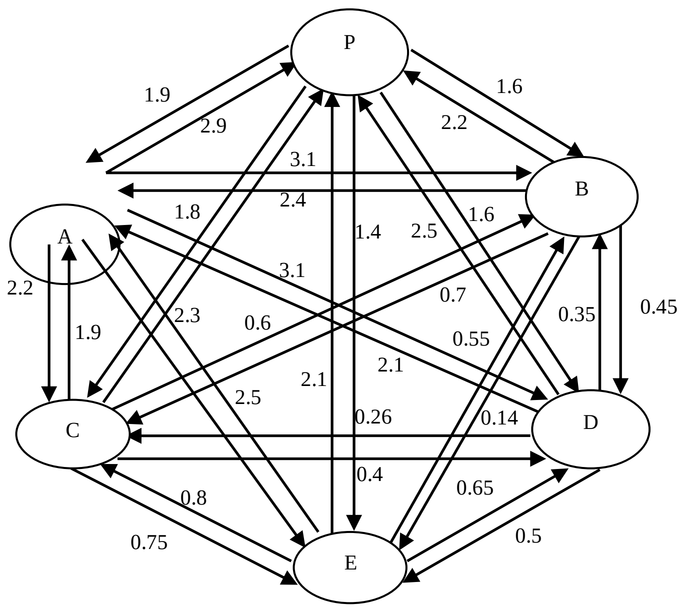
$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1145 & 1035 & 1215 & 1045 & 1015 \\ 1425 & 0 & 1515 & 870 & 1410 & 1405 \\ 1345 & 1305 & 0 & 905 & 745 & 715 \\ 1335 & 1155 & 915 & 0 & 715 & 1055 \\ 1545 & 750 & 755 & 815 & 0 & 1315 \\ 1215 & 1340 & 715 & 915 & 845 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 1.9 & 1.6 & 1.8 & 1.6 & 1.4 \\ 2.9 & 0 & 3.1 & 2.2 & 3.1 & 3.0 \\ 2.2 & 2.4 & 0 & 0.7 & 0.45 & 0.14 \\ 2.3 & 1.9 & 0.6 & 0 & 0.4 & 0.75 \\ 2.5 & 2.1 & 0.35 & 0.26 & 0 & 5 \\ 2.1 & 2.5 & 0.55 & 0.8 & 0.65 & 0 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan Tabel 4.5 dan Tabel 4.6, maka dapat juga direpresentasikan dalam sebuah graph G=(V,E) pada Gambar 4.5 dan graph H=(V,E) pada gambar 4.6 yang berarah dan berbobot.



Gambar 4.5 graph G yang berarah dan berbobot dengan $\left|V\left(G\right)\right|=6$



Gambar 4.6 graph H yang berarah dan berbobot dengan $\left|V\left(H\right)\right|=6$

4.3 Rute Optimal Berdasarkan Waktu Tempuh dengan Program Dinamik

Ditentukan bahwa simpul awal adalah simpul P (Kantor Pos Indonesia Medan) dengan $N = 7$, sehingga menyelesaiakan *Traveling Salesman Problem* (TSP) asimetris dengan program dinamik berdasarkan jarak tempuh (Tabel 4.1 atau Matriks A dengan rekursif maju adalah sebagai berikut:

4.3.1 Wilayah Pandau Hulu I

Iterasi ke- 1. Menghitung bobot dari simpul awal atau simpul y ke simpul j, dengan $j \neq y$

$$f_p\left(y, j\right) = R_{pj}$$

$$\begin{aligned}
f_p\left(y, A\right) &= R_{PA} = 1350\\
f_p\left(y, B\right) &= R_{PB} = 1345\\
f_p\left(y, C\right) &= R_{PC} = 1415\\
f_p\left(y, D\right) &= R_{PD} = 1335\\
f_P\left(y, E\right) &= R_{PE} = 1420
\end{aligned}$$

Solusi pada iterasi ke-1 yaitu dari simpul P ke simpul D dengan bobot 1335.

Iterasi ke-2. Menghitung bobot dari simpul i ke simpul j, untuk $i \in S$ dan $i \neq y$ dengan $|S| = 1$

$$f_A\left(S, j\right) = \min_{i \varepsilon s}\left\{R_{ij} + f_P\left(S - \{j\}\, j\right)\right\}$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix} B \\ C \\ D \\ E \end{Bmatrix} A\right) = \min_{i \varepsilon s}\begin{Bmatrix} R_{BA} + f_P\left(y, B\right) \\ R_{CA} + f_P\left(y, C\right) \\ R_{DA} + f_P\left(y, D\right) \\ R_{EA} + f_P\left(y, E\right) \end{Bmatrix} = \min\begin{pmatrix} 910 + 1345 \\ 915 + 1415 \\ 1105 + 1335 \\ 1225 + 1420 \end{pmatrix} = min\begin{pmatrix} 2255 \\ 2330 \\ 2440 \\ 2645 \end{pmatrix} = 2255$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix} A \\ C \\ D \\ E \end{Bmatrix} B\right) = \min_{i \varepsilon s}\begin{Bmatrix} R_{AB} + f_P\left(y, A\right) \\ R_{CB} + f_P\left(y, C\right) \\ R_{DB} + f_P\left(y, D\right) \\ R_{EB} + f_P\left(y, E\right) \end{Bmatrix} = \min\begin{pmatrix} 1105 + 1350 \\ 845 + 1415 \\ 710 + 1335 \\ 715 + 1420 \end{pmatrix} = \min\begin{pmatrix} 2455 \\ 2260 \\ 2045 \\ 2135 \end{pmatrix} = 2045$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}A\\B\\D\\E\end{Bmatrix}C\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{AC}+f_P(y,A)\\R_{BC}+f_P(y,B)\\R_{DC}+f_P(y,D)\\R_{EC}+f_P(y,E)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}1340+1350\\750+1345\\850+1335\\745+1420\end{pmatrix}=\min\begin{pmatrix}2690\\2095\\2185\\2165\end{pmatrix}=2095$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}A\\B\\C\\E\end{Bmatrix}D\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{AD}+f_P(y,A)\\R_{BD}+f_P(y,B)\\R_{CD}+f_P(y,C)\\R_{ED}+f_P(y,E)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}1115+1350\\715+1345\\745+1415\\655+1420\end{pmatrix}=\min\begin{pmatrix}2465\\2060\\2160\\2075\end{pmatrix}=2060$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}A\\B\\C\\D\end{Bmatrix}E\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{AE}+f_P(y,A)\\R_{BE}+f_P(y,B)\\R_{CE}+f_P(y,C)\\R_{DE}+f_P(y,E)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}1200+1350\\720+1345\\715+1415\\635+1335\end{pmatrix}=\min\begin{pmatrix}2550\\2065\\2130\\1970\end{pmatrix}=1970$$

Solusi pada iterasi ke-2 yaitu dari simpul D ke simpul E dengan bobot 1970.

Iterasi ke-3. Menghitung bobot dari simpul i ke simpul j, untuk $i \neq y$ dengan $|S| = 2$

$$f_B(S,j)=\min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij}+f_A(S-\{j\}\,j)\right\}$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix}B,C\\B,D\\B,E\\C,D\\C,E\\D,E\end{Bmatrix}A\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{BA}+f_A(\{C\}B)\right);\left(R_{CA}+f_A(\{B\}C)\right)\\\left(R_{BA}+f_A(\{D\}B)\right);\left(R_{DA}+f_A(\{B\}D)\right)\\\left(R_{BA}+f_A(\{E\}B)\right);\left(R_{EA}+f_A(\{B\}E)\right)\\\left(R_{CA}+f_A(\{D\}C)\right);\left(R_{DA}+f_A(\{C\}D)\right)\\\left(R_{CA}+f_A(\{E\}C)\right);\left(R_{EA}+f_A(\{C\}E)\right)\\\left(R_{DA}+f_A(\{E\}D)\right);\left(R_{EA}+f_A(\{D\}E)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\begin{Bmatrix}(910+2260);(915+2195)\\(910+2045);(1105+2060)\\(910+2135);(1225+2065)\\(915+2185);(1105+2160)\\(915+2165);(1225+2130)\\(1105+2075);(1225+1970)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}3170;3110\\2955;3165\\3045;3290\\3100;3265\\3080;3355\\3180;3195\end{pmatrix}=2755$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix}A,C\\A,D\\A,E\\C,D\\C,E\\D,E\end{Bmatrix}B\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{AB}+f_A\left(\{C\}A\right)\right);\left(R_{CB}+f_A\left(\{A\}C\right)\right)\\\left(R_{AB}+f_A\left(\{D\}A\right)\right);\left(R_{DB}+f_A\left(\{A\}D\right)\right)\\\left(R_{AB}+f_A\left(\{E\}A\right)\right);\left(R_{EB}+f_A\left(\{A\}E\right)\right)\\\left(R_{CB}+f_A\left(\{D\}C\right)\right);\left(R_{DB}+f_A\left(\{C\}D\right)\right)\\\left(R_{CB}+f_A\left(\{E\}C\right)\right);\left(R_{EB}+f_A\left(\{C\}E\right)\right)\\\left(R_{DB}+f_A\left(\{E\}D\right)\right);\left(R_{EB}+f_A\left(\{D\}E\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\begin{pmatrix}(1105+2330);(845+2690)\\(1105+2440);(810+2465)\\(1105+2645);(615+2550)\\(845+2185);(810+2160)\\(845+2165);(615+2130)\\(810+2075);(615+1970)\end{pmatrix}=\min\begin{pmatrix}3435;3535\\3545;3275\\3750;3165\\3030;2970\\3010;2745\\2885;2585\end{pmatrix}=2585$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix}A,B\\A,D\\A,E\\B,D\\B,E\\D,E\end{Bmatrix}C\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{AC}+f_A\left(\{B\}A\right)\right);\left(R_{BC}+f_A\left(\{A\}B\right)\right)\\\left(R_{AC}+f_A\left(\{D\}A\right)\right);\left(R_{DC}+f_A\left(\{A\}D\right)\right)\\\left(R_{AC}+f_A\left(\{E\}A\right)\right);\left(R_{EC}+f_A\left(\{A\}E\right)\right)\\\left(R_{BC}+f_A\left(\{D\}B\right)\right);\left(R_{DC}+f_A\left(\{B\}D\right)\right)\\\left(R_{BC}+f_A\left(\{E\}B\right)\right);\left(R_{EC}+f_A\left(\{B\}E\right)\right)\\\left(R_{DC}+f_A\left(\{E\}D\right)\right);\left(R_{EC}+f_A\left(\{E\}D\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\begin{Bmatrix}(1340+2255);(750+2455)\\(1340+2440);(850+2465)\\(1340+2645);(745+2550)\\(750+2045);(850+2060)\\(750+2135);(745+2065)\\(850+2075);(745+1970)\end{Bmatrix}=\min\begin{Bmatrix}(3595;3205)\\(3780;3315)\\(3985;3295)\\(2795;2910)\\(2885;2810)\\(2925;2715)\end{Bmatrix}=2715$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix} A,B \\ A,C \\ A,E \\ B,C \\ B,E \\ C,E \end{Bmatrix} D\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{AD} + f_A\left(\{B\}A\right)\right);\left(R_{BD} + f_A\left(\{A\}B\right)\right) \\ \left(R_{AD} + f_A\left(\{C\}A\right)\right);\left(R_{CD} + f_A\left(\{A\}C\right)\right) \\ \left(R_{AD} + f_A\left(\{E\}A\right)\right);\left(R_{ED} + f_A\left(\{A\}E\right)\right) \\ \left(R_{BD} + f_A\left(\{C\}B\right)\right);\left(R_{CD} + f_A\left(\{B\}C\right)\right) \\ \left(R_{BD} + f_A\left(\{E\}B\right)\right);\left(R_{ED} + f_A\left(\{B\}E\right)\right) \\ \left(R_{CD} + f_A\left(\{E\}C\right)\right);\left(R_{ED} + f_A\left(\{C\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (1115+2255);(715+2455) \\ (1115+2330);(745+2690) \\ (1115+2645);(755+2550) \\ (715+2260);(745+2095) \\ (715+2135);(755+2065) \\ (745+2165);(755+2130) \end{Bmatrix} = \min\begin{Bmatrix} (3370;3170) \\ (3445;3455) \\ (3760;3105) \\ (2975;2840) \\ (2950;2720) \\ (3010;2785) \end{Bmatrix} = 2720$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix} A,B \\ A,C \\ A,D \\ B,C \\ B,D \\ C,D \end{Bmatrix} E\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{AE} + f_A\left(\{B\}A\right)\right);\left(R_{BE} + f_A\left(\{A\}B\right)\right) \\ \left(R_{AE} + f_A\left(\{C\}A\right)\right);\left(R_{CE} + f_A\left(\{A\}C\right)\right) \\ \left(R_{AE} + f_A\left(\{D\}A\right)\right);\left(R_{DE} + f_A\left(\{A\}D\right)\right) \\ \left(R_{BE} + f_A\left(\{C\}B\right)\right);\left(R_{CE} + f_A\left(\{B\}C\right)\right) \\ \left(R_{BE} + f_A\left(\{D\}B\right)\right);\left(R_{DE} + f_A\left(\{B\}D\right)\right) \\ \left(R_{CE} + f_A\left(\{D\}C\right)\right);\left(R_{DE} + f_A\left(\{C\}D\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (1200+2255);(720+2455) \\ (1200+2330);(715+2690) \\ (1200+2440);(635+2095) \\ (720+2260);(715+2195) \\ (720+2045);(635+2060) \\ (715+2185);(635+2160) \end{Bmatrix} = \min\begin{Bmatrix} (3455;3175) \\ (3530;3405) \\ (3640;2730) \\ (2980;2910) \\ (2765;2695) \\ (2900;2795) \end{Bmatrix} = 2695$$

