

IMPLEMENTASI ALGORITMA PRIM PADA JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK PRIMER DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM BERBASIS GIS

Deny Wiria Nugraha*

Abstract

Optimization problem is the demanding problem for optimum solutions. The optimum (best) solution is a solution with minimum values, or maximum among a set of possible alternative solutions. In electrical distribution network, problem of demanding achievement of optimum condition of system operational performance is essential. One of the factors necessary to consider in the designing of the primary electrical distribution network is cost. Cost is closely related to length of cable used. It highlights the importance of calculating the minimum length of cable required in a network. The cable should be not only with as minimal as possible in length, but also regulated for better arrangement.

Actually, in regulating the cable installation, longer path is more frequently selected. One of the ways of achieving optimization condition is to use algorithm to determine a minimum spanning tree of the primary electrical distribution network system. In this study, the algorithm used is Prim's algorithm.

The research was conducted by designing a graph model of primary electrical distribution network in appropriate with the data obtained. Based on the graph, each was weighted for distance or length of network cable by using the ArcView GIS 3.3. The data were then calculated and simulated by using computer to gain a minimum spanning tree of the primary electrical distribution network using the Prim's algorithm.

Keyword: Graph, Minimum Spanning Tree, Prim's Algorithm

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi komputer yang demikian pesat menghasilkan prosesor dan memori dengan kecepatan kerja dan kerapatan yang tinggi. Meskipun demikian manusia selalu berusaha mencari dan menggunakan algoritma-algoritma pemrograman yang lebih cepat untuk menyelesaikan suatu permasalahan.

Banyak permasalahan yang dapat dimodelkan dengan menggunakan graf, khususnya di bidang teknik elektro dan teknologi informasi. Salah satunya adalah masalah dalam pencarian pohon merentang minimum. Termasuk didalamnya adalah mencari panjang minimum kabel dari suatu penataan jaringan distribusi listrik primer.

Masyarakat konsumen tenaga listrik saat ini selain menuntut kontinuitas pelayanan daya juga telah makin sadar akan kualitas layanan pasokan tenaga listrik yaitu kestabilan tegangan dan frekuensi. Di lain pihak produsen tenaga listrik dipacu untuk mengoperasikan sistem kelistrikan

dengan ekonomis untuk mencapai efisiensi usaha. Salah satu cara dengan mengatur sistem distribusi listrik dengan baik untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber sampai ke konsumen.

Faktor yang perlu dipertimbangkan dalam desain jaringan distribusi listrik primer adalah biaya. Biaya berkaitan erat dengan panjang kabel yang digunakan. Hal ini menyebabkan pentingnya menghitung panjang minimum kabel yang dibutuhkan dari suatu jaringan. Selain panjang kabel yang dipergunakan seminimal mungkin, juga perlu dipertimbangkan pengaturan penataan kabel tersebut. Kenyataannya, dalam mengatur pemasangan kabel, seringkali memilih jalur yang lebih panjang.

Dalam jaringan distribusi listrik primer, masalah tuntutan pencapaian kondisi optimum unjuk-kerja sistem adalah sangat penting. Kondisi tersebut dapat dicapai dengan menentukan pohon merentang minimum (*minimum spanning tree*) dari sistem jaringan distribusi listrik primer.

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

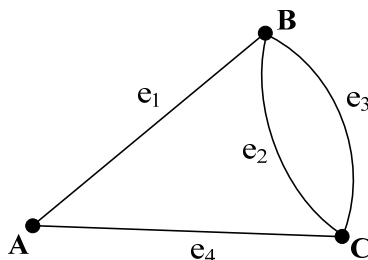
Dalam penelitian ini dirancang model jaringan distribusi listrik primer dalam suatu graf dengan bobot masing-masing berupa panjang kabel jaringannya. Selanjutnya dihitung dan disimulasikan oleh program komputer untuk mendapatkan pohon merentang minimum jaringan distribusi listrik primer dengan menggunakan algoritma Prim. Studi kasus yang diambil adalah pada jaringan distribusi listrik primer yang ada di wilayah kota Palu, Sulawesi Tengah.

Penelitian ini berkaitan dengan pencapaian efisiensi algoritma Prim yang diuji pada sistem jaringan distribusi listrik primer. Hal tersebut memberi arti bahwa perlu ditentukan panjang minimum kabel yang digunakan dan penataan kabel tersebut dalam jaringan distribusi listrik primer. Demikian juga dengan model graf jaringan distribusi serta algoritma yang tepat untuk menentukan pohon merentang minimumnya. Model graf jaringan distribusi listrik primer serta algoritma yang dipilih perlu dikaji apakah memberikan unjuk-kerja yang efisien. Hal tersebut mengartikan pula bahwa perlu dibangun program bantu untuk mencapai tujuan tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Graf (graph)

