PENERAPAN ALGORITMA KRUSKAL DAN SOLLIN PADA PENDISTRIBUSIAN AIR PDAM TIRTA AJI CABANG WONOSOBO DAN PENGGUNAAN MICROSOFT VB 6.0 SEBAGAI PEMBANDINGNYA

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Matematika

oleh

Agustaf Prasetiyo

4111412052

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2017

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, 10 Mei 2017

Agustaf Prasetiyo
NIM. 4111412052

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ii

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Penerapan Algoritma Kruskal dan Sollin pada Pendistribusian Air PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo dan Penggunaan Microsoft VB 6.0 Sebagai Pembandingnya

Disusun oleh

Agustaf Prasetiyo

4111412052

Telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada tanggal 10 Mei 2017.

Panitia:

Ketua

Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si, Akt.

NIP. 196412231988031001

Sekretaris

Drs. Arief Agoestanto, M.Si.

NIP. 196807221993031005

Ketua Penguji

Drs. Amin Suyitno, M.Pd.

NIP. 195206041976121001

Anggota Penguji/ Pembimbing I

Dr. Mulyono, M.Si.

NIP. 197009021997021001

Anggota Penguji/ Pembimbing II

Drs. Mashuri, M.Si.

NIP. 196708101992031003

MOTTO

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri
(QS. Ar-Ra`d:11)
Tidak ada manusia yang terlahir sempurna, tapi kerja keras, akhlak yang baik, dan doalah yang akan membuat manusia terlihat sempurna

PERSEMBAHAN

Untuk Bapak, Ibuk, Guru-guru, dan Adikku

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul "Penerapan Algoritma Kruskal dan Sollin pada Pendistribusian Air PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo dan Penggunaan Microsoft VB 6.0 Sebagai Pembandingnya".

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segenap ketulusan hati disampaikan terima kasih penulis kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Arief Agoestanto, M.Si., Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Drs. Amin Suyitno, M.Pd., Dosen penguji utama yang telah memberikan arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
5. Dr. Mulyono, M.Si., Dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. Drs. Mashuri, M.Si., Dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Matematika yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Kepala dan seluruh karyawan PDAM Tirta Aji Kabupaten Wonosobo atas izin penelitian yang telah diberikan.
9. Keluarga, sahabat dan teman-teman yang telah memberikan doa, semangat dan dukungan.
10. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang penulis miliki. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bisa

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

membangun penelitian-penelitian yang lain. Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, Mei 2017

Penulis

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Prasetiyo, Agustaf. 2017. *Penerapan Aplikasi Algoritma Kruskal dan Sollin pada Pendistribusian Air PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo dan Penggunaan Microsoft VB 6.0 Sebagai Pembandingnya*. Skripsi, Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Mulyono, M.Si. dan Pembimbing Pendamping Drs. Mashuri, M.Si.

Kata Kunci: Kruskal, Sollin, Pohon Rentang, VB 6.0.

Algoritma Kruskal dan algoritma Sollin adalah algoritma dalam teori graf yang dapat digunakan untuk mencari pohon rentang minimal untuk graf berbobot. Pada penelitian ini, digunakan *software Microsoft Visual Basic 6.0* untuk membuat program yang digunakan untuk mempermudah dalam pencarian pohon rentang minimal yang melibatkan banyak titik dan sisi. Permasalahan dalam penulisan skripsi ini adalah bagaimana hasil pendistribusian air minimal yang berupa pohon rentang minimal menggunakan algoritma Kruskal dan algoritma Sollin, serta bagaimana membangun program untuk mencari pohon rentang dari pipa pendistribusian air menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0* dari algoritma Kruskal dan algoritma Sollin. Data dalam penelitian ini diperoleh dengan cara mengambil data sekunder dari PDAM Kabupaten Wonosobo. Dari data sekunder yang diperoleh dapat disusun gambar jaringan. Selanjutnya dapat diperoleh pohon rentang minimal menggunakan algoritma Kruskal dan algoritma Sollin. Algoritma Kruskal dan algoritma Sollin diterapkan untuk membangun program pada *Microsoft Visual Basic 6.0*, kemudian digunakan untuk mencari pohon rentang minimal dari pipa pendistribusian air.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa hasil pohon rentang minimal menggunakan algoritma Kruskal dan algoritma Sollin serta aplikasi yang dibangun menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0* adalah 36.715 m. Hal ini berarti dapat dilakukan penghematan pipa pendistribusian air sepanjang 9.027 m dari panjang total pipa sebelumnya 45.742 m.

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian adalah diharapkan pada penelitian-penelitian selanjutnya dapat menggunakan kasus yang mempunyai ketentuan khusus seperti adanya sisi-sisi yang harus terpilih dalam jaringan, dan dapat mengembangkan program dari algoritma Sollin untuk kasus-kasus umum.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN iv
PRAKATA v
ABSTRAK vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
BAB
1. PENDAHLUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Batasan Masalah 6
1.4 Tujuan Penelitian 6
1.5 Manfaat Penelitian 7
1.6 Penegasan Istilah 7
1.7 Sistematika Penulisan 8
2. TINJAUAN PUSTAKA 10
2.1 Landasan Teori 10
2.1.1 Riset Operasi 10
2.1.1.1 Tahap-tahap dalam Riset Operasi 10
2.1.1.2 Analisi Jaringan 13
2.1.2 Graf 15
2.1.2.1 Definisi Graf 15
2.1.2.2 Komponen-komponen Graf 15
2.1.2.3 Keterhubungan pada Graf 16
2.1.2.4 Jenis-jenis Graf 17

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2.1.2.5 Representasi Graf dalam Matriks 18
2.1.2.6 Matriks Ketetanggaan untuk Graf Berbobot 19
2.1.2.7 Pohon (*Tree)* 21
2.1.2.8 Pohon Rentang (*Spanning Tree*) 22
2.1.2.9 Pohon Rentang Minimal (*Minimum Spanning Tree*) 22
2.1.2.10 Algoritma Prim 23
2.1.2.11 Algoritma Kruskal 24
2.1.2.12 Algoritma Sollin 30
2.1.3 Jenis-jenis Pipa PDAM 34
2.1.4 Visual Basic 35
2.2 Penelitian Terdahulu 36
3. METODE PENELITIAN 38
3.1 Menemukan Masalah 38
3.2 Merumuskan Masalah 39
3.3 Pengambilan Data 39
3.4 Analisis dan Pemecahan Masalah 40
3.5 Penarikan Kesimpulan 40
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 41
4.1 Hasil Penelitian 41
4.1.1 Hasil Penelitian dengan Algoritma Kruskal 45
4.1.2 Hasil Penelitian dengan Algoritma Sollin 51
4.1.3 Hasil Penelitian dengan Menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0 79
4.2 Pembahasan 85
4.2.1 Pendistribusian Air Optimal PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo 85
4.2.2 Aplikasi untuk Mencari Penyelesaian Optimal Pendistribusian Air PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo dengan Microsoft Visual Basic 6.0 86
5. PENUTUP 88
5.1 Simpulan 88

5.2 Saran 89
DAFTAR PUSTAKA 91
LAMPIRAN 93

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

4.1 Tabel Lokasi Titik 41
4.2 Data Jarak Antar Sambungan Pipa 42
4.3 Data Setelah Diurutkan..... 45

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

2.1 Graf H yang Memiliki Sisi Paralel dan Gelung 19
2.2 Graf Berbobot 21
2.3 Graf G sebuah pohon, dan Graf H hutan dengan 3 komponen..... 22
2.4 Graf Berbobot Terhubung..... 22
2.5 *Minimum Spanning Tree* dari Graf G 23
2.6 Graf Berbobot G 25
2.7 Pohon Rentang Minimal dari Graf G..... 30
2.8 Graf Berbobot G 31
2.9 Pohon Rentang Minimal dari Graf G..... 34
2.10 IDE *Microsoft Visual Basic 6.0* 35
4.1 Graf Jaringan Pipa PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo 44
4.2 Hasil Iterasi 1 Algoritma Kruskal..... 47
4.3 Hasil Iterasi 2 Algoritma kruskal..... 47
4.4 Hasil Iterasi 3 Algoritma Kruskal..... 48
4.5 Hasil Iterasi 78 Algoritma Kruskal..... 49
4.6 Hasil Iterasi 1 Algoritma Sollin..... 51
4.7 Hasil Iterasi 2 Algoritma Sollin..... 52
4.8 Hasil Iterasi 62 Algoritma Sollin..... 53
4.9 Graf Hasil Langkah Pertama Algoritma Sollin 54
4.10 Hasil Iterasi 63 Algoritma Sollin..... 56
4.11 Hasil Iterasi 64 Algoritma Sollin..... 57
4.12 Hasil Iterasi 65 Algoritma Sollin..... 58
4.13 Hasil Iterasi 66 Algoritma Sollin..... 59
4.14 Hasil Iterasi 67 Algoritma Sollin..... 60
4.15 Hasil Iterasi 68 Algoritma Sollin..... 61
4.16 Hasil Iterasi 69 Algoritma Sollin..... 62
4.17 Hasil Iterasi 70 Algoritma Sollin..... 63
4.18 Hasil Iterasi 71 Algoritma Sollin..... 65