Solusi iterasi ke-3 yaitu dari simpul E ke simpul B dengan bobot 2585.

Iterasi ke-4. Menghitung bobot dari simpul i ke simpul j, untuk $i \in S$ dan $i \neq y$ dengan $|S| = 3$

$$f_C(S, j) = \min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij} + f_B\left(S - \{j\}\, j\right)\right\}$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix} B,C,D \\ B,C,E \\ B,D,E \\ C,D,E \end{Bmatrix} A\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{BA}+f_B\left(\{C,D\}B\right)\right);\left(R_{CA}+f_B\left(\{B,D\}C\right)\right);\left(R_{DA}+f_B\left(\{B,C\}D\right)\right) \\ \left(R_{BA}+f_B\left(\{C,E\}B\right)\right);\left(R_{CA}+f_B\left(\{B,E\}C\right)\right);\left(R_{EA}+f_B\left(\{B,C\}E\right)\right) \\ \left(R_{BA}+f_B\left(\{D,E\}B\right)\right);\left(R_{DA}+f_B\left(\{B,E\}D\right)\right);\left(R_{EA}+f_B\left(\{B,D\}E\right)\right) \\ \left(R_{CA}+f_B\left(\{D,E\}C\right)\right);\left(R_{DA}+f_B\left(\{C,E\}D\right)\right);\left(R_{EA}+f_B\left(\{C,D\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (710+2870);(915+2895);(1105+2840) \\ (710+2745);(915+2810);(1225+2910) \\ (710+2585);(1105+2950);(1225+2695) \\ (915+2715);(1105+2785);(1225+2795) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (3580;3810;3945) \\ (3455;3725;4135) \\ (3294;4460;4020) \\ (3630;3890;4020) \end{Bmatrix}$$

$$= 3455$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix} A,C,D \\ A,C,E \\ A,D,E \\ C,D,E \end{Bmatrix} B\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{AB}+f_B\left(\{C,D\}A\right)\right);\left(R_{CB}+f_B\left(\{A,D\}C\right)\right);\left(R_{DB}+f_B\left(\{A,C\}D\right)\right) \\ \left(R_{AB}+f_B\left(\{C,E\}A\right)\right);\left(R_{CB}+f_B\left(\{A,E\}C\right)\right);\left(R_{EB}+f_B\left(\{A,C\}E\right)\right) \\ \left(R_{AB}+f_B\left(\{D,E\}A\right)\right);\left(R_{DB}+f_B\left(\{A,E\}D\right)\right);\left(R_{EB}+f_B\left(\{A,D\}E\right)\right) \\ \left(R_{CB}+f_B\left(\{D,E\}C\right)\right);\left(R_{DB}+f_B\left(\{C,E\}D\right)\right);\left(R_{EB}+f_B\left(\{C,D\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (1105+3265);(845+3315);(810+3455) \\ (1105+3355);(1215+2795);(615+3405) \\ (1105+3180);(810+3105);(615+2730) \\ (845+2820);(810+2785);(615+2795) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (4370;4160;4265) \\ (4460;4010;4020) \\ (4285;3915;3345) \\ (3665;3595;3410) \end{Bmatrix}$$

$$= 3345$$

$$f_C\left(\left\{\begin{array}{l}A,B,D\\A,B,E\\A,D,E\\B,D,E\end{array}\right\}C\right)=\min_{i\varepsilon s}\left\{\begin{array}{l}\left(R_{AC}+f_B\left(\{B,D\}A\right)\right);\left(R_{BC}+f_B\left(\{A,D\}B\right)\right);\left(R_{DC}+f_B\left(\{A,B\}D\right)\right)\\\left(R_{AC}+f_B\left(\{B,E\}A\right)\right);\left(R_{BC}+f_B\left(\{A,E\}B\right)\right);\left(R_{EC}+f_B\left(\{A,B\}E\right)\right)\\\left(R_{AC}+f_B\left(\{D,E\}A\right)\right);\left(R_{DC}+f_B\left(\{A,E\}D\right)\right);\left(R_{EC}+f_B\left(\{A,D\}E\right)\right)\\\left(R_{BC}+f_B\left(\{D,E\}B\right)\right);\left(R_{DC}+f_B\left(\{B,E\}D\right)\right);\left(R_{EC}+f_B\left(\{B,D\}E\right)\right)\end{array}\right\}$$

$$=\min\left\{\begin{array}{l}(1340+2755);(750+3275);(850+3170)\\(1340+2845);(750+3165);(745+3175)\\(1340+2955);(850+3105);(745+2730)\\(750+2585);(850+2820);(745+2695)\end{array}\right\}$$

$$=\min\left\{\begin{array}{l}(4095;4025;4020)\\(4185;3915;3920)\\(4295;3955;3475)\\(3335;3675;3440)\end{array}\right\}$$

$$=3335$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix} A,B,C \\ A,B,E \\ A,C,E \\ B,C,E \end{Bmatrix} D\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{AD} + f_B\left(\{B,C\}A\right)\right);\left(R_{BD} + f_B\left(\{A,C\}B\right)\right);\left(R_{CD} + f_B\left(\{A,B\}C\right)\right) \\ \left(R_{AD} + f_B\left(\{B,E\}A\right)\right);\left(R_{BD} + f_B\left(\{A,E\}B\right)\right);\left(R_{ED} + f_B\left(\{A,B\}E\right)\right) \\ \left(R_{AD} + f_B\left(\{C,E\}A\right)\right);\left(R_{CD} + f_B\left(\{A,E\}C\right)\right);\left(R_{ED} + f_B\left(\{A,C\}E\right)\right) \\ \left(R_{BD} + f_B\left(\{C,E\}B\right)\right);\left(R_{CD} + f_B\left(\{B,E\}C\right)\right);\left(R_{ED} + f_B\left(\{B,C\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (1115+2970);(715+3535);(745+3205) \\ (1115+2845);(715+3165);(755+3405) \\ (1115+3355);(745+2795);(755+3405) \\ (715+2745);(745+2910);(755+2910) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (4085;4250;3950) \\ (3960;3880;4160) \\ (4470;3540;4160) \\ (3460;3655;3665) \end{Bmatrix}$$

$$= 3460$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix} A,B,C \\ A,B,D \\ A,C,D \\ B,C,D \end{Bmatrix} E\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{AE} + f_B\left(\{B,C\}A\right)\right);\left(R_{BE} + f_B\left(\{A,C\}B\right)\right);\left(R_{CE} + f_B\left(\{A,B\}C\right)\right) \\ \left(R_{AE} + f_B\left(\{B,D\}A\right)\right);\left(R_{BE} + f_B\left(\{A,D\}B\right)\right);\left(R_{DE} + f_B\left(\{A,B\}D\right)\right) \\ \left(R_{AE} + f_B\left(\{C,D\}A\right)\right);\left(R_{CE} + f_B\left(\{A,D\}C\right)\right);\left(R_{DE} + f_B\left(\{A,C\}D\right)\right) \\ \left(R_{BE} + f_B\left(\{C,D\}B\right)\right);\left(R_{CE} + f_B\left(\{B,D\}C\right)\right);\left(R_{DE} + f_B\left(\{B,C\}D\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (1200+2970);(720+3535);(715+3205) \\ (1200+2755);(720+3275);(635+3170) \\ (1200+3265);(715+3295);(635+3455) \\ (720+2970);(715+2895);(635+2840) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (4170;4255;3890) \\ (3955;3995;4090) \\ (4465;4010;3835) \\ (3690;3610;3475) \end{Bmatrix}$$