Graf G didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V, E) , ditulis dengan notasi $G = (V, E)$. Dalam hal ini, V merupakan himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertices* atau *node*) digambarkan dalam titik-titik, dan E adalah himpunan sisi-sisi (*edges* atau *arcs*) digambarkan dalam garis-garis yang menghubungkan sepasang simpul (Munir, 2009). Dapat dikatakan graf adalah kumpulan dari simpul-simpul yang dihubungkan oleh sisi-sisi. Graf dapat digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1. Graf G

Pada gambar graf G diatas, graf terdiri dari himpunan V dan E yaitu:

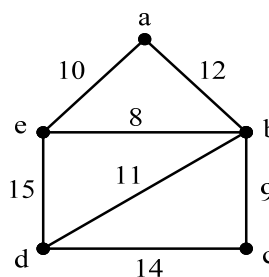
$$V = (A, B, C) \dots\dots\dots (1)$$

$$E = (e_1, e_2, e_3, e_4); \text{ bisa ditulis } \{(A,B),(B,C),(B,C),(A,C)\} \dots\dots\dots (2)$$

Graf yang merupakan salah satu cabang ilmu dalam komputer yang mempunyai peruntukan yang cukup luas dalam kehidupan nyata, diantaranya adalah penggunaan graf dalam melakukan perutean. Perutean yaitu kegiatan membuat rute atau jalur dengan tujuan tertentu. Dengan penggunaan graf akan didapatkan lintasan dengan keunggulan-keunggulan tertentu misalnya lintasan dengan biaya paling murah, lintasan dengan waktu tempuh paling cepat, lintasan dengan jarak paling pendek, dan lintasan dengan tingkat efisiensi paling tinggi. Pada bidang yang lebih luas, jika dianalogikan lintasan yang dibuat dengan alur kerja yang harus dilakukan, maka akan didapatkan efisiensi kerja dan hasil yang optimal.

2.2. Graf Berbobot (Weighted Graph)

Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga. Bobot pada tiap sisi dapat berbeda-beda bergantung pada masalah yang dimodelkan dengan graf. Bobot dapat menyatakan jarak antara dua buah tiang listrik, kapasitas, biaya perjalanan antara dua buah kota, waktu tempuh pesan (*message*) dari sebuah simpul komunikasi ke simpul komunikasi lain, ongkos produksi, dan sebagainya. Untuk lebih jelasnya, graf berbobot dapat digambarkan pada gambar 2.



Gambar 2. Graf berbobot

2.3. Pohon Merentang Minimum (Minimum Spanning Tree)

Apabila G adalah graf berbobot, maka bobot pohon merentang T dari G didefinisikan sebagai jumlah bobot semua sisi di T . Pohon merentang yang berbeda mempunyai bobot yang berbeda pula. Diantara semua pohon merentang dalam graf G , pohon merentang yang berbobot minimum dinamakan

pohon merentang minimum. Pohon merentang minimum ini mempunyai terapan yang luas dalam masalah riil (Munir, 2009).

Misalkan terdapat graf yang sangat kompleks, dimana ada beberapa alternatif untuk melakukan kunjungan-kunjungan (*visiting*) dari satu simpul ke simpul-simpul yang lainnya, tentu dapat segera dicari tahu alternatif yang terbaik untuk melakukannya. Dalam hal ini, alternatif yang cukup baik adalah dengan mencari jarak yang terdekat antar simpul itu.

Contoh: Misalkan akan dibangun jaringan distribusi listrik primer yang menghubungkan sejumlah titik tiang di suatu daerah, dalam rancangannya digambarkan pada gambar 3.

Langkah-langkah menghitung total jarak minimum dari suatu graf sebagai berikut:

- Dari suatu graf yang terbentuk, perhatikan apakah memenuhi kriteria suatu pohon merentang.
- Lakukan pelacakan secara berurutan mulai dari simpul pertama sampai dengan simpul terakhir.
- Pada setiap simpulnya perhatikan nilai (bobot) tiap-tiap sisinya.
- Ambil nilai yang paling kecil artinya jarak terpendek dari setiap sisi simpul.
- Lanjutkan sampai seluruh simpul tergambar pada pohon merentang.
- Jumlahkan nilai yang telah dipilih atau jarak minimum yang menghubungkan simpul-simpul tersebut.

