

**PENGGUNAAN *ALGORITMA BRANCH AND BOUND* UNTUK
OPTIMASI JALUR DISTRIBUSI BERAS SEJAHTERA (RASTRA) PADA
PERUM BULOG DIVISI REGIONAL JAWA TIMUR**

SKRIPSI



Disusun Oleh:

SHINTYA DEVI KUSUMANINGAYU

NIM: H72215032

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Shintya Devi Kusumaningayu

NIM : H72215032

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "PENGUNAAN *ALGORITMA BRANCH AND BOUND* UNTUK OPTIMASI JALUR DISTRIBUSI BERAS SEJAHTRA (RASTRA) PADA PERUM BULOG DEVISI REGIONAL JAWA TIMUR". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 20 Juli 2019

Yang menyatakan,



(Shintya Devi K)

NIM H72215032

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : Shintya Devi Kusumaningayu

NIM : H72215032

JUDUL : Penggunaan *Algoritma Branch And Bound* Untuk Optimasi Jalur Distribusi Beras Sejahtera (RASTRA) Pada Perum Bulog Devisi Regional Jawa Timur

Surabaya, 2 Juli 2019

Dosen Pembimbing 1



(Yuniar Farida, M.T)

NIP. 197905272014032002

Dosen Pembimbing 2



(Aris Fanani, M.Kom)

NIP. 198701272014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

NAMA : Shintya Devi Kusumaningayu

NIM : H72215032

JUDUL : Penggunaan *Algoritma Branch And Bound* Untuk Optimasi Jalur Distribusi Beras Sejahtra (RASTRA) Pada Perum Bulog Devisi Regional Jawa Timur

Telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi
Pada hari Selasa Tanggal, 9 Juli 2019

Mengesahkan.
Tim Penguji

Penguji I

(Yuniar Farida, M.T)

NIP. 197905272014032002

Penguji II

(Aris Fanani, M.Kom)

NIP. 198701272014031002

Penguji III

(Dian C Rini Novitasari, M.Kom)

NIP 198511242014032001

Penguji IV

(Nurrisaidah Ulinuha, M.Kom)

NIP 199011022014032004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Purwati, M.Ag.
NIP. 196512211990022001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : SHINTYA DEVI KUSUMAMINGAYU
NIM : H92215032
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI
E-mail address : shintya.devi282@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Penggunaan Algoritma Branch And Bound Untuk Optimasi Jalur
Distribusi Beras Sejahtera (RASTRA) Pada Perum BULO6 Divisi Regional
Jawa Timur.

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 29 Juli 2019

Penulis

(SHINTYA DEVI K)
nama terang dan tanda tangan

Artinya : “apa saja harta rampasan (fai-i) yang diberikan Allah kepada RasulNya (dari harta benda) yang berasal dari penduduk kota-kota adalah untuk Allah, untuk rasul, kaum kerabat, anak-anak yatim, orang-orang miskin dan orang-orang yang dalam perjalanan, supaya harta itu jangan beredar di antara orang-orang Kaya saja di antara kamu. apa yang diberikan Rasul kepadamu, maka terimalah. dan apa yang dilarangnya bagimu, maka tinggalkanlah, dan bertakwalah kepada Allah. Sesungguhnya Allah Amat keras hukumannya.”

Penafsiran ayat Al-Qur'an tersebut adalah harta rampasan (*fai*) yang diberikan Allah kepada rasul-Nya berasal dari harta orang-orang musyrik penduduk negeri. Pembagian harta tersebut dibagikan kepada lima golongan yaitu untuk Allah dan rasul-Nya yang digunakan untuk kemaslahatan kaum muslim, untuk kerabat Rasul, anak-anak yatim dan miskin, orang-orang miskin, orang fakir, dan ibnu sabil (musafir yang terpisah dari harta dan keluarganya). Hal ini bertujuan agar harta tersebut tidak berputar dikalangan orang-orang kaya saja. sedangkan orang-orang lemah tidak memperolehnya dan tentu hal itu akan menimbulkan kerusakan yang besar yang hanya diketahui oleh Allah SWT (*Syaamil Al-Qur'an The Miracle 15 In 1*, 2009). Berdasarkan penafsiran surat Al-Hasyr ayat 7 tersebut disimpulkan bahwasanya sebagai umat islam yang memiliki harta berlebih dapat membantu saudara – saudara kita yang membutuhkan.

Sistem pemerintahan berbGi program tentunya di berikan untuk membantu warga yang kurang mampu. Program tersebut bertujuan untuk mensejahterakan

masyarakat yang kurang mampu dan dapat mengurangi peningkatan kemiskinan. Salah satu upayanya dengan membentuk suatu program bantuan ke masyarakat berupa program Beras Sejahtera (RASTRA) untuk masyarakat yang tidak mampu. Program RASTRA tersebut dilaksanakan oleh Perum BULOG.

Perum BULOG merupakan lembaga negara yang memiliki wewenang dalam menangani kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Salah satu program kerja Perum BULOG adalah pendistribusian Bansos Rastra. Penyaluran RASTRA telah dilakukan sejak tahun 1998, dengan nama program awal yaitu RASKIN. (Yoza, Susanty, & Imran, 2013). Pendistribusian RASTRA dilakukan oleh Perum BULOG dan disalurkan ke desa-desa tujuan. Harga tebus RASTRA yang ditetapkan oleh Perum Bulog di masyarakat yaitu 1.600/kg. Namun pada tahun 2018, Perum Bulog menyatakan bahwa telah meniadakan biaya tebus RASTRA sehingga masyarakat tidak perlu membayar tebusan.

Perum Bulog melaksanakan pengiriman RASTRA ke masyarakat berdasarkan data pagu penerima bantuan RASTRA yang dikeluarkan Kementerian Sosial. Data pagu penerima bantuan RASTRA juga disampaikan kepada Pemerintahan Provinsi dan Kabupaten/Kota. Penjadwalan penyaluran RASTRA oleh Perum BULOG berkoordinasi dengan pemerintah Kabupaten/Kota yang selanjutnya dilaporkan kepada kementerian sosial. Data pagu penerima bantuan RASTRA dapat memungkinkan mengalami perubahan, karena adanya perubahan karakteristik KPM (Keluarga Penerima Manfaat) di desa. Perubahan data tersebut terjadi apabila

mengalami perubahan data KPM seperti keluarga penerima berpindah tempat tinggal, keluarga penerima meninggal dunia, keluarga penerima tercatat dua kali pada data pagu dan keluarga penerima sudah menolak bantuan RASTRA. Hal tersebut perlu dilakukan musyawarah desa untuk melakukan perubahan data. Hasil perubahan data pagu penerima daerah tersebut akan dikirim ke pemerintah Kabupaten/Kota yang kemudian akan disetorkan ke kementerian sosial. Proses pergantian data tersebut membutuhkan waktu yang lama, sehingga hal tersebut dapat menyebabkan penundaan jadwal pengiriman pada daerah Kabupaten/Kota tersebut.

Perum BULOG dapat mengirim bantuan RASTRA setelah mendapatkan surat perintah pengiriman dan data pagu penerima bantuan RASTRA yang telah diverifikasi dan divalidasi. Jika daerah tersebut mengalami kendala atau ada perubahan data pagu, maka Perum BULOG tidak dapat mengirimkan RASTRA ke daerah tersebut. Pada daerah Kabupaten/Kota yang mengalami penundaan jadwal pengiriman membuat Perum BULOG harus melakukan pengiriman yang cepat dan tepat sasaran sebelum batas waktu pengiriman RASTRA yaitu tanggal 25 setiap bulannya. Sehingga kecepatan dalam pengiriman menjadi masalah krusial yang harus diperhatikan oleh BULOG. Dalam rangka mempercepat pengiriman tentunya tidak terlepas dari pemilihan rute pengiriman agar didapat jarak tempuh yang terpendek. Berdasarkan uraian tersebut, menunjukkan bahwa pentingnya dilakukan optimasi rute pengiriman pendistribusian RASTRA kepada masyarakat yang membutuhkan khususnya masyarakat wilayah Jawa Timur. Hal tersebut sebagai upaya

pengoptimalan rute pengiriman RASTRA oleh Perum BULOG dalam proses penyaluran bantuan. Permasalahan optimasi distribusi tersebut dikenal sebagai masalah model jaringan *Travelling Salesman Problem*.

Travelling Salesman Problem (TSP) adalah bentuk permasalahan untuk menemukan sirkuit Hamilton yang memiliki total bobot sisi minimum. TSP bertujuan mencari rute dari pengiriman awal ke tempat permintaan RASTRA yang ditujukan. TSP memiliki ketentuan bahwa setiap tempat pengiriman hanya dapat dikunjungi satu kali kecuali tempat pengiriman awal. Terdapat beberapa metode yang diterapkan pada permasalahan TSP salah satunya yaitu metode *Algorithm Branch and Bound* (Nugroho, 2015). *Algorithm Branch and Bound* adalah algoritma yang digunakan menyelesaikan permasalahan dengan pemrograman integer dengan membagi permasalahan menjadi sub-masalah (*branching*) yang mengarah ke solusi dan berbentuk seperti pohon pencarian dan melakukan pembatasan untuk mencari solusi optimal (Suryawan, Tastrawati, & Sari, 2016).