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

4.19 Hasil Iterasi 72 Algoritma Sollin 66
4.20 Hasil Iterasi 73 Algoritma Sollin 68
4.21 Hasil Iterasi 74 Algoritma Sollin 70
4.22 Hasil Iterasi 75 Algoritma Sollin 72
4.23 Hasil Iterasi 76 Algoritma Sollin 74
4.24 Hasil Iterasi 77 Algoritma Sollin 76
4.25 Hasil Iterasi 78 Algoritma Sollin 78
4.26 Tampilan Awal Program 80
4.27 Jendela Algoritma Kruskal 80
4.28 Hasil Tampilan Langkah 1 82
4.29 Hasil Tampilan Langkah 2 82
4.30 Hasil Tampilan Langkah 3 83
4.31 Hasil Pencarian Pada Jendela Sollin 84
4.32 Data Pada *Microsoft Excel* 86

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1 Iterasi Perhitungan Pohon Rentang Minimal Menggunakan Algoritma Kruskal 93

2 Iterasi Langkah Pertama Perhitungan Pohon Rentang Minimal Menggunakan Algoritma Sollin 135

3 Hasil Pohon Rentang Minimal Menggunakan Algoritma Kruskal 197

4 Hasil Pohon Rentang Minimal Menggunakan Algoritma Sollin 198

5 Kode Program dari Algoritma Kruskal Pada *Microsoft Visual Basic 6.0*... 199

6 Kode Program dari Algoritma Sollin Pada *Microsoft Visual Basic 6.0*..... 200

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Riset operasi adalah bagian dari aplikasi matematika untuk memecahkan masalah optimasi. Banyak model riset operasi yang sudah dikembangkan yang berhubungan dengan metematika. Salah satunya adalah program linear. Program linear merupakan model dari riset operasi yang banyak digunakan dalam bidang industri, transportasi, perdagangan, ekonomi dan berbagai bidang lainnya.

Selain itu, model lain yang juga banyak dikembangkan adalah model analisis jaringan. Jaringan merupakan suatu istilah yang sudah dikenal luas dalam kehidupan sehari-hari. Jaringan kerja muncul pada sejumlah perencanaan dan dalam berbagai bidang. Jaringan transportasi, listrik, dan komunikasi merupakan sesuatu yang kita jumpai sehari-hari. Pengembangan jaringan juga digunakan secara luas untuk masalah-masalah seperti produksi, distribusi, perencanaan proyek, penempatan fasilitas, manajemen sumberdaya, perencanaan keuangan dan lain sebagainya.

Persoalan jaringan dapat dibagi menjadi 3 (tiga) macam, yaitu: (a) persoalan rute terpendek (*shortest route*); (b) persoalan minimasi jaringan atau pohon rentang minimum (*minimum spanning tree*); dan (c) persoalan aliran maksimum (*maximal flow*).

Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, mengakibatkan perusahaan-perusahaan di dunia juga mengalami perkembangan yang pesat, baik dalam ukuran ataupun kompleksitas organisasinya. Hal ini membawa perubahan dalam pembagian kerja dan segmentasi dari tanggung jawab manajemen dalam organisasi perusahaan yang mengarah pada spesialisasi.

Meningkatnya kompleksitas dan spesialisasi dalam suatu perusahaan seperti ini membawa dampak pada makin sulitnya melakukan alokasi sumber-sumber daya yang dimiliki pada berbagai kegiatan secara efektif dan efisien bagi perusahaan secara keseluruhan. Bagaimana cara memecahkan masalah alokasi sumber daya agar efektif, serta adanya kebutuhan untuk mencari cara yang lebih baik untuk memecahkan suatu masalah yang muncul dalam perusahaan telah mendorong timbulnya riset operasi (Agustini dan Rahmadi, 2004)

Air merupakan sumber daya alam yang tidak terbatas jumlahnya, akan tetapi dalam penggunaannya harus dibatasi agar tetap terjaga dan bisa dimanfaatkan secara berkelanjutan. Jumlah air yang terbatas dan semakin banyaknya mansia yang memanfaatkan air untuk kebutuhan sehari-hari menyebabkan terjadinya krisis air bersih. Selain itu, banyak sekali kegiatan manusia yang menyebabkan polusi air juga menjadi penyebab semakin berkurangnya ketersediaan air bersih. Seperti di lingkungan perkotaan yang banyak sekali industri-industri pabrik yang menghasilkan limbah-limbah pabrik yang mencemari air bersih apabila tidak dilakukan pengolahan yang

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

benar. Bahkan limbah rumah tangga yang berasal dari zat kimia detergen juga dapat menjadi penyebab pencemaran air bersih . Untuk itu dibutuhkan pendistribusian air bersih dari sumber-sumber air bersih ke tempat-tempat yang memerlukan air bersih. Salah satu upaya yang bisa ditempuh yaitu melalui PDAM. Saat ini jumlah air relatif terbatas, sedangkan konsumen akan air bersih semakin meningkat. Untuk itu perlu adanya cara agar dapat mendistribusikan air kepada para konsumen dengan efisien, baik dalam hal biaya maupun waktu.

Permasalahan pada pendistribusian air ini adalah bagaimana jaringan pendistribusian air dapat sampai ke semua wilayah dengan panjang pipa paling efektif. Tujuan pencarian jaringan pendistribusian air ini adalah mencari jaringan pendistribusian air dengan bobot jarak terkecil sehingga dapat menghemat pipa air PDAM yang digunakan untuk sarana pendistribusian.

Masalah pendistribusian ini banyak dialami perusahaan-perusahaan di Indonesia, salah satunya adalah Perusahaan Daerah Air Minum di Kabupaten Wonosobo. Perusahaan daerah ini adalah perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan air. Saat ini semakin banyak sumber air bersih di Kabupaten Wonosobo yang mulai menyusut jumlah airnya. Sehingga perlu adanya pengoptimalan pendistribusian air agar dapat didistribusikan dengan efektif dan efisien.

Algoritma yang dapat digunakan dalam menentukan jaringan pendistribusian air adalah algoritma Kruskal dan algoritma Sollin. Jaringan

rangkaian pipa yang dicari merupakan masalah *Minimum Spanning Tree (MST),* sehingga algoritma Kruskal dan algoritma Sollin dapat digunakan untuk mencari jaringan pendistribusian air tersebut.

Algortima Kruskal dan algoritma Sollin merupakan algoritma yang digunakan untuk mencari *Minimum Spanning Tree (MST),* Algoritma Kruskal dengan mengurutkan sisi-sisi berdasarkan bobotnya dari yang terkecil sampai terbesar. Kemudian pilih sisi dengan bobot minimal dan tidak membentuk sikel. (Sutarno dkk, 2005) Sedangkan algoritma Sollin merupakan perpaduan antara algoritma Kruskal dan algoritma Prim dan cara kerja algoritma Sollin adalah dimulai dengan hutan, dan tumbuh pohon di *subset* dari titik-titik hutan tersebut sampai menjadi satu pohon yang memuat semua titik. Di setiap langkah, sisi yang berbobot minimum dipilih. (Yingyu dkk, 2000)

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh beberapa peneliti yaitu, Prasetyo dkk, mereka menerapkan algoritma Dijkstra dan algoritma Prim pada pendistribusian air di PDAM Kabupaten Demak. Algoritma Dijkstra mereka gunakan untuk mencari lintasan terpendek dari pendistribusian air tersebut, dan algoritma Prim digunakan untuk menentukan pohon rentang minimal untuk pendistribusian air di PDAM Kabupaten Demak. Penelitian lain dilakukan oleh Pratama dkk, mengenai penggunaan algoritma Kruskal dalam jaringan pipa kecamatan Nganjuk. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan beberapa hal. Aplikasi algoritma Kruskal untuk mencari pohon rentang minimal dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi jaringan pipa yang

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

sudah terpasang. Algoritma Kruskal dapat diterapkan menggunakan perangkat lunak Matlab.

Perbedaan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti dari penelitian-penelitian sebelumnya adalah terletak pada pemilihan studi kasus dan juga perbedaan penggunaan algoritma, yaitu akan ditambahkan menggunakan algoritma Sollin untuk pengoptimalan jaringan pendistribusian air. Selain itu penulis akan membangun aplikasi algoritma Kruskal dan algoritma Sollin dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic dengan bantuan Microsoft Visual Basic 6.0.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini mengambil judul "Penerapan Algoritma Kruskal dan Sollin pada Pendistribusian Air PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo dan Penggunaan Microsoft VB 6.0 Sebagai Pembandingnya".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana penyelesaian optimal pendistribusian air bersih PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo menggunakan algoritma Kruskal?
2. Bagaimana penyelesaian optimal pendistribusian air bersih PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo menggunakan algoritma Sollin?
3. Bagaimana hasil program aplikasi penerapan algoritma Kruskal dan algoritma Sollin untuk mencari penyelesaian optimal pendistribusian air

bersih PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo Menggunakan *Microsof Visual Basic 6.0*?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini, permasalahan yang akan dibahas dibatasi pada:

1. Jalur pipa yang digunakan pada jaringan pendistribusian hanya sampai pipa sekunder, sehingga tidak langsung sampai ke konsumen.
2. Pada penyusunan skripsi ini yang akan dibahas dibatasi pada pohon rentang minimal (*minimum spanning tree*).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui bagaimanakah penyelesaian optimal pendistribusian air bersih PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo menggunakan algoritma Kruskal.
2. Untuk mengetahui bagaimanakah penyelesaian optimal pendistribusian air bersih PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo menggunakan algoritma Sollin.
3. Untuk mengetahui bagaimanakah hasil program aplikasi penerapan algoritma Kruskal dan algoritma Sollin untuk mencari penyelesaian optimal pendistribusian air bersih PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo Menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0*.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini, diharapkan mempunyai manfaat antara lain:

1. Bagi peneliti

   Manfaat yang bisa diambil bagi peneliti adalah peneliti mampu menerapkan ilmu yang telah peneliti pelajari, khususnya tentang pohon rentang minimal. Sehingga dapat semakin memantapkan pemahaman mengenai teori-teori yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan serta mampu menerapkan ilmunya dalam kehidupan nyata khususnya dalam bidang industri air bersih.