2.4. Algoritma Prim

Algoritma adalah deskripsi langkah-langkah penyelesaian masalah yang tersusun secara logis atau urutan logis pengambilan keputusan

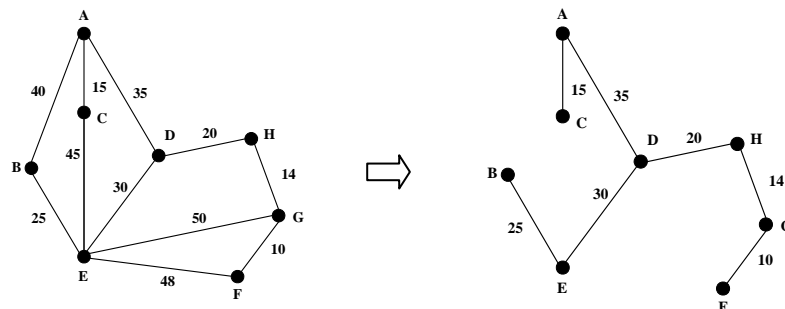
untuk pemecahan suatu masalah. Algoritma ditulis dengan notasi khusus, notasi mudah dimengerti dan notasi dapat diterjemahkan menjadi sintaks suatu bahasa pemrograman (Zakaria dan Priyono, 2006).

Algoritma Prim dimulai dari simpul yang berubah-ubah di setiap tingkatnya, diperbolehkan menambah cabang baru untuk membuat susunan pohon baru. Algoritma ini akan tertahan ketika simpul yang sedang dieksplorasi pada graf sudah sampai pada simpul yang dituju. Strategi yang digunakan adalah strategi Greedy dengan menganggap bahwa pada setiap langkah dari pohon merentang adalah *augmented* dan dipilih simpul yang nilainya paling kecil dari semua simpul yang ada (Purwanto, 2008).

Algoritma Prim menitikberatkan pada pemilihan bobot minimum berdasarkan simpul yang diambil. Dan karena tidak perlu mengurutkan terlebih dahulu, algoritma Prim cocok untuk pohon dengan jumlah simpul banyak. Algoritma Prim akan selalu berhasil menemukan pohon merentang minimum tetapi pohon merentang yang dihasilkan tidak selalu unik.

Langkah-langkah dalam algoritma Prim adalah sebagai berikut:

- Buat sebuah pohon yang terdiri dari satu simpul (*node*), dipilih secara acak dari graf.
- Buat sebuah himpunan yang berisi semua cabang di graf.
- Loop sampai semua cabang di dalam himpunan menghubungkan dua simpul di pohon
 - Hapus dari himpunan satu cabang dengan bobot terkecil yang menghubungkan satu simpul di pohon dengan satu simpul di luar pohon.
 - Hubungkan cabang tersebut ke pohon.



Gambar 3. Contoh graf rancangan jaringan distribusi listrik primer dan pohon merentang minimum yang terbentuk

Hasil telaah literatur mengindikasikan bahwa penelitian tentang penggunaan suatu algoritma untuk menentukan pohon merentang minimum dan implementasinya pada suatu graf pernah dilakukan oleh sejumlah peneliti, antara lain: Gloor, *et al.* (1993) melakukan pembuktian kebenaran suatu algoritma dengan melakukan visualisasi. Greenberg (1998) membandingkan algoritma Prim dan algoritma Kruskal dalam mencari pohon merentang minimum dengan menggunakan graf yang terhubung dengan bobot tidak negatif pada sisi-sisinya. Pop dan Zelina (2004) melakukan penelitian dengan menyajikan algoritma waktu eksponensial untuk graf tidak berarah yang memiliki simpul-simpul n yaitu algoritma heuristik berbasis Kruskal, algoritma heuristik berbasis Prim, dan algoritma heuristik berbasis pendekatan global-lokal.

2.5. Jaringan Distribusi Listrik

Menurut nilai tegangannya, saluran tenaga listrik atau saluran distribusi dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Hage, 2008):

- a. Saluran distribusi primer, terletak pada sisi primer trafo distribusi, yaitu antara titik sekunder trafo cabang (gardu induk) dengan titik primer trafo distribusi. Saluran ini bertegangan menengah 20 KV. Sistem distribusi primer digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ke pusat-pusat beban. Sistem ini dapat menggunakan kabel udara maupun kabel tanah sesuai dengan tingkat keandalan yang diinginkan dan kondisi serta situasi lingkungan. Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang daerah yang akan disuplai tenaga listrik sampai ke pusat beban.
- b. Saluran distribusi sekunder, terletak pada sisi sekunder trafo distribusi, yaitu antara titik sekunder dengan titik cabang menuju beban. Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem radial.

3. Metode Penelitian

3.1 Bahan penelitian

Data yang merupakan bahan penelitian ini dikumpulkan melalui beberapa metode sebagai berikut:

- a. Studi literatur, yaitu penelusuran literatur mengenai dasar pengetahuan tentang hal-hal yang berkaitan dengan penelitian ini. Metode ini dilakukan dengan cara mencari buku-buku, artikel-artikel, dan jurnal-jurnal ilmiah mengenai algoritma khususnya mengenai graf, pohon merentang minimum dan algoritma Prim.
- b. Pengumpulan data panjang kabel jaringan distribusi listrik primer yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) cabang Palu rayon kota. Pada penelitian ini yang digunakan adalah data jaringan distribusi listrik primer (jaringan tegangan menengah) dengan dua penyulang (*feeder*) yang ada pada wilayah kerja PT. PLN (Persero) cabang Palu rayon kota yaitu penyulang Elang dan penyulang Dechu.
- c. Melakukan pengamatan secara langsung pada jaringan distribusi listrik primer yang ada di kota Palu untuk menyesuaikan dengan data yang diterima dari PT. PLN (Persero) cabang Palu rayon kota dengan kondisi yang sebenarnya di lokasi penelitian.
- d. Bahan pendukung penelitian lainnya berupa data denah/peta kota Palu dan sekitarnya.