$$= 3475$$

Solusi pada iterasi ke-4 yaitu dari simpul B ke simpul C dengan bobot 3335

Iterasi Ke-5. Menghitung bobot simpul i ke simpul 3 atau simpul awal, $i \in S, i \neq y$ dan $|S| = 4$

$$f_D\left(S, j\right) = \min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij} + f_C\left(S - \{j\}\,j\right)\right\}$$

$$f_D\left(\{B,C,D,E\}\,A\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{BA}+f_C\left(\{C,D,E\}\,B\right)\right);\left(R_{CA}+f_C\left(\{B,D,E\}\,C\right)\right);\\ \left(R_{DA}+f_C\left(\{B,C,E\}\,D\right)\right);\left(R_{EA}+f_C\left(\{B,C,D\}\,E\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\left\{(910+3410);(915+3335);(1105+3460);(1225+3475)\right\}$$

$$=\min\left(4320;4250;4565;4700\right)$$

$$=4450$$

$$f_D\left(\{A,C,D,E\}\,B\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{AB}+f_C\left(\{C,D,E\}\,A\right)\right);\left(R_{CB}+f_C\left(\{A,D,E\}\,C\right)\right);\\ \left(R_{DB}+f_C\left(\{A,C,E\}\,D\right)\right);\left(R_{EB}+f_C\left(\{A,C,D\}\,E\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\left\{(1105+3630);(845+3475);(810+3540);(615+4010)\right\}$$

$$=\min\left(4735;4587;4350;4625\right)$$

$$=4350$$

$$f_D\left(\{A,B,D,E\}\,C\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{AC}+f_C\left(\{B,D,E\}\,A\right)\right);\left(R_{BC}+f_C\left(\{A,D,E\}\,B\right)\right);\\ \left(R_{DC}+f_C\left(\{A,B,E\}\,D\right)\right);\left(R_{EC}+f_C\left(\{A,B,D\}\,E\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\left\{(1340+3294);(750+3345);(850+3830);(745+3805)\right\}$$

$$=\min\left(4634;4095;4680;4550\right)$$

$$=4550$$

$$f_D\left(\{A,B,C,E\}\,D\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{AD}+f_C\left(\{B,C,E\}\,A\right)\right);\left(R_{BD}+f_C\left(\{A,C,E\}\,B\right)\right);\\ \left(R_{CD}+f_C\left(\{A,B,E\}\,C\right)\right);\left(R_{ED}+f_C\left(\{A,B,C,\}\,E\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\left\{(1115+3725);(715+4010);(745+3915);(755+3920)\right\}$$

$$=\min\left(4840;4725;4660;4675\right)$$

$$=46660$$

$$f_D\left(\{A,B,C,D\}\,E\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{AE}+f_C\left(\{B,C,D,\}\,A\right)\right);\left(R_{BE}+f_C\left(\{A,C,D\}\,B\right)\right);\\ \left(R_{CE}+f_C\left(\{A,B,D\}\,C\right)\right);\left(R_{DE}+f_C\left(\{A,B,C\}\,D\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\left\{(1200+3580);(720+4160);(715+4020);(635+3950)\right\}$$

$$=\min\left(4780;4880;4735;4585\right)$$

$$=4585$$

Solusi iterasi ke-5 yaitu dari simpul C ke simpul A dengan bobot 4250.

Iterasi Ke-6. Menghitung bobot dari simpul i ke simpul 4 atau simpul awal, $i\in S, i\neq y$ dan $|S|=5$

$$f_E\left(S,j\right)=\min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij}+f_D\left(S-\{j\}\,j\right)\right\}$$

$$f_p\left(\{A,B,C,D,E,\}P\right)=min\begin{Bmatrix}\left(R_{AP}\,f_D\left(\{B,C,D,E,\}A\right)\right);\left(R_{BP}\,f_D\left(\{A,C,D,E,\}B\right)\right);\\ \left(R_{CP}\,f_D\left(\{A,B,D,E,\}C\right)\right);\left(R_{DP}\,f_D\left(\{A,B,C,E,\}D\right)\right);\\ \left(R_{EP}\,f_D\left(\{A,B,C,D,\}E\right)V\right)\end{Bmatrix}$$

$$=min\begin{Bmatrix}(1125+4250);(1545+4350);(1850+4450)\\ ;(1620+4660);(1615+4585)\end{Bmatrix}$$

$$=\min(5375;5895;6300;6280;6200)$$

$$=5375$$

Solusi dari iterasi ke-6 yaitu dari simpul A ke simpul P dengan bobot 5375

Solusi optimal berdasarkan penyelesaian iterasi ke-1 sampai ke-6 yaitu diperoleh lintasan terpendek dari simpul P kesimpul D, simpul E, simpul B, simpul C, simpul A, kembali kesimpul P, dengan bobot 5375. Lintasan terpendek untuk melewati 6 simpul digambarkan dalam bentuk graph seperti Gambar 4.7.

4.3.2 Wilayah Pandau Hulu II

Iterasi ke-1. Menghitung bobot dari simpul awal atau simpul y ke simpul j, dengan $j \neq y$

$$f_p(y,j)=R_{pj}$$

$$f_p(y,A)=R_{PA}=1345$$
$$f_p(y,B)=R_{PB}=1525$$
$$f_p(y,C)=R_{PC}=1535$$
$$f_p(y,D)=R_{PD}=1715$$
$$f_P(y,E)=R_{PE}=1750$$

Solusi pada iterasi ke-1 yaitu dari simpul P ke simpul A dengan bobot 1345.

Iterasi ke-2. Menghitung bobot dari simpul i ke simpul j, untuk $i \in S$ dan $i \neq y$ dengan $|S|=1$

$$f_A(S,j)=\min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij}+f_P\left(S-\{j\}\,j\right)\right\}$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}B\\C\\D\\E\end{Bmatrix}A\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{BA}+f_P(y,B)\\R_{CA}+f_P(y,C)\\R_{DA}+f_P(y,D)\\R_{EA}+f_P(y,E)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}834+1525\\815+1535\\1125+1715\\1445+1750\end{pmatrix}=min\begin{pmatrix}2359\\2350\\2840\\2895\end{pmatrix}=2350$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}A\\C\\D\\E\end{Bmatrix}B\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{AB}+f_P(y,A)\\R_{CB}+f_P(y,C)\\R_{DB}+f_P(y,D)\\R_{EB}+f_P(y,E)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}845+1345\\645+1535\\915+1715\\815+1750\end{pmatrix}=\min\begin{pmatrix}2190\\2180\\2630\\2565\end{pmatrix}=2180$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}A\\B\\D\\E\end{Bmatrix}C\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{AC}+f_P(y,A)\\R_{BC}+f_P(y,B)\\R_{DC}+f_P(y,D)\\R_{EC}+f_P(y,E)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}945+1345\\640+1525\\950+1715\\630+1750\end{pmatrix}=\min\begin{pmatrix}2290\\2165\\2665\\2380\end{pmatrix}=2165$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}A\\B\\C\\E\end{Bmatrix}D\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{AD}+f_P(y,A)\\R_{BD}+f_P(y,B)\\R_{CD}+f_P(y,C)\\R_{ED}+f_P(y,E)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}1435+1345\\840+1525\\630+1535\\745+1750\end{pmatrix}=\min\begin{pmatrix}2780\\2365\\2165\\2495\end{pmatrix}=2165$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}A\\B\\C\\D\end{Bmatrix}E\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{AE}+f_P(y,A)\\R_{BE}+f_P(y,B)\\R_{CE}+f_P(y,C)\\R_{DE}+f_P(y,D)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}625+1345\\925+1525\\615+1535\\1025+1715\end{pmatrix}=\min\begin{pmatrix}1925\\2450\\2150\\2740\end{pmatrix}=1925$$

Solusi pada iterasi ke-2 yaitu dari simpul A ke simpul E dengan bobot 1925.

Iterasi ke-3. Menghitung bobot dari simpul i ke simpul j, untuk $i \neq y$ dengan $|S| = 2$

