

# Penerapan Algoritma Prim dalam Peningkatan Efisiensi Distribusi Listrik di Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah

Hagai Raja Sinulingga - 13516136  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
13516136@std.stei.itb.ac.id

**Abstrak**—Pemerintah Indonesia menetapkan kebijakan “100% desa berlistrik pada tahun 2019”. Sementara sampai saat ini, masih ada 2500 desa di Indonesia yang belum dialiri listrik. Tentu saja hal ini menuntut banyak ide agar dengan dana seminimum mungkin, kebijakan pemerintah tersebut dapat terlaksana dengan baik dan tepat waktu. Dalam makalah ini, penulis bermaksud untuk membantu memetakan jalur distribusi listrik di salah satu tempat tersebut yakni Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah, sehingga kiranya dapat membantu pemerintah dalam mengefisien biaya pembangunan dan waktu pengerjaan pada Kabupaten tersebut. Teknik yang digunakan pada makalah ini juga diharapkan dapat menjadi contoh untuk diterapkan pada kabupaten lainnya agar benar kebijakan pemerintah Indonesia tersebut boleh terlaksana lebih efisien.

**Kata Kunci :** *Distribusi, Efisiensi, Graf, Prim.*

## I. PENDAHULUAN

Memasuki era digitalisasi saat ini, listrik sudah menjadi seperti salah satu kebutuhan pokok manusia. Setelah penemuan-penemuan terkait kelistrikan pada abad ke-18<sup>[1]</sup>, sangat banyak pengembangan yang dilakukan ilmuwan dan kemudian diaplikasikan oleh para insinyur untuk membantu manusia dalam kehidupan sehari-hari. Alhasil, terjadi perkembangan zaman yang begitu pesat yang meningkatkan standar hidup manusia, jauh dari abad-abad sebelumnya. Hasil riset juga membuktikan bahwa terdapat korelasi yang lurus antara jumlah penggunaan energi listrik di suatu negara dan tingkat kemajuan negara tersebut.<sup>[2]</sup> Sehingga hal energi listrik ini menjadi isu yang besar bagi negara-negara dengan bentuk masalah yang berbeda-beda.

Di Indonesia sendiri, salah satu isu terkait energi listrik adalah masih banyak masyarakatnya yang belum menikmati energi ini. Sehingga dengan semangat menyejahterakan masyarakat dan memajukan negara, pemerintah mengeluarkan kebijakan Percepatan Elektrifikasi di Perdesaan dalam Permen ESDM No.38 Tahun 2016<sup>[3]</sup> yang dijalankan melalui program pembangunan listrik desa (Lisdes) PLN 2017-2019. <sup>[4]</sup> Program ini ditujukan bagi 2500 desa belum terelektifikasi yang tersebar di seluruh Indonesia.

Namun daftar nama 2500 desa tersebut sejauh ini tidak ada publikasinya. Yang terdapat hanya berita tuntutan seorang

Bupati dari Kabupaten Barito Utara (Barut), Nadalsyah, yang mengatakan bahwa 28 desa dari 103 desa dan kelurahan yang tersebar dalam sembilan kecamatan di kabupatennya masih belum menikmati listrik.<sup>[5]</sup> Yang menjadi permasalahan disini adalah, mengapa ada kecamatan yang sebagian desanya sudah teraliri listrik dan sebagian lagi belum teraliri listrik. Setelah tuntutan Bupati tersebut, pemerintah Provinsi Kalimantan Tengah saat ini mengalokasikan dana terbesar elektrifikasi desa kepada Kabupaten tersebut sebesar Rp50,4 miliar.<sup>[6]</sup>

Berdasarkan hal tersebut, penulis merasa penting bagi pemerintah untuk benar-benar memanfaatkan dana tersebut seefisien dan seefektif mungkin sehingga tidak ada lagi desa yang tidak menikmati listrik nantinya. Untuk itu, penulis akan membuat contoh distribusi aliran listrik dalam bentuk graf dengan menerapkan Algoritma Prim pada salah satu kecamatan di Kabupaten Barito Utara yakni Kecamatan Montalat sehingga setiap desa memang teraliri listrik dengan jarak distribusi terpendek. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi waktu pembangunan dan biaya pengadaan setiap tiang distribusi listrik serta tentunya dapat juga diaplikasikan pada kecamatan-kecamatan yang lainnya ataupun di kabupaten lain di seluruh Indonesia.