3.2 Alat penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: perangkat keras (*hardware*) berupa komputer dengan prosesor Intel Core 2 CPU T5500 1,66 GHz, memori 2,49 GB RAM, hard disk 320 GB dan monitor 15,4 inci. Perangkat lunak (*software*) berupa sistem operasi Microsoft Windows XP dan program ArcView GIS versi 3.3.

3.3 Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dalam bidang teknik elektro khususnya bidang rekayasa perangkat lunak dan algoritma komputer. Penelitian ini melakukan eksperimen dengan cara merancang dan mengembangkan suatu perangkat lunak yang akan diterapkan pada proses pencarian pohon merentang minimum (*minimum spanning tree*) suatu jaringan distribusi listrik primer dengan menggunakan algoritma Prim.

3.4 Tahapan penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Melakukan pengamatan dan pengumpulan data jaringan distribusi listrik primer pada PT. PLN (Persero) cabang Palu rayon kota.
- b. Instalasi program yang dibutuhkan serta pengaturannya.

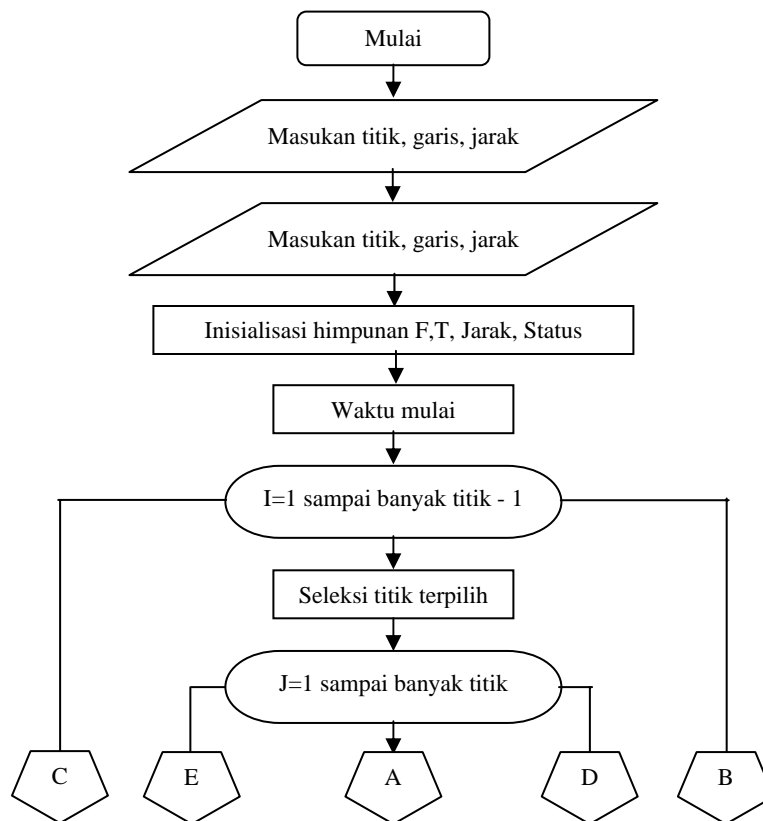
- c. Melakukan persiapan data yang telah ada sehingga dapat digunakan oleh program aplikasi.
- d. Merancang model graf jaringan distribusi listrik primer sesuai dengan data yang diperoleh, kemudian dari graf tersebut diberi bobot masing-masing berupa jarak atau panjang kabel dengan menggunakan program ArcView GIS 3.3.
- e. Dengan menggunakan algoritma Prim, ditentukan pohon merentang minimum dari model graf berbobot pada jaringan distribusi listrik primer, kemudian dihitung dan disimulasikan oleh program ArcView GIS 3.3 untuk mendapatkan jumlah total panjang minimum kabel yang digunakan.
- f. Melakukan pengujian dan menarik kesimpulan dari hasil pengujian tersebut.