2. Bagi pembaca

   Manfaat bagi pembaca khususnya yang memiliki usaha dalam bidang industri air menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam membuat perencanaan pendistribusian hasil produksi dan penggunaan biaya seminimal mungkin agar perusahaan memperoleh keuntungan yang maksimal. Bagi pembaca lainnya penelitian ini dapat menambah pengetahuan tentang manajemen pendistribusian hasil produksi.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

1.6 Penegasan Istilah

Pada penelitian ini, yang dimaksud dengan penyelesaian optimal pendistribusian air bersih adalah optimal dilihat dari panjang pipa yang digunakan pada pendistribusiannya. Penyelesaian optimal diperoleh apabila panjang pipa yang digunakan pada pendistribusian tersebut seminimal mungkin.

1.7 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan skripsi ini dibagi menjadi 3 bagian, yaitu: bagian awal, bagian isi dan bagian akhir skripsi. Untuk memberikan gambaran yang jelas tentang skripsi ini dan memudahkan pembaca dalam menelaah isi skripsi ini maka skripsi ini disusun secara sistematis yaitu sebagai berikut.

1. Bagian Awal Skripsi

   Berisi halaman judul, halaman pernyataan, halaman pengesahan, halaman motto dan persembahan, prakata, abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

2. Bagian inti yang terdiri atas lima bab. Kelima bab tersebut adalah sebagai berikut.

   A. Bab 1 Pendahuluan

      Pada bab pendahuluan ini dikemukakan latar belakang masalah, permasalahan, penegasan istilah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan skripsi.

   B. Bab 2 Landasan Teori

      Landasan teori merupakan teori-teori yang mendasari pemecahan dari permsalahan yang disajikan. Landasan teori ini terdiri dari, Riset Operasi, Teori Graf, algoritma Kruskal dan algoritma Sollin.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

C. Bab 3 Metode Penelitian

Memaparkan tentang prosedur dan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi menemukan masalah, perumusan masalah, studi pustaka, analisis dan pemecahan masalah dan penarikan kesimpulan.

D. Bab 4 Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dalam bab ini berisikan pembahasan dan analisis dari penelitian.

E. Bab 5 Penutup

Berisi tentang kesimpulan dari hasil pembahasan dan saran yang ditujukan untuk pembaca umumnya dan bagi penulis sendiri khususnya.

3. Bagian Akhir Skripsi

Bagian akhir berisikan daftar pustaka sebagai acuan penulis dan lampiran-lampiran yang mendukung kelengkapan skripsi.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Riset Operasi

Riset operasi merupakan pengambilan keputusan dengan memanfaatkan pengetahuan ilmiah melalui usaha kelompok antar disiplin yang bertujuan untuk menentukan peggunaan terbaik sumber daya yang terbatas. Model riset operasi berkaitan dengan data deterministik biasanya jauh lebih sederhana dari pada yang melibatkan data probabilistik (Taha, 1997:4).

Riset Operasi, dalam arti luas dapat diartikan sebagai penerapan metode-metode, teknik-teknik dan alat-alat terhadap masalah-masalah yang menyangkut operasi-opersi dari sistem-sistem, sedemikian rupa sehingga memberikan penyelesaian optimal (Mulyono, 2004:4).

Dalam riset operasi, masalah optimasi dalam pengambilan keputusan diperoleh dengan menerapkan model matematis yang berupa persamaan atau ketidaksamaan. Model matematika yang digunakan dalam metode riset operasi bersifat menyederhanakan masalah.

2.1.1.1 Tahap-tahap dalam Riset Operasi

Pembentukan model yang cocok hanyalah salah satu tahap dari aplikasi riset operasi. Pola dasar penerapan riset operasi terhadap suatu masalah dapat dipisahkan menjadi beberapa tahap, yaitu sebagai berikut.

1. Merumuskan masalah

Sebelum solusi terhadap suatu persoalan dipikirkan, pertama kali suatu definisi persoalan yang tepat harus dirumuskan. Sering dilaporkan oleh organisasi-organisasi bahwa kegagalan dalam penyelesaian masalah diakibatkan karena kesalahan mendefinisikan persoalan. Dalam perumusan masalah ada tiga pertanyaan penting yang harus dijawab.

A. Variabel keputusan yaitu unsur-unsur dalam persoalan yang dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan, sering disebut sebagai instrumen.

B. Tujuan (*objective*), penetapan tujuan membantu pengambil keputusan memusatkan perhatian pada persoalan dan pengaruhnya terhadap organisasi, tujuan diekspresikan dalam variabel keputusan.

C. Kendala (*constrain*) adalah pembatas-pembatas terhadap alternatif tindakan yang tersedia.

2. Pembentukan model

Sesuai dengan definisi persoalannya, pengambil keputusan menentukan model yang paling cocok untuk mewakili sistem. Model merupakan ekspresi kuantitatif dari tujuan dan kendala-kendala persoalan dalam variabel keputusan. Jika model yang dihasilkan cocok dengan salah satu model matematika yang biasa (misalnya linear), maka solusinya dapat dengan mudah diperoleh dengan

program linear. Jika hubungan model matematika begitu rumit untuk penerapan solusi analitik, maka suatu model probabilitas mungkin lebih cocok. Beberapa kasus membutuhkan penggunaan kombinasi model matematik dan probabilitas. Ini tentu saja tergantung pada sifat-sifat dan kerumitan sistem yang dipelajari. Model lain yang dapat digunakan

3. Mencari penyelesaian masalah

Pada tahap ini bermacam-macam teknik dan metode solusi kuantitatif yang merupakan bagian utama dari riset operasi memasuki proses. Penyelesaian masalah sesungguhnya merupakan aplikasi satu atau lebih teknik-teknik ini terhadap model. Seringkali, solusi terhadap model berarti nilai-nilai variabel keputusan yang mengoptimumkan salah satu fungsi tujuan dengan nilai fungsi tujuan lain yang diterima. Di samping solusi model, perlu juga mendapat informasi tambahan mengenai tingkah laku solusi yang disebabkan karena perubahan parameter sistem. Ini biasanya dinamakan sebagai analisis sensitivitas. Analisis ini terutama diperlukan jika parameter sistem tak dapat diduga secara tepat.

4. Validasi model

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam pembentukan model harus valid (absah). Dengan kata lain, model harus diperiksa apakah ia mencerminkan berjalannya sistem yang diwakili. Suatu metode yang biasa digunakan untuk menguji validitas model adalah

membandingkan *performance*-nya dengan data masa lalu yang tersedia. Model dikatakan valid jika dengan kondisi input yang serupa, ia dapat menghasilkan kembali *performance* seperti masa lampau. Masalahnya adalah bahawa tak ada yang menjamin *performance* masa depan akan berlanjut meniru cerita lama.

5. Penerapan hasil akhir

Tahap terakhir adalah menerapkan hasil model yang telah diuji. Hal ini membutuhkan suatu penjelasan yang hati-hati tentang solusi yang digunakan dan hubungannya dengan realitas. Suatu tahap kritis pada tahap ini adalah mempertemukan ahli riset operasi (pembentuk model) dengan mereka yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan sistem.

(Mulyono, 2004:7-8)

Riset operasi mencangkup banyak permasalahan diantaranya yaitu pemrograman linear, dualitas dan sensitivitas, analisis jaringan, perencanaan dan pengendalian proyek, pemrograman dinamis, teori permainan, pemrograman bilangan bulat, pemrograman tak linear, teori probabilitas, teori antrian dan lain sebagainya. Yang akan kita bahas disini adalah permasalahan analisis jaringan.

2.1.1.2 Analisis Jaringan

Jaringan lahir karena berbagai keperluan seperti transportasi, listrik, komunikasi, perencanaan proyek, aliran air, pembuatan jalan, dan

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

lain-lain. Saat ini jaringan sangat penting, sebab dengan jaringan maka masalah yang besar dan rumit dapat disederhanakan.

Jaringan didefinisikan sebagai gabungan dua himpunan yaitu himpunan *node* dan himpunan *arc*. Himpunan *node* dilambangkan dengan V dan himpunan *arc* dilambangkan dengan A. *Arc* terdiri dari pasangan terurut dari *node* dan menggambarkan arah gerakan yang mungkin. (Dwijanto, 2008:127)

Persoalan jaringan dapat dibagi menjadi 3 (tiga) macam, yaitu :

1. Masalah lintasan terpendek.
2. Masalah diagram pohon terpendek atau pohon rentang minimal (*minimum spanning tree)*.
3. Masalah aliran maksimum.