## II. DASAR TEORI

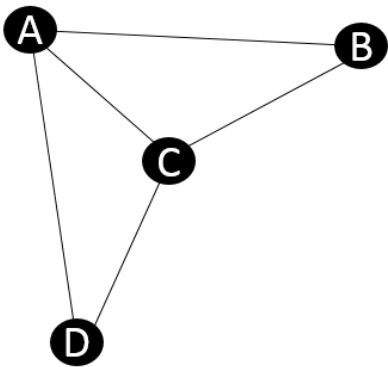
### 2.1 Graf

#### 2.1.1 Definisi Graf

Graf adalah himpunan pasangan  $(V,E)$  yang dinotasikan  $G = (V,E)$  dengan  $G$  adalah nama graf tersebut,  $V$  adalah himpunan dari simpul (vertices) dan  $E$  adalah himpunan dari sisi (edges atau arcs) yang menghubungkan dua buah simpul.<sup>[7]</sup> Dalam definisinya sendiri, syarat minimum sesuatu dikatakan graf adalah memiliki setidaknya satu buah simpul. Sehingga dalam notasinya, himpunan  $E$  boleh kosong tetapi himpunan  $V$  tidak boleh kosong. Pada makalah ini, penulis menetapkan simpul sebagai Gardu Listrik Desa dan sisi sebagai jalur darat yang menghubungkan sumber listrik dari satu gardu ke gardu desa lain.

Misalkan  $e$  adalah salah satu sisi pada graf  $G$  yang menghubungkan simpul  $x$  dan  $y$ , sehingga dapat dituliskan hubungannya sebagai  $e = xy$ . Maka pernyataan berikut adalah benar adanya :

- x dan y bertetangga (adjacent) di G
- sisi e menggabungkan (joining) simpul x dan y di G
- x dan y adalah simpul dengan posisi di kedua ujung sisi e
- x dan y bersisian dengan sisi e<sup>[8]</sup>



Gambar 2.1 Contoh graf dengan 4 simpul dan 5 sisi  
Sumber : Penulis

### 2.1.2 Jenis-jenis Graf

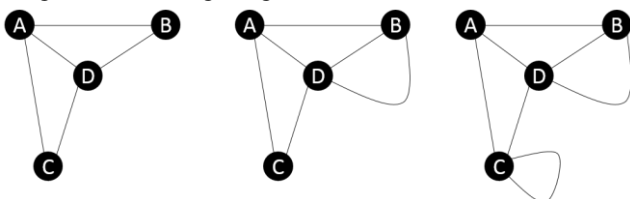
Graf dapat dibedakan melalui dua hal, ada dan tidaknya gelang atau sisi-ganda maupun berdasarkan ada tidaknya orientasi/arah pada graf. Jika ditinjau dari ada dan tidaknya gelang atau sisi-ganda graf dibagi menjadi dua yaitu

#### 1. Graf sederhana (simple graph)

Graf ini tidak memiliki gelang maupun sisi-ganda

#### 2. Graf tak-sederhana (unsimple graph)

Graf ini dibagi lagi menjadi dua yakni Graf Ganda jika hanya terdapat sisi ganda dan Graf Semu apabila terdapat sisi ganda atau sisi gelang.



Gambar 2.2 Contoh graf (berturut-turut dari kiri ke kanan) sederhana, Ganda dan Semu  
Sumber : Penulis

Selanjutnya jika ditinjau dari ada tidaknya orientasi arah, graf dibagi menjadi dua lagi yaitu

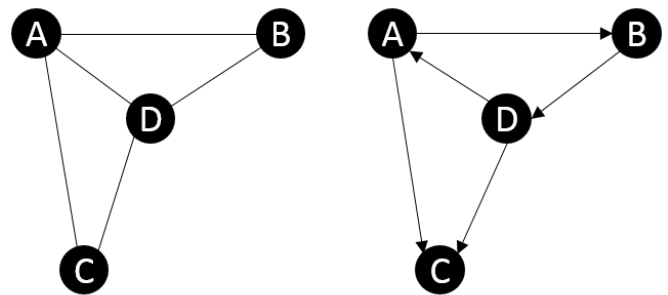
#### 1. Graf Berarah (directed graph atau digraph)

Graf ini setiap sisinya diberi orientasi arah sehingga dibedakan antara sisi *in* dan sisi *out*.