3.5 Tahapan Proses Implementasi Algoritma Prim pada Jaringan Distribusi Listrik Primer

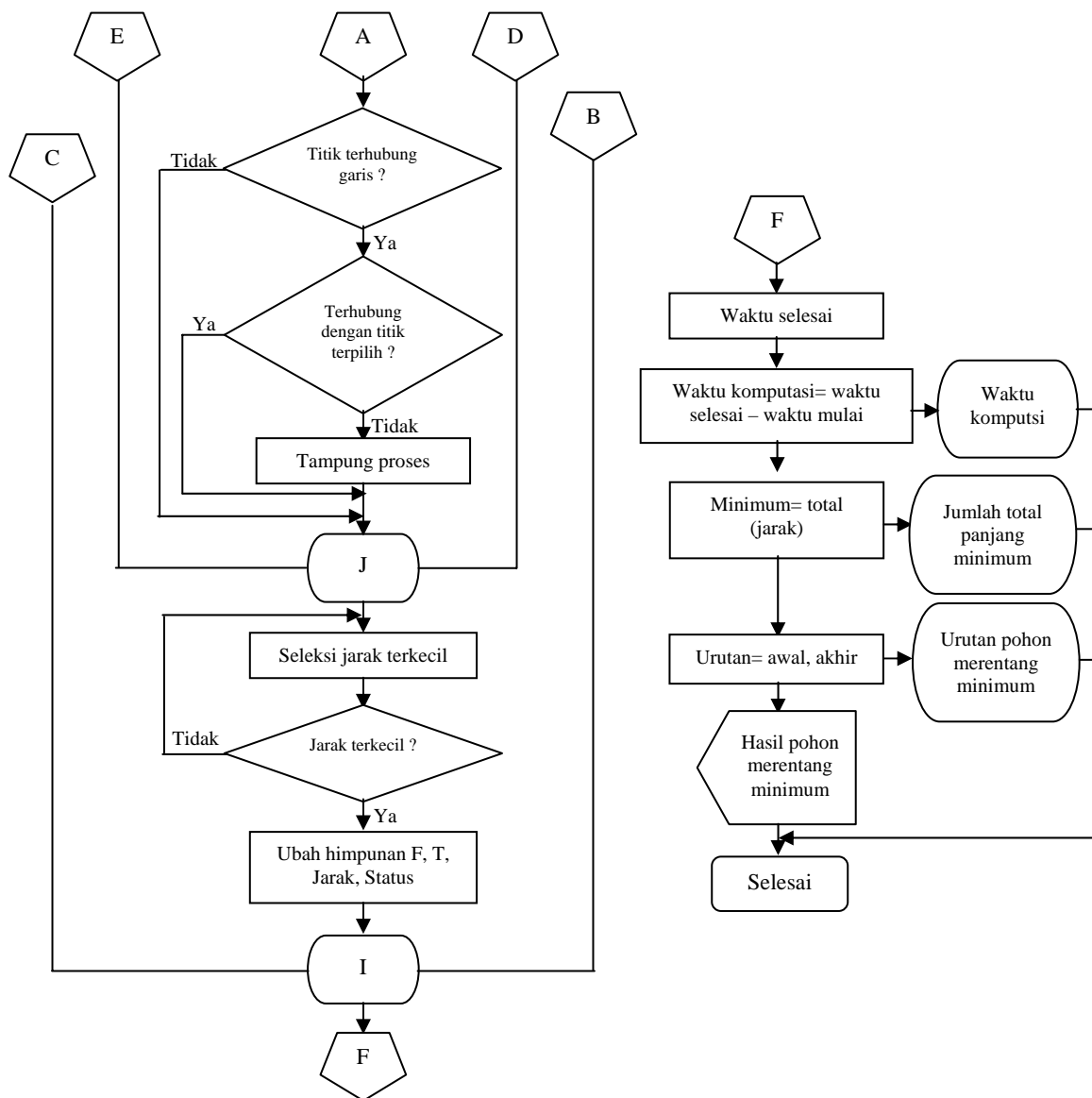
Data yang diperoleh dari lokasi penelitian mengenai jarak atau panjang kabel jaringan distribusi

listrik primer yang menghubungkan titik-titik tiang, gardu distribusi dan LBS/ABS dimasukkan ke dalam sistem dengan dukungan peta kota Palu yang telah dibuat sebelumnya pada program ArcView GIS 3.3 untuk mendapatkan model graf berbobot yang sesuai dengan kondisi yang ada di lokasi penelitian.

Titik tiang, titik gardu dan titik LBS/ABS distribusi listrik tersebut dihubungkan dengan garis/kabel sesuai dengan jarak masing-masing yang kemudian membentuk suatu graf berbobot dengan menggunakan program ArcView GIS 3.3. Kemudian diproses dengan metode algoritma Prim untuk mendapatkan hasil berupa pohon merentang minimum dari jaringan distribusi listrik primer, urutan pohon merentang minimum dan waktu komputasi dalam pencarian pohon merentang minimum tersebut. Keseluruhan tahapan proses algoritma Prim dalam mencari pohon merentang minimum pada jaringan distribusi listrik primer dapat dijelaskan dengan *flowchart* pada gambar 4.