Beberapa penelitian yang menerapkan TSP antara lain dilakukan M.Riski Ichwani dan Amin Suyitno menerapkan *Algorithm Branch and Bound* pada kasus *Travelling Salesman Problem* (TSP) untuk menyelesaikan optimasi rute pendistribusian air minum dalam kemasan yang menyatakan bahwa hasil optimasi dengan metode *Algorithm Branch and Bound* dapat menyelesaikan permasalahan dan mendapatkan biaya yang optimal pada pendistribusian air minum (Ichwani & Suyitno, 2015). Selain itu menurut penelitian dari Alannuariputri dan Sumarminingsih pada

2. Berapakah jarak optimal yang dibutuhkan pada pengiriman RASTRA diwilayah Devisi Regional Jawa Timur?

C. Batasan Masalah

Untuk menghasilkan pembahasan yang jelas dan terarah dalam pengerjaan tugas akhir ini, ada batasan masalah yang harus diperhatikan yaitu data yang digunakan adalah data jarak gudang ke RTS pada pendistribusian RASTRA tahun 2018 dalam wilayah penyaluran RASTRA Jawa Timur yaitu pada gudang SubDivre Surabaya Selatan dan SubDivre Jember.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan penjelasan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan sebagai berikut :

1. Untuk menerapkan metode *Algorithm Branch and Bound* dalam menentukan jarak terpendek untuk pengiriman RASKIN diwilayah Devisi Regional Jawa Timur.
2. Untuk mengetahui jarak optimal yang dibutuhkan pada pengiriman RASKIN diwilayah Devisi Regional Jawa Timur.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 manfaat yaitu secara teoritis dan praktis.

1. Teoritis

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Distribusi

Distribusi merupakan suatu kegiatan pemasaran yang memudahkan suatu kegiatan penyaluran barang atau jasa dari pihak produsen ke pihak konsumen (Fatimah, 2015). Sehingga dikatakan bahwa distribusi merupakan kegiatan yang wajib dilakukan oleh perusahaan. Distribusi yang efektif akan mempermudah akses barang kepada konsumen sehingga konsumen dapat memperoleh barang atau jasa tersebut dengan mudah. Selain itu konsumen juga akan dapat memperoleh barang sesuai dengan yang diperlukan.

Dalam penyaluran distribusi, perusahaan harus menentukan saluran distribusi yang baik agar membantu penyaluran barang dengan tepat. Sehingga hal tersebut dapat memudahkan konsumen juga dalam melakukan pembelian barang yang mereka butuhkan. Bagi perusahaan kegiatan distribusi yang seperti itu dapat menjadikan pengolahan alur distribusi menjadi suatu hal yang menguntungkan. Pada umumnya, penyaluran distribusi dilakukan dengan sejumlah ketentuan pengiriman yang terdiri dari (Nurmalatya, 2017) :

1. Melakukan segmentasi dan menentukan target *service level*
2. Menentukan moda transportasi yang akan digunakan
3. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman

4. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute
5. Memberikan pelayanan nilai tambah
6. Penyimpanan persediaan
7. Menangani pengembalian (*return*)

Dari ketentuan pengiriman distribusi diatas, terdapat suatu ketentuan yang terpenting dalam proses penyaluran distribusi yaitu penentuan rute pengiriman dari satu lokasi ke beberapa tempat lokasi tujuan. Ketentuan ini akan sangat berpengaruh terhadap biaya pengiriman, waktu pengiriman, dan jarak tempuh.

B. Distribusi RASTRA Oleh Perum BULOG Jawa Timur

Perum BULOG merupakan perusahaan pemerintah yang memiliki wewenang sebagai penyelenggara usaha logistik pangan pokok pada pelayanan *public* atau *Public Service Obligation* (PSO) berdasarkan Inpres Nomor 3 Tahun 2012, yaitu sebuah kebijakan pengadaan gabah/beras dan penyaluran beras. Tugas-tugas PSO salah satunya yaitu mendistribusikan pangan pokok kepada golongan masyarakat tertentu. Distribusi pangan pokok tersebut yang biasa kita kenal sebagai distribusi RASTRA. Distribusi RASTRA dilakukan untuk golongan masyarakat yang terdaftar sebagai rumah tangga miskin.

Perum BULOG memiliki beberapa kantor pusat disetiap provinsi di Indonesia sekitar 26 devisi regional. Salah satunya berada di Jawa Timur yaitu Perum BULOG Devisi Regional Jawa Timur. Perum BULOG Devisi Regional Jawa Timur memiliki gudang yang tersebar di seluruh wilayah Jawa Timur. Gudang tersebut terdapat di 59

lokasi dimana tiap lokasi terdapat beberapa unit gudang dengan total unit gudang sebanyak 367 unit. Gudang di Jawa timur mempunyai kapasitas penyimpanan per unit antara 1.000 - 10.000 ton/gudang. Sehingga dengan 367 unit gudang yang dimiliki Devisi Regional Jawa Timur dapat menampung sekitar 1,2 juta ton (BULOG, 2012).

Perum BULOG Devisi Regional Jawa Timur melaksanakan tugas pendistribusian RASKIN ke rumah tangga miskin dengan mengirimkan Surat Perintah Pengeluaran Barang/Delivery Order (SPPB/DO) beras pada setiap Desa/Kelurahan kepada petugas Satker RASTRA di masing-masing Desa/Kelurahan. Petugas Satker RASTRA mengambil beras di gudang Perum BULOG Devisi Regional Jawa Timur, kemudian RASTRA akan disalurkan dan diserahkan kepada petugas Pelaksana Distribusi RASTRA di titik distribusi. Pengiriman menggunakan kendaraan truk *colt diesel*, karena pertimbangan titik distribusi yang ada di wilayah kerja bisa terjangkau sampai pedesaan, dimana rata-rata muatan truk *colt diesel* adalah 9 ton. Penyerahan beras kepada RTS-PM (Rumah Tangga Sejahtera-Penerima Manfaat) RASTRA dilakukan oleh pelaksana distribusi RASTRA disetiap titik distribusi (desa). Pada titik distribusi terjadi transaksi tunai dari RTS ke pelaksana distribusi Perum BULOG.

C. Optimasi

Optimasi adalah merupakan proses pencarian suatu hasil yang optimal dari sebuah nilai tertentu. Perhitungan optimasi berawal dari mencari hasil perhitungan dengan nilai yang paling minimal atau maksimal dari beberapa nilai yang didapatkan.

Untuk mendapatkan nilai optimal tersebut dilakukan pemilihan nilai terbaik yang akan memberikan solusi optimal (Leksono, 2009). Permasalahan yang berkaitan dengan optimasi merupakan permasalahan yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Berikut ini merupakan beberapa contoh masalah optimasi:

1. Pencarian jalur kendaraan umum agar semua lokasi dapat terlewati dan biaya transportasi dapat diminimalkan.
2. Pencarian sirkuit terpendek dari suatu tempat awal ke beberapa tempat yang lain tujuan.
3. Pencarian rute tercepat untuk mobil kebakaran dari kantor menuju lokasi kebakaran.

Pada penelitian ini akan dilakukan optimasi terhadap distribusi RASKIN di Perum BULOG Devisi Regional Jawa Timur menggunakan *Algoritm Branch and Bound* yang merupakan bagian dari teori graf.

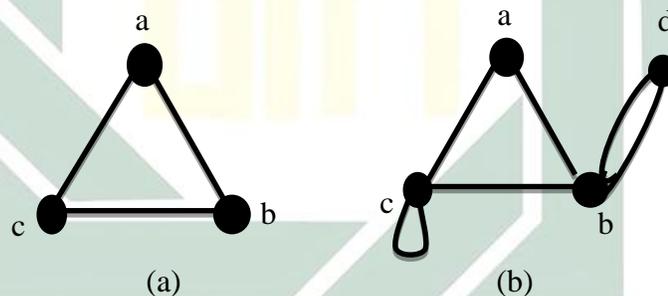
D. Teori Graf

1. Definisi Graf

Graf adalah suatu diagram yang mengandung titik dan garis dimana setiap garis menghubungkan 2 buah titik. Menurut definisi graf adalah graf G yang terdiri dari himpunan tidak kosong pada elemen-elemen yang disebut titik, serit terdapat suatu pasangan tidak terurut yang disebut sisi. Himpunan titik yang

terdapat pada graf G disebut himpunan titik G yang dinotasikan dengan $V(G)$ dan sisi G dinotasikan dengan $E(G)$ (Seputro, 1992).

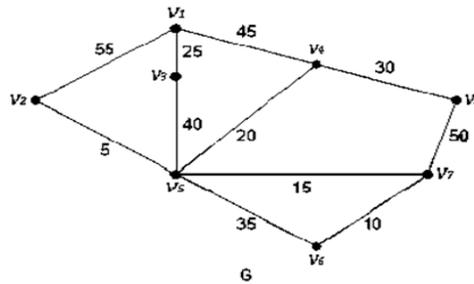
Definisi tersebut memperbolehkan setiap sisi dapat menghubungkan ke beberapa titik yang sama atau beberapa sisi yang sama dapat dihubungkan dari suatu titik ke dirinya sendiri. Hal ini merupakan sifat graf yaitu dengan memiliki dua sisi atau lebih yang menghubungkan titik yang sama dapat disebut sebagai sisi ganda dan untuk sisi yang dihubungkan dari sebuah titik ke dirinya sendiri disebut lup (simpul). Graf tanpa lup dan sisi ganda disebut graf sederhana (Zaenab, Adyanti, Fanani, & Ulinuha, 2016). Berikut contoh graf.



