

Analisis Keoptimalan Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sumatera Barat dengan Algoritma Prim

Nafiha Irsyam^{#1}, Yusmet Rizal^{*2}

[#]*Student of Mathematics Departement Universitas Negeri Padang, Indonesia*

^{*}*Lecturer of Mathematics Departement Universitas Negeri Padang, Indonesia*

¹nafihaa02@gmail.com

²yusmet_abdurrahman@yahoo.co.id

Abstract — Electricity is one of the main requirement for supporting and compliances the needs of human life. Consumption of electricity continues to increase caused by many residential areas and large industries built also many locations need electricity. Electric power must be developed in line with the increasing demand for electricity, but the installation of electric cables are sometimes inefficient and spending lots of charge. The purpose of this study is to determine the optimal length of electric cables in the national transmission network of West Sumatra. This study begins by representing the map of the National Transmission Network of West Sumatera into a connected, weighted and undirected graph, then determining the minimum spanning tree using Prim Algorithm. The result of this research is electrical cables on the transmission network with Prim Algorithm is more optimal.

Keywords — Transmission Network, Optimization, Prim Algorithm.

Abstrak — Listrik merupakan salah satu kebutuhan utama bagi penunjang dan pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Pemakaian listrik yang terus meningkat disebabkan banyaknya area perumahan dan industri-industri besar yang dibangun serta banyaknya area/lokasi yang harus dialiri listrik. Tenaga listrik harus dikembangkan sejalan dengan kenaikan kebutuhan tenaga listrik, namun pemasangan kabel listrik terkadang tidak efisien dan dapat menghabiskan dana yang besar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keoptimalan panjang kabel listrik pada jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat. Penelitian ini dimulai dengan merepresentasikan peta jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat ke dalam bentuk graf terhubung, berbobot dan tak berarah, kemudian menentukan pohon merentang minimum menggunakan Algoritma Prim. Hasil penelitian ini adalah pemasangan kabel listrik pada jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat dengan Algoritma Prim lebih optimal.

Kata kunci — Jaringan Transmisi, Keoptimalan, Algoritma Prim.

PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan utama bagi penunjang dan pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Listrik merupakan salah satu bentuk energi yang praktis dan sederhana. Listrik juga mudah disalurkan dari dan kepada jarak yang berjauhan serta mudah di distribusikan untuk daerah yang luas. Oleh karena itu, manfaat listrik telah dirasakan masyarakat baik pada kelompok perumahan, bisnis, sosial, industri dan publik [1].

Untuk dapat mengalirkan listrik hingga ke konsumen, energi listrik disalurkan melalui suatu jaringan yang disebut jaringan transmisi. Jaringan transmisi merupakan proses penyaluran tenaga listrik antara pusat listrik dengan gardu induk [2]. Mengingat jarak yang cukup jauh antara pembangkit listrik dan konsumen, jaringan transmisi listrik memerlukan tegangan listrik yang tinggi.

Besaran tegangan jaringan transmisi listrik di Indonesia diantaranya 70 kV, 150 kV, 275 kV dan 500 kV [3]. Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) UIP3B-UPT Padang, besaran tegangan jaringan transmisi pada wilayah Sumatera Barat yaitu sebesar 150 kV dan 275 kV yang besaran tegangannya disesuaikan dengan pemakaian listrik/konsumen di wilayah tersebut.

Pemakaian listrik terus meningkat pada berbagai sektor kegiatan seperti sektor industri, pertanian, perdagangan serta kehidupan sehari-hari. Semakin berkembangnya sektor tersebut maka semakin banyak area/lokasi yang harus dialiri listrik sehingga terjadi peningkatan kebutuhan listrik [4]. Kebutuhan akan tenaga listrik dari pelanggan/ konsumen selalu bertambah dari waktu ke waktu. Untuk tetap dapat melayani kebutuhan tenaga listrik, tenaga listrik harus dikembangkan sejalan dengan kenaikan kebutuhan akan tenaga listrik [2].

Seiring dengan peningkatan kebutuhan listrik ditemukan permasalahan yaitu apakah panjang kabel pada jaringan transmisi sudah optimal atau belum, dalam arti jaringan transmisi yang dipasang ke setiap lokasi dengan kabel yang ekonomis.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperoleh panjang kabel listrik yang optimal yaitu pohon merentang minimum (*minimum spanning tree*) yang dibahas pada Teori Graf. Graf merupakan salah satu cabang matematika yang merepresentasikan objek-objek diskret dan hubungan antara objek-objek tersebut. Diantara sekian banyak konsep dalam teori graf, konsep pohon merentang minimum merupakan konsep yang mempunyai terapan yang sangat luas dalam berbagai bidang ilmu. Pohon Merentang minimum (*Minimum Spanning tree*) merupakan suatu teknik untuk menentukan jarak terpendek dari satu titik ke titik lainnya dalam sebuah graf, dengan lintasan pada jalur tersebut dapat dilalui dua arah. Terdapat beberapa algoritma yang digunakan dalam membentuk pohon merentang minimum diantaranya adalah algoritma Kruskal dan Prim.