Gambar 4. Flowchart proses algoritma Prim



Gambar 4. Flowchart proses algoritma Prim (lanjutan)

4. Hasil dan Pembahasan

Implementasi algoritma Prim dengan menggunakan program ArcView GIS 3.3 melalui beberapa tahapan proses sampai didapatkan pohon merentang minimum jaringan distribusi listrik primer, informasi jaringan distribusinya, informasi urutan pohon merentang minimum, informasi jumlah total panjang minimum kabel yang menghubungkan semua titik tiang, dan informasi waktu komputasi dalam mendapatkan pohon

merentang minimum jaringan distribusi listrik primer serta grafik hasil pengujian implementasi algoritma Prim. Langkah-langkah implementasi sistem ini dapat digambarkan pada gambar 5 dan gambar 6.

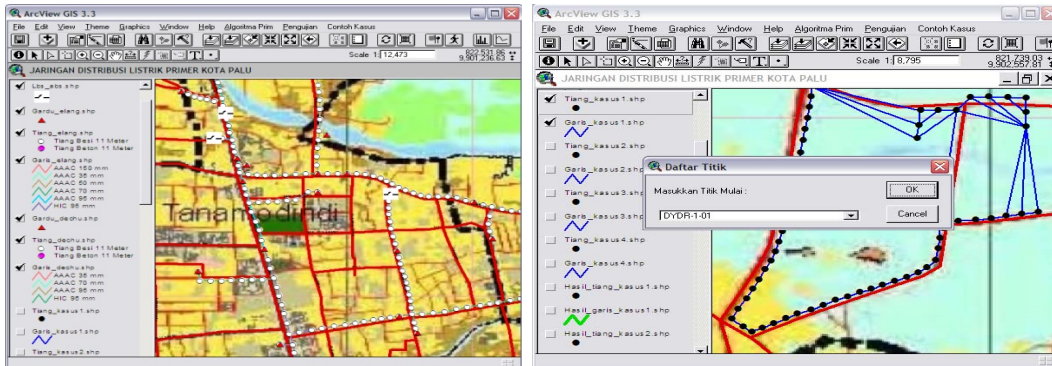
4.1 Pengujian sistem

Contoh pengujian sistem menggunakan model graf berbobot dengan jumlah titik/simpul

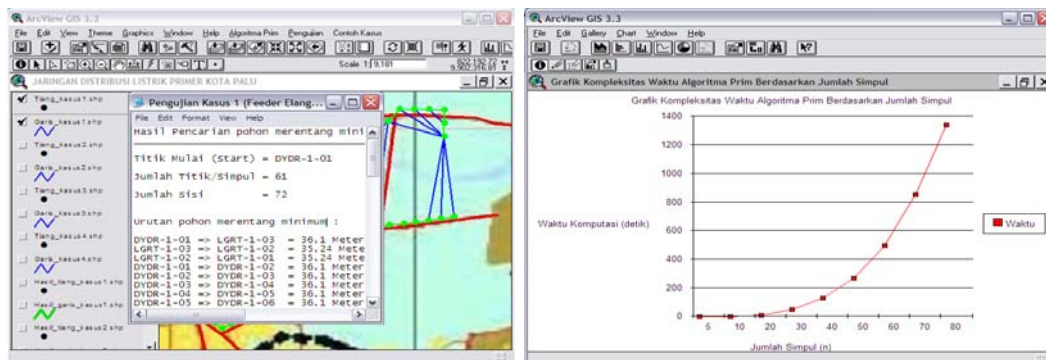
sebanyak 76 buah dan jumlah sisi sebanyak 83 buah.

Model graf berbobot jaringan distribusi listrik primer yang diuji pada pengujian ini diambil dari titik-titik tiang yang ada pada penyulang Elang. Titik-titik tiang tersebut dihubungkan dengan garis

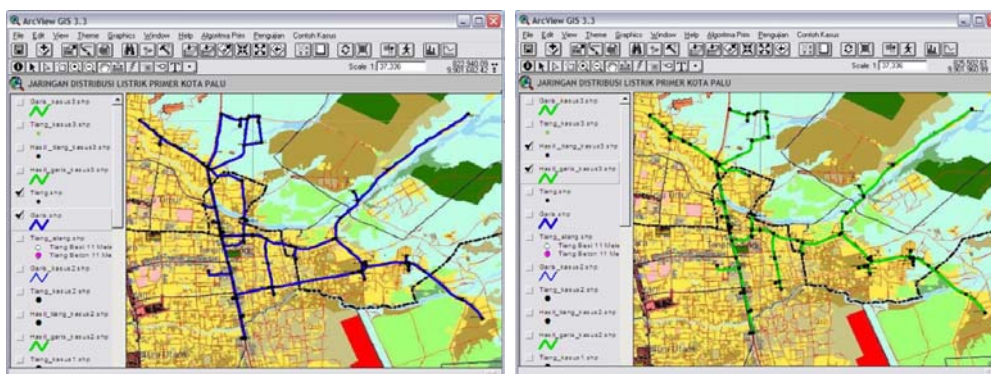
(kabel) yang datanya sesuai dengan jarak/panjang kabelnya. Penamaan kode titik tiang disesuaikan dengan kode tiang yang telah terpasang pada penyulang Elang. Model graf berbobot yang dibentuk pada pengujian ini dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 5. Tampilan halaman awal sistem dan tampilan pemilihan titik tiang mulai implementasi algoritma Prim pada jaringan distribusi listrik primer dengan program ArcView GIS 3.3



