

Implementation Of Prim's Algorithm In Primary Electrical Distribution Network

Kustanto ⁴⁾

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—an algorithm in graph theory to seek a minimum spanning tree for a weighted connected graph. In other word, it is a set of parts from branches of a tree consisting of all vertices, where the entire weight of all the branches of tree is the lowest.

The study 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 and Delphi 7. 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. Finally, time complexity in implementation of Prim's algorithm in the primary electrical distribution network was studied in relation to efficiency of the algorithm.

Keywords: Minimum Spanning Tree, Prim's Algorithm, Time Complexity

⁴⁾ Staf Pengajar STMIK Sinar Nusantara Surakarta

I. Pendahuluan

Ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan begitu pesatnya. Seiring dengan itu muncul berbagai masalah yang baru, antara lain masalah optimasi. Masalah optimasi ini beraneka ragam tergantung dari bidangnya, misalnya dalam industri antara lain pengaturan jam kerja karyawan, jumlah persediaan bahan baku, jalur distribusi yang optimal, dan sebagainya.

Permasalahan optimasi (*optimization problems*) yaitu permasalahan yang menuntut pencarian solusi optimum. Solusi optimum (terbaik) adalah solusi yang bernilai minimum atau maksimum dari sekumpulan alternatif solusi yang mungkin terjadi. Permasalahan optimasi dapat dipecahkan dengan menggunakan suatu algoritma yang bekerja dengan teknologi komputer.

Banyak permasalahan yang dapat dimodelkan dengan menggunakan graf, khususnya di bidang 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. Pada saat ini terdapat sejumlah algoritma komputer yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut antara lain

algoritma Borůvka, algoritma Kruskal, algoritma Sollin, dan algoritma Prim. Algoritma Prim merupakan algoritma di dalam teori graf yang dapat membentuk pohon merentang minimum langkah per langkah (Purbasari, 2007).

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. Selanjutnya dengan mengkaji unjuk-kerja algoritma Prim berupa kompleksitas waktu sehubungan dengan efisiensi algoritma tersebut.

II. Perumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Memodelkan graf jaringan distribusi serta algoritma yang tepat untuk menentukan pohon merentang minimumnya.
- b. Pembuatan program untuk mencari kompleksitas waktu algoritma Prim pada kasus jaringan distribusi listrik primer.

III. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuktikan/menguji bahwa algoritma Prim dapat digunakan untuk menentukan pohon merentang minimum suatu graf berbobot pada jaringan distribusi listrik primer.
2. Mengetahui unjuk-kerja implementasi algoritma Prim berupa kompleksitas waktunya dalam menentukan pohon merentang minimum suatu jaringan distribusi listrik primer.

IV. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap dunia akademisi yaitu untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tentang algoritma yang merupakan salah satu cabang ilmu komputer, khususnya mengenai graf, pohon merentang minimum dan kompleksitas waktu algoritma Prim.

Penelitian ini diharapkan juga dapat memberikan masukan kepada praktisi dalam melakukan perbaikan dan pemeliharaan serta desain jaringan distribusi listrik primer. Sehingga dapat memudahkan melakukan perhitungan dan monitoring terhadap sistem jaringan distribusi listrik dan dapat membantu memecahkan permasalahan yang ada dalam jaringan.

V. Metode Penelitian

5.1. Bahan Penelitian

Data yang merupakan bahan penelitian ini dikumpulkan melalui beberapa metode antara lain 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 yang merupakan salah satu cabang ilmu komputer, khususnya mengenai graf, pohon merentang minimum dan algoritma Prim.
- b. Pengumpulan data panjang kabel jaringan distribusi listrik primer yang diperoleh dari PT. PLN (Persero). Pada penelitian ini yang digunakan adalah data jaringan distribusi listrik primer (jaringan tegangan menengah).

5.2. Alat Penelitian

Alat penelitian yang digunakan dalam perancangan sistem meliputi kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras. Ada beberapa perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- Sistem Operasi Microsoft Windows XP SP2.
- ArcView GIS 3.3 dan Ms. Borland Delphi 7.0.
- Microsoft Office 2007.

Sedangkan perangkat kerasnya berupa satu unit komputer Laptop dengan spesifikasi yang cukup untuk menjalankan perangkat-perangkat lunak diatas. Spesifikasi yang dimaksud meliputi:

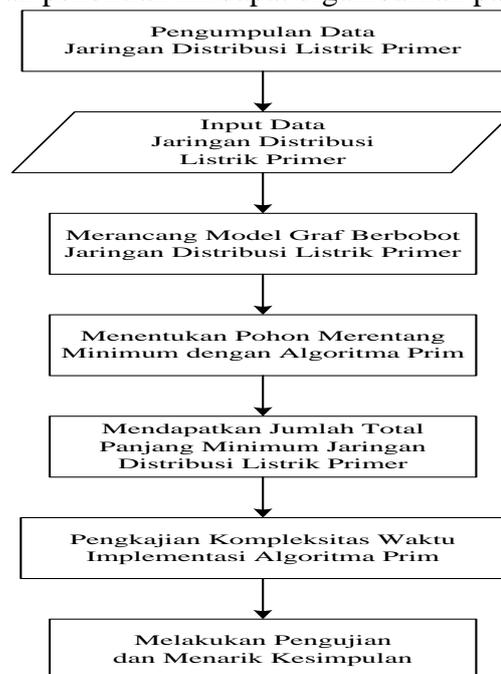
- Prosesor Intel Celeron 1.6 GHz.
- Ram 1 GB.
- Hard dis drive 160 GB
- Mouse dan layar LCD 14” untuk menampilkan informasi dan data.
- Printer

Cara Penelitian

1. Melakukan pengamatan dan pengumpulan data jaringan distribusi listrik primer pada PT. PLN (Persero).
2. Instalasi program aplikasi yang dibutuhkan, seperti (ArcView GIS 3.3, Microsoft office 2007 dan BMs. Borland Delphi 7.0) dan program pendukung lainnya yang digunakan dalam penelitian.
3. Melakukan persiapan data yang telah ada sehingga dapat digunakan oleh program aplikasi.

4. Perancangan dan implementasi sistem penentuan pohon merentang minimum menggunakan algoritma Prim. Dalam hal ini dilakukan perancangan diagram konteks, use case, diagram alir data, relasi tabel dan flowchart proses penentuan pohon merentang minimum dari model graf berbobot pada jaringan distribusi listrik primer.
5. 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 dan program Delphi 7.0.
6. 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 dan program Delphi 7 untuk mendapatkan jumlah total panjang minimum kabel yang digunakan.
7. Langkah selanjutnya dengan mengkaji unjuk-kerja implementasi algoritma Prim berupa kompleksitas waktunya sehubungan dengan efisiensi algoritma tersebut.
8. Melakukan pengujian dan menarik kesimpulan dari hasil pengujian tersebut.

Tahapan-tahapan penelitian ini dapat digambarkan pada gambar 5.1.



Gambar 5.1. Bagan tahapan penelitian

Kesulitan-kesulitan yang dihadapi dalam penelitian ini dan cara mengatasi kesulitan-kesulitan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

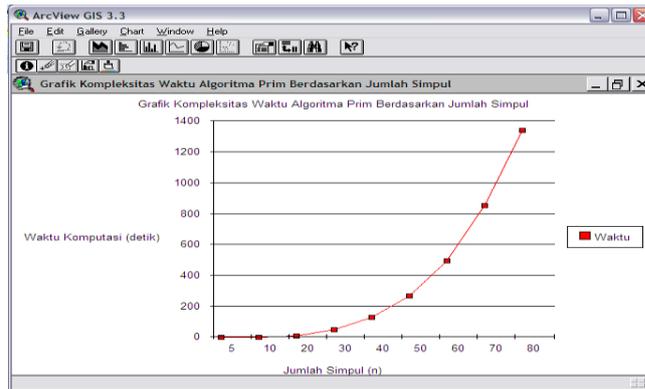
1. Kesulitan dalam merancang model graf pada jaringan distribusi listrik primer sesuai dengan data sebenarnya yang diperoleh di lokasi penelitian mengenai jarak atau panjang kabel masing-masing jaringan. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan program ArcView GIS 3.3 dan program Delphi 7 yang dapat menggambarkan graf tersebut dengan diberikan bobot masing-masing sesuai dengan data jarak atau panjang kabel pada jaringan.
2. Kesulitan dalam menghitung dan mengetahui unjuk-kerja implementasi algoritma Prim pada jaringan distribusi listrik primer. Unjuk-kerja tersebut berupa lama waktu komputasi (kompleksitas waktu) untuk mendapatkan pohon merentang minimum dengan jumlah simpul dan jumlah sisi yang berbeda pada graf yang dirancang. Kesulitan tersebut dapat diatasi dengan cara menggunakan program ArcView GIS 3.3 dan program Delphi 7 untuk menghitung dan mensimulasikan pohon merentang minimum yang diperoleh dari implementasi algoritma Prim tersebut.

VI. Hasil Dan Pembahasan

6.1. Hasil Penelitian

6.1.1. Implementasi Sistem Pengkajian Kompleksitas Waktu Implementasi Algoritma Prim dengan Menggunakan Program ArcView GIS 3.3

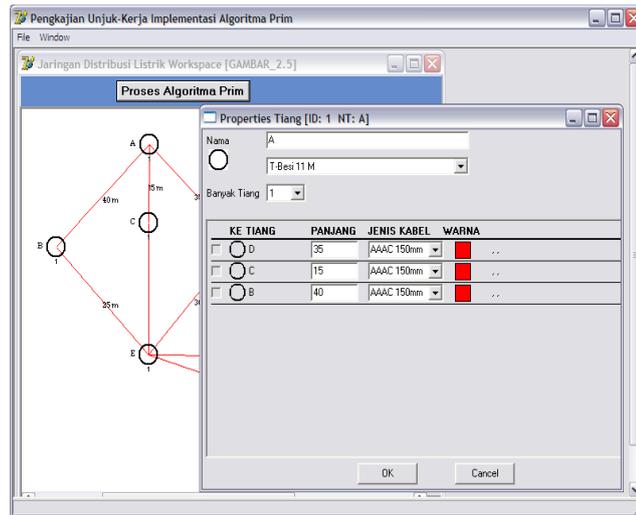
Implementasi sistem pengkajian kompleksitas waktu implementasi algoritma Prim dengan menggunakan program ArcView GIS 3.3 melalui beberapa tahapan proses sampai didapatkan pohon merentang minimum jaringan distribusi listrik primer, informasi jaringan distribusinya, informasi urutan pohon merentang minimum, 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 kompleksitas waktu implementasi algoritma Prim. Gambar 6.1. Tampilan hasil proses pencarian pohon merentang minimum jaringan distribusi listrik primer dengan algoritma Prim pada ArcView GIS 3.3



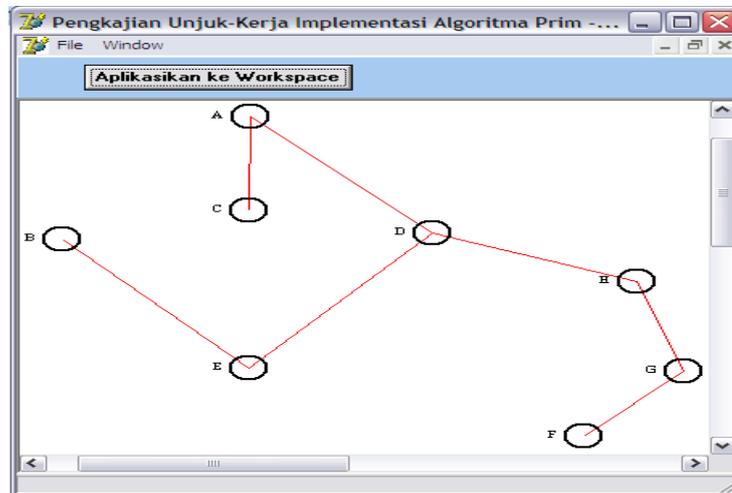
Gambar 6.1. Tampilan grafik kompleksitas waktu implementasi algoritma Prim

6.1.2. Implementasi Sistem Pengkajian Kompleksitas Waktu Implementasi Algoritma Prim dengan Menggunakan Program Delphi 7

Sistem yang dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7 digunakan khusus untuk melakukan pengujian kompleksitas waktu implementasi algoritma Prim. Implementasi sistem ini juga melalui beberapa tahapan proses sampai didapatkan pohon merentang minimum suatu graf berbobot, informasi urutan pohon merentang minimumnya, informasi jumlah total panjang minimum kabel, informasi waktu komputasi dalam mendapatkan pohon merentang minimumnya dan grafik hasil pengujian kompleksitas waktu implementasi algoritma Prim. Langkah-langkah implementasi sistem ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 6.2. Tampilan proses menghubungkan titik tiang dengan garis



Gambar 6.3. Tampilan hasil proses pencarian pohon merentang minimum jaringan distribusi listrik primer dengan algoritma Prim pada Delphi 7



Gambar 6.4. Tampilan grafik hasil pengujian implementasi algoritma Prim

6.1.3. Analisa Kemampuan Sistem

Kemampuan yang bisa dilakukan sistem pengkajian kompleksitas waktu implementasi algoritma Prim dijelaskan pada tabel 6.1.