Dalam terminologi jaringan, kasus pohon rentang minimum mencakup penggunaan cabang-cabang jaringan untuk mencapai semua titik jaringan sedemikian rupa sehingga total panjang semua cabang yang digunakan untuk menghubungkan titik-titik tersebut minimum. (Agustini dan Rahmadi, 2004:180)

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Dalam menyelesaikan masalah pohon rentang digunakan bantuan Teori Graf dengan algoritma-algoritma yang ada pada Teori Graf.

2.1.2 Graf

2.1.2.1 Definisi Graf

Sebuah graf G berisikan dua himpunan yaitu himpunan berhingga tak kosong V(G) dari obyek-obyek yang disebut **titik** dan himpunan berhingga (mungkin kosong) E(G) yang elemen-ekemennya disebut **sisi** sedemikian hingga setiap elemen e dalam E(G) merupakan pasangan tak berurutan dari titik-titik V(G).(Budayasa, 2007:1)

Sebuah graph G dapat direpresentasikan dalam bentuk diagram (gambar) di mana setiap titik G digambarkan dengan sebuah ***noktah*** dan setiap sisi yang menghubungkan dua titik di G digambarkan dengan sebuah **kurva sederhana (ruas garis)** dengan titik-titik akhir di kedua titik tersebut.(Budayasa, 2007:2)

Setiap sisi berhubungan dengan satu atau dua titik. Titik-titik tersebut dinamakan titik ujung. sisi yang hanya berhubungan dengan satu titik ujung disebut Loop. Dua sisi berbeda yang menghubungkan titik yang sama disebut sisi paralel. Dua titik dikatakan berhubungan langsung (*adjacent*) jika ada sisi yang menghubungkan keduanya. Titik yang tidak mempunyai sisi yang berhubungan dengannya disebut titik terasing (*Isolating Point*). (Siang, 2002:186).

2.1.2.2 Komponen-komponen Graf

Ada beberapa terminologi dari teori graf yang digunakan untuk menjelaskan apa yang dilihat ketika melihat suatu graf. Graf dapat dilihat dari komponen-komponen penyusunnya.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

1. Titik (*Verteks*)

   Titik (*Verteks*) yang disimbolkan dengan *v* adalah himpunan titik yang terbatas dan tidak kosong. Jumlah titik pada graf dapat dinyatakan dengan $n = |v|$.

2. Sisi (*Edge*)

   Sisi (*edge*) yang disimbolkan dengan *e* adalah himpunan sisi yang menghubungkan sepasang titik.

3. Derajat (*Degree*)

   Derajat (*Degree*) suatu titik yang disimbolkan dengan *d(v)* adalah jumlah sisi yang terkait dengan titik tersebut.

4. Ukuran (*Size*)

   Ukuran (*Size*) dari suatu graf adalah banyaknya titik yang dimiliki.

2.1.2.3 Keterhubungan pada Graf

1. Jalan (*Walk*)

   Misalkan G suatu graf, sebuah **jalan** di G adalah sebuah barisan berhingga (tak kosong) $W = (v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \ldots, e_k, v_k)$ yang suku-sukunya bergantian titik dan sisi, dengan v_0 dan v_k berturut-turut disebut titik awal dan titik akhir. Sedangkan titik-titik $v_1, v_2, \ldots, v_{k-1}$ disebut titik-titik internal W.

2. Jejak (*Trail*)

   Jejak adalah jalan dengan sisi-sisi yang berbeda atau tanpa sisi berulang.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

3. Lintasan (*Path*)

   Lintasan adalah jalan dengan titik dan sisi yang berbeda atau jejak dengan simpul yang berbeda.

4. Sirkuit

   Sirkuit adalah jejak tertutup. Jejak tertutup adalah jejak dengan titik awal dan titik akhir sama.

5. Sikel (*Cycle)*

   Sikel adalah sebuah jejak tertutup dengan titik awal dan semua titik internalnya berbeda.

6. Bertetangga (*Adjacent*)

   Dua buah titik pada graf tak-berarah G dikatakan bertetangga bila keduanya terhubung langsung dengan sebuah sisi. Dengan kata lain, *u* bertetangga dengan *v* jika (*u, v*) adalah sebuah sisi pada graf G. Berarti *u* merupakan tetangga (*neighbor*) dari *v* dan juga sebaliknya. Tetangga dengan sisi penghubung yang memiliki bobot paling kecil dari tetangga-tetangga lainnya, disebut tetangga terdekat (*nearest-neighbor*).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2.1.2.4 Jenis-jenis Graf

Adapun beberapa jenis graf sebagai berikut.

1. Graf kosong

   Graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong atau tidak mempunyai sisi.

2. Graf berbobot

   Graf yang setiap sisinya diberikan suatu bobot dinamakan dengan graf berbobot.

3. Graf sederhana (*simple grafh*).

   Graf yang tidak mengandung loop maupun sisi ganda dinamakan graf sederhana.

4. Graf tak sederhana (*unsimple graph*).

   Graf yang mengandung sisi ganda atau loop dinamakan graf tak-sederhana (*unsipmple graph*).

5. Graf tak berarah

   Graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah. (Munir, 2005)

2.1.2.5 Representasi Graf dalam Matriks

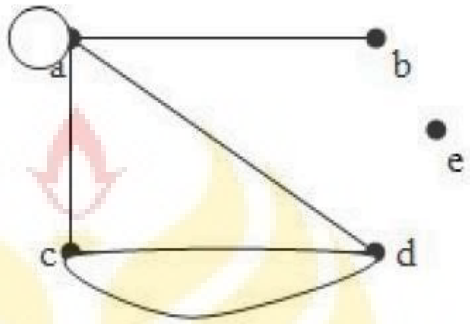
Selain dengan gambar, sebuah graf dapat disajikan dalam bentuk matriks. Ada dua jenis matriks yang dapat digunakan yaitu matriks berhubungan langsung (*adjacency matrix*) dan matriks keterkaitan (*incidence matrix*). (Budayasa, 2007:13)

Matriks dapat digunakan untuk menyatakan suatu graf. Hal ini sangat membantu untuk membuat program komputer yang berhubungan dengan graf. Sehingga perhitungan-perhitungan yang diperlukan dapat dilakukan dengan mudah. (Siang, 2002:233)

Misalkan G adalah sebuah graf dengan n titik. Matriks ketetanggaan dari graf G adalah matriks bujur sangkar (persegi) berordo n, $X(\mathrm{G}) = (x_{ij})$, dengan elemen x_{ij} menyatakan banyaknya sisi yang

menghubungkan titik ke-*i* ke titik ke-*j*. Dengan definisi ini memungkinkan untuk menyatakan sebuah graf yang memiliki sisi paralel atau loop dengan matriks ketetanggaan. (Sutarno dkk, 2005:83-84).

Contoh 1.



Gambar 2.1 Graf H yang memiliki sisi paralel dan gelung

Matriks ketetanggaannya :

$$X(H) = \begin{array}{c} \\ a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} a & b & c & d & e \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Matriks ketetanggaan juga digunakan untuk menyatakan graf berbobot, yaitu elemen-elemennya menyatakan bobot sisi.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2.1.2.6 Matriks Ketetanggaan untuk Graf Berbobot

Misal G graf berbobot dengan setiap sisi dengan suatu bilangan riil tak negatif. Matriks yang bersesuaian dengan graf berbobot G adalah matriks ketetanggaan atau matriks keterhubungan $X(G) = (x_{ij})$ dengan x_{ij} = bobot sisi yang menghubungkan titik v_i dengan titik v_j. Jika

titik v_i tidak berhubungan langsung dengan titik v_j maka $x_{ij} = \infty$, dan $x_{ij} = 0$, jika i = j. (Siang, 2002:262)

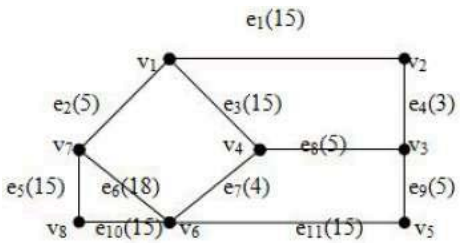
Contoh 2.

Dalam suatu kecamatan, ada 8 desa (v_1, v_2, ..., v_8) yang akan dihubungkan dengan jaringan-jaringan pipa air. Biaya pemasangan pipa yang akan dibuat antar 2 kota adalah sebagai berikut.

Garis	Desa yang dihubungkan	Biaya per satuan
e_4	v_2-v_3	3
e_7	v_4-v_6	4
e_2	v_1-v_7	5
e_8	v_3-v_4	5
e_9	v_3-v_5	5
e_1	v_1-v_2	15
e_3	v_1-v_4	15
e_{10}	v_6-v_8	15
e_5	v_7-v_8	15
e_{11}	v_5-v_6	15
e_6	v_6-v_7	18

Penyelesaian :

Graf berbobot untuk menyatakan jaringan pipa di 8 desa digambarkan pada gambar di bawah ini. Angka dalam kurung menyatakan bobot sisi yang bersangkutan. Bobot tersebut menyatakan biaya pemasangan jaringan pipa.



Gambar 2.2 Graf berbobot

Matriks keterhubungan untuk menyatakan graf berbobot pada gambar di atas adalah matriks $X(G) = (x_{ij})$ dengan,

x_{ij} = bobot sisi yang menghubungkan titik v_i dengan titik v_j,

$x_{ij} = \infty$, jika titik v_i tidak berhubungan langsung dengan titik v_j, dan

$x_{ij} = 0$, jika i = j.