$$f_B(S,j)=\min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij}+f_A\left(S-\{j\}\,j\right)\right\}$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix} B,C \\ B,D \\ B,E \\ C,D \\ C,E \\ D,E \end{Bmatrix} A\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{BA} + f_A\left(\{C\}B\right)\right);\left(R_{CA} + f_A\left(\{B\}C\right)\right) \\ \left(R_{BA} + f_A\left(\{D\}B\right)\right);\left(R_{DA} + f_A\left(\{B\}D\right)\right) \\ \left(R_{BA} + f_A\left(\{E\}B\right)\right);\left(R_{EA} + f_A\left(\{B\}E\right)\right) \\ \left(R_{CA} + f_A\left(\{D\}C\right)\right);\left(R_{DA} + f_A\left(\{C\}D\right)\right) \\ \left(R_{CA} + f_A\left(\{E\}C\right)\right);\left(R_{EA} + f_A\left(\{C\}E\right)\right) \\ \left(R_{DA} + f_A\left(\{E\}D\right)\right);\left(R_{EA} + f_A\left(\{D\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (834+2180);(815+2165) \\ (834+2630);(1125+2365) \\ (834+2565);(1145+2150) \\ (815+2665);(1125+2265) \\ (815+2380);(1145+2150) \\ (1125+2395);(1145+2740) \end{Bmatrix} = \min\begin{pmatrix} 3014;2980 \\ 3464;3490 \\ 3399;3295 \\ 3480;3390 \\ 3195;3295 \\ 3505;3295 \end{pmatrix} = 2980$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix} A,C \\ A,D \\ A,E \\ C,D \\ C,E \\ D,E \end{Bmatrix} B\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{AB} + f_A\left(\{C\}A\right)\right);\left(R_{CB} + f_A\left(\{A\}C\right)\right) \\ \left(R_{AB} + f_A\left(\{D\}A\right)\right);\left(R_{DB} + f_A\left(\{A\}D\right)\right) \\ \left(R_{AB} + f_A\left(\{E\}A\right)\right);\left(R_{EB} + f_A\left(\{A\}E\right)\right) \\ \left(R_{CB} + f_A\left(\{D\}C\right)\right);\left(R_{DB} + f_A\left(\{C\}D\right)\right) \\ \left(R_{CB} + f_A\left(\{E\}C\right)\right);\left(R_{EB} + f_A\left(\{C\}E\right)\right) \\ \left(R_{DB} + f_A\left(\{E\}D\right)\right);\left(R_{EB} + f_A\left(\{D\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (845+2350);(645+2290) \\ (845+2840);(1125+2780) \\ (845+2895);(815+2270) \\ (645+2665);(915+2265) \\ (645+2380);(815+2150) \\ (915+2395);(815+2740) \end{Bmatrix} = \min\begin{pmatrix} 3195;2935 \\ 3685;3695 \\ 3740;3085 \\ 3310;3180 \\ 3025;2965 \\ 3310;3555 \end{pmatrix} = 2935$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix}A,B\\A,D\\A,E\\B,D\\B,E\\D,E\end{Bmatrix}C\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{AC}+f_A\left(\{B\}A\right)\right);\left(R_{BC}+f_A\left(\{A\}B\right)\right)\\\left(R_{AC}+f_A\left(\{D\}A\right)\right);\left(R_{DC}+f_A\left(\{A\}D\right)\right)\\\left(R_{AC}+f_A\left(\{E\}A\right)\right);\left(R_{EC}+f_A\left(\{A\}E\right)\right)\\\left(R_{BC}+f_A\left(\{D\}B\right)\right);\left(R_{DC}+f_A\left(\{B\}D\right)\right)\\\left(R_{BC}+f_A\left(\{E\}B\right)\right);\left(R_{EC}+f_A\left(\{B\}E\right)\right)\\\left(R_{DC}+f_A\left(\{E\}D\right)\right);\left(R_{EC}+f_A\left(\{D\}E\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\begin{Bmatrix}(945+3259);(640+2190)\\(945+2840);(950+2780)\\(945+2895);(630+2270)\\(640+2630);(950+2365)\\(640+2565);(630+215)\\(950+2395);(630+2740)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}4204;2830\\3785;3730\\3840;2900\\3270;3315\\3205;2780\\3345;3370\end{pmatrix}=2780$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix}A,B\\A,C\\A,E\\B,C\\B,E\\C,E\end{Bmatrix}D\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{AD}+f_A\left(\{B\}A\right)\right);\left(R_{BD}+f_A\left(\{A\}B\right)\right)\\\left(R_{AD}+f_A\left(\{C\}A\right)\right);\left(R_{CD}+f_A\left(\{A\}C\right)\right)\\\left(R_{AD}+f_A\left(\{E\}A\right)\right);\left(R_{ED}+f_A\left(\{A\}E\right)\right)\\\left(R_{BD}+f_A\left(\{C\}B\right)\right);\left(R_{CD}+f_A\left(\{B\}C\right)\right)\\\left(R_{BD}+f_A\left(\{E\}B\right)\right);\left(R_{ED}+f_A\left(\{B\}E\right)\right)\\\left(R_{CD}+f_A\left(\{E\}C\right)\right);\left(R_{ED}+f_A\left(\{C\}E\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\begin{Bmatrix}(1435+2359);(840+2190)\\(1435+2350);(630+2290)\\(1435+2895);(745+2270)\\(840+2180);(630+2165)\\(840+2565);(745+2150)\\(630+2380);(745+2150)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}3794;3030\\3785;2920\\4330;3015\\3020;2795\\3405;2895\\3010;2895\end{pmatrix}=2795$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix} A,B \\ A,C \\ A,D \\ B,C \\ B,D \\ C,D \end{Bmatrix} E\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{AE} + f_A\left(\{B\}A\right)\right);\left(R_{BE} + f_A\left(\{A\}B\right)\right) \\ \left(R_{AE} + f_A\left(\{C\}A\right)\right);\left(R_{CE} + f_A\left(\{A\}C\right)\right) \\ \left(R_{AE} + f_A\left(\{D\}A\right)\right);\left(R_{DE} + f_A\left(\{A\}D\right)\right) \\ \left(R_{BE} + f_A\left(\{C\}B\right)\right);\left(R_{CE} + f_A\left(\{B\}C\right)\right) \\ \left(R_{BE} + f_A\left(\{D\}B\right)\right);\left(R_{DE} + f_A\left(\{B\}D\right)\right) \\ \left(R_{CE} + f_A\left(\{D\}C\right)\right);\left(R_{DE} + f_A\left(\{C\}D\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (625+2359);(625+2190) \\ (625+2350);(615+2290) \\ (625+2840);(1025+2780) \\ (925+2180);(615+2165) \\ (925+2630);(1025+2365) \\ (615+2665);(1025+2265) \end{Bmatrix} = \min\begin{pmatrix} 2984;2815 \\ 2975;2905 \\ 3465;3805 \\ 3105;2780 \\ 3555;3390 \\ 3280;3290 \end{pmatrix} = 2780$$

Solusi iterasi ke-3 yaitu dari simpul E ke simpul C dengan bobot 2780.

Iterasi ke-4. Menghitung bobot dari simpul i ke simpul j, untuk $i \in S$ dan $i \neq y$ dengan $|S| = 3$

$$f_C(S, j) = \min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij} + f_B\left(S - \{j\}\, j\right)\right\}$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix} B,C,D \\ B,C,E \\ B,D,E \\ C,D,E \end{Bmatrix} A\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{BA} + f_B\left(\{C,D\}B\right)\right);\left(R_{CA} + f_B\left(\{B,D\}C\right)\right);\left(R_{DA} + f_B\left(\{B,C\}D\right)\right) \\ \left(R_{BA} + f_B\left(\{C,E\}B\right)\right);\left(R_{CA} + f_B\left(\{B,E\}C\right)\right);\left(R_{EA} + f_B\left(\{B,C\}E\right)\right) \\ \left(R_{BA} + f_B\left(\{D,E\}B\right)\right);\left(R_{DA} + f_B\left(\{B,E\}D\right)\right);\left(R_{EA} + f_B\left(\{B,D\}E\right)\right) \\ \left(R_{CA} + f_B\left(\{D,E\}C\right)\right);\left(R_{DA} + f_B\left(\{C,E\}D\right)\right);\left(R_{EA} + f_B\left(\{C,D\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (843+3180);(815+3270);(1125+2795) \\ (843+2965);(815+2780);(1145+2780) \\ (843+3310);(1125+2895);(1145+3390) \\ (815+3345);(1125+2895);(1145+3280) \end{Bmatrix}$$

$$= \min \begin{Bmatrix} (4014);(4085);(3920) \\ (3799);(3595);(3925) \\ (4144);(4020);(4535) \\ (4160);(4920);(4435) \end{Bmatrix}$$

$$= 3595$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix} A,C,D \\ A,C,E \\ A,D,E \\ C,D,E \end{Bmatrix} B\right) = \min_{i\varepsilon s} \begin{Bmatrix} \left(R_{AB} + f_B(\{C,D\}A)\right);\left(R_{CB} + f_B(\{A,D\}C)\right);\left(R_{DB} + f_B(\{A,C\}D)\right) \\ \left(R_{AB} + f_B(\{C,E\}A)\right);\left(R_{CB} + f_B(\{A,E\}C)\right);\left(R_{EB} + f_B(\{A,C\}E)\right) \\ \left(R_{AB} + f_B(\{D,E\}A)\right);\left(R_{DB} + f_B(\{A,E\}D)\right);\left(R_{EB} + f_B(\{A,D\}E)\right) \\ \left(R_{CB} + f_B(\{D,E\}C)\right);\left(R_{DB} + f_B(\{C,E\}D)\right);\left(R_{EB} + f_B(\{C,D\}E)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min \begin{Bmatrix} (845+3390);(645+3730);(915+2920) \\ (845+3195);(645+2900);(815+2905) \\ (845+3295);(915+3015);(815+3465) \\ (645+3345);(915+2895);(815+3280) \end{Bmatrix}$$

$$= \min \begin{Bmatrix} (4235);(4375);(3835) \\ (4040);(3545);(3720) \\ (4140);(3930)(4280) \\ (3990);(3810);(4095) \end{Bmatrix}$$

$$= 3545$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix} A,B,D \\ A,B,E \\ A,D,E \\ B,D,E \end{Bmatrix} C\right) = \min_{i\varepsilon s} \begin{Bmatrix} \left(R_{AC} + f_B(\{B,D\}A)\right);\left(R_{BC} + f_B(\{A,D\}B)\right);\left(R_{DC} + f_B(\{A,B\}D)\right) \\ \left(R_{AC} + f_B(\{B,E\}A)\right);\left(R_{BC} + f_B(\{A,E\}B)\right);\left(R_{EC} + f_B(\{A,B\}E)\right) \\ \left(R_{AC} + f_B(\{D,E\}A)\right);\left(R_{DC} + f_B(\{A,E\}D)\right);\left(R_{EC} + f_B(\{A,D\}E)\right) \\ \left(R_{BC} + f_B(\{D,E\}B)\right);\left(R_{DC} + f_B(\{B,E\}D)\right);\left(R_{EC} + f_B(\{B,D\}E)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min \begin{Bmatrix} (945+3464);(640+3685);(950+3030) \\ (945+3295);(640+3085);(630+2815) \\ (945+3295);(950+3015);(630+3465) \\ (640+3310);(950+2895);(630+3255) \end{Bmatrix}$$

$$= \min \begin{Bmatrix} (4409);(4325);(3980) \\ (4240);(3725);(3445) \\ (4240);(3965);(4095) \\ (3950);(3845);(3885) \end{Bmatrix}$$

$$= 3445$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix} A,B,C \\ A,B,E \\ A,C,E \\ B,C,E \end{Bmatrix} D\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{AD} + f_B\left(\{B,C\}A\right)\right);\left(R_{BD} + f_B\left(\{A,C\}B\right)\right);\left(R_{CD} + f_B\left(\{A,B\}C\right)\right) \\ \left(R_{AD} + f_B\left(\{B,E\}A\right)\right);\left(R_{BD} + f_B\left(\{A,E\}B\right)\right);\left(R_{ED} + f_B\left(\{A,B\}E\right)\right) \\ \left(R_{AD} + f_B\left(\{C,E\}A\right)\right);\left(R_{CD} + f_B\left(\{A,E\}C\right)\right);\left(R_{ED} + f_B\left(\{A,C\}E\right)\right) \\ \left(R_{BD} + f_B\left(\{C,E\}B\right)\right);\left(R_{CD} + f_B\left(\{B,E\}C\right)\right);\left(R_{ED} + f_B\left(\{B,C\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (1435+2980);(840+2935);(630+2830) \\ (1435+3295);(840+3085);(745+2815) \\ (1435+3195);(630+2900);(745+2905) \\ (840+2965);(630+2780);(745+2780) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (4415);(3775);(3460) \\ (4730);(3925);(3560) \\ (4630);(3530);(3650) \\ (3805);(3410);(3525) \end{Bmatrix}$$