Gambar 2.1 Graf Sederhana (a) dan Graf Lup dan sisi ganda (b) (Seputro, 1992)

2. Graf Berbobot

Terdapat sebuah graf $G = (V(G), E(G))$ yang setiap sisinya diberi sebuah harga (bobot). Bobot tersebut sebagai pernyataan untuk jarak antara titik satu dengan titik yang lain. berikut contoh graf berbobot:



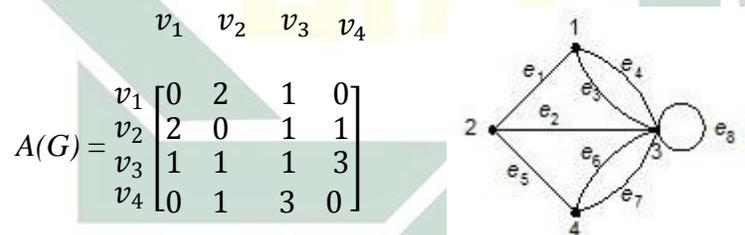
Gambar 2.2 Graf Berbobot (Nugroho, 2015)

3. Representasi Graf

a. Matriks Berhubungan Langsung (*Adjacency Matrix*)

Sebuah matriks berhubungan langsung dengan graf $G = (V(G), E(G))$ adalah matriks bujur sangkar yang berordo $n \times n$ dengan baris dan kolom yang diberi label titik-titik graf. Pada bentuk graf terdapat elemen a_{ij} yang menyatakan banyaknya sisi pada graf yang terhubung dan nilai

Ditunjukkan pada Gambar 2.1 matriks berhubungan langsung.

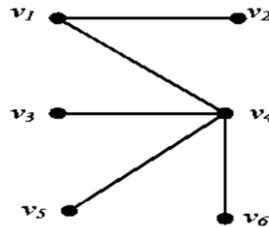


Gambar 2.3 Matriks Adjacency dan Graf Berbobot (Wishnu, 2013)

E. Pohon

a. Definisi Pohon

Pohon adalah suatu graf $G = (V(G), E(G))$ tidak berarah yang tidak memiliki garis paralel dan *loop*. Sebuah graf disebut pohon jika memenuhi 2 sifat pohon yaitu terhubung dan tidak mengandung sirkuit. Contoh graf pohon:

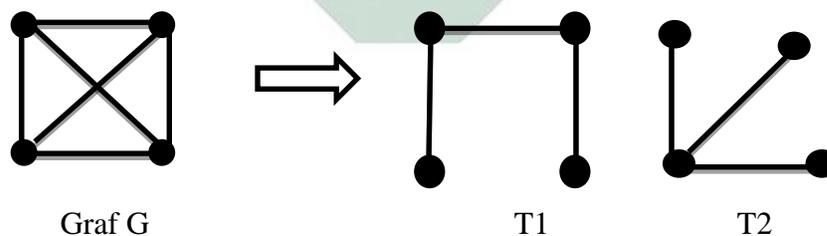


Gambar 2.4 Contoh Graf Pohon (Rahmawati, 2010)

Pohon dalam graf dapat dikelompokkan dalam berbagai jenis. Berikut jenis-jenis pohon (Nugroho, 2015):

1) Pohon Rentang (*Spanning Tree*)

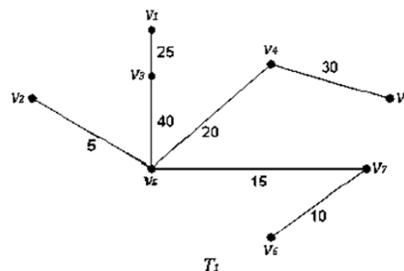
Terdapat sebuah graf $G = (V(G), E(G))$ yang tak-berarah dan terhubung namun graf tersebut bukan sebuah graf pohon. Berarti graf tersebut memiliki beberapa sisi atau sirkuit yang terhubung. Graf $G = (V(G), E(G))$ dapat dijadikan menjadi sebuah graf pohon, dengan cara memutuskan sirkuit-sirkuit yang berada digraf tersebut. Jika proses ini dilakukan berulang-ulang sampai $V(G)$ atau sisi di graf hilang, maka graf G menjadi sebuah pohon yang dinamakan pohon rentang (Rahmawati, 2010). Hal ini terlihat pada Gambar 2.5 contoh pohon rentang:



Gambar 2.5 Contoh Pohon-Pohon Rentang pada Graf G (Seputro, 1992)

2) Pohon Rentang Minimum (*Minimum Spanning Tree*)

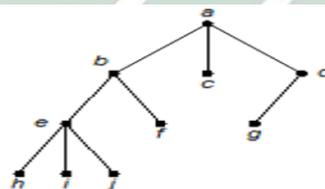
Terdapat sebuah pohon rentang graf $G = (V(G), E(G))$ yang memiliki label. Pohon rentang graf $G = (V(G), E(G))$ yang berlabel tersebut akan dicari bobot yang seminimum mungkin (Nugroho, 2015). Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.5 contoh pohon rentang minimum:



Gambar 2.6 Contoh Pohon Rentang Minimum pada Graf G (Nugroho, 2015)

3) Pohon Berakar

Pohon berakar adalah pohon yang memperlakukan satu simpulnya sebagai akar dan simpul lainnya diberi arah sehingga menjadi graf $G = (V(G), E(G))$ berarah (Wishnu, 2013). Berikut contoh gambar pohon berakar

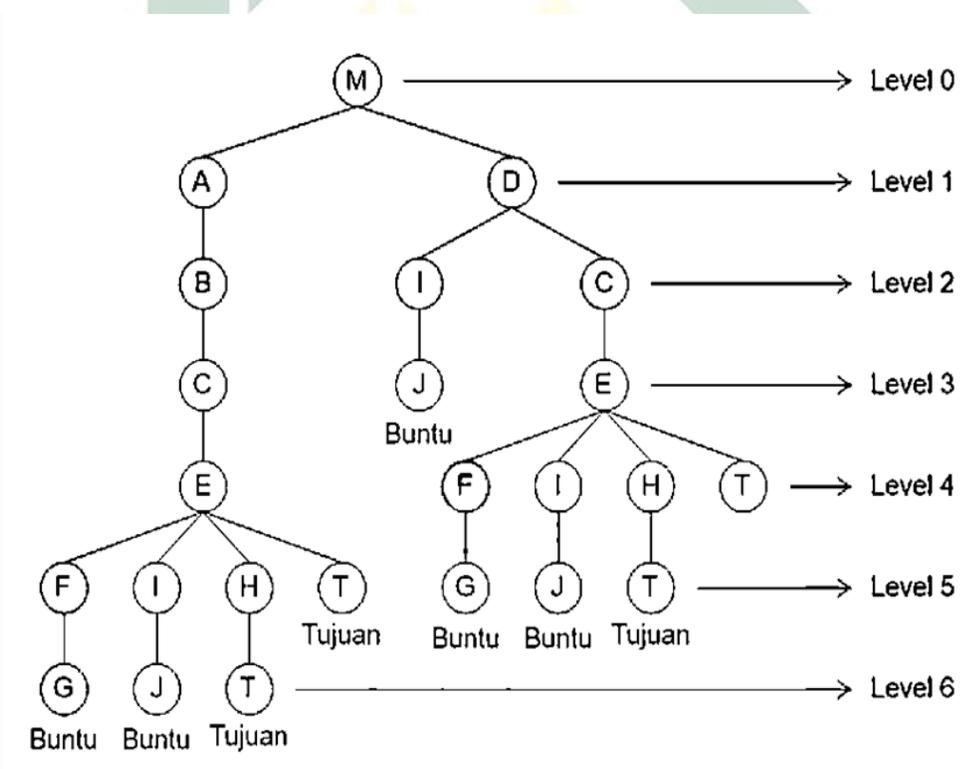


Gambar 2.7 Contoh Pohon Berakar (Wishnu, 2013)

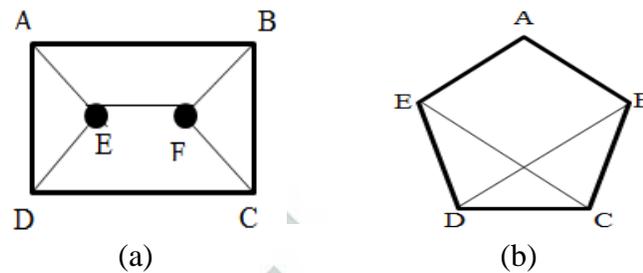
4) Pohon Ruang Status

Pohon ruang status merupakan sebuah struktur pohon yang digunakan untuk menghindari adanya proses pencarian titik berulang. Pohon ruang status

terdiri atas titik-titik. Titik tersebut berawal dari level 0 atau disebut titik akar. Titik akar merupakan sebuah keadaan awal dari sebuah objek. Titik akar memiliki beberapa percabangan lagi. Percabangan tersebut dinamakan sebagai titik anak. Titik yang tidak memiliki anak disebut titik akhir, yang berarti menunjukkan akhir dari suatu pencarian. Hal ini dapat dikatakan sebagai hasil akhir tujuan yang diinginkan atau malah mendapatkan jalan buntu/tidak ada solusi akhir. sistematik pohon ruang status akan disajikan pada Gambar 2.8 berikut:



Gambar 2.8 Contoh Pohon Ruang Status (Nugroho, 2015)



Gambar2.9 Graf Hamilton (Seputro, 1992)

Pada graf (a) dengan $n = 6$ dan $\text{der } v = 3$ untuk setiap titik v . sehingga graf ini merupakan graf Hamilton dengan Teorema *Dirac*. Pada graf (b) dengan $n = 5$, terdapat titik $\text{der } v = 2$. Hal ini tidak sesuai dengan Teorema *Dirac*, Karena $\text{der } v + \text{der } w \geq 5$ untuk setiap pasangan titik tidak berdekatan v dan w . Sehingga graf ini merupakan graf Hamilton dengan Teorema *Ore*.