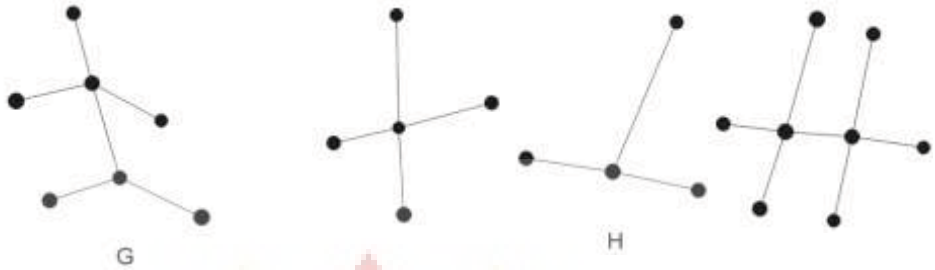
$$X(G) = \begin{array}{c} \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \\ v_7 \\ v_8 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccc} v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 & v_7 & v_8 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 15 & \infty & 15 & \infty & \infty & 5 & \infty \\ 15 & 0 & 3 & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 3 & 0 & 5 & 5 & \infty & \infty & \infty \\ 15 & \infty & 5 & 0 & \infty & 4 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 5 & \infty & 0 & 15 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 4 & 15 & 0 & 18 & 15 \\ 5 & \infty & \infty & \infty & \infty & 18 & 0 & 15 \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 15 & 15 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Dalam program komputer, sel dengan harga ∞ diisi dengan suatu bilangan yang harganya jauh lebih besar dibandingkan dengan harga elemen-elemen yang bukan ∞.

2.1.2.7 Pohon (Tree)

Misalkan G adalah suatu graf sederhana (tidak memiliki sisi paralel dan loop). Graf G disebut pohon bila dan hanya bila G tidak

memuat sirkuit dan terhubung. Graf G disebut Hutan (Forest) bila dan hanya bila G tidak memuat sirkuit. (Siang, 2002:245)



Gambar 2.3 Graf G sebuah pohon, dan graf H hutan dengan 3 komponen

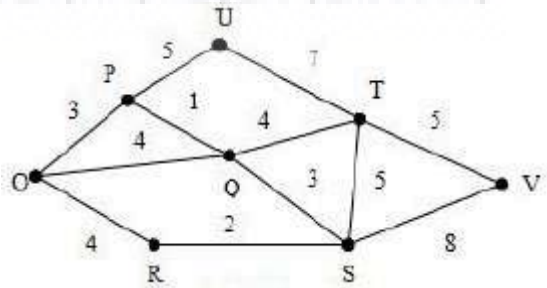
2.1.2.8 Pohon Rentang (Spanning Tree)

Misalkan G sebuah graf. Sebuah pohon di G yang memuat semua titik G disebut pohon rentang (*spanning tree*) dari G.(Budayasa, 2007:32)

2.1.2.9 Pohon Rentang Minimal (Minimum Spanning Tree)

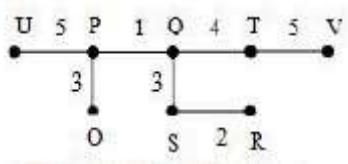
Jika G adalah graf berbobot, maka bobot pohon rentang T dari G didefinisikan sebagai jumlah bobot semua sisi di T. Pohon rentang yang berbeda mempunyai bobot yang berbeda pula. Di antara semua pohon rentang di G, pohon rentang yang berbobot minimal dinamakan pohon rentang minimal.(Sutarno dkk, 2005:110)

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



G

Gambar 2.4 Graf berbobot terhubung



Gambar 2.5 *minimum spanning tree* dari graf G

Dalam menyelesaikan masalah pohon rentang minmal ada beberapa algoritma yang dapat digunakan, yaitu algoritma Prim, algoritma Kruskal, algoritma Sollin, algoritma Boruvka, dan lain-lain. Peneliti menggunakan algoritma Kruskal dan algoritma Sollin untuk mencari pohon rentang minimal.

2.1.2.10 Algoritma Prim

Prim adalah suatu algoritma di dalam teori graf yang bertujuan menentukan suatu pohon rentang dengan semua sisi di dalam pohon adalah minimal. Prim dapat dituliskan sebagai berikut.

Input : Graf berbobot G terhubung dengan n titik,

Step 1 : Pilih sebuah titik v di G dan tulis $T_1 = v$,

Step 2 : Pilih sebuah sisi e_k dengan bobot minimal yang menghubungkan sebuah titik T_k dengan sebuah titik G yang bukan di T_k. Jika terdapat lebih dari satu sisi yang demikian, pilih salah satu sebarang. Tulis $T_{(k+1)} = T_k\{e_k\}$.

Step 3 : Jika n-1 sisi telah terpilih (k = n-1), berhenti dan beri pesan $T_{(k+1)}$ adalah pohon rentang minimal di G. Jika k < n-1, kembali ke step 2. (Budayasa,2007)

2.1.2.11 Algoritma Kruskal

Algoritma Kruskal akan mendapatkan pohon rentang minimal, jika ada, untuk graf berbobot G yang memiliki n titik, dengan $n \geq 2$. Dalam algoritma Kruskal, T adalah himpunan titik dan S adalah himpunan sisi.

Langkah-langkah dalam algoritma Kruskal:

Langkah 1. (mulai). Jika tidak ada sisi, G tidak terhubung, dan karena itu tidak memiliki pohon rentang minimal. Jika tidak demikian, ambil sebuah sisi dengan bobot terkecil (rangkaian dapat diputuskan secara sembarang). Tempatkan sisi itu di S dan titiknya di T.

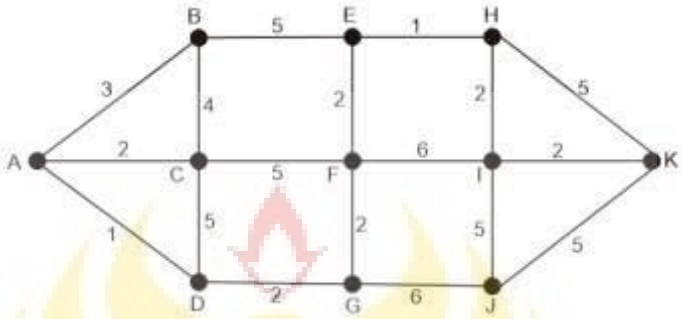
Langkah 2. (pemeriksaan untuk penyelesaian). Jika S memuat *n-1* sisi, maka berhentilah. Sisi-sisi di S dan titik-titik di T membentuk pohon rentang minimal. Jika tidak demikian, lanjutkan ke langkah 3.

Langkah 3. (ambil sisi berikutnya). Tentukan sisi-sisi berbobot terkecil yang tidak membentuk sikel dengan sembarang sisi yang ada di S. Jika tidak ada sisi seperti itu, G tidak terhubung dan tidak memiliki pohon rentang minimal. Jika tidak demikian, pilih satu sisi sejenis itu (rangkaian dapat diputus secara sembarang), dan tempatkan sisi itu di S dan titiknya di T. Kembalilah ke langkah 2. (Sutarno dkk, 2005:110-111)

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Contoh 3.

Gunakan algoritma Kruskal untuk menentukan pohon rentang dengan bobot minimal dari graf berikut.



Gambar 2.6 Graf berbobot G

Penyelesaian:

Sisi-sisi graf diurut menaik berdasarkan bobotnya:

Sisi	Bobot
(A,D)	1
(E,H)	1
(A,C)	2
(D,G)	2
(E,F)	2
(F,G)	2
(H,I)	2
(I,K)	2
(A,B)	3
(B,C)	4
(B,E)	5
(C,D)	5
(C,F)	5
(H,K)	5
(I,J)	5
(J,K)	5
(F,I)	6
(G,J)	6

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Langkah 1, pilih sisi (A,D) dengan bobot 1.

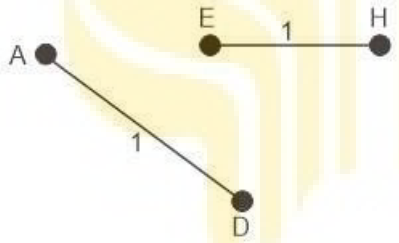
$T = \{A, D\}$

$S = \{(A, D)\}$

Langkah 2, pilih sisi (E,H) dengan bobot 1.

$T = \{A, D, H\}$

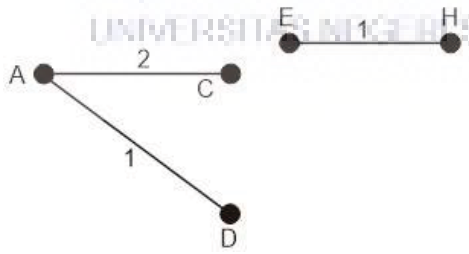
$S = \{(A, D); (E, H)\}$



Langkah 3, pilih sisi (A,C) dengan bobot 2.

$T = \{A, C, D, H\}$

$S = \{(A, C); (A, D); (E, H)\}$

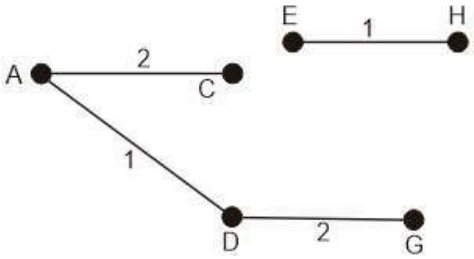


.