$$= 3410$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix} A,B,C \\ A,B,D \\ A,C,D \\ B,C,D \end{Bmatrix} E\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{AE} + f_B\left(\{B,C\}A\right)\right);\left(R_{BE} + f_B\left(\{A,C\}B\right)\right);\left(R_{CE} + f_B\left(\{A,B\}C\right)\right) \\ \left(R_{AE} + f_B\left(\{B,D\}A\right)\right);\left(R_{BE} + f_B\left(\{A,D\}B\right)\right);\left(R_{DE} + f_B\left(\{A,B\}D\right)\right) \\ \left(R_{AE} + f_B\left(\{C,D\}A\right)\right);\left(R_{CE} + f_B\left(\{A,D\}C\right)\right);\left(R_{DE} + f_B\left(\{A,C\}D\right)\right) \\ \left(R_{BE} + f_B\left(\{C,D\}B\right)\right);\left(R_{CE} + f_B\left(\{B,D\}C\right)\right);\left(R_{DE} + f_B\left(\{B,C\}D\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (925+2980);(625+2935);(615+2830) \\ (925+3464);(625+3685);(1025+3030) \\ (925+3390);(615+3730);(1025+2920) \\ (625+3180);(615+3270);(1025+2795) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (3905);(3560);(3445) \\ (4389);(4310);(4055) \\ (4315);(4345);(3945) \\ (3805);(3885);(4020) \end{Bmatrix}$$

$$= 3445$$

Solusi pada iterasi ke-4 yaitu dari simpul C ke simpul D dengan bobot 3410

Iterasi ke-5. Menghitung bobot simpul i ke simpul 3 atau simpul awal, $i \in S, i \neq y$ dan $|S| = 4$

$$f_C\left(S, j\right) = \min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij} + f_B\left(S - \{j\}\, j\right)\right\}$$

$$f_D\left(\{B,C,D,E\}A\right)=\min_{i\varepsilon s}\left\{\begin{matrix}\left(R_{BA}+f_C\left(\{C,D,E\}B\right)\right);\left(R_{CA}+f_C\left(\{B,D,E\}C\right)\right);\\ \left(R_{DA}+f_C\left(\{B,C,E\}D\right)\right);\left(R_{EA}+f_C\left(\{B,C,D\}E\right)\right)\end{matrix}\right\}$$
$$=\min\left\{\left(834+3810\right);\left(815+3845\right);\left(1125+3410\right);\left(1145+3805\right)\right\}$$
$$=\min\left(4644;4660;4535;4950\right)$$
$$=4535$$

$$f_D\left(\{A,C,D,E\}B\right)=\min_{i\varepsilon s}\left\{\begin{matrix}\left(R_{AB}+f_C\left(\{C,D,E\}A\right)\right);\left(R_{CB}+f_C\left(\{A,D,E\}C\right)\right);\\ \left(R_{DB}+f_C\left(\{A,C,E\}D\right)\right);\left(R_{EB}+f_C\left(\{A,C,D\}E\right)\right)\end{matrix}\right\}$$
$$=\min\left\{\left(845+4020\right);\left(645+3965\right);\left(915+3550\right);\left(815+3945\right)\right\}$$
$$=\min\left(4865;4610;4445;4760\right)$$
$$=4445$$

$$f_D\left(\{A,B,D,E\}C\right)=\min_{i\varepsilon s}\left\{\begin{matrix}\left(R_{AC}+f_C\left(\{B,D,E\}A\right)\right);\left(R_{BC}+f_C\left(\{A,D,E\}B\right)\right);\\ \left(R_{DC}+f_C\left(\{A,B,E\}D\right)\right);\left(R_{EC}+f_C\left(\{A,B,D\}E\right)\right)\end{matrix}\right\}$$
$$=\min\left\{\left(945+4020\right);\left(640+3930\right);\left(950+3560\right);\left(630+4055\right)\right\}$$
$$=\min\left(4965;4570;4510;4685\right)$$
$$=4510$$

$$f_D\left(\{A,B,C,E\}D\right)=\min_{i\varepsilon s}\left\{\begin{matrix}\left(R_{AD}+f_C\left(\{B,C,E\}A\right)\right);\left(R_{BD}+f_C\left(\{A,C,E\}B\right)\right);\\ \left(R_{CD}+f_C\left(\{A,B,E\}C\right)\right);\left(R_{ED}+f_C\left(\{A,B,C,\}E\right)\right)\end{matrix}\right\}$$
$$=\min\left\{\left(1435+3595\right);\left(840+3545\right);\left(730+3445\right);\left(645+3445\right)\right\}$$
$$=\min\left(5030;4385;4175;4090\right)$$
$$=4090$$

$$f_D\left(\{A,B,C,D\}E\right)=\min_{i\varepsilon s}\left\{\begin{matrix}\left(R_{AE}+f_C\left(\{B,C,D,\}A\right)\right);\left(R_{BE}+f_C\left(\{A,C,D\}B\right)\right);\\ \left(R_{CE}+f_C\left(\{A,B,D\}C\right)\right);\left(R_{DE}+f_C\left(\{A,B,C\}D\right)\right)\end{matrix}\right\}$$
$$=\min\left\{\left(925+3920\right);\left(625+3835\right);\left(615+3980\right);\left(1025+3460\right)\right\}$$
$$=\min\left(4839;4460;4595;4485\right)$$
$$=4460$$

Solusi iterasi ke-5 yaitu dari simpul D ke simpul B dengan bobot 4445.

Iterasi ke-6. Menghitung bobot dari simpul i ke simpul 4 atau simpul awal, $i \in S, i \neq y$ dan $|S| = 5$

$$f_E\left(S,j\right)=\min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij}+f_D\left(S-\{j\}\,j\right)\right\}$$

$$f_p\left(\{A,B,C,D,E,\}P\right)=min\begin{Bmatrix}\left(R_{AP}\,f_D\left(\{B,C,D,E,\}A\right)\right);\left(R_{BP}\,f_D\left(\{A,C,D,E,\}B\right)\right);\\\left(R_{CP}\,f_D\left(\{A,B,D,E,\}C\right)\right);\left(R_{DP}\,f_D\left(\{A,B,C,E,\}D\right)\right);\\\left(R_{EP}\,f_D\left(\{A,B,C,D,\}E\right)V\right)\end{Bmatrix}$$

$$=min\begin{Bmatrix}(1810+4535);(1575+4445);(1935+4510);\\(2045+4090);(2030+4560)\end{Bmatrix}$$

$$\min(6345;6020;6445;6135;6590)$$

$$=6020$$

Solusi iterasi ke-6 yaitu dari simpul B ke simpul P dengan bobot 6020.

Solusi optimal berdasarkan penyelesaian iterasi ke-I sampai ke-VI yaitu diperoleh lintasan terpendek dari simpul P, ke simpul A, simpul E, simpul C, simpul D, simpul B kemudian kembali ke simpul P, dengan bobot 6020. Lintasan terpendek untuk melewati 6 simpul digambarkan dalam bentuk graph seperti Gambar 4.8.

4.3.3 Wilayah Kelurahan Pusat Pasar

Iterasi kee-1. Menghitung bobot dari simpul awal atau simpul y ke simpul j, dengan $j \neq y$

$$f_p(y,j)=R_{pj}$$

$$f_p(y,A)=R_{PA}=1145$$
$$f_p(y,B)=R_{PB}=1035$$
$$f_p(y,C)=R_{PC}=1215$$
$$f_p(y,D)=R_{PD}=1045$$
$$f_P(y,E)=R_{PE}=1015$$

Solusi pada iterasi ke-1 yaitu dari simpul P ke simpul E dengan bobot 1015.

Iterasi ke-2. Menghitung bobot dari simpul i ke simpul j, untuk $i \in S$ dan $i \neq y$ dengan $|S|=1$

$$f_A(S,j)=\min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij}+f_P\left(S-\{j\}\,j\right)\right\}$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}B\\C\\D\\E\end{Bmatrix}A\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{BA}+f_P(y,B)\\R_{CA}+f_P(y,C)\\R_{DA}+f_P(y,D)\\R_{EA}+f_P(y,E)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}1305+1035\\1155+1215\\750+1045\\1340+1015\end{pmatrix}=min\begin{pmatrix}2340\\2370\\1795\\2355\end{pmatrix}=1795$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}A\\C\\D\\E\end{Bmatrix}B\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{AB}+f_P(y,A)\\R_{CB}+f_P(y,C)\\R_{DB}+f_P(y,D)\\R_{EB}+f_P(y,E)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}1515+1145\\915+1215\\755+1045\\715+1015\end{pmatrix}=\min\begin{pmatrix}2660\\2130\\1800\\1730\end{pmatrix}=1730$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}A\\B\\D\\E\end{Bmatrix}C\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{AC}+f_P(y,A)\\R_{BC}+f_P(y,B)\\R_{DC}+f_P(y,D)\\R_{EC}+f_P(y,E)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}870+1145\\905+1035\\815+1045\\915+1015\end{pmatrix}=\min\begin{pmatrix}2015\\1940\\1860\\1930\end{pmatrix}=1860$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}A\\B\\C\\E\end{Bmatrix}D\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{AD}+f_P(y,A)\\R_{BD}+f_P(y,B)\\R_{CD}+f_P(y,C)\\R_{ED}+f_P(y,E)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}1410+1145\\745+1035\\715+1215\\845+1015\end{pmatrix}=\min\begin{pmatrix}2555\\1780\\1930\\1860\end{pmatrix}=1780$$

$$f_A\left(\begin{Bmatrix}A\\B\\C\\D\end{Bmatrix}E\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}R_{AE}+f_P(y,A)\\R_{BE}+f_P(y,B)\\R_{CE}+f_P(y,C)\\R_{DE}+f_P(y,E)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}1405+1145\\755+1035\\1055+1215\\1315+1045\end{pmatrix}=\min\begin{pmatrix}2550\\1790\\2270\\2360\end{pmatrix}=1790$$

Solusi pada iterasi ke-2 yaitu dari simpul E ke simpul B dengan bobot 1730.