Gambar 6. Tampilan hasil proses implementasi algoritma Prim pada jaringan distribusi listrik primer dengan menggunakan program ArcView GIS 3.3



Gambar 7. Model graf berbobot dan pohon merentang minimum jaringan distribusi listrik primer pada penyulang (feeder) Elang

4.2 Analisa kemampuan sistem

Penggunaan program ArcView GIS 3.3 pada penelitian ini adalah untuk menampilkan jaringan distribusi listrik primer sesuai dengan data yang diperoleh pada PT. PLN (Persero) cabang Palu rayon kota untuk dua penyulang (*feeder*) yaitu penyulang Dechu dan penyulang Elang. Program ini digunakan untuk memodelkan data jaringan distribusi listrik primer ke dalam graf atau gambar desain jaringan distribusi dengan latar belakang peta kota Palu yang sesuai dengan kondisi geografis. Graf atau gambar desain jaringan tersebut berupa titik-titik tiang, gardu dan LBS/ABS yang dihubungkan dengan kabel jaringan yang masing-masing memiliki jarak/panjang. Data jaringan distribusi listrik primer ini dapat diolah sehingga memiliki kelengkapan informasi.

Kemudian dengan bantuan pemrograman bahasa *script avenue* yang ada pada ArcView GIS 3.3 dan dengan menggunakan metode algoritma Prim, graf jaringan distribusi listrik primer dapat disimulasikan untuk mendapatkan pohon merentang minimum dari kabel yang menghubungkan antara titik-titik tiang distribusi listrik primer, menampilkan jumlah total panjang dan urutan pohon merentang minimumnya serta waktu komputasi untuk mencari pohon merentang minimum tersebut.

Kemampuan yang bisa dilakukan sistem implementasi algoritma Prim adalah sebagai berikut:

- Menampilkan peta jaringan distribusi listrik primer berdasarkan kondisi geografis.
- Mampu mengolah data spasial dan non spasial.
- Menyediakan fasilitas pembesaran peta (*zoom*) dan penggeseran peta (*pan*).
- Kemudahan dalam peletakan titik-titik tiang, gardu, dan LBS/ABS.
- Kemudahan dalam menggambar garis (kabel) yang sesuai dengan kondisi geografis.
- Memberikan kebebasan pada pengguna untuk menampilkan layar peta mana yang akan ditampilkan.
- Kemudahan dalam mendesain jaringan distribusi listrik primer.
- Menampilkan secara keseluruhan informasi jaringan distribusi listrik primer.
- Menampilkan model graf berbobot jaringan distribusi listrik primer.
- Menampilkan pohon merentang minimum jaringan distribusi listrik primer secara visual dengan menggunakan algoritma Prim.

- Menampilkan informasi urutan pohon merentang minimum, jumlah total panjang minimum kabel dan waktu komputasi dalam pencarian pohon merentang minimum.

- Menampilkan grafik hasil pengujian implementasi algoritma Prim.

Hasil analisa implementasi algoritma Prim dengan menggunakan program ArcView GIS 3.3 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Menggunakan beberapa *script* untuk implementasi algoritma Prim, yaitu script untuk tampilan awal, script untuk masuk ke sistem, script untuk keluar dari sistem, script untuk memilih titik tiang mulai, script untuk membuat tabel hasil pengujian (tabel Hasil_Prim), script untuk proses algoritma prim, script untuk *refresh* sistem, script untuk menampilkan grafik pengujian berdasarkan waktu dan jarak, dan script untuk menampilkan grafik implementasi algoritma Prim berdasarkan jumlah simpul dan jumlah sisi. Script-script tersebut juga digunakan untuk mengolah data spasial dan data non spasial yang ada pada sistem yang dibuat dengan program ArcView GIS 3.3.
- Proses algoritma Prim dikerjakan dengan menggunakan tabel-tabel yang saling dihubungkan melalui perintah-perintah yang ada dalam *script avenue*. Tabel-tabel tersebut dibuat dan dihubungkan melalui perintah yang ada di script bertujuan untuk menyimpan himpunan titik-titik yang belum terhubung, menyimpan himpunan titik-titik yang sudah terhubung, menyimpan status dari titik-titik tiang yang sudah terhubung di pohon merentang minimum, menyimpan himpunan jarak yang menghubungkan titik-titik tiang, dan menyimpan hasil algoritma Prim dalam mencari pohon merentang minimum. Hasil akhir proses algoritma Prim akan disimpan ke dalam tabel-tabel yang ada dalam basis data program ArcView GIS 3.3.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan serangkaian pengujian dan analisa dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Program yang dibuat terbukti mampu mengimplementasikan algoritma Prim dalam pencarian pohon merentang minimum. Implementasinya dilakukan dengan cara membentuk graf berbobot jaringan distribusi listrik primer berdasarkan data yang diperoleh