Langkah 4, pilih sisi (D,G) dengan bobot 2.

$T = \{A, C, D, G, H\}$

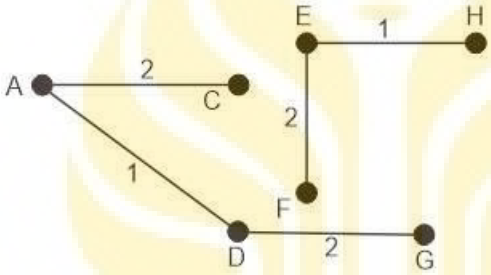
$S = \{(A, C); (A, D); (D, G); (E, H)\}$



Langkah 5, pilih sisi (E,F) dengan bobot 2.

$T = \{A, C, D, E, F, G, H\}$

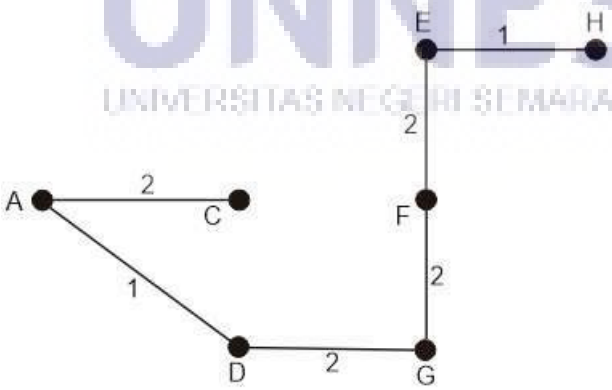
$S = \{(A, C); (A, D); (D, G); (E, F); (E, H)\}$



Langkah 6, pilih sisi (F,G) dengan bobot 2.

$T = \{A, C, D, E, F, G, H\}$

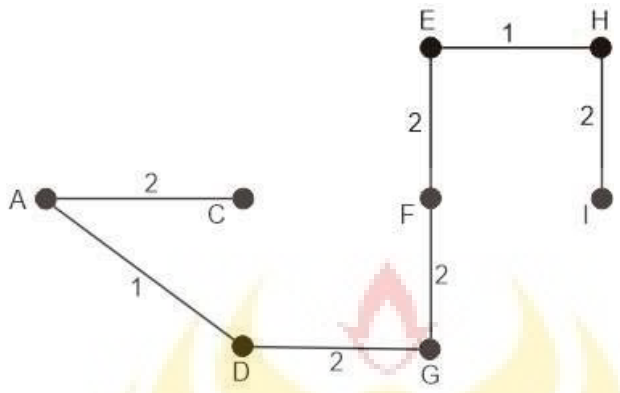
$S = \{(A, C); (A, D); (D, G); (E, F); (E, H); (F, G)\}$



Langkah 7, pilih sisi (H,I) dengan bobot 2.

$T = \{A, C, D, E, F, G, H, I\}$

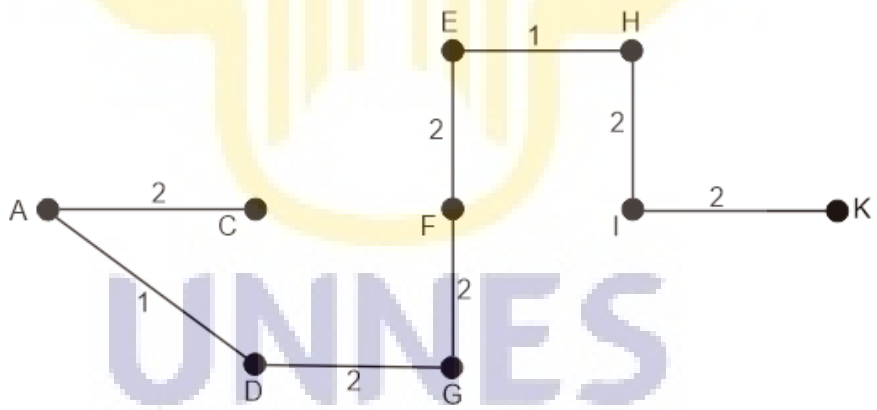
$S = \{(A, C); (A, D); (D, G); (E, F); (E, H); (F, G); (H, I)\}$



Langkah 8, pilih sisi (I,K) dengan bobot 2.

$T = \{A, C, D, E, F, G, H, I, K\}$

$S = \{(A, C); (A, D); (D, G); (E, F); (E, H); (F, G); (H, I); (I, K)\}$

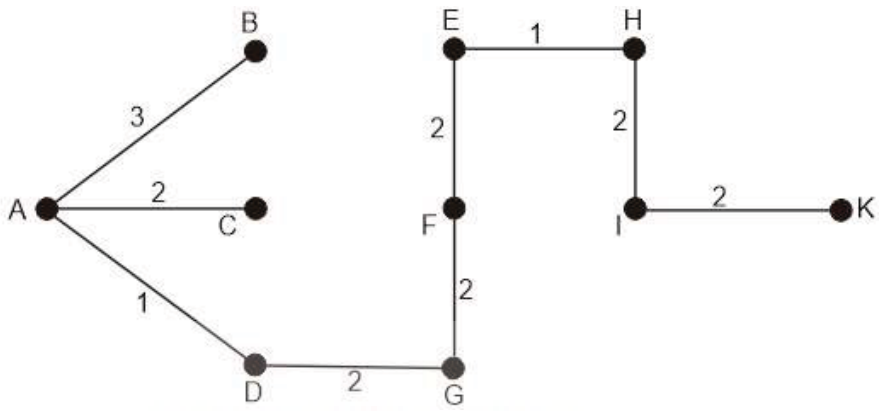


UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Langkah 9, pilih sisi (A,B) dengan bobot 3.

$T = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, K\}$

$S = \{(A, B); (A, C); (A, D); (D, G); (E, F); (E, H); (F, G); (H, I); (I, K)\}$



Langkah 10, sisi (B,C) dengan bobot 4 ditolak, karena membentuk sikel.

Langkah 11, sisi (B,E) dengan bobot 5 ditolak, karena membentuk sikel.

Langkah 12, sisi (C,D) dengan bobot 5 ditolak, karena membentuk sikel.

Langkah 13, sisi (C,F) dengan bobot 5 ditolak, karena membentuk sikel.

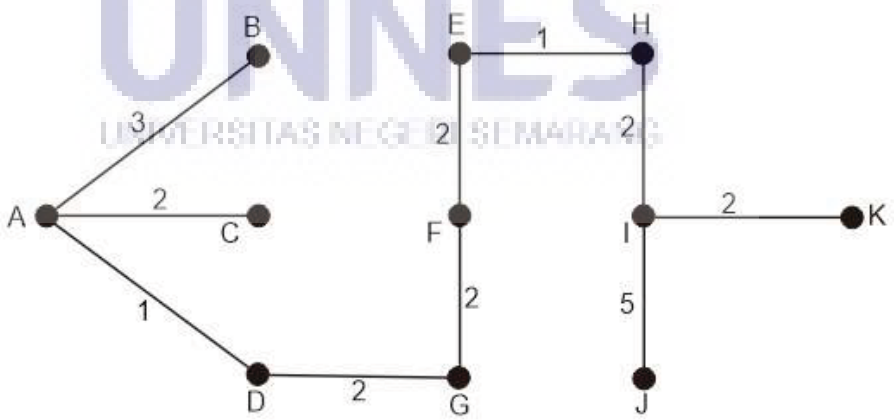
Langkah 14, sisi (H,K) dengan bobot 5 ditolak, karena membentuk sikel.

Langkah 15, pilih sisi (I,J) dengan bobot 5.

$T = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K\}$

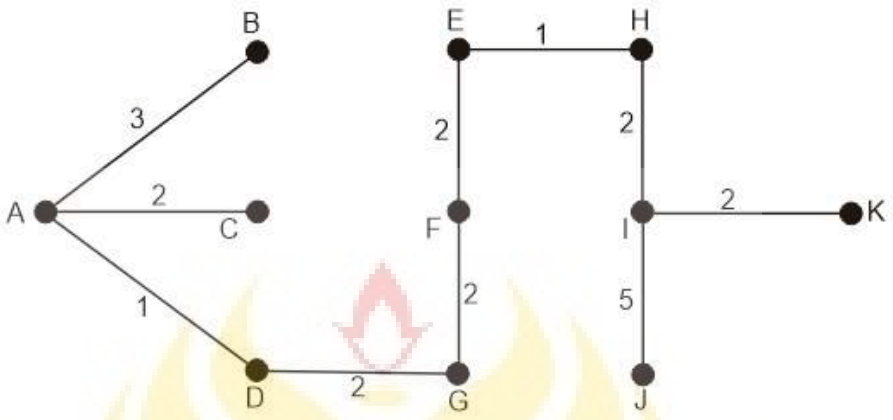
$S = \{(A, B); (A, C); (A, D); (D, G); (E, F); (E, H); (F, G); (H, I); (I, J);$

$(I, K)\}$



Langkah 15, karena S memuat 10 sisi, maka proses dihentikan.

Jadi, apabila algoritma Kruskal dilakukan terhadap graf pada Gambar 2.6, maka hasilnya diperlihatkan seprti Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pohon Rentang Minimal dari Graf G

Dengan demikian diperoleh pohon rentang dengan bobot minimal, $1 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 3 + 5 = 22$.