Tabel 6.1. Hasil analisa kemampuan sistem

Sistem dengan Program ArcView GIS 3.3	Sistem dengan Program Delphi 7
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menampilkan peta jaringan distribusi listrik primer berdasarkan kondisi geografis. ▪ Mampu mengolah data spasial dan non spasial. ▪ Menyediakan fasilitas pembesaran peta (<i>zoom</i>) dan penggeseran peta (<i>pan</i>). ▪ Kemudahan dalam peletakan titik-titik tiang, gardu, dan LBS/ABS. ▪ Kemudahan dalam menggambar garis 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 informasi secara keseluruhan jaringan distribusi listrik primer. ▪ Menampilkan model graf berbobot 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menampilkan graf berbobot jaringan distribusi listrik primer dengan jarak/panjang kabel sebagai bobotnya yang menghubungkan antara titik-titik tiang distribusi. ▪ Menampilkan pohon merentang minimum jaringan distribusi listrik primer secara visual dengan menggunakan algoritma Prim. ▪ Mampu menyimpan secara visual model graf berbobot dan hasil pohon merentang minimumnya. ▪ Menampilkan matriks ketetanggaan (<i>adjacency matrix</i>) yang berisi jarak yang menghubungkan antara titik-titik tiang. ▪ Menampilkan informasi urutan pohon merentang minimum, jumlah total panjang minimum kabel dan waktu komputasi dalam pencarian pohon merentang minimum.

Sistem dengan Program ArcView GIS 3.3	Sistem dengan Program Delphi 7
<p>jaringan distribusi listrik primer.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 kompleksitas waktu implementasi algoritma Prim. ▪ Sebagai dasar model graf jaringan distribusi listrik primer yang akan dicari pohon merentang minimumnya dengan menggunakan algoritma Prim dan diuji unjuk-kerjanya pada program yang dibuat dengan Delphi 7. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menghasilkan waktu komputasi dalam pencarian pohon merentang minimum yang lebih cepat dibandingkan dengan implementasi algoritma Prim dengan program ArcView GIS 3.3. ▪ Menampilkan grafik hasil pengujian kompleksitas waktu implementasi algoritma Prim.

6.2. Pengujian Sistem

Tabel 6.2. Hasil pengujian kompleksitas waktu algoritma Prim

Jumlah Titik/Simpul (n)	Jumlah Sisi (m)	Waktu Komputasi (detik)		Jumlah Total Panjang Minimum
		Program Delphi 7.0	Program ArcView GIS 3.3	
5	8	0	0	1076,97
10	20	0	0	1821,2
20	49	0,015	9	3125,86
30	80	0,062	47	4221,54
40	104	0,282	130	5472,71
50	130	0,422	267	6826,18
60	163	0,875	494	8373,01
70	192	1,625	853	9790,13
80	228	2,765	1337	10958,1

VII. Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan

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

1. 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.
2. Hasil pengujian membuktikan bahwa waktu komputasi program Delphi 7 lebih cepat dibandingkan dengan waktu komputasi program ArcView GIS 3.3. Hal ini mengindikasikan bahwa program Delphi 7 lebih efisien daripada program ArcView GIS 3.3 dalam mengimplementasikan algoritma Prim untuk mencari pohon merentang minimum suatu graf berbobot.
3. Berdasarkan hasil pengujian, terlihat bahwa 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.

Saran-saran

1. Penelitian implementasi algoritma Prim dalam mencari rentang minimum pada jaringan distribusi primer ini perlu dikembangkan lagi dengan 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.
2. Peta yang digunakan sebaiknya menggunakan peta yang sesuai dengan topografi suatu wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- 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].
- Indriati, D.**, (2000), Minimum Spanning Tree Pada Graf Monge, *Tesis Program Studi Matematika*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Madcoms**, (2003), *Pemrograman Borland Delphi 7*, Andi, Yogyakarta.
- Malik, J. J.**, (2006), *Kumpulan Latihan Pemrograman Delphi*, Andi, Yogyakarta.
- Marsudi, D.**, (2006), *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Nugraha.D.W.**, 2010, “Pengkajian Kompleksitas Waktu Implementasi Algoritma Prim (Studi Kasus: Pada Jaringan Distribusi Listrik Primer Di Wilayah Kota Palu)”, *Tesis Program Studi Teknik Elektro*, Universitas Gadjah Mada, 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.