2. Sirkuit Hamilton

Sebuah graf Hamilton dikatakan sirkuit Hamilton jika graf tersebut memiliki sebuah lintasan (rute) tertutup yang melewati setiap titik tujuan tepat satu kali kecuali titik asal (Fonda, 2012). Metode yang dapat dilakukan untuk proses pencarian sirkuit hamilton dapat menggunakan cara perhitungan *Breadth First Search* (BFS) dan *Depth First Search* (DFS).

Proses kerja dari metode *Breadth First Search* akan diawali dari penentuan data dan posisi (keadaan). Proses ini akan dilakukan secara acak oleh komputer. Pencarian dengan metode *Breadth First Search* disebut juga

pencarian melebar pertama. Diawali dari posisi (keadaan awal) selanjutnya melakukan percabangan level ke-1 yang diawali dari kiri ke kanan, kemudian berpindah ke level berikutnya. Demikian seterusnya sampai ditemukannya solusi yang optimal. Setiap posisi dalam pohon pencarian merupakan simpul yang sedang ditempati pada suatu keadaan dan merupakan posisi yang telah dilewati sebelumnya (Ichwani & Suyitno, 2015)

Sedangkan proses kerja dari metode *Depth First Search* (DFS) yaitu dengan melakukan perhitungan yang dilakukan pada semua posisi sebelum dilakukan pencarian ke posisi-posisi yang selevel. Dari posisi akar (level-1), dikembangkan satu posisi baru (level-2), kemudian dari posisi baru pada level-2 dikembangkan lagi sebuah posisi baru pada level berikutnya (level-3). Demikian seterusnya sampai ditemukan solusi optimal. Jika tidak ada langkah yang dapat ditempuh pada posisi yang sedang diperiksa, maka pencarian akan kembali ke posisi awal untuk dikembangkan ulang pada posisi lainnya (Wijaya & Vera, 2016).

G. Algoritm Branch and Bound

Algoritm Branch and Bound merupakan ssuatu metode penyelesaian pada permasalahan penentuan rute terpendek antara titik asal dan titik tujuan. Penyelesaian *Algoritm Branch and Bound* dengan memecah permasalahan menjadi sub masalah lebih kecil sampai menemukan sebuah solusi. Hal tersebut di dapat dengan

melakukan percabangan (*branching*) dan pembatasan (*bounding*) untuk mendapatkan solusi. Prosedur percabangan (*branching*) dilakukan dengan cara untuk membuat sebuah cabang pohon solusi, sedangkan prosedur pembatasan dilakukan dengan menghitung nilai (*cost*) pada setiap simpul pohon dengan memperhatikan hasil nilai bobot disetiap simpul. Ada tiga komponen dalam *Algoritma Branch and Bound* pada proses perhitungan (Nugroho, 2015).

1. Pembatas (*Bounding*) : sebuah fungsi yang disediakan *subspace* dari ruang solusi dengan batas rendah sebagai solusi terbaik. Metode pada pembatas (*bounding*) yaitu:
 - a. Metode *upper bounding*: metode untuk menuntukan batas atas pada solusi optimal dengan simbol f_U .
 - b. Metode *Lower bounding*: metode untuk menentukan batas bawah pada suatu fungsi objektif dengan symbol f_L .
2. Strategi Pencarian: suatu strategi yang dilakukan untuk menyeleksi tiap tiap node yang ditemukan dan mendapatkan node yang optimum.

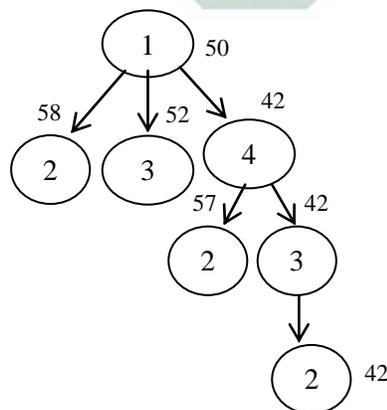
C_{jk} = Jarak antar lokasi tujuan dengan masing-masing titik yang akan dikunjungi

Selanjutnya metode *Algorithm Branch and Bound* dalam melakukan pencarian solusi menggunakan teknik *Least Cost Search* atau pencarian nilai ongkos terkecil. Teknik ini digunakan untuk mencari nilai ongkos (*cost*) terkecil pada setiap simpul. Simpul yang memiliki nilai ongkos paling kecil dikatakan memiliki peluang menjadi solusi. Setiap simpul yang memiliki nilai ongkos terkecil menjadi simpul aktif (*current node*) yang menyatakan sebagai nilai batas bawah (*lower bound*).

Proses *Branching* yaitu pencarian skema *Breadth First Search* (BFS). Skema *Breadth First Search* (BFS) menggunakan pohon ruang status. Pada *Algorithm Branch and Bound* untuk pencarian ke titik solusi optimal, maka dilakukan perhitungan nilai (*cost*). Sehingga untuk percabangan berikutnya yang akan dipilih yaitu nilai ongkos (*cost*) paling kecil diantara nilai ongkos (*cost*) yang lain (Nugraha, 2010). Nilai ongkos (*cost*) paling kecil yang terdapat pada simpul merupakan *lower bound*. *Lower bound* dipilih untuk melakukan percabangan, karena simpul dengan *lower bound* mempunyai kemungkinan yang besar untuk mencapai nilai ongkos (*cost*) yang lebih kecil daripada simpul dengan nilai ongkos (*cost*) yang besar dalam penentuan titik

solusi optimal (Riyanti, 2004). Pada simpul nilai ongkos (*cost*) paling kecil selanjutnya akan dibuat percabangan (*branching*) baru, untuk menentukan rute selanjutnya.

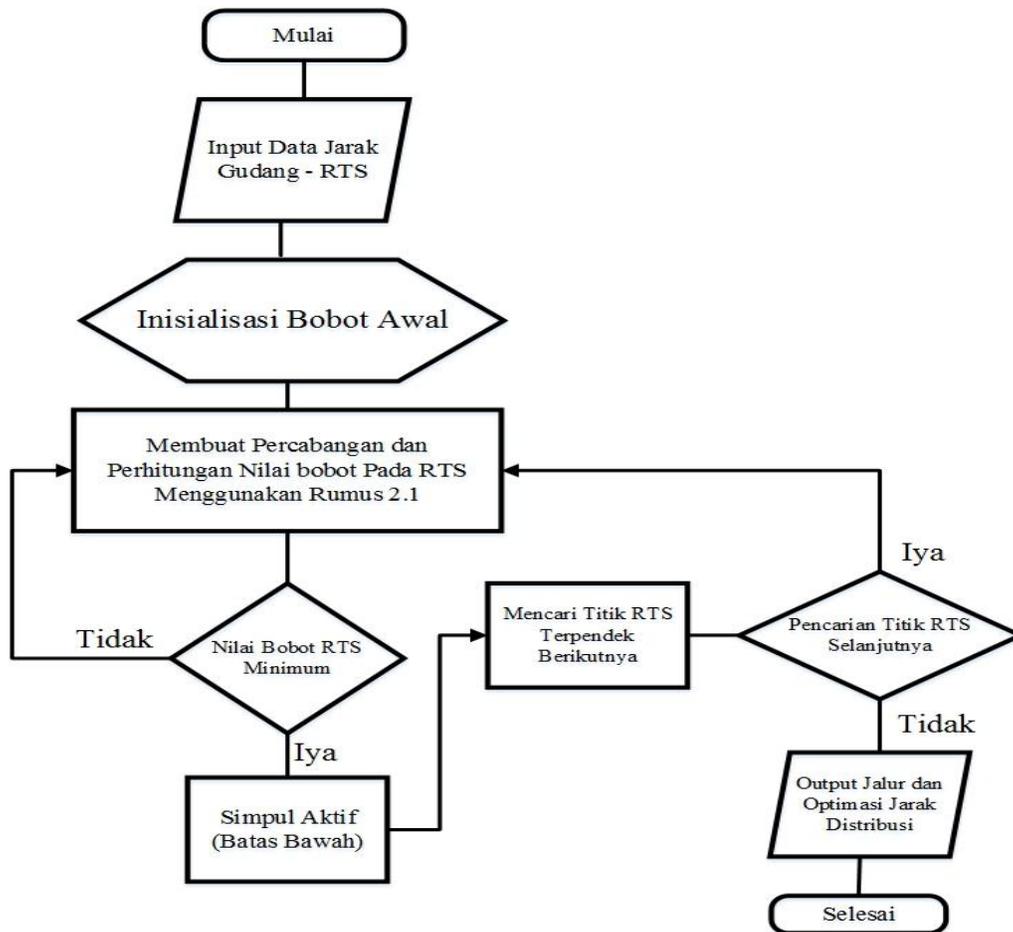
Jika dalam proses pencarian nilai ongkos (*cost*) paling kecil terdapat 2 atau lebih nilai ongkos (*cost*) paling kecil pada beberapa simpul, tetap akan dilakukan perhitungan dan percabangan di masing-masing simpul yang mempunyai nilai ongkos (*cost*) paling kecil tersebut. Ketika perhitungan selesai dan telah ditemukan nilai ongkos (*cost*) yang optimal dimasing-masing simpul tersebut, selanjutnya akan dipilih nilai ongkos (*cost*) yang optimal yang paling kecil sebagai hasil nilai ongkos (*cost*) yang paling optimal. Berikut contoh proses *branching* dan *bounding* seperti pada gambar 2.10 dibawah ini:



Gambar 2.10 Alur Branching dan Bounding Pada metode Algoritm Branch and Bound

1. Masukkan data matriks jarak gudang BULOG ke Desa
2. Inisialisasi bobot awal (batas atas) dengan menggunakan rumus persamaan 2.1 yaitu $Z = (\sum_{(i,j) \in A}^n C_{ij} X_{ij}) + C_{jk}$ tanpa menjumlahkan nilai C_{jk} .
3. Melakukan percabangan dan perhitungan nilai bobot pada RTS menggunakan rumus persamaan 2.1, dengan mengatur $X_{ij} = 1$ untuk masing-masing kota $j = 2, 3, \dots, n$ (kecuali C_{ij} yang tidak mungkin dilewati diubah menjadi ∞). Selanjutnya hitung nilai bobot dengan melihat data awal, kemudian hapus baris pertama dan kolom ke j dan set C_{j1} (titik yang dicari) menjadi ∞ . Selanjutnya cari angka paling kecil pada masing-masing C_{ij} untuk rute tujuan selanjutnya dihitung dengan persamaan 2.1.
4. Menentukan apakah nilai titik RTS minimum pada percabangan? Jika iya, maka RTS tersebut menjadi simpul aktif (batas bawah). Namun jika tidak, maka kembali ke langkah 3.
5. Dari simpul aktif tersebut akan dilakukan pencarian titik RTS terpendek selanjutnya.
6. Proses pencarian titik RTS selanjutnya, jika iya terdapat titik RTS yang belum dikunjungi, maka akan dilakukan perhitungan kembali seperti di langkah ke 3. Jika tidak terdapat titik RTS yang belum dikunjungi, maka akan dilakukan proses output.
7. Output yang dihasilkan adalah rute dan jarak optimal pengiriman distribusi.

Berikut diagram alur penelitian yang akan disajikan pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan distribusi RASTRA yang dilakukan Perum BULOG Jawa Timur mencakup seluruh Kabupaten/Kota di Jawa Timur. Namun terdapat 2 Subdivre yang mengirim RASTRA terbanyak yaitu adalah Subdivre Surabaya Selatan dan Subdivre Jember. Wilayah Subdivre Surabaya Selatan adalah Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Jombang, sedangkan Subdivre Jember adalah Kabupaten Jember.

A. Representasi Data

Proses pengiriman RASTRA dari gudang ke RTS, Perum BULOG memiliki data rute perjalanan dan total jarak saat pengiriman. Berikut contoh data rute perjalanan dan total jarak pengiriman RASTRA di SubDivre Surabaya Selatan dan SubDivre Jember.

Pada SubDivre Surabaya Selatan terdiri atas 2 kabupaten yaitu Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Jember. Pada Kabupaten Mojokerto memiliki jumlah kecamatan sebanyak 18 kecamatan. Berikut akan ditampilkan contoh data 3 kecamatan di Kabupaten Mojokerto pada tabel 4.1 dan untuk data selengkapnya dapat dilihat di lampiran 1.

Table 4.1 Rute dan Jarak Pengiriman Perum Bulog Di SubDivre Surabaya Selatan (Kabupaten Mojokerto)

Kecamatan	Nomer	Rute	Jarak
KEC. KUTOREJO	1	Gudang	55
	2	Payungrejo	
	3	Simbaringin	
	4	Sampangagung	
	5	Jiyu	
	6	Pesanggrahan	
	7	Windurejo	
	8	Kertosari	
	9	Kepuharum	
	10	Gedangan	
	11	Kutorejo	
	12	Karangdieng	
	13	Sawo	
	14	Wonodadi	
	15	Singowangi	
	16	Kepuhpandak	
	17	Karangasem	
	18	Kaligoro	
KEC. DLANGGU	1	Gudang	48
	2	Punggul	
	3	Kalen	
	4	Kedunggede	
	5	Mojokarang	
	6	Segunung	
	7	Talok	
	8	Sumbersono	
	9	Sambilawang	
	10	Jerambe	
	11	Randugenengan	
	12	Pohkecik	
	13	Dlanggu	
	14	Ngembah	
	15	Sumberkarang	
	16	Kedunglengkong	
	17	Tumapel	

Kecamatan	No	Desa	RUTE	Jarak
TEMBE LANG	1	GUDANG	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	47
	2	Mojokrapak		
	3	Kali Kejambon		
	4	Kedung Losari		
	5	Tamping Mojo		
	6	Pesantren		
	7	Tembelang		
	8	Kedungotok		
	9	Rejoso Pinggir		
	10	Pulorejo		
	11	Sentul		
	12	Bedah Lawak		
	13	Gabusbanaran		
	14	Pulo Gedang		
	15	Jati Wates		
	16	Kepuh Doko		
MEGAL UH	1	GUDANG		1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14
	2	Turi Pinggir		
	3	Gongseng		
	4	Balongsari		
	5	Sumbersari		
	6	Ngogri		
	7	Sidomulyo		
	8	Balonggemek		
	9	Kedungrejo		
	10	Pacar Peluk		
	11	Dukuh Arum		
	12	Sumber Agung		
	13	Sudimoro		
	14	Megaluh		

Pada Kabupaten Jember memiliki jumlah kecamatan sebanyak 31 kecamatan.

Berikut akan ditampilkan contoh data 4 kecamatan di Kabupaten Jombang pada tabel

4.3 dan untuk data selengkapnya dapat dilihat di lampiran 1.

Table 4.3 Rute dan Jarak Pengiriman Perum Bulog Di SubDivre Jember

Kecamatan	N0	Desa	Rute	Jarak
KENCONG	1	Gudang		75
	2	Kencong		
	3	Kraton		
	4	Wonorejo		
	5	Cakru		
	6	Paseban		
GUMU KMAS	1	Gudang		94
	2	Kepanjeng		
	3	Mayang		
	4	Menampu		
	5	Bagorejo		
	6	Gumukmas		
	7	Purwosari		
	8	Tembokrejo		
	9	Karangrejo		
PUGER	1	Gudang		67
	2	Mojomulyo		
	3	Mojosari		
	4	Pugerwetan		
	5	Grenden		
	6	Mlokorejo		
	7	Kasiyan		
	8	Kasiyan Timur		
	9	Wonosari		
	10	Jambearum		
	11	Bagon		
	12	Wringintelu		
WULUHAN	1	Gudang		84
	2	Lojejer		
	3	Ampel		
	4	Tanjungrejo		
	5	Kesilir		
	6	Dukuh Dempok		
	7	Tamansari		
	8	Glundungan		

B. Perhitungan Metode Algoritma Branch and Bound

Pada pembahasan ini, penulis akan melakukan perhitungan metode *Algoritma Branch and Bound* dengan mengambil sampel 1 kecamatan di kabupaten Jember. Kecamatan tersebut adalah Kecamatan Kencong yang memiliki jumlah desa sebanyak 5 desa. Berikut data jarak gudang ke RTS di Kecamatan Kencong.

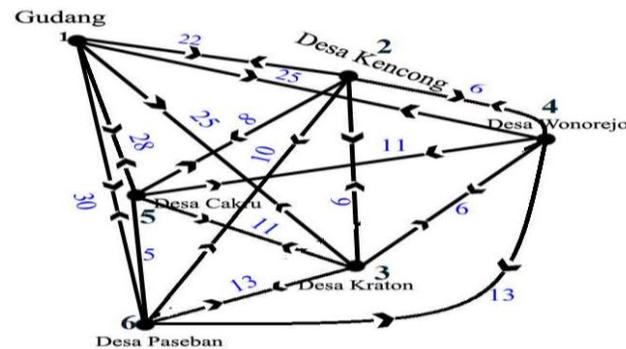
Table 4.4 Data Jarak Gudang-Desa Kencong

No		GUDANG	KENCONG	KRATON	WONOREJO	CAKRU	PASEBAN
1	GUDANG	0	22	25	25	28	30
2	KENCONG	22	0	6	6	8	10
3	KRATON	25	6	0	6	11	13
4	WONOREJO	25	6	6	0	6	6
5	CAKRU	28	8	11	6	0	5
6	PASEBAN	30	10	13	6	5	0

data tersebut akan dijadikan sebuah matriks 6x6 dimana elemen M_{ij} adalah jarak dari i ke j , sedangkan i dan j adalah titik-titik tujuan. Bentuk matriks tersebut kemudian direpresentasikan kedalam bentuk graf. Berikut bentuk matriks M_{ij} dan gambar representasi graf berbobot dari matriks jarak M_{ij} .

$$M_{ij} = \begin{matrix} & j_1 & j_2 & j_3 & j_4 & j_5 & j_6 \\ \begin{matrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_4 \\ i_5 \\ i_6 \end{matrix} & \begin{bmatrix} \infty & 22 & 25 & 25 & 28 & 30 \\ 22 & \infty & 6 & 6 & 8 & 10 \\ 25 & 6 & \infty & 6 & 11 & 13 \\ 25 & 6 & 6 & \infty & 6 & 6 \\ 28 & 8 & 11 & 6 & \infty & 5 \\ 30 & 10 & 13 & 6 & 5 & \infty \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Berikut akan ditunjukkan sebuah graf berbobot dari representasi bentuk matriks M_{ij}



Gambar 4.1 Representasi Graf Berbobot Dari Matriks M_{ij}

Solusi yang ditetapkan sebagai rute perjalanan awal dari matriks diatas, akan dilakukan perhitungan hasil dan hasil perhitungan atau nilai bobotnya dibuat sebagai batas atas (*Upper bound*). Batas ini disimbolkan dengan f_U . Berikut langkah-langkah perhitungan:

1. Menghitung solusi rute awal yang ditetapkan dengan cara menjumlah nilai jarak titik awal ke titik-titik tujuan dengan berurutan dari matrik M_{ij} .

$$C_{12} = C_{23} = C_{34} = C_{45} = C_{56} = C_{61} = 1, \text{ dengan nilai } = 22+6+6++6+5+30 = 75.$$

Sehingga batas atas (f_U) = 75

2. membuat pencabangan dengan parameter $X_{12} = 1$ (untuk titik 2), $X_{13} = 1$ (untuk titik 3), $X_{14} = 1$ (untuk titik 4), $X_{15} = 1$ (untuk titik 5), $X_{16} = 1$ (untuk titik 6).