dari lokasi penelitian. Kemudian dicari pohon merentang minimumnya dengan menggunakan algoritma Prim dan dihasilkan informasi jumlah total jarak/panjang minimum kabel yang menghubungkan semua titik tiang distribusi listrik primer dan waktu komputasi dalam pencarian pohon merentang minimum tersebut.

- b. Berdasarkan hasil pengujian, waktu komputasi algoritma Prim dalam mencari pohon merentang minimum suatu graf berbobot akan bertambah naik seiring dengan bertambahnya jumlah titik/simpul dan jumlah sisi graf berbobot tersebut. Sehingga hasil pengujian implementasi algoritma Prim bersifat kuadratik. Dengan kompleksitas waktu algoritma Prim tersebut yang bersifat kuadratik dan berbentuk polinomial dalam n , dengan n adalah ukuran jumlah simpul dan jumlah sisi, maka dapat dibuktikan juga bahwa algoritma Prim termasuk dalam kategori algoritma yang baik atau algoritma yang efisien untuk memecahkan masalah pencarian pohon merentang minimum suatu graf berbobot jaringan distribusi listrik primer.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- a. Implementasi algoritma Prim dalam mencari pohon merentang minimum pada jaringan distribusi listrik primer masih perlu dikaji lebih mendalam lagi selain menggunakan parameter panjang kabel jaringan distribusi listrik sebagai bobot dari grafnya. Pengembangan selanjutnya dapat menggunakan parameter lainnya, yaitu nilai arus dan tegangan yang mengalir pada jaringan, kapasitas daya dan beban listriknya, pengaruh frekuensi, dan rugi-rugi tegangan dan daya yang ada pada jaringan distribusi listrik primer.
- b. Peta yang digunakan sebagai dasar desain model graf berbobot dalam pencarian pohon merentang minimum sebaiknya menggunakan peta yang sesuai dengan topografi suatu wilayah.

6. Daftar Pustaka

- Gloor, P. A., Johnson, D. B., Makedon, F., Metaxas, P., 1993, *A Visualization System for Correctness Proofs of Graph Algorithms*, http://www.wellesley.edu/CS/pmetaxas/visual_proofs.pdf, Computer Science Education, [19 Maret 2010].
- Greenberg, H. J., 1998, *Greedy Algorithm for Minimum Spanning Tree*, <http://glossary.computing.society.informs.org/notes/spanningtree.pdf>, University of Colorado, Denver, [19 Maret 2010].
- Hage, 2008, *Dunia Listrik: Sistem Distribusi Tenaga Listrik*, <http://dunia-listrik.blogspot.com/2008/12/sistem-distribusi-tenaga-listrik.html>, [3 Maret 2009].
- Kadir, A., 2006, *Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Kristanto, A., 2008, *Perancangan Sistem Informasi dan Aplikasinya*, Gava Media, Yogyakarta.
- Marsudi, D., 2006, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Mehta, D. P., Sahni, S., 2005, *Handbook of Data Structures and Applications*, Chapman & Hall/CRC Computer and Information Science Series, United States of America.
- Munir, R., 2009, *Matematika Diskrit*, Edisi 3, Informatika, Bandung.
- Oetomo, B. S., 2002, *Perencanaan dan Pembangunan Sistem Informasi*, Andi, Yogyakarta.
- Pop, P. C., Zelina, I., 2004, *Heuristic Algorithms for the Generalized Minimum Spanning Tree Problem*, http://emis.library.cornell.edu/journals/AUA/acta8/Pop_Zelina.pdf, Proceedings of the International Conference on Theory and Applications of Mathematics and Informatics (ICTAMI), Thessaloniki, Greece, [19 Maret 2010].
- Prahasta, E., 2004, *Sistem Informasi Geografis: ArcView Lanjut Pemrograman Bahasa Script Avenue*, Informatika, Bandung.
- Prahasta, E., 2009, *Sistem Informasi Geografis: Tutorial ArcView*, Informatika, Bandung.
- Purbasari, I. Y., 2007, *Desain Dan Analisis Algoritma*, Edisi 1, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Purwanto, E. B., 2008, *Perancangan Dan Analisis Algoritma*, Edisi 1, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Zakaria, T. M., Prijono, A., 2006, *Konsep Dan Implementasi Struktur Data*, Informatika, Bandung.