Iterasi ke-3. Menghitung bobot dari simpul i ke simpul j, untuk $i \neq y$ dengan $|S| = 2$

$$f_B(S,j)=\min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij}+f_A\left(S-\{j\}\,j\right)\right\}$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix} B,C \\ B,D \\ B,E \\ C,D \\ C,E \\ D,E \end{Bmatrix} A\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{BA}+f_A\left(\{C\}B\right)\right);\left(R_{CA}+f_A\left(\{B\}C\right)\right) \\ \left(R_{BA}+f_A\left(\{D\}B\right)\right);\left(R_{DA}+f_A\left(\{B\}D\right)\right) \\ \left(R_{BA}+f_A\left(\{E\}B\right)\right);\left(R_{EA}+f_A\left(\{B\}E\right)\right) \\ \left(R_{CA}+f_A\left(\{D\}C\right)\right);\left(R_{DA}+f_A\left(\{C\}D\right)\right) \\ \left(R_{CA}+f_A\left(\{E\}C\right)\right);\left(R_{EA}+f_A\left(\{C\}E\right)\right) \\ \left(R_{DA}+f_A\left(\{E\}D\right)\right);\left(R_{EA}+f_A\left(\{D\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (1305+2130);(1155+1940) \\ (1305+1800);(750+1780) \\ (1305+1730);(1340+1790) \\ (1155+1860);(750+1930) \\ (1155+1930);(1340+2270) \\ (750+1860);(1340+2360) \end{Bmatrix} = \min\begin{pmatrix} 3435;3095 \\ 3105;2530 \\ 3035;3130 \\ 3015;2680 \\ 3085;3610 \\ 2610;3700 \end{pmatrix} = 2610$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix} A,C \\ A,D \\ A,E \\ C,D \\ C,E \\ D,E \end{Bmatrix} B\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{AB}+f_A\left(\{C\}A\right)\right);\left(R_{CB}+f_A\left(\{A\}C\right)\right) \\ \left(R_{AB}+f_A\left(\{D\}A\right)\right);\left(R_{DB}+f_A\left(\{A\}D\right)\right) \\ \left(R_{AB}+f_A\left(\{E\}A\right)\right);\left(R_{EB}+f_A\left(\{A\}E\right)\right) \\ \left(R_{CB}+f_A\left(\{D\}C\right)\right);\left(R_{DB}+f_A\left(\{C\}D\right)\right) \\ \left(R_{CB}+f_A\left(\{E\}C\right)\right);\left(R_{EB}+f_A\left(\{C\}E\right)\right) \\ \left(R_{DB}+f_A\left(\{E\}D\right)\right);\left(R_{EB}+f_A\left(\{D\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (1515+2370);(915+2015) \\ (1515+1795);(755+2555) \\ (1515+2355);(715+2550) \\ (915+1860);(755+1930) \\ (915+1930);(715+2270) \\ (755+1860);(715+2360) \end{Bmatrix} = \min\begin{pmatrix} 3885;2930 \\ 3310;3310 \\ 3870;3265 \\ 2715;2685 \\ 2845;2985 \\ 2615;3075 \end{pmatrix} = 2615$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix}A,B\\A,D\\A,E\\B,D\\B,E\\D,E\end{Bmatrix}C\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{AC}+f_A\left(\{B\}A\right)\right);\left(R_{BC}+f_A\left(\{A\}B\right)\right)\\\left(R_{AC}+f_A\left(\{D\}A\right)\right);\left(R_{DC}+f_A\left(\{A\}D\right)\right)\\\left(R_{AC}+f_A\left(\{E\}A\right)\right);\left(R_{EC}+f_A\left(\{A\}E\right)\right)\\\left(R_{BC}+f_A\left(\{D\}B\right)\right);\left(R_{DC}+f_A\left(\{B\}D\right)\right)\\\left(R_{BC}+f_A\left(\{E\}B\right)\right);\left(R_{EC}+f_A\left(\{B\}E\right)\right)\\\left(R_{DC}+f_A\left(\{E\}D\right)\right);\left(R_{EC}+f_A\left(\{E\}D\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\begin{Bmatrix}(870+2340);(905+2660)\\(870+1795);(815+2555)\\(870+2355);(915+2550)\\(905+1800);(815+1780)\\(905+1730);(915+1790)\\(815+1860);(915+1860)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}3210;3565\\2665;3370\\3225;3465\\2705;2595\\2635;2705\\2675;2775\end{pmatrix}=2595$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix}A,B\\A,C\\A,E\\B,C\\B,E\\C,E\end{Bmatrix}D\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{AD}+f_A\left(\{B\}A\right)\right);\left(R_{BD}+f_A\left(\{A\}B\right)\right)\\\left(R_{AD}+f_A\left(\{C\}A\right)\right);\left(R_{CD}+f_A\left(\{A\}C\right)\right)\\\left(R_{AD}+f_A\left(\{E\}A\right)\right);\left(R_{ED}+f_A\left(\{A\}E\right)\right)\\\left(R_{BD}+f_A\left(\{C\}B\right)\right);\left(R_{CD}+f_A\left(\{B\}C\right)\right)\\\left(R_{BD}+f_A\left(\{E\}B\right)\right);\left(R_{ED}+f_A\left(\{B\}E\right)\right)\\\left(R_{CD}+f_A\left(\{E\}C\right)\right);\left(R_{ED}+f_A\left(\{C\}E\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\begin{Bmatrix}(1410+2340);(745+2660)\\(1410+2370);(715+2015)\\(1410+2355);(845+2550)\\(745+2130);(715+1940)\\(745+1730);(845+1790)\\(715+1930);(845+2270)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}3750;3405\\3780;2730\\3765;3395\\2875;2655\\2475;2635\\2645;3115\end{pmatrix}=2475$$

$$f_B\left(\begin{Bmatrix}A,B\\A,C\\A,D\\B,C\\B,D\\C,D\end{Bmatrix}E\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{AE}+f_A\left(\{B\}A\right)\right);\left(R_{BE}+f_A\left(\{A\}B\right)\right)\\\left(R_{AE}+f_A\left(\{C\}A\right)\right);\left(R_{CE}+f_A\left(\{A\}C\right)\right)\\\left(R_{AE}+f_A\left(\{D\}A\right)\right);\left(R_{DE}+f_A\left(\{A\}D\right)\right)\\\left(R_{BE}+f_A\left(\{C\}B\right)\right);\left(R_{CE}+f_A\left(\{B\}C\right)\right)\\\left(R_{BE}+f_A\left(\{D\}B\right)\right);\left(R_{DE}+f_A\left(\{B\}D\right)\right)\\\left(R_{CE}+f_A\left(\{D\}C\right)\right);\left(R_{DE}+f_A\left(\{C\}D\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\begin{Bmatrix}(1405+2340);(755+2660)\\(1405+2370);(1055+2015)\\(1405+1795);(1315+2555)\\(755+2130);(1055+1940)\\(755+1800);(1315+1780)\\(1055+1860);(1315+1930)\end{Bmatrix}=\min\begin{pmatrix}3745;3415\\3775;3070\\3200;2870\\2885;2995\\2555;3095\\2915;3245\end{pmatrix}=2555$$

Solusi iterasi ke-3 yaitu dari simpul B ke simpul D dengan bobot 2475

Iterasi ke-4. Menghitung bobot dari simpul i ke simpul j, untuk $i \in S$ dan $i \neq y$ dengan $|S| = 3$

$$f_C(S,j)=\min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij}+f_B\left(S-\{j\}\,j\right)\right\}$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix}B,C,D\\B,C,E\\B,D,E\\C,D,E\end{Bmatrix}A\right)=\min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix}\left(R_{BA}+f_B\left(\{C,D\}B\right)\right);\left(R_{CA}+f_B\left(\{B,D\}C\right)\right);\left(R_{DA}+f_B\left(\{B,C\}D\right)\right)\\\left(R_{BA}+f_B\left(\{C,E\}B\right)\right);\left(R_{CA}+f_B\left(\{B,E\}C\right)\right);\left(R_{EA}+f_B\left(\{B,C\}E\right)\right)\\\left(R_{BA}+f_B\left(\{D,E\}B\right)\right);\left(R_{DA}+f_B\left(\{B,E\}D\right)\right);\left(R_{EA}+f_B\left(\{B,D\}E\right)\right)\\\left(R_{CA}+f_B\left(\{D,E\}C\right)\right);\left(R_{DA}+f_B\left(\{C,E\}D\right)\right);\left(R_{EA}+f_B\left(\{C,D\}E\right)\right)\end{Bmatrix}$$

$$=\min\begin{Bmatrix}(1305+2685);(1155+2595);(750+2655)\\(1305+2845);(1155+2635);(1340+2855)\\(1305+2615);(750+2475);(1340+2555)\\(1155+2675);(750+2645);(1340+2915)\end{Bmatrix}$$

$$= \min \begin{Bmatrix} (3990);(3750);(3405) \\ (4150);(3790);(4195) \\ (3920);(3225);(3895) \\ (3830);(3395);(4255) \end{Bmatrix}$$

$$= 3225$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix} A,C,D \\ A,C,E \\ A,D,E \\ C,D,E \end{Bmatrix} B\right) = \min_{i\varepsilon s} \begin{Bmatrix} \left(R_{AB} + f_B\left(\{C,D\}A\right)\right);\left(R_{CB} + f_B\left(\{A,D\}C\right)\right);\left(R_{DB} + f_B\left(\{A,C\}D\right)\right) \\ \left(R_{AB} + f_B\left(\{C,E\}A\right)\right);\left(R_{CB} + f_B\left(\{A,E\}C\right)\right);\left(R_{EB} + f_B\left(\{A,C\}E\right)\right) \\ \left(R_{AB} + f_B\left(\{D,E\}A\right)\right);\left(R_{DB} + f_B\left(\{A,E\}D\right)\right);\left(R_{EB} + f_B\left(\{A,D\}E\right)\right) \\ \left(R_{CB} + f_B\left(\{D,E\}C\right)\right);\left(R_{DB} + f_B\left(\{C,E\}D\right)\right);\left(R_{EB} + f_B\left(\{C,D\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min \begin{Bmatrix} (1515+2680);(915+2665);(755+2730) \\ (1515+3085);(915+3225);(715+3070) \\ (1515+2610);(715+3395);(715+2870) \\ (915+2675);(715+2645);(715+2915) \end{Bmatrix}$$

$$= \min \begin{Bmatrix} (4195);(3580);(3485) \\ (4600);(4140);(3785) \\ (4120);(4150);(3585) \\ (3590);(3400);(3630) \end{Bmatrix}$$

$$= 3400$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix} A,B,D \\ A,B,E \\ A,D,E \\ B,D,E \end{Bmatrix} C\right) = \min_{i\varepsilon s} \begin{Bmatrix} \left(R_{AC} + f_B\left(\{B,D\}A\right)\right);\left(R_{BC} + f_B\left(\{A,D\}B\right)\right);\left(R_{DC} + f_B\left(\{A,B\}D\right)\right) \\ \left(R_{AC} + f_B\left(\{B,E\}A\right)\right);\left(R_{BC} + f_B\left(\{A,E\}B\right)\right);\left(R_{EC} + f_B\left(\{A,B\}E\right)\right) \\ \left(R_{AC} + f_B\left(\{D,E\}A\right)\right);\left(R_{DC} + f_B\left(\{A,E\}D\right)\right);\left(R_{EC} + f_B\left(\{A,D\}E\right)\right) \\ \left(R_{BC} + f_B\left(\{D,E\}B\right)\right);\left(R_{DC} + f_B\left(\{B,E\}D\right)\right);\left(R_{EC} + f_B\left(\{B,D\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min \begin{Bmatrix} (870+2530);(905+3310);(815+3405) \\ (870+3035);(905+3265);(915+3415) \\ (870+2610);(815+3395);(915+2870) \\ (905+2615);(815+2475);(915+2555) \end{Bmatrix}$$

$$= \min \left\{ \begin{matrix} (3400);(4215);(4220) \\ (3895);(4170);(4330) \\ (3480);(4210);(3785) \\ (3520);(3290);(3470) \end{matrix} \right\}$$

$$= 3290$$

$$f_C\left(\left\{\begin{matrix} A,B,C \\ A,B,E \\ A,C,E \\ B,C,E \end{matrix}\right\} D\right) = \min_{i\varepsilon s} \left\{ \begin{matrix} \left(R_{AD} + f_B\left(\{B,C\}A\right)\right);\left(R_{BD} + f_B\left(\{A,C\}B\right)\right);\left(R_{CD} + f_B\left(\{A,B\}C\right)\right) \\ \left(R_{AD} + f_B\left(\{B,E\}A\right)\right);\left(R_{BD} + f_B\left(\{A,E\}B\right)\right);\left(R_{ED} + f_B\left(\{A,B\}E\right)\right) \\ \left(R_{AD} + f_B\left(\{C,E\}A\right)\right);\left(R_{CD} + f_B\left(\{A,E\}C\right)\right);\left(R_{ED} + f_B\left(\{A,C\}E\right)\right) \\ \left(R_{BD} + f_B\left(\{C,E\}B\right)\right);\left(R_{CD} + f_B\left(\{B,E\}C\right)\right);\left(R_{ED} + f_B\left(\{B,C\}E\right)\right) \end{matrix} \right\}$$

$$= \min \left\{ \begin{matrix} (1410+3095);(745+2930);(715+3210) \\ (1410+3035);(745+3265);(845+3415) \\ (1410+3085);(715+3225);(845+2730) \\ (745+2845);(715+2635);(845+2885) \end{matrix} \right\}$$

$$= \min \left\{ \begin{matrix} (4505);(3675);(3925) \\ (4445);(4010);(4260) \\ (4495);(3940);(3575) \\ (3590);(3350);(3730) \end{matrix} \right\}$$

$$= 3350$$

$$f_C\left(\begin{Bmatrix} A,B,C \\ A,B,D \\ A,C,D \\ B,C,D \end{Bmatrix} E\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{AE} + f_B\left(\{B,C\}A\right)\right);\left(R_{BE} + f_B\left(\{A,C\}B\right)\right);\left(R_{CE} + f_B\left(\{A,B\}C\right)\right) \\ \left(R_{AE} + f_B\left(\{B,D\}A\right)\right);\left(R_{BE} + f_B\left(\{A,D\}B\right)\right);\left(R_{DE} + f_B\left(\{A,B\}D\right)\right) \\ \left(R_{AE} + f_B\left(\{C,D\}A\right)\right);\left(R_{CE} + f_B\left(\{A,D\}C\right)\right);\left(R_{DE} + f_B\left(\{A,C\}D\right)\right) \\ \left(R_{BE} + f_B\left(\{C,D\}B\right)\right);\left(R_{CE} + f_B\left(\{B,D\}C\right)\right);\left(R_{DE} + f_B\left(\{B,C\}D\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (1405+3095);(755+2930);(1055+3210) \\ (1405+2530);(755+3310);(1315+3405) \\ (1405+2680);(1055+2665);(1315+2730) \\ (755+2685);(1055+2595);(1315+2655) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\begin{Bmatrix} (4500);(3685);(4265) \\ (3935);(4065);(4720) \\ (4085);(3720);(4045) \\ (3440);(3650);(3970) \end{Bmatrix}$$

$$= 3440$$

Solusi pada iterasi ke-4 yaitu dari simpul D ke simpul A dengan bobot 3440

Iterasi Ke-5. Menghitung bobot simpul i ke simpul 3 atau simpul awal, $i \in S, i \neq y$ dan $|S| = 4$

$$f_D(S, j) = \min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij} + f_C\left(S - \{j\}\, j\right)\right\}$$

$$f_D\left(\{B,C,D,E\}A\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{BA} + f_C\left(\{C,D,E\}B\right)\right);\left(R_{CA} + f_C\left(\{B,D,E\}C\right)\right); \\ \left(R_{DA} + f_C\left(\{B,C,E\}D\right)\right);\left(R_{EA} + f_C\left(\{B,C,D\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\left\{(1305+3400);(1155+3290);(750+3350);(1340+3440)\right\}$$

$$= \min\left(4705; 4445; 4100; 4780\right)$$

$$= 4100$$

$$f_D\left(\{A,C,D,E\}B\right) = \min_{i\varepsilon s}\begin{Bmatrix} \left(R_{AB} + f_C\left(\{C,D,E\}A\right)\right);\left(R_{CB} + f_C\left(\{A,D,E\}C\right)\right); \\ \left(R_{DB} + f_C\left(\{A,C,E\}D\right)\right);\left(R_{EB} + f_C\left(\{A,C,D\}E\right)\right) \end{Bmatrix}$$

$$= \min\left\{(1515+3395);(915+3480);(755+3575);(715+3720)\right\}$$

$$= \min\left(4910; 4395; 4330; 4435\right)$$

$$= 4330$$

$$f_D\left(\{A,B,D,E\}C\right)=\min_{i\varepsilon s}\left\{\begin{matrix}\left(R_{AC}+f_C\left(\{B,D,E\}A\right)\right);\left(R_{BC}+f_C\left(\{A,D,E\}B\right)\right);\\ \left(R_{DC}+f_C\left(\{A,B,E\}D\right)\right);\left(R_{EC}+f_C\left(\{A,B,D\}E\right)\right)\end{matrix}\right\}$$

$$=\min\left\{(870+3225);(905+3585);(815+4010);(915+3935)\right\}$$

$$=\min\left(4555;4490;4825;4850\right)$$

$$=4095$$

$$f_D\left(\{A,B,C,E\}D\right)=\min_{i\varepsilon s}\left\{\begin{matrix}\left(R_{AD}+f_C\left(\{B,C,E\}A\right)\right);\left(R_{BD}+f_C\left(\{A,C,E\}B\right)\right);\\ \left(R_{CD}+f_C\left(\{A,B,E\}C\right)\right);\left(R_{ED}+f_C\left(\{A,B,C,\}E\right)\right)\end{matrix}\right\}$$

$$=\min\left\{(1410+3790);(745+3485);(715+3895);(845+3685)\right\}$$

$$=\min\left(5200;4230;4610;4530\right)$$

$$=4230$$

$$f_D\left(\{A,B,C,D\}E\right)=\min_{i\varepsilon s}\left\{\begin{matrix}\left(R_{AE}+f_C\left(\{B,C,D,\}A\right)\right);\left(R_{BE}+f_C\left(\{A,C,D\}B\right)\right);\\ \left(R_{CE}+f_C\left(\{A,B,D\}C\right)\right);\left(R_{DE}+f_C\left(\{A,B,C\}D\right)\right)\end{matrix}\right\}$$

$$=\min\left\{(1405+3405);(755+3485);(1055+3400);(1315+3675)\right\}$$

$$=\min\left(4810;4240;4455;4990\right)$$

$$=4240$$

Solusi pada iterasi ke-5 yaitu dari simpul A ke simpul C dengan bobot 4095

Iterasi ke-6. Menghitung bobot dari simpul i ke simpul 4 atau simpul awal, $i \in S, i \neq y$ dan $|S| = 5$

$$f_E\left(S,j\right)=\min_{i\varepsilon s}\left\{R_{ij}+f_D\left(S-\{j\}j\right)\right\}$$

$$f_p\left(\{A,B,C,D,E,\}P\right)=min\left\{\begin{matrix}\left(R_{AP}\,f_D\left(\{B,C,D,E,\}A\right)\right);\left(R_{BP}\,f_D\left(\{A,C,D,E,\}B\right)\right);\\ \left(R_{CP}\,f_D\left(\{A,B,D,E,\}C\right)\right);\left(R_{DP}\,f_D\left(\{A,B,C,E,\}D\right)\right);\\ \left(R_{EP}\,f_D\left(\{A,B,C,D,\}E\right)V\right)\end{matrix}\right\}$$

$$=min\left\{\begin{matrix}(1425+4100);(1345+4330);(1335+4095);\\ (1545+4230);(1215+4240)\end{matrix}\right\}$$

$$\min\left(5525;5675;5430;5775;5455\right)$$

$$=5430$$

Solusi pada iterasi ke-6 yaitu dari simpul C ke simpul P dengan bobot 5430

Solusi optimal berdasarkan penyelesaian iterasi ke-1 sampai ke-6 yaitu diperoleh lintasan terpendek dari simpul P, ke simpul E, simpul B, simpul D, simpul A, simpul C kemudian kembali ke simpul P, dengan bobot

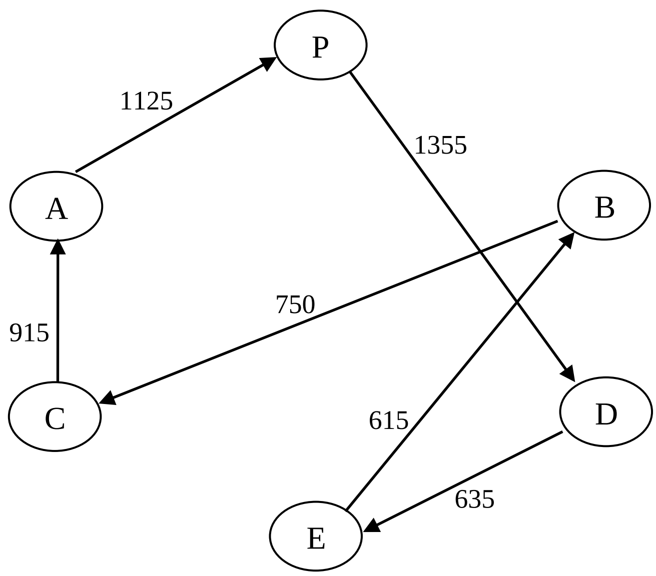
5430. Lintasan terpendek untuk melewati 6 simpul digambarkan dalam bentuk graph seperti Gambar 4. 9.

4.4 Analisis Rute yang dihasilkan dari Program Dinamik

Solusi optimal berdasarkan rute yang dihasilkan dari program dinamik antara lain:

4.4.1 Wilayah Kel. Pandau Hulu I

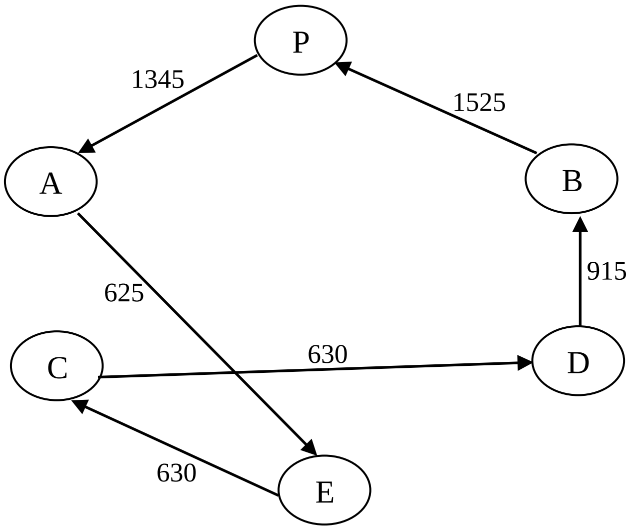
Dari hasil pengolahan data, untuk mengetahui rute yang dilalui oleh *salesman*, diketahui bahwa waktu minimum yang diperoleh pada tahap 6 adalah 5375. Berdasarkan penyelesaian literasi ke-1 sampai ke-6 yaitu diperoleh lintasan terpendek dari simpul P ke simpul D, simpul E, simpul B, simpul C, simpul A, kemudian kembali ke simpul P. Dimana simpul tersebut nama jalan yang dilaluinya adalah mula-mula dimulai dari kantor Pos Medan, kemudian ke Jl.Parapat, kemudian ke Jl. Siantar, kemudian ke Jl. Sei Kera, kemudian ke Jl. Tapanuli, kemudian ke Jl. Sutomo, dan kembali ke kantor Pos Medan. Lintasan terpendek untuk melewati simpul digambarkan dalam bentuk graph seperti gambar 4.7.



Gambar 4.7 rute optimal di wilayah Kel. Pandau Hulu I

4.4.2 Wilayah Kel. Pandau Hulu II

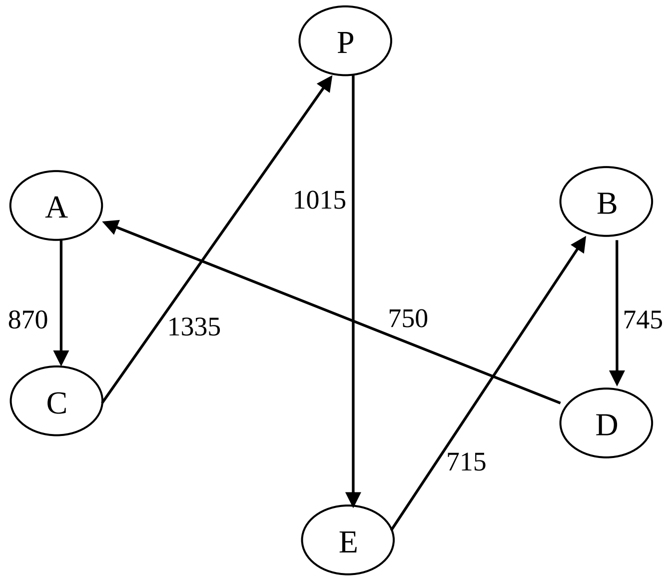
Dari hasil pengolahan data, untuk mengetahui rute yang dilalui oleh *salesman*, diketahui bahwa waktu minimum yang diperoleh pada tahap 6 adalah 6020. Berdasarkan penyelesaian literasi ke-1 sampai ke-6 yaitu diperoleh lintasan terpendek dari simpul P ke simpul A, simpul E, simpul C, simpul D, simpul B, kemudian kembali kesimpul P. Dimana simpul tersebut nama jalan yang dilaluinya adalah mula-mula dimulai dari kantor Pos Medan, kemudian ke Jl. Madong Lubis, kemudian ke Jl. Wahidin, kemudian ke Jl. Kakap, kemudian ke Jl. Jurung, kemudian ke Jl. Sampali, dan kembali ke kantor Pos Medan. Lintasan terpendek untuk melewati simpul digambarkan dalam bentuk graph seperti gambar 4.8.



Gambar 4.8 rute optimal di wilayah Kel. Pandau Hulu II

4.4.3 Wilayah Kel. Pusat Pasar

Dari hasil pengolahan data, untuk mengetahui rute yang dilalui oleh *salesman*, diketahui bahwa waktu minimum yang diperoleh pada tahap 6 adalah 5430. Berdasarkan penyelesaian literasi ke-1 sampai ke-6 yaitu diperoleh lintasan terpendek dari simpul P ke simpul E, simpul B, simpul D, simpul A, simpul C, kemudian kembali kesimpul P. Dimana simpul tersebut nama jalan yang dilaluinya adalah mula-mula dimulai dari kantor Pos Medan, kemudian ke Jl. Bandung, kemudian ke Jl. Surakarta, kemudian ke Jl. M.T. Haryono, kemudian ke Jl. Sutomo, Kemudian Jl. Pusat Pasar, dan kembali ke kantor Pos Medan. Lintasan terpendek untuk melewati simpul digambarkan dalam bentuk garaph seperti gambar 4.9.



Gambar 4.9 rute optimal di wilayah Kel. Pusat Pasar

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa penyelesaian *Traveling Salesman Problem* (TSP) dengan program dinamik memberikan rute yang paling optimal. Dimana pada penelitian ini dengan objek penelitian di PT. Pos Indonesia Medan dan rute yang dilalui *salesman* berbeda-beda. Setiap rute yang dilalui para *salesman* hanya dikasi jangka waktu 7200 detik dari kantor Pos Medan. Dari hasil pengolahan data diperoleh rute dengan waktu pengiriman barang yang optimal di wilayah Kel. Pandau Hulu I sebesar 5375 detik, di wilayah Kel. Pandau hulu II sebesar 6020 detik dan di wilayah Kel. Pusat Pasar sebesar 5430 detik

5.2 Saran

1. PT. Pos Indonesia Medan dapat menggunakan program dinamik untuk mengoptimalkan rute pengiriman barang sehingga dapat meminimumkan waktu pengiriman untuk wilayah lainnya.
2. Untuk peneliti selanjutnya disarankan kepada pembaca untuk mengembangkan program dinamik untuk kasus lainnya.

DAPTAR FUSTAKA

Abidin, Zaidan. 2017. *Penafsiran Ayat-Ayat amanah dalam Al-Qur'an*. Vol. V, No. 2.

Adiwijaya.2014. *Matematika Diskrit*. Informatika :Bandung

Auliasari Karina, Mariza Kertaningtyas, dan Diah Wilis Lestarining Basuki. (2018). *Optimalisasi Rute Distribusi Produk Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem*. Vol. 16 No. 1.

Bangun, Putra, Sisca Octarina, dan Bran Valbert Putra (2015). *Penyelesaian Traveling Salesman Problem (TSP) dengan Metode Branch And Bround.*

Fera Mitra, Irwan Endrayanto. (2018). *Program Dinamis Pada Penentuan Rute Kendaraan Dengan Time Windows.* Vol 3 No. 2.

Firmansyah Andre, Ema Suryani. (2017). *Model Sistem Dinamik Untuk Pengembangan Smart Economy.* Col. 6 no. 2.

Maddepungeng andi, Rahman Abdullah, Detya Apriska. (2016). *Analisis Sistem Dinamik Ketersediaan Baja Profil Sebagai Infrastruktur.* Vol. 5 No. 2.

Munir, Rinaldi. 2014. *Matematika Diskrit*. Informatika : Bandung.

Mustafsiroh, M.D.H Gamal dan M. Natsir. (2012)*Penyelesaian Masalah Traveling Salesman dengan Pemrograman Dinamik*. Repositori Karya ilmiah Universitas Riau.

Ningtyas Dian Kusuma, Vina Evania, dan Emastuti. (2008).*Evaluasi Kinerja Algoritma Traveling Salesman Problem dengan Teknik Pemrograman Dinamik.*

Prawidya Angridita, bambang Pramono, dan L.M Bahtiar Aksara. (2017). *Traveling Salesman Problem(TSP) untuk Menentukan Rute Terpendek BAgi Kurir Kota KEndari Menggunakan Algoritma Greedy Berbasis Android*. Vol 3 No. 1.

Sahfutra, M.Firman Aji, Riri Nada Devita, Sherly Allsa Siregar, dan KArtika Candra Kirana. (2016). *Implementation of Traveling Salesman Problem (TSP) based on Dijkstra's Algorithm in Logistics System. JAVA, Internasional Jurnal of Electrical and Electronics Engineering*. Vol. 14 No. 1.

Singhal, Abha dan Priyanka Pandey. (2016). *Traveling Salesman Problem by Dinamic Programming. Internbasional Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS)*. Vol. 2 No. 1.

Subagyo, Pangestu, MArwan Asri, T. Hani Handoko. 2005. *Dasar-Dasar Operations Research.* BPFE *:*Yogyakarta.

Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif dan kualitatif dan R&D. Bandung; ALFABETA.

Supranto. 2000. *Metode Ramalan Kuantitatif Untuk Perancangan Ekonomi dan Bisnis.* Rineka Cipta : Jakarta.

Yunita, Anggun Tri, dan Munawar Ali. (2015). *Analisis Sistem Transportasi Sampah Tuban Menggunakan Dynamic Programing*. Vol. 6. No. 1

Yunus Hermianus, Helmi, dan Shantika Martha. (2015). *Metode Progra Dinamis Pada Penyelesaian Traveling Salesman Problem*. Vol. 2. No. 3.

Yunus, Hermianus, Helmi, dan Santika Marta. 2015. *Metode Program Dinamis Pada Penyelesaian Traveling Salesman Problem*. Bimaster. Vol. 04. No. 3
(Kamis, 19-09-2019)

Yunus, Hermianus, Helmi dan Shantika Martha. 2015. *Metode Program Dinamis pada Penyelesaian Traveling Salesman Problem.* Buletin Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya (Bimaster) Volume 04, No. 3 (2015), hal 329 – 336.

https://akumassa.org/id/kantor-pos-besar-medan-saksi-kejayaan-sebuah-negeri (Rabu, 18-09-2019)

http://ningrumshop.com/blog/perbedaan-jasa-pengiriman-pos-indonesiaa-jne-tiki-j-t-expresss (Jumat, 24-07-2020)

http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle PT POS Indonesia (persero) kantor POS Medan 20000//Chapter II (Jumat, 12-11-2020)