Selanjutnya melakukan perhitungan nilai bobot pada setiap titik.

a. Rute (1,2)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 1 ke titik 2, dilakukan dengan menghapus baris pertama dan kolom ke dua dari matrik M_{ij} dan untuk

$C_{21} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.1 dibawah ini.

$$\begin{bmatrix} \infty & 6 & 6 & 8 & 10 \\ 25 & \infty & 6 & 11 & 13 \\ 25 & 6 & \infty & 6 & 6 \\ 28 & 11 & 6 & \infty & 5 \\ 30 & 13 & 6 & 5 & \infty \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.1 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 2 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z) dengan $C_{12} = 22$. Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas.

$$\text{Solusi : } C_{23} = C_{34} = C_{45} = C_{56} = C_{61} = 6+6+6+5+10 = 53$$

$$Z = C_{12} + 53 = 22 + 53 = 75$$

b. Rute (1,3)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 1 ke titik 3, dilakukan dengan menghapus baris pertama dan kolom ke dua dari matrik M_{ij} dan untuk $C_{31} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.2 dibawah ini.

$$\begin{bmatrix} 22 & \infty & 6 & 8 & 10 \\ \infty & 6 & 6 & 11 & 13 \\ 25 & 6 & \infty & 6 & 6 \\ 28 & 8 & 6 & \infty & 5 \\ 30 & 10 & 6 & 5 & \infty \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.2 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 3 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z) dengan $C_{13} = 25$. Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas.

$$\text{Solusi : } C_{32} = C_{24} = C_{45} = C_{56} = C_{61} = 6 + 6 + 6 + 5 + 30 = 53$$

$$Z = C_{13} + 53 = 25 + 53 = 78$$

c. Rute (1,4)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 1 ke titik 4, dilakukan dengan menghapus baris pertama dan kolom ke dua dari matrik M_{ij} dan untuk $C_{41} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.3 dibawah ini.

$$\begin{bmatrix} 22 & \infty & 6 & 8 & 10 \\ 25 & 6 & \infty & 11 & 13 \\ \infty & 6 & 6 & 6 & 6 \\ 28 & 8 & 11 & \infty & 5 \\ 30 & 10 & 13 & 5 & \infty \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.3 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 4 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil.

Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z) dengan $C_{14} = 25$. Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas.

$$C_{42} = C_{23} = C_{35} = C_{56} = C_{61} = 6 + 6 + 11 + 5 + 30 = 58$$

$$Z = C_{14} + 58 = 25 + 58 = 83$$

d. Rute (1,5)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 1 ke titik 5, dilakukan dengan menghapus baris pertama dan kolom ke dua dari matrik M_{ij} dan untuk $C_{51} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.4 dibawah ini.

$$\begin{bmatrix} 22 & \infty & 6 & 6 & 10 \\ 25 & 6 & \infty & 6 & 13 \\ 25 & 6 & 6 & \infty & 6 \\ \infty & 8 & 11 & 6 & 5 \\ 30 & 10 & 13 & 6 & \infty \end{bmatrix} \quad (4.4)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.4 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 5 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan

pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z) dengan $C_{15} = 28$.

Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas.

$$\text{Solusi : } C_{54} = C_{42} = C_{23} = C_{36} = C_{61} = 6 + 6 + 6 + 13 + 30 = 61$$

$$Z = C_{15} + 61 = 28 + 61 = 89$$

e. Rute (1,6)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 1 ke titik 6, dilakukan dengan mengahapus baris pertama dan kolom ke dua dari matrik M_{ij} dan untuk

$C_{61} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.5 dibawah ini.

$$\begin{bmatrix} 22 & \infty & 6 & 6 & 8 \\ 25 & 6 & \infty & 6 & 11 \\ 25 & 6 & 6 & \infty & 6 \\ 28 & 8 & 11 & 6 & \infty \\ \infty & 10 & 13 & 6 & 5 \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.5 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 5 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z) dengan $C_{15} = 28$.

Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas.

$$\text{Solusi : } C_{64} = C_{42} = C_{23} = C_{35} = C_{51} = 6 + 6 + 6 + 11 + 28 = 57$$

$$Z = C_{16} + 57 = 30 + 57 = 87$$

3. Setelah mencari nilai Z yang paling kecil dari semua perhitungan nilai bobot, terdapat satu titik yaitu titik 2 dengan nilai Z terkecil yaitu 75. Selanjutnya peneliti akan menjadikan titik 2 sebagai batas bawah (f_L) dan selanjutnya membuat pencabangan pada titik 2 dengan parameter $X_{23} = 1$ (titik 3), $x_{24} = 1$ (titik 4), $X_{25} = 1$ (titik 5), dan $x_{26} = 1$ (titik 6). Bentuk matriks yang digunakan adalah Matriks 4.1.

a. Rute (1,2,3)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 2 ke titik 3, dilakukan dengan menghapus baris ke dua dan kolom ke tiga dari matrik 4.1 dan untuk $C_{31} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.6 dibawah ini

$$\begin{bmatrix} \infty & 6 & 11 & 13 \\ 25 & \infty & 6 & 6 \\ 28 & 6 & \infty & 5 \\ 30 & 6 & 5 & \infty \end{bmatrix} \quad (4.6)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.6 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 3 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z). Ketika perhitungan nilai Z , menambahkan nilai jarak titik 1 ke titik 2 ($C_{12} = 22$) dan

menambahkan nilai jarak dari titik 2 ke titik 3 (C_{23}) pada setiap titik perhitungan nilai bobot dengan $C_{23} = 6$. Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatasSolusi:.

Solusi : $C_{34} = C_{45} = C_{56} = C_{61}$ dengan nilai $6 + 6 + 5 + 30 = 47$

$$Z = C_{12} + C_{23} + 47 = 22 + 6 + 47 = 75$$

b. Rute (1,2,4)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 2 ke titik 4, dilakukan dengan menghapus baris ke dua dan kolom ke empat dari matrik 4.1 dan untuk $C_{41} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.7 dibawah ini

$$\begin{bmatrix} 25 & \infty & 11 & 13 \\ \infty & 6 & 6 & 6 \\ 28 & 11 & \infty & 5 \\ 30 & 13 & 5 & \infty \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.7 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 4 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z). Ketika perhitungan nilai Z , menambahkan nilai jarak titik 1 ke titik 2 ($C_{12} = 22$) dan menambahkan nilai jarak dari titik 2 ke titik 4 (C_{24}) pada setiap titik

perhitungan nilai bobot dengan $C_{24} = 6$. Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas:

$$\text{Solusi: } C_{43} = C_{35} = C_{56} = C_{61}$$

$$\text{dengan nilai } 6 + 11 + 5 + 30 = 53$$

$$Z = C_{12} + C_{24} + 53 = 22 + 6 + 53 = 81$$

c. Rute (1,2,5)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 2 ke titik 5, dilakukan dengan menghapus baris ke dua dan kolom ke lima dari matrik 4.1 dan untuk $C_{51} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.8 dibawah ini

$$\begin{bmatrix} 25 & \infty & 6 & 13 \\ 25 & 6 & \infty & 6 \\ \infty & 11 & 6 & 5 \\ 30 & 13 & 6 & \infty \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.8 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 5 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z). Ketika perhitungan nilai Z , menambahkan nilai jarak titik 1 ke titik 2 ($C_{12} = 22$) dan menambahkan nilai jarak dari titik 2 ke titik 5 (C_{25}) pada setiap titik

perhitungan nilai bobot dengan $C_{25} = 8$. Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas:

$$\text{Solusi : } C_{56} = C_{64} = C_{43} = C_{31} = 5 + 6 + 6 + 25 = 42$$

$$Z = C_{12} + C_{25} + 42 = 22 + 8 + 42 = 72$$

d. Rute (1,2,6)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 2 ke titik 6, dilakukan dengan mengahapus baris ke dua dan kolom ke enam dari matrik 4.1 dan untuk $C_{61} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.9 dibawah ini

$$\begin{bmatrix} 25 & \infty & 6 & 11 \\ 25 & 6 & \infty & 6 \\ 28 & 11 & 6 & \infty \\ \infty & 13 & 6 & 5 \end{bmatrix} \quad (4.9)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.9 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 6 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z). Ketika perhitungan nilai Z , menambahkan nilai jarak titik 1 ke titik 2 ($C_{12} = 22$) dan menambahkan nilai jarak dari titik 2 ke titik 6 (C_{26}) pada setiap titik

perhitungan nilai bobot dengan $C_{26} = 10$. Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas.

$$\text{Solusi : } C_{65} = C_{54} = C_{43} = C_{31} = 5 + 6 + 6 + 25 = 41$$

$$Z = C_{12} + C_{26} + 41 = 22 + 10 + 41 = 73$$

4. Selanjutnya mencari nilai Z yang paling kecil, terdapat satu titik yaitu titik 5 dengan nilai Z terkecil yaitu 72. Selanjutnya pilih titik 5 untuk menjadu batas bawah (f_L) dan membuat pencabangan dengan parameter $X_{53} = 1$ (titik 3), $X_{43} = 1$ (titik 4), dan $X_{56} = 1$ (titik 6). Bentuk matriks yang digunakan hasil matriks perhitungan pada matrik 4.8.