#### 2. Graf tak Berarah (undirected graph)

Graf ini setiap sisinya tidak diberi orientasi arah.

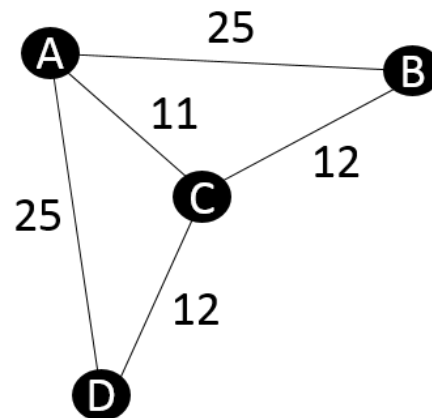
Bentuk-bentuk graf ini kemudian diterapkan di berbagai cabang seperti pada rangkaian listrik, penggambaran struktur kimia, jejaring makanan di biologi maupun flowchart pada pengujian suatu program.



Gambar 2.3 Contoh graf (berturut-turut dari kiri ke kanan) tak berarah dan graf berarah  
Sumber : Penulis

### 2.1.3 Graf Berbobot

Graf ini merupakan salah satu dari variasi jenis graf. Perbedaan unik graf ini adalah setiap sisinya memiliki nilai (bobot) yang dinotasikan sebagai  $w_{ij}$  yang artinya sisi antara simpul  $i$  dan  $j$  memiliki bobot sebesar  $w_{ij}$ .<sup>[9]</sup> Pendefinisian bobot ini sendiri bisa bermacam-macam bergantung pada relasi yang diinginkan pada kedua simpul tersebut seperti jarak, waktu, biaya ataupun selisih nilai kedua simpul. Pada makalah ini, penulis menetapkan bobot graf adalah jarak antara dua Gardu Listrik Desa dalam satuan kilometer (Km).



Gambar 2.4 Contoh graf berbobot  
Sumber : Penulis

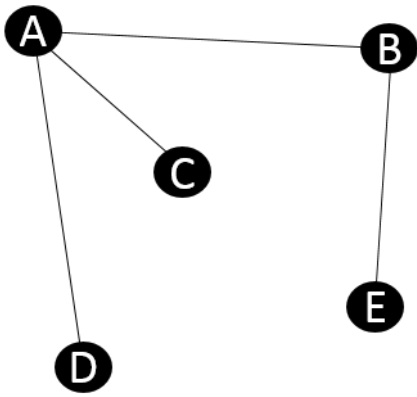
## 2.2 Pohon

### 2.2.1 Definisi Pohon

Pohon merupakan graf biasa yang tidak memiliki sirkuit.<sup>[10]</sup> Artinya graf tersebut sisinya tidak memiliki loop, tidak memiliki sisi ganda, tidak berarah dan tidak memiliki sisi gelang yakni sisi yang mengarah dari simpul ke simpul yang sama.

### 2.2.2 Pohon Merentang (Spanning tree)

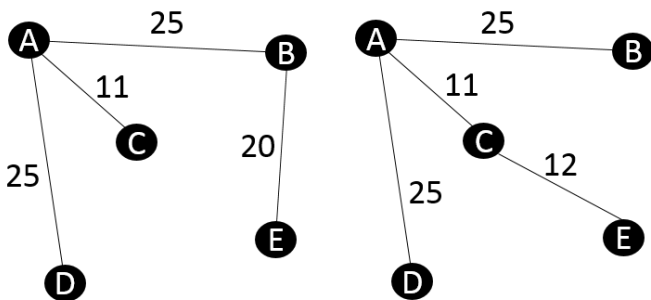
Graf dikatakan sebagai pohon merentang adalah apabila graf tersebut merupakan pohon dan upagraf (subgraph) dari graf yang lain tetapi tetap memiliki seluruh simpulnya.