2.1.2.12 Algoritma Sollin

Algoritma Sollin adalah perpaduan antara algoritma Prim dan Kruskal. Pada setiap iterasi algoritma Sollin akan menghasilkan jarak minimum antara dua buah titik yang menggunakan konsep *nearest-neigbhbor*. Jadi pada setiap titik dicari titik manakah dari titik tersebut yang menghasilkan jarak terendah. Setelah setiap titik memiliki pasangannya akan diperiksa apakah *MST* yang diperoleh *connected*, jika tidak pilih sisi yang belum terpilih yang memiliki bobot terendah dan tidak membentuk sikel.

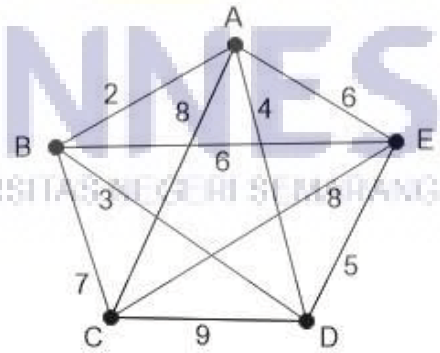
Misalkan G graf berbobot dengan *n* titik, dan $n \geq 2$. Langkah-langkah dalam algoritma Sollin adalah sebagai berikut.

a. *Nearest-neighbor* (N_k, i_k, j_k). Operasi ini menggunakan titik-titik pohon rentang N_k dan menentukan sisi (i_k, j_k) dengan bobot minimum di antara sisi yang dipancarkan dari N_k [yaitu, $c_{i_k j_k} = \min\{c_{ij}: (i,j) \in A, i \in N_k \; and \; j \notin N_k\}$]. Untuk melakukan operasi ini kita harus mengamati semua daftar sisi yang terkait dari titik-titik pada N_k, dan melihat sisi berbobot minimum di antara sisi-sisi tersebut yang memiliki satu titik akhir yang bukan termasuk dari N_k.

b. *merge*(i_k, j_k). Operasi ini menggunakan masukan dua titik i_k dan j_k, dan jika dua titik tersebut milik dua pohon yang berbeda, maka gabungkan dua pohon tersebut menjadi pohon tunggal. (ahuja dkk, 1993)

Contoh 3.

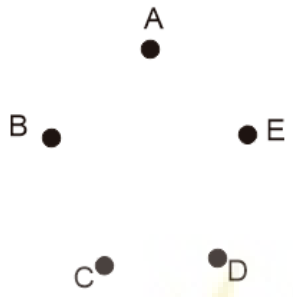
Gunakan algoritma Sollin untuk menentukan pohon rentang dengan bobot minimal dari graf berikut.



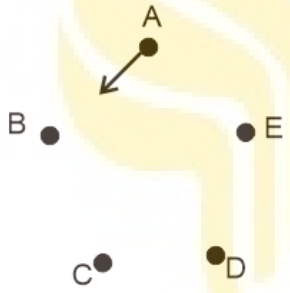
Gambar 2.8 Graf berbobot G

Penyelesaian:

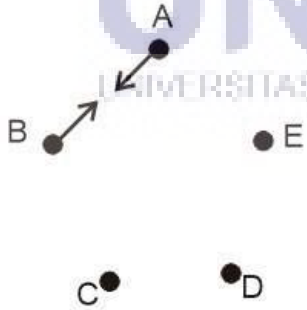
Langkah 1. Terdapat titik-titik graf G.



Langkah 2. Dari titik A, pilih sisi (A,B) karena memiliki bobot paling kecil.

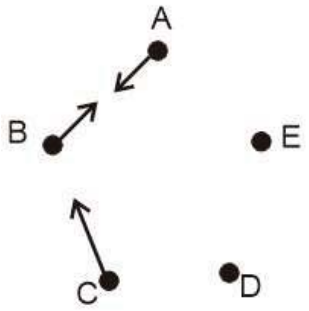


Langkah 3. Dari titik B, pilih sisi (B,A) karena memiliki bobot paling kecil.

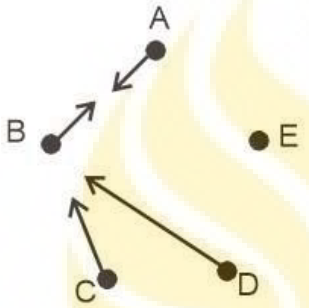


Langkah 4. Dari titik C, pilih sisi (C,B) karena memiliki bobot paling kecil.

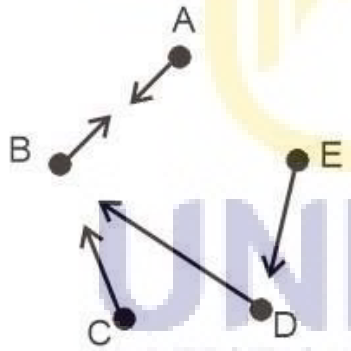
UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



Langkah 5. Dari titik D, pilih sisi (D,B) karena memiliki bobot terkecil.

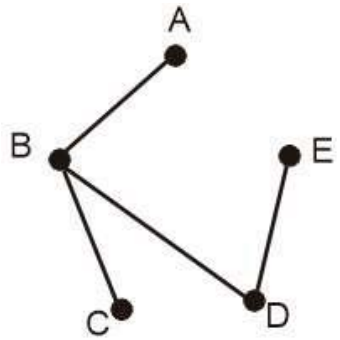


Langkah 6. Dari titik E, pilih sisi (E,D) karena memiliki bobot terkecil.



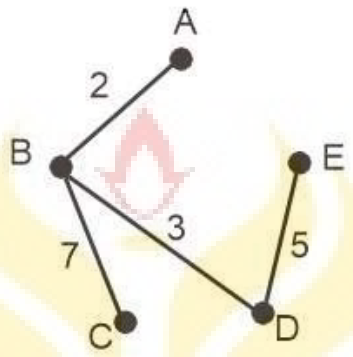
UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Dari langkah-langkah di atas diperoleh hasil sebagai berikut.



Langkah 7. Karena hanya terdapat satu pohon, maka pohon rentang tersebut merupakan pohon rentang minimal dari graf G.

Jadi, apabila algoritma Sollin dilakukan terhadap graf pada Gambar 2.9, maka hasilnya diperlihatkan seprti Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Pohon Rentang Minimal dari Graf G

Dengan demikian diperoleh pohon rentang dengan bobot minimal, 2 + 3 + 5 + 7 = 17.

2.1.3 Jenis-jenis Pipa PDAM

1. Pipa Primer

   Pipa yang menghubungkan sumber air bersih ke saluran pipa sekunder PDAM.

2. Pipa Sekunder

   Pipa distribusi yang dipergunakan untuk membagi air dari suatu wilayah pipa primer sampai ke pipa tersier.

3. Pipa Tersier

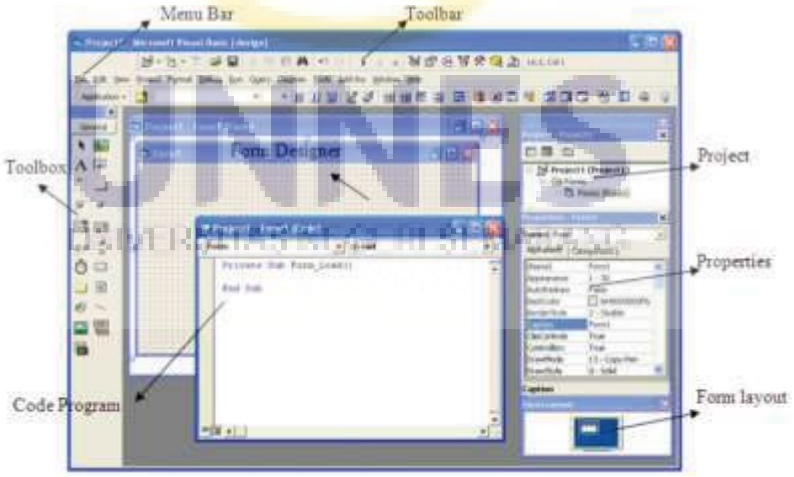
   Pipa distribusi yang langsung kerumah-rumah (konsumen).

(https://csrpdamkotabogor.wordpress.com)

2.1.4 Visual Basic

VB (Visual Basic) merupakan bahasa pemrograman komputer yang lengkap dan mudah digunakan untuk membuat suatu aplikasi dalam Microsoft Windows dengan menggunakan metode *Grafical User Interface* (GUI). Visual Basic memudahkan pemrograman untuk berinteraksi langsung dengan elemen-elemen di dalam setiap bentuk pemrograman. Microsoft Visual Basic berawal dari bahasa pemrograman BASIC (*Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code*), yaitu sebuah bahasa pemrograman.Visual Basic dapat digunakan sebagai alat bantu untuk membuat berbagai macam program komputer. Aplikasi yang dapat dihasilkan dengan bahasa pemrograman (Pandia, 2002).

IDE Microsoft Visual Basic 6 menggunakan model MDI (*Multiple Document Interface*). Untuk lebih jelasnya tampilan IDE Microsoft Visual Basic 6 dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 IDE Microsoft Visual Basic 6.0

1. *Menu Bar* digunakan untuk memilih tugas-tugas tertentu seperti menyimpan *project*, membuka *project*, dll.