a. Rute (1,2,5,3)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 5 ke titik 3, dilakukan dengan mengahapus baris ke lima dan kolom ke tiga dari matrik 4.8 dan untuk $C_{31} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.10 dibawah ini:

$$\begin{bmatrix} \infty & 6 & 13 \\ 25 & \infty & 6 \\ 30 & 6 & \infty \end{bmatrix} \quad (4.10)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.10 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 3 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan

pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z). Ketika perhitungan nilai Z , menambahkan nilai jarak titik 1 ke titik 2 ($C_{12} = 22$), nilai jarak dari titik 2 ke titik 5 ($C_{26} = 8$) dan menambahkan nilai jarak titik 5 ke titik 3 pada setiap titik perhitungan nilai bobot dengan $C_{53} = 11$. Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas

$$\text{Solusi : } C_{34} = C_{46} = C_{61} = 6 + 6 + 30 = 42$$

$$Z = C_{12} + C_{25} + C_{53} + 42 = 22 + 8 + 11 + 42 = 83$$

b. Rute (1,2,5,4)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 5 ke titik 4, dilakukan dengan menghapus baris ke lima dan kolom ke empat dari matrik 4.8 dan untuk $C_{41} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.11 dibawah ini:

$$\begin{bmatrix} 25 & \infty & 13 \\ \infty & 6 & 6 \\ 30 & 13 & \infty \end{bmatrix} \quad (4.11)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.11 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 4 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z). Ketika perhitungan nilai Z , menambahkan nilai jarak titik 1 ke titik 2 ($C_{12} = 22$), nilai jarak

dari titik 2 ke titik 5 ($C_{26} = 8$) dan menambahkan nilai jarak titik 5 ke titik 4 pada setiap titik perhitungan nilai bobot dengan $C_{54} = 6$. Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas.

$$\text{Solusi : } C_{43} = C_{36} = C_{61} = 6 + 13 + 30 = 49$$

$$Z = C_{12} + C_{25} + C_{54} + 49 = 22 + 8 + 6 + 49 = 85$$

c. Rute (1,2,5,6)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 5 ke titik 6, dilakukan dengan menghapus baris ke lima dan kolom ke enam dari matrik 4.8 dan untuk $C_{61} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.12 dibawah ini:

$$\begin{bmatrix} 25 & \infty & 13 \\ \infty & 6 & 6 \\ 30 & 13 & \infty \end{bmatrix} \quad (4.12)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.12 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 6 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z). Ketika perhitungan nilai Z , menambahkan nilai jarak titik 1 ke titik 2 ($C_{12} = 22$), nilai jarak dari titik 2 ke titik 5 ($C_{25} = 8$) dan menambahkan nilai jarak titik 5 ke titik

6 pada setiap titik perhitungan nilai bobot dengan $C_{56} = 5$. Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas.

$$\text{Solusi : } C_{64} = C_{43} = C_{31} \text{ dengan nilai } 6 + 6 + 25 = 37$$

$$Z = C_{12} + C_{25} + C_{56} + 37 = 22 + 8 + 5 + 37 = 72$$

5. Selanjutnya mencari nilai Z yang paling kecil, terdapat satu titik yaitu titik 6 dengan nilai Z terkecil yaitu 72. Selanjutnya Pilih titik 6 sebagai batas bawah (f_L) dan membuat pencabangan dengan parameter $X_{63} = 1$ (untuk titik 3), $C_{64} = 1$ (untuk titik 4). Bentuk matriks yang digunakan adalah hasil matriks 4.12.

a. Rute (1,2,5,6,3).

Pada pencarian nilai bobot dari titik 6 ke titik 3, dilakukan dengan menghapus baris ke enam dan kolom ke tiga dari matrik 4.12 dan untuk $C_{31} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.13 dibawah ini:

$$\begin{bmatrix} \infty & 6 \\ 25 & \infty \end{bmatrix} \quad (4.13)$$

Selanjutnya dari bentuk matriks 4.13 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 3 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z). Ketika perhitungan

nilai Z , menambahkan nilai jarak titik 1 ke titik 2 ($C_{12} = 22$), nilai jarak dari titik 2 ke titik 5 ($C_{25} = 8$), nilai jarak titik 5 ke titik 6 ($C_{56} = 5$), dan menambahkan nilai jarak titik 6 ke titik 3 pada setiap titik perhitungan nilai bobot dengan $C_{63} = 13$. Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas.

Solusi : $C_{34} = C_{41}$ dengan nilai $6 + 25 = 31$

$$f_L = C_{12} + C_{25} + C_{56} + C_{63} + 31 = 22 + 8 + 5 + 13 + 31 = 79$$

b. Titik (1,2,5,6,4)

Pada pencarian nilai bobot dari titik 6 ke titik 4, dilakukan dengan menghapus baris ke enam dan kolom ke empat dari matrik 4.12 dan untuk $C_{31} = \infty$, sehingga diperoleh matriks 4.14 dibawah ini:

$$\begin{bmatrix} 25 & \infty \\ \infty & 6 \end{bmatrix} \quad (4.14)$$

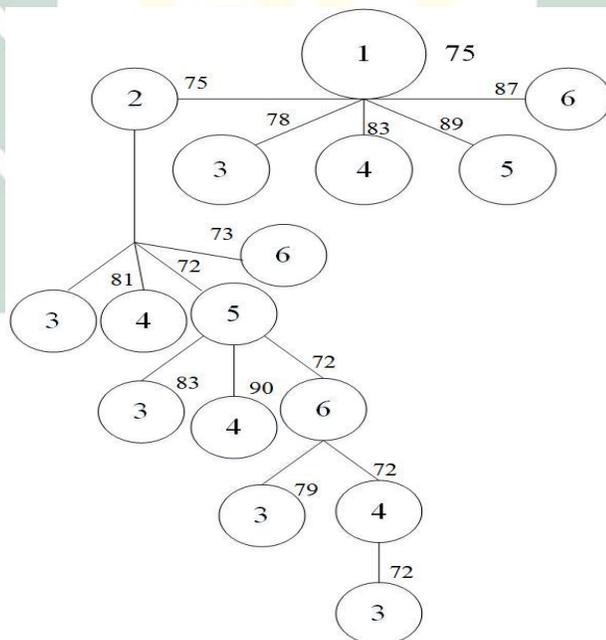
Selanjutnya dari bentuk matriks 4.14 dapat dilakukan pembentukan sebuah solusi. Solusi tersebut diawali dengan melihat nilai jarak titik 4 ke titik lain yang belum dilewati di rute (C_{ij}) yang memiliki nilai paling kecil. Dari titik lain itu akan dicari kembali nilai jarak paling kecil ke titik yang lainnya. Hal ini dilakukan secara berkelanjutan sampai di titik terakhir dan di akhiri dengan nilai jarak titik terakhir tersebut ke tempat awal pengiriman. Selanjutnya nilai-nilai tersebut dijumlah dan dimasukkan pada persamaan 2.1 untuk mencari nilai bobot (Z). Ketika perhitungan nilai Z , menambahkan nilai jarak titik 1 ke titik 2 ($C_{12} = 22$), nilai jarak

dari titik 2 ke titik 5 ($C_{25} = 8$), nilai jarak titik 5 ke titik 6 ($C_{56} = 5$), dan menambahkan nilai jarak titik 6 ke titik 3 pada setiap titik perhitungan nilai bobot dengan $C_{64} = 6$. Berikut perhitungan solusi seperti penjelasan diatas.

$$\text{Solusi : } C_{43} = C_{31} = 6 + 25 = 31$$

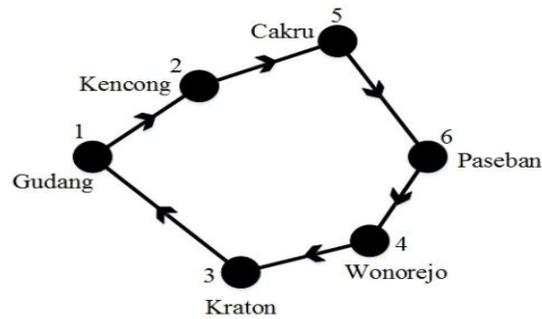
$$f_L = C_{12} + C_{25} + C_{56} + C_{64} + 31 = 22 + 8 + 5 + 6 + 11 = 72$$

Selanjutnya mencari nilai Z yang paling kecil, terdapat satu titik yaitu titik 4 dengan nilai Z terkecil yaitu 72. Karena sudah tersisa satu titik tujuan, maka dapat disimpulkan satu alternatif perjalanan optimal yaitu 1-2-5-6-4-3-1 dengan nilai bobot 72. Berikut gambar pohon *Algoritma Branch and Bound* dan graf rute.



Gambar 4.2 Pohon Algoritma Branch and Bound

Berikut akan ditunjukkan sebuah gambar rute graf dari hasil perhitungan rute erjalanan di Kecamatan Kencong diatas.



Gambar 4.3 Graf Rute Perjalanan Kecamatan Kencong

Hasil perhitungan diatas dapat dianalisis dengan menggunakan software, akan diperoleh hasil sebagai berikut:

```

Global optimal solution found.
Objective value:                72.00000
Objective bound:                72.00000
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        126

Variable      Value
X( 1, 2)     1.000000
X( 2, 5)     1.000000
X( 3, 1)     1.000000
X( 4, 3)     1.000000
X( 5, 6)     1.000000
X( 6, 4)     1.000000
  
```

Hasil akhir software dengan perhitungan manual diatas memiliki kesamaan. Pertama dapat dilihat pada bagian “Global optimal solution found” bernilai 72 sebagai nilai bobot yang optimal dari perhitungan di software. Pada Gambar 4.2 juga tertera hasil solusi alternatif dari perhitungan software adalah 1-2-5-6-4-3-1.

C. Perbandingan Total Jarak

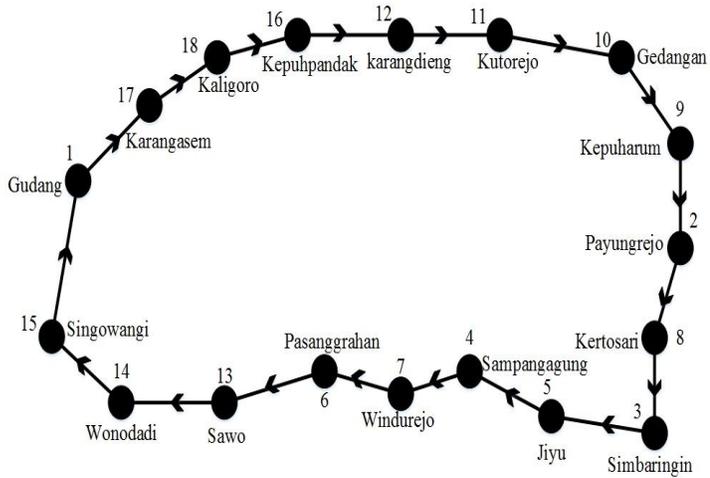
Perhitungan metode Algoritma Branch and Bound pada data jarak gudang ke RTS, telah ditemukan solusi alternative baru untuk rute pengiriman RASTRA,

Berikut hasil solusi rute alternative dan jarak pengiriman di SubDivre Surabaya Selatan dan SubDivre Jember.

Pada SubDivre Surabaya Selatan terdiri atas 2 kabupaten yaitu Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Jember. Pada Kabupaten Mojokerto memiliki jumlah kecamatan sebanyak 18 kecamatan. Berikut akan ditampilkan contoh hasil perhitungan dengan metode Algoritma Branch and Bound di 3 kecamatan di Kabupaten Mojokerto pada tabel 4.5 dan untuk data selengkapnya dapat dilihat di lampiran 2.

Table 4.5 Rute dan Jarak Pengiriman Algoritma Branch and Bound SubDivre Surabaya Selatan (Kabupaten Mojokerto)

Kecamatan	No	Desa	Rute	Jarak
KEC. KUTOREJO	1	Gudang	1-17-18-16-12-11-10-9-8-3-5-4-6-7-13-14-15-1	54
	2	Payungrejo		
	3	Simbaringin		
	4	Sampangagung		
	5	Jiyu		
	6	Pesanggrahan		
	7	Windurejo		
	8	Kertosari		
	9	Kepuharum		
	10	Gedangan		
	11	Kutorejo		
	12	Karangdieng		
	13	Sawo		
	14	Wonodadi		
	15	Singowangi		
	16	Kepuhpandak		
	17	Karangasem		
	18	Kaligoro		



Kecamatan	No	Desa	Rute	Jarak
KEC. DLANGGU	1	Gudang	1-17-16-15-12-13-14-6-3-5-8-4-2-7-11-10-9-1	45
	2	Punggul		
	3	Kalen		
	4	Kedunggede		
	5	Mojokarang		
	6	Segunung		
	7	Talok		
	8	Sumbersono		
	9	Sambilawang		
	10	Jerambe		
	11	Randugenengan		
	12	Pohkecik		
	13	Dlanggu		
	14	Ngembah		
	15	Sumberkarang		
	16	Kedunglengkong		
	17	Tumapel		
KEC. TRAWAS	1	Gudang	1-13-14-10-9-5-3-2-6-7-8-4-11-12-1	88
	2	Ketapanrame		
	3	Trawas		
	4	Selotapak		
	5	Tamijajeng		
	6	Kesiman		
	7	Belik		
	8	Duyung		
	9	Penanggungan		
	10	Kedungudi		
	11	Sukosari		
	12	Jatijejer		
	13	Sugeng		
	14	Seloliman		

Pada Kabupaten Jombang memiliki jumlah kecamatan sebanyak 21 kecamatan. Berikut akan ditampilkan hasil perhitungan dengan metode *Algoritma Branch and Bound* di 3 kecamatan di Kabupaten Jombang pada tabel 4.6 dan untuk data selengkapnya dapat dilihat di lampiran 2.

Table 4.6 Rute dan Jarak Pengiriman Algoritma Branch and Bound SubDivre Surabaya Selatan (Kabupaten Jombang)

Kecamatan	No	Desa	Rute	Jarak
JOMBANG KOTA	1	GUDANG	1-2-3-7-6-8-9-5-4-11-10-13-14-15-17-16-18-19-21-20-12-1	40
	2	Tunggoro		
	3	Jabon		
	4	Sengon		
	5	Jombatan		
	6	Plandi		
	7	Kaliwungu		
	8	Jelakombo		
	9	Kepanjen		
	10	Kepatihan		
	11	Pulo Lor		
	12	Denanyar		
	13	Jombang		
	14	Candi Mulyo		
	15	Mojongapit		
	16	Dapur Kejambon		
	17	Sambong Dukuh		
	18	Tambakrejo		
	19	Plosogeneng		
	20	Banjardowo		
	21	Sumberjo		
TEMBELANG	1	GUDANG	1-15-16-14-13-12-11-10-9-8-7-6-2-5-4-3-1	60
	2	Mojokrapak		
	3	Kali Kejambon		
	4	Kedung Losari		
	5	Tamping Mojo		
	6	Pesantren		
	7	Tembelang		
	8	Kedungotok		
	9	Rejos Pinggir		
	10	Pulorejo		
	11	Sentul		
	12	Bedah Lawak		
	13	Gabusbanaran		
	14	Pulo Gedang		
	15	Jati Wates		
	16	Kepuh Doko		

Kecamatan	No	Desa	Rute	Jarak
MEGALUH	1	GUDANG	1-2-4-3-14-13-6-5-12-10-9-8-7-11-1	28
	2	Turi Pinggir		
	3	Gongseng		
	4	Balongsari		
	5	Sumbersari		
	6	Ngogri		
	7	Sidomulyo		
	8	Balonggemek		
	9	Kedungrejo		
	10	Pacar Peluk		
	11	Dukuh Arum		
	12	Sumber Agung		
	13	Sudimoro		
	14	Megaluh		

Pada Kabupaten Jember memiliki jumlah kecamatan sebanyak 31 kecamatan. Berikut akan ditampilkan contoh data hasil perhitungan dengan metode *Algoritma Branch and Bound* di 4 kecamatan di Kabupaten Jombang pada tabel 4.7 dan untuk data selengkapnya dapat dilihat di lampiran 1.

Table 4.7 Rute dan Jarak Pengiriman Algoritma Branch and Bound SubDivre Jember

Kecamatan	No	Desa	Rute	Jarak
KENCONG	1	Gudang	1-2-5-6-4-3-1	72
	2	Kencong		
	3	Kraton		
	4	Wonorejo		
	5	Cakru		
	6	Pasebon		

Kecamatan	No	Desa	Rute	Jarak
GUMU KMAS	1	Gudang		70
	2	Kapanjeng		
	3	Mayang		
	4	Menampu		
	5	Bagorejo		
	6	Gumukmas		
	7	Purwosari		
	8	Tembokrejo		
	9	Karangrejo		
PUGER	1	Gudang		63
	2	Mojomulyo		
	3	Mojosari		
	4	Pugerwetan		
	5	Grenden		
	6	Mlokorejo		
	7	Kasiyan		
	8	Kasiyan Timur		
	9	Wonosari		
	10	Jambearum		
	11	Bagon		
	12	Wringintelu		
WULUHAN	1	Gudang		77
	2	Lojejer		
	3	Ampel		
	4	Tanjungrejo		
	5	Kesilir		
	6	Dukuh Dempok		
	7	Tamansari		
	8	Glundungan		

Data hasil jarak dan rute perjalanan selengkapnya dapat di lihat pada lampiran 2.

Hasil semua rute perjalanan dan jarak perjalanan akan dilakukan perbandingan total

B. Saran

Berdasarkan simpulan hasil penelitian, saran yang perlu disampaikan adalah sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya dapat melakukan optimasi pengiriman distribusi RASTRA dengan membandingkan metode ini dengan metode TSP atau metode integer programming yang lainnya dan untuk variabel dapat ditambahkan seperti biaya distribusi dan waktu pengiriman.
2. Diharapkan dipenelitian selanjutnya dapat memperluas daerah penelitian di seluruh SubDivre BULOG Jawa Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F. F., & Sumiati. (2013). Penentuan rute distribusi teh botol menggunakan metode, 121–131.
- Alannuariputri, Y. A., & Sumarminingsih, E. (2011). Integer Programming Dengan Pendekatan Metode Branch And Bound Dan Metode Cutting Plane Untuk Optimasi Kombinasi Produk (Studi Kasus pada Perusahaan “ D iva ” S anitary , Sidoarjo), (1), 3–6.
- BULOG. (2012). Perum BULOG - Alur Distribusi RASKIN. Diambil 27 November 2018, dari http://www.bulog.co.id/alur_raskin.php
- Fatimah, N. L. (2015). *Implementasi Pengoptimalan Biaya Transportasi Dengan North West Corner Method (Nwcm) Dan Stepping Stone Method (Ssm) Untuk Distribusi Raskin Pada Perum Bulog SUB DIVRE Semarang.*
- Fonda, W. (2012). Penerapan Sirkuit Hamilton dalam Perencanaan Lintasan Trem di ITB.
- Ichwani, M. rizki, & Suyitno, A. (2015). Penggunaan Algoritma Branch and Bound Pada Optimasi Rute Pendistribusian Air Minum Dalam. *Joournal of Mathematics*, 4(1), 30–37.
- Leksono, A. (2009). *Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) Untuk Menyelesaikan Traveling Salesman Problem (TSP).* Semarang.