Gambar 2.5 Contoh pohon sekaligus pohon merentang  
Sumber : Penulis

### 2.2.3 Pohon Merentang Minimum

Pohon merentang dikatakan minimum ketika jumlah bobot pada setiap sisi pohon tersebut bernilai minimum dibandingkan dengan pohon merentang lain dengan simpul yang sama.



Gambar 2.6 Pohon disebelah kiri adalah pohon merentang minimum dibanding pohon disebelah kanan dengan total bobot 73  
Sumber : Penulis

### 2.3 Algoritma Prim

Dalam menentukan pohon merentang minimum suatu graf dapat digunakan berbagai macam algoritma, salah satunya adalah algoritma prim. Untuk membentuk pohon merentang minimum dengan algoritma ini dapat dilakukan dengan 3 langkah<sup>[10]</sup> yaitu :

1. Pilih sisi dari graf G yang bernilai minimum. Sehingga sekarang terdapat pohon dengan satu sisi bernilai minimum yang menghubungkan dua simpul x dan y
2. Pilih sisi selanjutnya yang menggabungkan simpul x atau y ke simpul yang lain dengan nilai minimum tetapi tetap memenuhi kaidah definisi pohon yakni graf biasa yang tidak memiliki sirkuit.
3. Ulangi langkah (2) sebanyak n-2 kali dimana n adalah jumlah simpul pada graf G.

```

procedure Prim(input G : graf, output T : pohon)
{ Membentuk pohon merentang minimum T dari graf terhubung-berbobot G.
Masukan: graf-berbobot terhubung G = (V, E), dengan |V|= n
Keluaran: pohon rentang minimum T = (V, E')
}
Deklarasi
  i, p, q, u, v : integer
Algoritma
  Cari sisi (p,q) dari E yang berbobot terkecil
  T ← {(p,q)}
  for i←1 to n-2 do
    Pilih sisi (u,v) dari E yang bobotnya terkecil namun
    bersisian dengan simpul di T
    T ← T ∪ {(u,v)}
  endfor

```

Gambar 2.7 Notasi Algoritmik dari Algoritma Prim  
Sumber : Munir, Rinaldi. “Materi Kuliah IF 2120 Matdis – Pohon”,  
[http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20\(2013\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20(2013).ppt), diakses pada 2 Desember 2017 pukul 16.30, dengan perubahan ukuran

Langkah	Sisi	Bobot	Pohon rentang
1	(1, 2)	10	
2	(2, 6)	25	
3	(3, 6)	15	
4	(4, 6)	20	
5	(3, 5)	35	

Tabel 2.1 Contoh eksekusi Algoritma Prim  
Sumber : Munir, Rinaldi. “Materi Kuliah IF 2120 Matdis – Pohon”,  
[http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20\(2013\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20(2013).ppt), diakses pada 2 Desember 2017 pukul 16.30, dengan perubahan ukuran.

Perlu diketahui pula bahwa hasil pohon merentang minimum Algoritma Prim bisa jadi tidak unik yang berarti bisa ada beberapa pohon yang berbobot sama.<sup>[10]</sup> Hal ini dikarenakan terdapat dua buah sisi atau lebih yang berbobot sama sehingga membuat keputusan setiap langkah Prim bisa bermacam-macam

### III. JARAK ANTAR DESA PADA KECAMATAN MONTALAT, KABUPATEN BARITO UTARA

#### 3.1 Lokasi Kecamatan Montalat pada Kabupaten Barito Utara

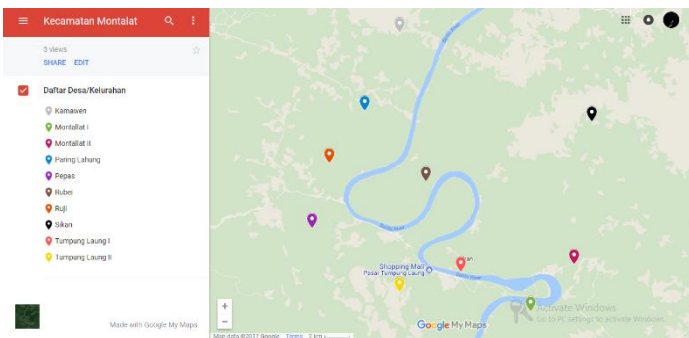


Gambar 3.1 Peta Kecamatan Montalat pada Kabupaten Barito Utara.

Sumber : maps.google.com. Diakses pada 2 Desember 2017 pukul 18.00

Pada gambar diatas terlihat lokasi Kecamatan Montalat berada di sebelah selatan Kabupaten barito Utara. Daratan kecamatan ini dibagi dua oleh Sungai Barito yang membentang panjang dari utara ke selatan.

#### 3.2 Peta Kecamatan Montalat



Gambar 3.2 Peta Kecamatan Montalat dan Desa-desanya  
Sumber : maps.google.com dan tambahan pin desa-desa oleh penulis. Diakses pada 2 Desember 2017 pukul 18.30

Berikut adalah daftar desa/kelurahan yang terdapat pada Kecamatan Montalat dan ditunjukkan pada peta diatas.

No	Nama Desa/Kelurahan (berurutan pada peta)
1	Kamawen
2	Montallat I
3	Montallat II
4	Paring Lahang
5	Pepas
6	Rubei
7	Ruji
8	Sikan
9	Tumpung Laung I
10	Tumpung Laung II

Tabel 3.1 Legenda dari peta gambar 3.2

Sumber : <http://www.organisasi.org/1970/01/daftar-nama-kecamatan-kelurahan-desa-kodepos-di-kota-kabupaten-barito-utara-kalimantan-tengah.html#.WiK6tIWnHIU>.  
Diakses pada 2 Desember 2017 pukul 18.30

#### 3.3 Analisis Permasalahan

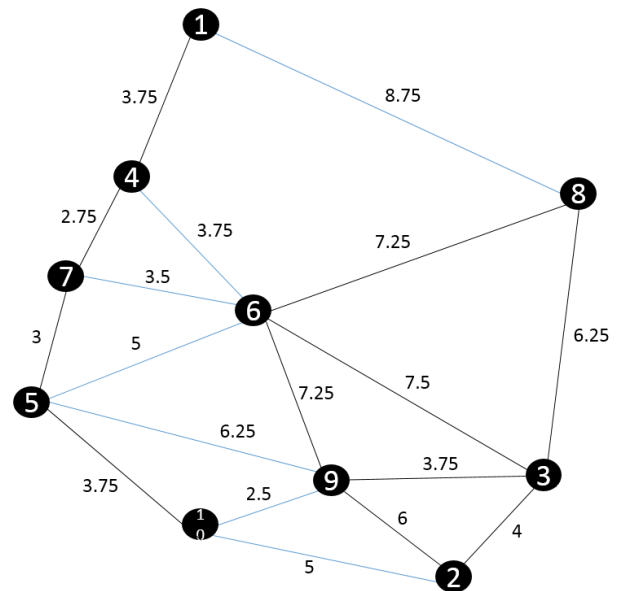
Untuk mengefisienkan distribusi listrik ke semua desa maka dapat dilakukan melalui pemodelan sebuah pohon merintang minimum yang komponennya terdiri atas :

1. Gardu Listrik Desa sebagai simpul (ditandai dengan pin pada peta)
2. Jarak antara Gardu sebagai sisi berbobot (berdasarkan kisaran jarak menggunakan rasio peta)

Tetapi Juga harus memperhatikan bahwa biaya untuk membuat distribusi yang melewati sungai hanya dilakukan sekali karena biayanya tentu akan lebih mahal mengingat para insinyur kelak harus membangun lebih sulit karena ada air. Selanjutnya perlu juga diperhatikan masalah pemosisian letak Pembangkit Listrik kelak. Baiknya dibangun pada desa/kelurahan yang mana agar energi dapat dialirkan tidak terlalu jauh sehingga sedikit energi yang hilang selama pendistribusian.

### IV. PENERAPAN ALGORITMA PRIM DAN SOLUSI

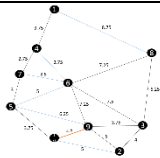
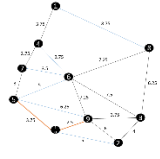
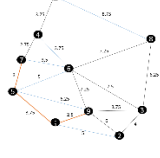
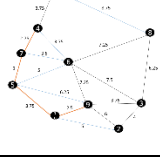
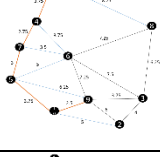
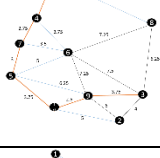
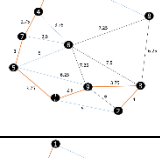
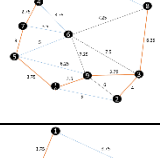
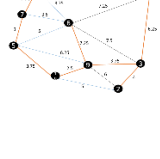
Berikut adalah graf hasil pemodelan peta dengan nama simpul sesuai dengan nomor desa/kelurahan pada tabel 3.1. Pada gambar, sisi yang berwarna biru mengartikan bahwa sisi itu melewati sungai dan yang berwarna hitam adalah sisi yang melewati daratan.



Gambar 4.1 Graf berbobot berdasarkan peta pada gambar 3.2 dan tabel 3.1

Sumber : Olahan penulis

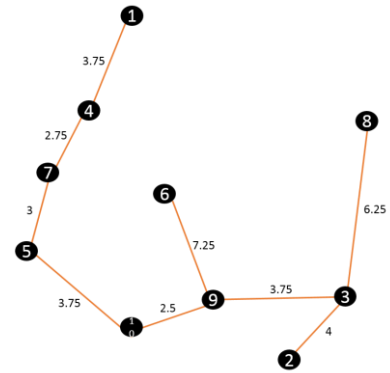
Kemudian diterapkan Algoritma Prim dengan tetap mempertimbangkan hal-hal yang telah disebutkan pada bagian Analisis Permasalahan. Didapatkan hasil seperti berikut.

LANGKAH	SISI	BOBOT (KM)	GRAF
1	(9,10)	2.5	
2	(5,10)	3.75	
3	(5,7)	3	
4	(4,7)	2.75	
5	(1,4)	3.75	
6	(3,9)	3.75	
7	(2,3)	4	
8	(3,8)	6.25	
9	(6,9)	7.25	

Tabel 4.1 Solusi Penerapan Algoritma Prim  
 Sumber : Olahan Penulis

Bukan (6,8) karena 9 berpotensi sebagai poros Pembangkit Listrik

Dari langkah-langkah Algoritma Prim didapat pohon merintang minimum sebagai berikut

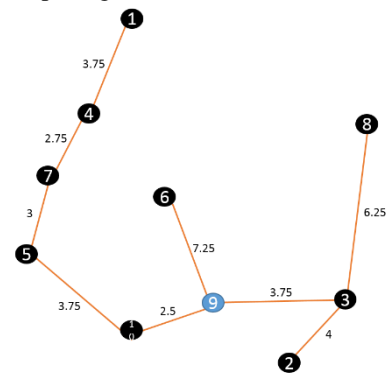


Gambar 4.2 Pohon merintang minimum hasil Algoritma Prim pada tabel 4.1  
 Sumber : Olahan penulis

Pohon merintang minimum pada gambar 4.2 merupakan bentuk distribusi yang paling efisien dalam menghubungkan setiap Gardu Listrik setiap Desa/Kelurahan dengan total jarak keseluruhannya dijabarkan sebagai berikut.

$$\text{Total Jarak} = 3.75 + 2.75 + 3 + 3.75 + 2.5 + 7.25 + 3.75 + 4 + 6.25 = 37 \text{ kilometer}$$

Selanjutnya dengan mempertimbangkan jarak terjauh minimum. Maka ditetapkan sebagai desa nomor 9 yakni Desa Tumpang Laung I sebagai tempat paling strategis dibangunnya Pembangkit Listrik. Selain keuntungan jarak distribusi tersebut, desa ini juga berpotensi untuk dibangun PLTA karena berada sangat dekat dengan sungai. Sehingga Solusi akhir dari makalah ini adalah seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.2 Hasil akhir distribusi listrik dengan total jarak 37 kilometer  
 Sumber : Olahan penulis

## V. KESIMPULAN

Teori Graf dan Pohon dapat dimanfaatkan untuk pemodelan banyak kasus dalam kehidupan sehari-hari, termasuk dalam pemodelan distribusi listrik desa-desa yang diterapkan pada makalah ini. Dengan pemodelan berbentuk graf, data dapat dilihat lebih sederhana dan mudah dipahami maupun diolah.

Dari hasil pemodelan, Algoritma Prim juga berhasil diterapkan guna mendapatkan bentuk distribusi paling efisien yang ditunjukkan dalam bentuk pohon merintang minimum. Namun, dalam makalah ini penulis menyadari bahwa ketepatan

angka jarak setiap Desa/Kelurahan belumlah tepat karena masih berdasarkan data dari *google maps* yang merupakan hasil pendekatan komputasi. Untuk itu, jika makalah ini kiranya nanti dipergunakan, penulis menyarankan agar pengguna mempertimbangkan untuk mengoreksi nilai jarak masing-masing Desa/Kelurahan serta perhitungannya.

## VI. UCAPAN TERIMAKASIH

Yang pertama dan terutama penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik. Kemudian penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Bapak Rinaldi Munir selaku dosen mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit yang telah membimbing saya selama proses belajar saya mengambil mata kuliah tersebut. Tidak lupa saya juga berterima kasih atas dukungan orangtua dan keluarga yang selalu menemani saya dalam doa. Serta yang terakhir untuk teman-teman saya baik di Teknik Informatika ITB maupun Non – Teknik Informatika ITB. Kiranya Tuhan senantiasa menyertai kita semua.

## VII. DAFTAR REFERENSI

- [1] Benjamin, P. (1898). A history of electricity (The intellectual rise in electricity) from antiquity to the days of Benjamin Franklin. New York: J. Wiley & Sons.
- [2] Kasperowicz, Rafal. (2014). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Poland. Poland: Foundation of International Studies.
- [3] <http://jdih.esdm.go.id/peraturan/Permen%20ESDM%20No.%2038%20Tahun%202016.pdf>, diakses pada 2 Desember 2017 pukul 15:30
- [4] <http://www.hukumonline.com/berita/baca/lt587c92b0dfbe8/permen-esdm-percepatan-elektifikasi-2500-desa-diluncurkan--ini-penjelasan>, diakses pada 2 Desember 2017 pukul 15:30
- [5] <https://kalteng.antaranews.com/berita/259945/astaga-28-desa-di-barito-utara-masih-belum-nikmati-listrik>, diakses pada 2 Desember 2017 pukul 15:30
- [6] <http://www.borneonews.co.id/berita/77023-dana-pembangunan-jaringan-listrik-desa-di-barito-utara-tertinggi-di-kalteng>, diakses pada 2 Desember 2017 pukul 15:30
- [7] Harju, Tero., "Lecture Notes on Graph Theory", [cs.bme.hu/fcs/graphtheory.pdf](http://cs.bme.hu/fcs/graphtheory.pdf), diakses pada 2 Desember 2017 pukul 16:00
- [8] Munir, Rinaldi. "Materi Kuliah IF 2120 Matdis –Graf(2015)", [http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2015-2016/Graf%20\(2015\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2015-2016/Graf%20(2015).ppt), diakses pada 2 Desember 2017 pukul 16:00, dengan pengubahan ukuran C. J. Kaufman, Rocky Mountain Research Lab., Boulder, CO, private communication, May 1995.
- [9] L. Rifpanna, [eprints.uny.ac.id/28787/2/c.BAB%20II.pdf](http://eprints.uny.ac.id/28787/2/c.BAB%20II.pdf), diakses pada 8 Desember pukul 21.30Munir, Rinaldi. "Materi Kuliah IF 2120 Matdis –Pohon", [http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20\(2013\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20(2013).ppt), diakses pada 2 Desember 2017 pukul 16:00
- [10] [http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20\(2013\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20(2013).ppt), diakses pada 2 Desember 2017 pukul 16:00

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 3 Desember 2017



Hagai Raja Sinulingga  
13516136