Perbedaan antara algoritma Kruskal dan algoritma Prim terletak pada langkah-langkahnya. Pada algoritma Kruskal, setiap langkah yang dipilih dari graf G yang memiliki bobot minimum tidak harus bersisian dengan simpul di T sehingga pemilihan sisinya secara acak, sedangkan algoritma Prim memilih sisi yang bersisian dengan simpul di T dengan syarat tidak membentuk sirkuit.

Penentuan pohon merentang minimum dalam penelitian ini menggunakan algoritma Prim. Dalam membentuk pohon merentang minimum pada kasus keoptimalan jaringan transmisi listrik, algoritma Prim lebih cocok digunakan karena pada pemasangan jaringan listrik tidak hanya dilihat dari segi jaraknya, tetapi juga pada langkah pemasangannya. Jaringan listrik harus diselesaikan pada satu daerah terlebih dahulu dilanjutkan dengan membangun jaringan pada daerah lainnya dengan menghubungkan jaringan yang telah selesai dikerjakan [5].

Peta jaringan transmisi akan direpresentasikan kedalam bentuk graf G yang terhubung, berbobot dan tak berarah. Selanjutnya hasil representasi tersebut dianalisis dengan algoritma Prim. Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keoptimalan panjang kabel listrik pada jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat dengan Algoritma Prim.

METODE

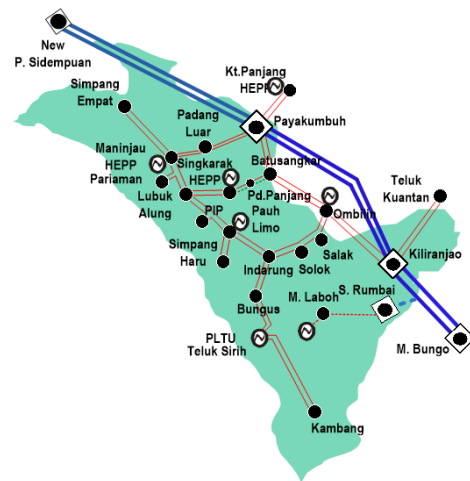
Penelitian ini merupakan jenis penelitian terapan. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder dan data diperoleh dari PT. PLN (Persero) UIP3B Sumatera UPT Padang. Data yang diambil berupa peta jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat dan data panjang kabel jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat.

Adapun langkah-langkah kerja yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Merepresentasikan peta jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat kedalam bentuk graf terhubung, berbobot dan tak berarah.
2. Menentukan pohon merentang minimum menggunakan Algoritma Prim.
3. Menarik kesimpulan dari hasil dan pembahasan yang telah dikerjakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ditunjukkan peta jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat.



Gambar. 1 Peta Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sumatera Barat

Pada Gambar 1 terlihat peta jaringan transmisi nasional provinsi Sumatera Barat yang terdiri dari 24 daerah/lokasi, 29 jalur kabel listrik serta dua garis berwarna merah dan biru. Garis berwarna merah merupakan jaringan transmisi dengan besar tegangan 150 kV sedangkan garis berwarna biru merupakan jaringan transmisi dengan besar tegangan 275 kV. Data panjang kabel listrik pada jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel I.

A. Asumsi

Asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Besar tegangan jaringan transmisi diabaikan.
2. Simpul pada graf diasumsikan sebagai daerah/lokasi.
3. Sisi pada graf diasumsikan sebagai kabel listrik yang menghubungkan tiap daerah/lokasi.
4. Bobot sisi merupakan panjang kabel listrik yang menghubungkan tiap daerah/lokasi.

B. Merepresentasikan Peta Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sumatera Barat kedalam Graf

Langkah pertama yang dilakukan adalah merepresentasikan peta jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat kedalam suatu graf terhubung, berbobot dan tak berarah. Pembentukan graf mengacu pada asumsi-asumsi diatas. Graf yang terbentuk terdiri dari 24 simpul. Dikarenakan simpul pada graf tidak terlalu banyak, maka dapat dilakukan pengiterasian secara

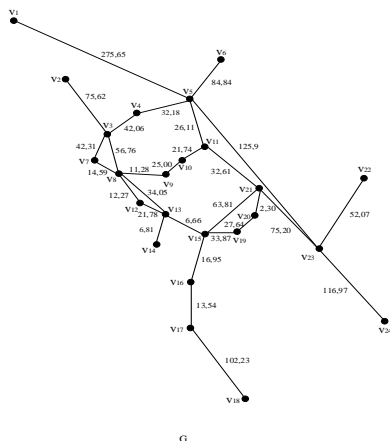
manual karena tidak memakan waktu yang lama. Graf hasil representasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan graf yang terbentuk pada Gambar 2, maka keterangan daerah/lokasi diwakili simpul dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL I
DATA PANJANG KABEL LISTRIK JARINGAN TRANSMISI NASIONAL PROVINSI SUMATERA BARAT

No.	Daerah/lokasi	Tegangan Transmisi	
		150 kV (kms)	275 kV (kms)
1.	Ombilin-Indarung	63,81	-
2.	Solok-Indarung	33,87	-
3.	Indarung-Pauh Limo	6,66	-
4.	Simpang Haru-Pauh Limo	6,81	-
5.	PIP-Pauh Limo	21,78	-
6.	Bungus-Indarung	16,95	-
7.	Teluk Sirih-Bungus	13,54	-
8.	PLTU Teluk Sirih-Kambang	102,23	-
9.	Lubuk Alung-Pauh Limo	34,05	-
10.	Lubuk Alung-PIP	12,27	-
11.	Singkarak-Lubuk Alung	11,28	-
12.	Singkarak-Padang Panjang	25,00	-
13.	Maninjau-Lubuk Alung	56,76	-
14.	Maninjau-Pariaman	42,31	-
15.	Pariaman-Lubuk Alung	14,59	-
16.	Maninjau-Padang Luar	42,06	-
17.	Maninjau-Simpang Empat	75,62	-
18.	Padang Luar-Payakumbuh	32,18	-
19.	Padang Panjang-Batusangkar	21,78	-
20.	Koto Panjang-Payakumbuh	84,84	-
21.	Batusangkar-Payakumbuh	26,11	-
22.	Ombilin-Batusangkar	32,61	-
23.	Payakumbuh-P. Sidempuan	-	275,65
24.	Kiliranjao-Muaro Bungo	-	116,97
25.	Kiliranjao-Teluk Kuantan	52,07	-
26.	Ombilin-Kiliranjao	75,20	-
27.	Ombilin-Salak	2,30	-
28.	Salak-Solok	27,64	-
29.	Kiliranjao-Payakumbuh	-	125,9
Total panjang kabel listrik		1452,80 kms	

Sumber: PT. PLN (Persero) UIP3B-UPT Padang



Gambar. 2 Representasi Peta Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sumatera Barat

TABEL II
KETERANGAN SIMPUL DAERAH/LOKASI

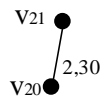
No.	Daerah/ Lokasi	Simpul
1	Padang Sidempuan	v_1
2	Simpang Empat	v_2
3	Maninjau	v_3
4	Padang Luar	v_4
5	Payakumbuh	v_5
6	Koto Panjang	v_6
7	Pariaman	v_7
8	Lubuk Alung	v_8
9	Singkarak	v_9
10	Padang Panjang	v_{10}
11	Batusangkar	v_{11}
12	Padang Industrial Park (PIP)	v_{12}
13	Pauh Limo	v_{13}
14	Simpang Haru	v_{14}
15	Indarung	v_{15}
16	Bungus	v_{16}
17	Teluk Sirih	v_{17}
18	Kambang	v_{18}
19	Solok	v_{19}
20	Salak	v_{20}
21	Ombilin	v_{21}
22	Teluk Kuantan	v_{22}
23	Kiliranjao	v_{23}
24	Muaro Bungo	v_{24}

C. Pembentukan Pohon Merentang Minimum dengan Algoritma Prim

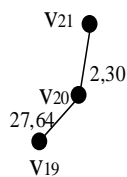
Selanjutnya hasil representasi graf pada Gambar 2 dianalisis menggunakan algoritma Prim untuk membentuk pohon merentang minimum. Adapun langkah-langkah dalam membentuk pohon merentang minimum dengan algoritma Prim adalah sebagai berikut:

1. Pilih sisi dari graf G pada Gambar 2 yang berbobot minimum, lalu masukkan ke dalam T . Sisi yang

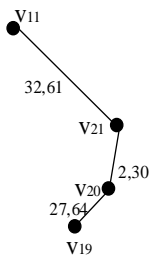
berbobot minimum yaitu sisi (v_{20}, v_{21}) dengan bobot 2,30.



- Pilih sisi yang bersisian dengan simpul v_{20} dan simpul v_{21} yang memiliki bobot minimum dan tidak membentuk sirkuit, yaitu sisi (v_{19}, v_{20}) dengan bobot 27,64.

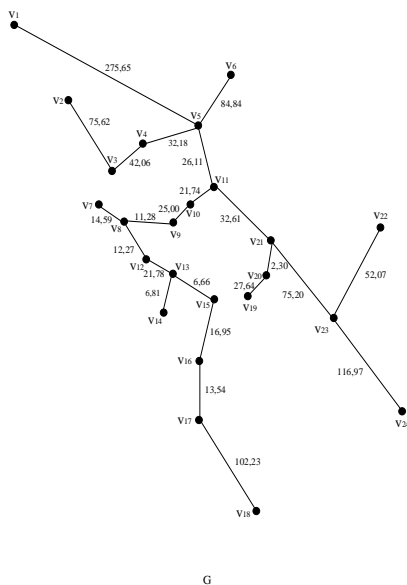


- Ulangi langkah 2 sehingga diperoleh sisi (v_{11}, v_{21}) dengan bobot 32,61.



- Ulangi langkah 2 hingga semua simpul yang ada di graf G pada Gambar 2 masuk ke dalam T atau hingga jaringan telah terhubung ke semua lokasi.

Graf hasil pohon merentang minimum dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar. 3 Hasil Pohon Merentang Minimum Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sumatera Barat dengan Algoritma Prim

Berdasarkan hasil analisis yang telah dikerjakan, terdapat 6 sisi yang dihapus diantaranya adalah:

- Sisi (v_8, v_{13}) yaitu Lubuk Alung-Pauh Limo dengan panjang kabel listrik sebesar 34,05 kms
- Sisi (v_{15}, v_{21}) yaitu Indarung-Ombilin dengan panjang kabel listrik sebesar 63,81 kms
- Sisi (v_{15}, v_{19}) yaitu Indarung-Solok dengan panjang kabel listrik sebesar 33,87 kms
- Sisi (v_3, v_7) yaitu Maninjau-Pariaman dengan panjang kabel listrik sebesar 42,31 kms
- Sisi (v_3, v_8) yaitu Maninjau-Lubuk Alung dengan panjang kabel listrik sebesar 56,76 kms
- Sisi (v_5, v_{23}) yaitu Payakumbuh-Kiliranjao dengan panjang kabel listrik sebesar 125,9 kms

Dari hasil analisis diperoleh bahwa panjang kabel listrik pada jaringan transmisi Provinsi Sumatera Barat belum optimal karena terdapat sirkuit yang terlihat pada Gambar 2 dan salah satu sirkuitnya yaitu $v_3 - v_7 - v_8 - v_3$. Setelah dianalisis menggunakan Algoritma Prim, diperoleh pohon merentang minimum yaitu peta jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat yang telah optimal seperti terlihat pada Gambar 3 serta bobot dari pohon merentang minimum yang telah terbentuk sebesar 1096,1 kms.

Algoritma Prim berhasil membentuk pohon merentang minimum sehingga diperoleh jaringan transmisi Nasional Provinsi Sumatera Barat yang optimal. Dari peta jaringan transmisi, sisi yang membentuk sirkuit dihilangkan tetapi semua simpul tetap terhubung satu sama lain, artinya jaringan listrik tetap terhubung ke setiap lokasi sehingga tidak terjadi pemadaman dan tetap mengalirkan listrik ke setiap lokasi yang ada.

SIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang telah dikerjakan, diperoleh kesimpulan bahwa:

- Jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat belum optimal;
- Data total panjang kabel pada jaringan transmisi nasional Provinsi Sumatera Barat yang telah terpasang adalah sebesar 1452,80 kms sedangkan hasil analisis dengan algoritma Prim, diperoleh panjang total kabel listrik sebesar 1096,1 kms sehingga pemasangan kabel listrik pada jaringan transmisi dengan Algoritma Prim lebih optimal.

REFERENSI

[1] Departemen Pendidikan Nasional. (2013). *Transmisi Jaringan Listrik*. <https://bsd.pendidikan.id>.
 [2] Marsudi, D. (2006). *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
 [3] Salim, S. W. (2011). *Instalasi Penerangan Bangunan Bertingkat*. Klaten: Saka Mitra Kompetensi.

- [4] Syahfitri, R. (2009). Penerapan Algoritma Prim pada Jaringan Listrik Perumahan PT. Inalum. *Skripsi*. Medan: USU
- [5] Myori, D. E. (2015). Pengoptimalan jaringan listrik dengan minimum spanning tree. *teknik elektro dan vokasional*, 2302-3309.