2. Main *Toolbar* digunakan untuk melakukan tugas-tugas tertentu dengan cepat.
3. Jendela *Project* berisi gambaran dari semua model yang terdapat dalam aplikasi.
4. Jendela *Form Designer* merupakan tempat untuk merancang *user interface* dari aplikasi.
5. Jendela *Toolbox* berisi komponen-komponen yang dapat digunakan untuk mengembangkan *user interface*.
6. Jendela *Code* merupakan tempat untuk menulis koding.
7. Jendela *Properties* merupakan daftar properti-properti *object* yang sedang terpilih.
8. Jendela *Color Palette* adalah fasilitas cepat untuk mengubah warna suatu object.
9. Jendela *Form Layout* akan menunjukkan bagaimana form bersangkutan ditampilkan ketika runtime.

(Pandia, 2002)

2.2 Penelitian Terdahulu

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Pada penelitian Yingyu, dkk (2000) mengenai algoritma pohon rentang minimal yang efisien. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa algoritma Sollin merupan algoritma dasar yang paling efisien untuk mencari pohon rentang minimal.

Pada penelitian Rizki (2012) mengenai penerapan teori graf untuk menyelesaikan masalah *minimum spanning tree (MST)* menggunakan

algoritma kruskal. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa algoritma kruskal dapat diterapkan dalam bahasa pemrograman C/C++ dan juga memungkinkan untuk dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman yang lain.

Pada penelitian Wattimena dan Lawalata (2013) mengenai aplikasi algoritma Kruskal dalam pengoptimalan panjang pipa. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa aplikasi algoritma Kruskal untuk mencari pohon rentang minimal dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi jaringan pipa yang sudah terpasang.

Pada penelitian Pratama, dkk (2013) mengenai penggunaan algoritma Kruskal dalam jaringan pipa kecamatan Nganjuk. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan beberapa hal. Aplikasi algoritma Kruskal untuk mencari pohon rentang minimal dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi jaringan pipa yang sudah terpasang. Algoritma Kruskal dapat diterapkan menggunakan perangkat lunak Matlab.

Pada penelitian Umi Latifah dan Endang Sugiharti (2015) mengenai penerapan algoritma Prim dan Kruskal pada jaringan distribusi air PDAM Tirta Moedal cabang Semarang Utara. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penerapan algoritma Prim dan Kruskal untuk mencari pohon rentang minimal dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi jaringan pipa yang sudah terpasang. Algoritma Kruskal dan Prim dapat diterapkan pada perangkat lunak Matlab.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh simpulan sebagai berikut.

1. Hasil total panjang pipa minimal yang digunakan dari jalur distribusi pipa PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo yang diperoleh dengan algoritma Kruskal yaitu 36715 m. Sisi-sisi yang terpilih adalah $\{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_9, e_{10}, e_{11}, e_{12}, e_{13}, e_{15}, e_{16}, e_{17}, e_{19}, e_{21}, e_{22}, e_{23}, e_{24}, e_{25}, e_{27}, e_{28}, e_{29}, e_{31}, e_{32}, e_{34}, e_{35}, e_{36}, e_{40}, e_{41}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{46}, e_{47}, e_{50}, e_{51}, e_{53}, e_{54}, e_{55}, e_{57}, e_{59}, e_{60}, e_{62}, e_{63}, e_{64}, e_{65}, e_{66}, e_{67}, e_{68}, e_{69}, e_{70}, e_{71}, e_{72}, e_{73}, e_{74}, e_{75}, e_{76}, e_{77}, e_{78}\}$.
2. Hasil total panjang pipa minimal yang digunakan dari jalur distribusi pipa PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo yang diperoleh dengan algoritma Sollin yaitu 36715 m. Sisi-sisi yang terpilih adalah $\{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_9, e_{10}, e_{11}, e_{12}, e_{13}, e_{15}, e_{16}, e_{17}, e_{19}, e_{21}, e_{22}, e_{23}, e_{24}, e_{25}, e_{27}, e_{28}, e_{29}, e_{31}, e_{32}, e_{34}, e_{35}, e_{36}, e_{40}, e_{41}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{46}, e_{47}, e_{50}, e_{51}, e_{53}, e_{54}, e_{55}, e_{57}, e_{59}, e_{60}, e_{62}, e_{63}, e_{64}, e_{65}, e_{66}, e_{67}, e_{68}, e_{69}, e_{70}, e_{71}, e_{72}, e_{73}, e_{74}, e_{75}, e_{76}, e_{77}, e_{78}\}$.
3. Hasil total panjang pipa minimal yang digunakan dari jalur distribusi pipa PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo yang diperoleh dengan menggunakan

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

program aplikasi *Microsoft Visual Basic 6.0* adalah 36715 m. Sisi-sisi yang terpilih adalah $\{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_9, e_{10}, e_{11}, e_{12}, e_{13}, e_{15}, e_{16}, e_{17}, e_{19}, e_{21}, e_{22}, e_{23}, e_{24}, e_{25}, e_{27}, e_{28}, e_{29}, e_{31}, e_{32}, e_{34}, e_{35}, e_{36}, e_{40}, e_{41}, e_{43}, e_{44}, e_{45}, e_{46}, e_{47}, e_{50}, e_{51}, e_{53}, e_{54}, e_{55}, e_{57}, e_{59}, e_{60}, e_{62}, e_{63}, e_{64}, e_{65}, e_{66}, e_{67}, e_{68}, e_{69}, e_{70}, e_{71}, e_{72}, e_{73}, e_{74}, e_{75}, e_{76}, e_{77}, e_{78}\}$.

4. Hasil total panjang pipa minimal yang digunakan dari jalur distribusi pipa PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo yang diperoleh dengan menggunakan program aplikasi *Microsoft Visual Basic 6.0* sama dengan hasil yang diperoleh menggunakan cara manual. Berarti program aplikasi tersebut dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mencari pohon rentang minimal.
5. Dari hasil bobot pohon rentang minimal yang diperoleh yaitu 36715 m, dapat dilakukan penghematan pipa distribusi sepanjang 9027 m dari panjang pipa awal yaitu 45742 m.

5.2 Saran

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

1. Pada penelitian ini kasus yang digunakan tidak mengandung ketentuan khusus dalam pemilihan sisi-sisi, sehingga diharapkan dalam penelitian-penelitian selanjutnya menggunakan kasus yang mengandung ketentuan-ketentuan khusus seperti adanya sisi-sisi yang harus terpilih dalam jaringan.

2. Pada penelitian-penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan program penerapan algoritma Sollin untuk kasus-kasus umum dalam pencarian pohon rentang minimal.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR PUSTAKA

Agustini, D. H. & Rahmadi Y. E. 2004. *Riset Operasional Konsep-konsep Dasar.* Jakarta:PT. Rineka Cipta.

Ahuja, R. K., Magnanti, T. L & Orlin J. B.1993. *Network Flows: Theory, Agorithm and Application.* Prentice Hall, Engel wood Cliffs, N. J.

Budayasa, I Ketut. 2007. *Teori Graph dan Aplikasinya*. Surabaya : Unesa University Press.

Dwijanto. 2008. *Program Linear Berbantuan Komputer: Lindo, Lingo dan Solver.*Semarang: Universitas Negeri Semarang Press.

https://csrpdamkotabogor.wordpress.com diakses pada 10 Oktober 2016 pukul 12:32.

Latifah, U. dan E. Sugiharti. 2015. Penerapan Algoritma Prim dan Kruskal pada Jaringan Distribusi Air PDAM Tirta Moedal Cabang Semarang Utara. *UNNES Journal of Mathematics*, 4(1): 47-57.

Mulyono, S. 2004. *Riset Operasi*. Jakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.

Munir, R. 2005. *Matematika Diskrit.* Bandung : Informatika.

Pandia, H. 2002. *Visual Basic 6 Tingkat Lanjut.*Yogyakarta:Andi.

Prasetyo, V.Z., A. Suyitno, & Mashuri. 2013. Penerapan Algoritma Dijkstra dan Prim pada Pendistribusian Air di PDAM Kabupaten Demak. *UNNES Journal of Mathematics*, 2(1): 70-78.

Pratama, A.P., Sumarno, DEA, & Darmaji. 2013. Penggunaan Algoritma Kruskal dalam Jaringan Pipa Air Minum Kecamatan Nganjuk Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, Vol.1 No.1: 1-6.

Rizki, S. 2012. Penerapan Teori Graf untuk Menyelesaikan Masalah Minimum Spanning Tree (MST) Menggunakan Algoritma Kruskal. *Universitas Muhammadiyah Metro*, Vol.1 No.2: 142-152.

Siang, J. J. 2002. *Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Program Komputer*. Yogyakarta : Andi.

Sutarno, N. Priatna, & Nurjanah. *2005. Matematika Diskrit.* Malang: UM PRESS.

Taha, A. H. 1997. *Riset Operasi*. Jakarta: Binarupa Aksara.

Wattimena, A. Z. dan L. Sandro. 2013. Aplikasi Algoritma Kruskal dalam Pengoptimalan Panjang Pipa. *Jurnal Barekeng*, Vol.7 No.2: 13-18.

Yingyu, W., X. Yinlong, G. Xiaodong, & C. Gouliang. 2000. Efficient Minimum Spanning Tree Algorithms on the Reconfigurable Mesh. *Journal Computation Science & Technology*, Vol.15 No.2: 116-125.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG