

## “PRIMATHRIC” : Aplikasi Algoritme Prim untuk Optimasi Penyediaan Akses Energi Listrik di Kabupaten Alor

YUDASRIL<sup>1</sup>, IMAS SAUMI AMALIA<sup>2</sup>, ALFIYYAH HASANAH<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Matematika, Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor 16680,  
<sup>1</sup>yudasril94@gmail.com, <sup>2</sup>imas4198@gmail.com, <sup>3</sup>alfiyahh98@gmail.com

### Abstrak

Rasio elektrifikasi listrik di Nusa Tenggara Timur (NTT) hingga April 2018 baru mencapai 60,82% dari 54% pada tahun 2004. Hal ini turut disebabkan oleh beberapa daerah di Kabupaten Alor yang belum dialiri listrik. Kondisi geografis Kabupaten Alor yang tersebar menjadi beberapa pulau menyebabkan sulitnya penyediaan akses energi listrik yang terjangkau. Sementara itu, potensi arus laut di Selat Alor belum dioptimalkan. Oleh karenanya diperlukan langkah strategis untuk menyediakan akses energi listrik yang optimum dan efisien dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan. Metode penelitian yang digunakan adalah studi pustaka. Penggunaan konsep Algoritma Prim menjadi salah satu solusi alternatif dari permasalahan tersebut. Algoritma Prim digunakan untuk menentukan saluran listrik minimum dengan menetapkan Selat Alor sebagai titik sumber dan lokasi transformator distribusi di sembilan pulau berpenghuni di Kabupaten Alor sebagai titik tujuan. Pembuatan graf disesuaikan dengan kondisi geografis Kabupaten Alor dan setiap sisi memiliki bobot yang berupa hasil kali antara jarak dari kedua lokasi transformator dan biaya kabel yang akan digunakan. Berdasarkan graf tersebut ditentukan minimum spanning tree dengan mendaftar sisi-sisi di graf dari sisi terpendek. Hasil yang diperoleh berupa pemasangan kabel sebesar 12,282 triliun rupiah dengan panjang kabel sebesar 345,3 km. Hal ini menunjukkan bahwa “PRIMATHRIC” sebagai penerapan dari matematika, khususnya Algoritme Prim mampu menjadi inovasi baru dalam menciptakan akses energi yang terjangkau dan merupakan salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan 2020.

*Kata kunci:* Akses, Algoritme Prim, Kabupaten Alor, Listrik, Optimum.

**Abstract**

*Until April 2018, ratio of electrification in Nusa Tenggara Timur (NTT) just reached 60,82% from 54% in 2004. This is happened because some places in Alor District still didnt get electrical energy. One of the causes that makes allocation of electricity felt difficult is the condition of geography in Alor District thats not integrated. In the other side, the potention of sea wave in Alor still not used effectively. Because of that, the strategic way is needed to help serving optimum and efficient access of electrical energy. Research methods that used isstudying some literature. The use of Prim Algorithm is one of alternative solutions from this problem. Prim Algorithm is used due to choose minimum distribution way of electrical energy from Alor Strait as a source of electrical energy and the position of distribution transformator in the nine islands in Alor District as a target of the distribution. The graph construction is adjusted with condition of geography in Alor District and every edges have their own weight that represent the multiplication result between the distance of two location of transformator and the cost of cabel that will used. From that constructed graph, there will be a minimum spanning tree that consist some edges in graph that have a minimum weight. The result from Prim Algorithm that applied to the graph is a minimum spanning tree that make the minimum cost of cabel construction is 12,282 billions rupiahs and the long of the cabel is 345,3 km. This result show that "PRIMATHRIC" as an application of mathematics, exclusively application of Prim Algorithm can be a new innovation to create affordable access of electrical energy and to support sustainable development goals in 2020.*

*Keywords* :Access, Prim Algorithm, Alor District, Electricity, Optimum.

## 1. PENDAHULUAN

**1.1. Latar Belakang.** Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan terhadap energi listrik semakin meningkat. Tidak terkecuali bagi masyarakat di desa-desa pelosok. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Ignasius Jonan, telah men-canangkan Program Indonesia Terang (PIT) pada tahun 2016 untuk melistriki daerah tertinggal, perbatasan, dan kepulauan (DTPK) dengan memaksimalkan sumber energi terbarukan. Namun, melistriki desa-desa tertinggal yang letaknya jauh menyuruk di pelosok-pelosok negeri membutuhkan pendekatan khusus dan rencana yang lebih matang. Hingga saat ini, program tersebut belum dapat dilaksanakan 100%. Salah satu target yang akan dicapai adalah melistriki kawasan Indonesia Timur, termasuk Nusa Tenggara Timur (NTT).

Berdasarkan data Statistik Ketenagalistrikan Nasional [1], rasio elektrifikasi di Nusa Tenggara Timur mencapai 58,93%, berada di posisi terendah setelah Papua Barat yang mencapai 47,78%. Pada April 2018, Lewokeda dan Molan dalamkupas.antaranews.com [2] menyatakan bahwa menurut Anggota Komisi V DPRD NTT, Alexander Ena, rasio elektrifikasi di NTT bergerak lambat karena baru mencapai 60,82% dari 54% pada tahun 2004. Hal ini menunjukkan adanya pengharapan agar rasio elektrifikasi di NTT bisa mengalami peningkatan yang signifikan. Sementara itu, Kabupaten Alor yang terletak di NTT sendiri hingga saat ini belum 100% teraliri listrik. Kabupaten Alor memiliki kondisi geografis yang tersebar menjadi beberapa pulau kecil. Hal ini mengakibatkan upaya penyediaan akses energi listrik di Kabupaten Alor sulit mencapai kata optimal, baik dari segi sistem jaringan distribusi maupun dari segi kebutuhan biaya.

Di sisi lain, sebetulnya Kabupaten Alor merupakan daerah yang cukup berpotensi menghasilkan energi listrik melalui pemanfaatan sumber energi terbarukan. Berdasarkan riset yang dikembangkan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), terdapat sepuluh selat di wilayah perairan Nusa Tenggara Barat (NTB) dan NTT yang diperkirakan dapat menghasilkan energi listrik hingga 3.000 megawatt (MW). Jika diasumsikan bahwa potensi di setiap selat bernilai sama, dapat dikatakan bahwa setiap selat mampu menghasilkan energi listrik hingga 300 MW (Kasharjanto et al., [3]). Selat Alor merupakan satu di antara kesepuluh selat tersebut. Selat Alor adalah selat yang memisahkan antara Pulau Lembata (di sebelah barat) dengan Pulau Pantar (di sebelah timur) sekaligus batas antara Kabupaten Lembata dengan Kabupaten Alor. Kecepatan arus laut di selat Alor pada kedalaman 0-200 m berkisar 0,01-2,5 m/detik. Menurut Purwandana [5], keadaan tersebut mampu menyimpan energi kinetik yang besar sehingga dapat diubah menjadi energi listrik.

Besarnya energi yang dihasilkan tidak dapat dirasakan secara optimal jika tidak disertai dengan upaya penyediaan akses energi listrik yang terjangkau. Belum lagi kondisi geografis Kabupaten Alor yang tersebar menjadi tiga pulau besar dan enam pulau kecil yang berpenghuni. Letak yang berjauhan satu sama lain dapat mengakibatkan upaya penyediaan sistem jaringan listrik membutuhkan dana yang lebih besar. Hal ini juga didasari belum adanya akses yang terjangkau yang menghubungkan setiap titik pengguna listrik dengan sumbernya. Oleh karenanya, diperlukan langkah strategis untuk menyediakan akses energi listrik yang terjangkau agar pemanfaatan energi listrik dapat dilakukan secara optimal dan efisien. Dalam hal ini, matematika sebagai ilmu eksak memiliki peranan penting. Upaya optimasi dapat dilakukan melalui beberapa analisis dan perhitungan yang terjamah dalam ilmu tersebut. Algoritme Prim menjadi salah satu solusi alternatif yang dapat diterapkan pada permasalahan tersebut. Beberapa peneliti seperti Nurhayati (2015), Siti Alfiah (2011), Dwiprima Elvanny Myori (2015), Hadiyanto dan Muhamad Alhan (2012) juga memilih menggunakan Algoritme Prim khususnya untuk mengatasi permasalahan energi. Algoritme Prim dapat mencari jarak minimal pada jaringan (graf) dengan waktu tercepat dibandingkan Metode Kruskal pada saat terdapat banyak sisi dengan simpul atau titik yang lebih sedikit. Untuk itu, dalam rangka mengatasi permasalahan di Kabupaten Alor sekaligus mendukung PIT, PRIMATHRIC sebagai bentuk penerapan Algoritme Prim untuk optimasi penyediaan akses energi listrik di Kabupaten Alor dapat menjadi sistem terobosan baru demi mewujudkan pembangunan berkelanjutan 2020.

**1.2. Rumusan Masalah.** PIT belum seutuhnya dilaksanakan. Hal ini dibuktikan dengan rasio elektrifikasi NTT yang hingga saat ini masih berada pada posisi terendah kedua setelah Papua Barat dan belum mengalami peningkatan yang signifikan. Kabupaten Alor sendiri pun belum 100

### 1.3. Tujuan.

- (1) Menawarkan solusi alternatif dalam upaya penyediaan akses energi listrik di Kabupaten Alor secara optimal dan efisien sekaligus membantu meningkatkan rasio elektrifikasi listrik di NTT.
- (2) Meningkatkan peran matematika dalam mengatasi permasalahan Indonesia terutama yang dapat menghambat terwujudnya pembangunan berkelanjutan 2020.
- (3) Membantu mewujudkan target pemerintah khususnya yang terangkum dalam PIT.

### 1.4. Manfaat.

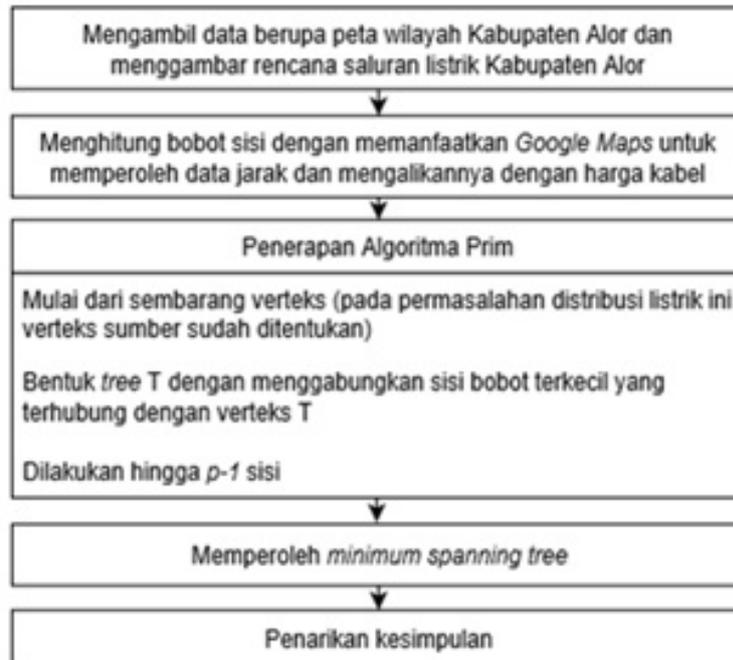
- (1) Terciptanya akses energi listrik yang terjangkau bagi masyarakat Kabupaten Alor.
- (2) Meningkatnya pemahaman masyarakat tentang pentingnya peran matematika dalam mengatasi permasalahan di Indonesia.

- (3) Terwujudnya target pemerintah yang terangkum dalam Program Indonesia Terang (PIT) secara bertahap.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka dengan menghimpun informasi atau referensi teori yang relevan terhadap topik atau masalah yang menjadi objek penelitian. Data yang dibutuhkan dalam penyelesaian penelitian ini adalah peta Kabupaten Alor dan panjang saluran listrik. Data diperoleh dengan membaca peta wilayah Kabupaten Alor pada Google Maps untuk menentukan verteks, sisi, dan bobot pada graf. Verteks yang telah ditentukan merupakan representasi dari lokasitransformator (trafo) distribusi yang ditentukan di sembilan pulau berpenghuni di Kabupaten Alor. Sedangkan, sisi merepresentasikan saluran listrik antarverteks dan bobot adalah biaya pemasangan kabel antarverteks tersebut yang merupakan hasil kali jarak antar titik yang diukur melalui aplikasi Google Maps dengan biaya pemasangan kabel per meter.

Adapun langkah-langkah penelitian dalam mencapai tujuan penelitian adalah:



GAMBAR 1. Diagram alir metode penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimalisasi sumber daya alam yang ada berupa Selat Alor sebagai sumber energi listrik di Kabupaten Alor memerlukan suatu sistematisasi penentuan titik-titik utama beserta jalur distribusi listrik dari Selat Alor menuju beberapa pulau yang ada di Kabupaten Alor. Distribusi arus listrik dari Selat Alor tersebut menggunakan kabel bawah laut untuk jalur distribusi antar pulau yang terpisah dan kabel darat untuk distribusi titik-titik di pulau yang sama. Sistematisasi penentuan titik-titik utama dan optimalisasi jalur distribusi ini diperlukan untuk meminimumkan biaya yang akan digunakan dalam proses elektrifikasi di Kabupaten Alor tersebut. Untuk melakukan proses optimalisasi jalur distribusi listrik di Kabupaten Alor tersebut tentunya diperlukan data geografis dan data pendukung lainnya.



GAMBAR 2. Peta Kabupaten Alor

Berikut ini pulau-pulau yang ada di Kabupaten Alor.

TABEL 1. Jumlah kecamatan dan desa, serta luas pulau yang dihuni tahun 2011 (wikipedia.org).

Pulau	Banyaknya Kecamatan	Banyaknya Desa	Luas (Ha)
P. Besar			
1. Alor	11	120	193232
2. Pantar	5	43	85880
3. Pura	1	6	2816
P. Kecil			
1. Ternate	-	2	416
2. Buaya	-	1	224
3. Nuha Kepa	-	-	32
4. Tereweng	-	1	384
5. Kura	-	1	24
6. Kangge	-	1	1584

Untuk mengoptimalkan alokasi energi listrik di Kabupaten Alor, penentuan alur distribusi energi listrik di daerah tersebut mengandalkan pemanfaatan konsep graf dalam matematika, khususnya penggunaan Algoritme Prim untuk menentukan distribusi energi listrik yang optimal dan efisien.

Graf  $G$  didefinisikan sebagai pasangan himpunan  $(V, E)$ , ditulis dengan notasi  $G = (V, E)$ . Dalam hal ini,  $V(G)$  merupakan himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (verteks atau titik) digambarkan dalam titik-titik, dan  $E(G)$  adalah himpunan sisi-sisi (edges atau arcs) digambarkan dalam garis-garis yang menghubungkan sepasang simpul (Munir dalam Nugraha [6]).

Graf yang merupakan salah satu cabang ilmu dalam komputer yang mempunyai peruntukan yang cukup luas dalam kehidupan nyata, diantaranya adalah untuk 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.

Dalam penentuan alur distribusi listrik di Kabupaten Alor tersebut 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 (minimum spanning tree) jaringan distribusi listrik primer dengan menggunakan Algoritme Prim. Algoritme ini digunakan untuk menentukan titik distribusi listrik karena menurut Nugraha [6], Algoritme Prim menitikberatkan pada pemilihan bobot minimum berdasarkan simpul yang diambil. Karena tidak perlu mengurutkan terlebih dahulu, Algoritme Prim cocok untuk pohon dengan jumlah simpul banyak. Algoritme Prim akan selalu berhasil menemukan pohon merentang minimum tetapi pohon merentang yang dihasilkan tidak selalu unik.

Selain itu, keunggulan Algoritme Prim dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan sistem distribusi ini ditunjukkan dengan penggunaan Algoritme Prim untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan optimalisasi jaringan baik itu jaringan transmisi nasional, jaringan listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN), saluran air, hingga jaringan komunikasi (Sam dan Yuliani [7]).

Hal tersebut menjadikan Algoritma Prim dapat digunakan sebagai metode yang tepat untuk menentukan jalur distribusi listrik yang optimal dengan biaya kabel distribusi listrik yang minimum. Biaya kabel yang digunakan tersebut merepresentasikan bobot sisi antar titik trafo distribusi yang perlu diminimumkan untuk menekan anggaran pembangunan nasional. Hal tersebut membuat penerapan Algoritma Prim menjadi hal yang penting untuk mendukung program pembangunan berkelanjutan di Indonesia khususnya dalam bidang penyediaan akses energi listrik dengan upaya mencari jalur atau rute distribusi listrik dengan meminimumkan bobot sisi dari graf yang dikonstruksi.

**Teorema 3.1** (Algoritme Prim). *Pandang graf  $G(V, E)$  dengan  $p$  buah simpul dan graf  $T$  mula-mula kosong, maka banyak langkah seluruhnya di dalam Algoritme Prim adalah  $p - 1$ , yaitu sebanyak jumlah sisi di dalam  $T$  dan  $T$  selalu merupakan pohon merentang minimum.*

*Proof.* Misalkan  $G$  sebarang graf terhubung berbobot dan  $T$  mula-mula kosong. Setiap Iterasi Algoritme Prim, suatu sisi harus ditemukan yang menghubungkan sebuah simpul di  $T$ . Karena  $G$  terhubung, maka selalu ada jalur ke setiap simpul. Keluaran  $T$  dari Algoritme Prim adalah sebuah pohon (tree), karena semua sisi dan simpul yang ditambahkan pada  $T$  terhubung. Misalkan  $T_1$  adalah pohon merentang minimum dari  $G$ . Jika  $T_1 = T$  maka  $T$  merupakan pohon merentang minimum. Jika tidak, misalkan  $e$  sisi pertama yang ditambahkan dalam konstruksi  $T$  yang tidak berada di  $T_1$ , dan  $V$  himpunan semua simpul yang terhubung oleh sisi-sisi yang ditambahkan sebelum  $e$ . Maka salah satu ujung dari  $e$  ada di dalam  $V$ . Karena  $T_1$  adalah pohon dari rentang graf  $G$ , ada jalur dalam  $T_1$  yang menghubungkan kedua ujung itu. Bila jalur ini ditelusuri, kita akan menemukan sebuah sisi  $f$  yang menghubungkan sebuah simpul di  $V$  ke satu simpul yang tidak di  $V$ . Pada iterasi saat  $e$  ditambahkan ke  $T$ ,  $f$  dapat juga ditambahkan dan akan ditambahkan dengan alih-alih  $e$  bila bobotnya lebih kecil daripada  $e$ . Namun  $f$  tidak ditambahkan, sehingga bobot  $f$  lebih besar dari bobot  $e$ . Misalkan  $T_2$  adalah graf yang didapat ketika menghapus  $f$  dan menambahkan  $e$  dari  $T_1$ . Dapat ditunjukkan bahwa  $T_2$  terhubung, memiliki jumlah sisi yang sama dengan  $T_1$ , dan bobotnya tidak lebih besar dari pada  $T_1$ , karena itu ia adalah pohon merentang minimum dari  $G$  dan ia mengandung  $e$  dan semua sisi-sisi yang ditambahkan sebelumnya selama konstruksi  $V$ . Ulangi langkah-langkah di atas dan akan diperoleh sebuah pohon merentang minimum dari  $G$  yang indentik dengan  $T$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $T$  adalah pohon merentang minimum (*minimum spanning tree*).  $\square$

Adapun langkah-langkah Algoritme Prim untuk menentukan Minimum Spanning Tree (MST)  $T$  (mula-mula kosong) pada graf  $(p, q)G$  yang taktrivial, berbobot, dan terhubung.

- (1) Inisialisasi: mula-mula  $T$  adalah graf kosong.
- (2) Ambil Sembarang  $v \in V(G)$ . Masukkan  $v$  ke dalam  $V(T)$ .

- (3) Pilih sisi  $e \in E(G)$  yang mempunyai bobot minimum dan bersisian (incident) dengan simpul di  $T$ , tetapi  $e$  tidak membentuk siklus di  $T$ . Tambahkan  $e$  ke dalam  $T$ .
- (4) Ulangi langkah 3 sebanyak  $p - 2$  kali.

Berikut Algoritme Prim dalam *pseudocode* yaitu:

Procedure Prim (G: Graf berbobot dengan n simpul)

```

T sisi dengan bobot minimum
for i1 to n-2
e sisi berbobot minimum yang bersisian dengan T dan tidak membentuk siklus jika ditambahkan di T
T T dengan e yang sudah ditambahkan
return T
    
```

Untuk penerapan Algoritme Prim dalam permasalahan distribusi listrik di Kabupaten Alor ini tentunya perlu dikonstruksi terlebih dahulu graf yang menggambarkan titik-titik distribusi dan semua kemungkinan saluran listrik yang memungkinkan. Berikut ini konstruksi graf yang dimaksud.



GAMBAR 3. Konstruksi graf pada Kabupaten Alor

Kemudian untuk memperjelas konstruksi graf tersebut, berikut ini keterangan verteks dari gambar tersebut.

Penentuan verteks dan letaknya tersebut ditentukan berdasarkan informasi kondisi geografis yang diperoleh melalui *Google Maps*. Verteks yang mewakili trafo distribusi tersebut hanya dikonstruksi di wilayah yang memungkinkan dan wilayah yang berpenghuni. Sedangkan, konstruksi edge atau sisi mempertimbangkan perbedaan ketinggian yang terjadi. Misal, untuk verteks bernomor 29 dan 32 tidak adjacent (bertetangga) karena diantara kedua verteks tersebut terdapat dataran tinggi yang memisahkan keduanya sehingga tidak mungkin dihubungkan dengan kabel. Sedangkan untuk verteks yang dipisahkan dengan perairan masih memungkinkan untuk dikonstruksi edge namun menggunakan jenis kabel yang berbeda yaitu, kabel bawah laut. Hal ini akan memberikan bobot yang berbeda antara pemasangan kabel di darat dan kabel bawah laut. Melalui berita di *bisnis.tempo.co* [8], diperoleh informasi bahwa PT PLN memasang kabel listrik bawah laut di Selat Bali pada tahun 2013. Menurut Manajer Perencanaan Proyek Induk Pembangkit dan Jaringan Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara, Anwar, biaya pemasangan kabel bawah laut sepanjang 2,6 km mencapai 400 miliar rupiah. Yang berarti 153,8 miliar rupiah/km. Sedangkan, pembangunan Saluran Udara Tenaga Ekstra Tinggi (SUTET) yang dimulai di Probolinggo kemudian melewati Situbondo dan Banyuwangi membutuhkan kabel listrik sepanjang 131,54 kilometer yang dibentangkan di atas Selat Bali. Pemasangan kabel tersebut menghabiskan dana 1,8 triliun rupiah atau sekitar 13,7 miliar rupiah/km. Berdasarkan informasi tersebut, penentuan bobot edge yang dikonstruksi pada graf ini mengacu pada data

TABEL 2. Verteks yang dibangun beserta keterangannya

Nama	Keterangan vertex	Nama	Keterangan verteks	Nama	Keterangan verteks
S	Sumber listrik	21	Pantar Timur	42	Mataru, Alor
1	Pulau Rusa	22	Pulau Buaya	43	Alor Selatan
2	Pulau Kangge	23	Pulau Ternate	44	Alor Selatan
3	Pulau Kangge	24	Alor Barat	45	Lembur, Alor
4	Pantar Barat	25	Pulau Tereweng	46	Lembur, Alor
5	Pantar Barat	26	Alor Barat	47	Alor Tengah Utara
6	Pantar Barat	27	Alor Barat	48	Lembur, Alor
7	Pantar Tengah	28	Alor Kecil	49	Alor Tengah Utara
8	Pantar Barat	29	Alor Barat	50	Lembur, Alor
9	Pantar Tengah	30	Alor Barat	51	Alor Timut Laut
10	Pantar Tengah	31	Alor Barat	52	Alor Tengah Utara
11	Pantar Tengah	32	Teluk Mutiara	53	Alor Tengah Utara
12	Pantar Tengah	33	Teluk Mutiara	54	Alor Tengah Utara
13	Pantar Tengah	34	Teluk Mutiara	55	Alor Tengah Utara
14	Pantar Tengah	35	Kabola, Alor	56	Alor Timur Laut
15	Pantar Tengah	36	Alor Tengah Utara	57	Alor Timut Laut
16	Pantar	37	Alor Barat	58	Lembur, Alor
17	Pantar Timur	38	Alor Barat	59	Tasi
18	Pantar Timur	39	Alor Barat	60	Alor Tengah Utara
19	Pantar	40	Alor Barat	61	Alor Tengah Utara
20	Pantar	41	Mataru, Alor	62	Pulau Pura

tersebut yaitu, harga kabel bawah laut sebesar 153,8 miliar rupiah/km dan harga kabel di darat sebesar 13,7 miliar rupiah/km. Daftar konstruksi edge beserta jarak, bobot edge, serta jenis kabel yang digunakan terdapat pada **Lampiran 1**. Setelah mengonstruksi graf dari permasalahan distribusi listrik, penerapan Algoritme Prim dapat dilakukan untuk menentukan saluran distribusi yang optimal.

- (1) Ambil sembarang verteks. Karena permasalahan ini merupakan permasalahan distribusi listrik, algoritma dimulai dari verteks S yang merupakan representasi letak Selat Alor sebagai verteks sumber.
- (2) Pilih edge dengan bobot paling minimum yang incident dengan verteks S. Pada tahap ini diperoleh sisi antara verteks S dan verteks bernomor 2 memiliki edge dengan bobot paling minimum sebesar 1076,6.
- (3) Kemudian, pilih edge yang incident dengan verteks S atau verteks bernomor 2 yang paling minimum. Pada tahap ini diperoleh edge yang memiliki bobot minimum selanjutnya adalah edge antara verteks bernomor 2 dan 5 sebesar 569,06.
- (4) Lakukan tahap pemilihan edge tersebut hingga diperoleh tree dengan p-edges atau pada kasus ini sebanyak 62 edges yang mencakup semua verteks yang dikonstruksi. Dengan p adalah jumlah verteks.

Langkah-langkah penerapan Algoritme Prim secara lengkap ditunjukkan dalam tabel berikut.

Langkah	Update Sisi	Bobot	Langkah	Update Sisi	Bobot
1	(S,2)	1076.6	32	(49,52)	12.33
2	(2,5)	569.06	33	(52,53)	24.66
3	(5,4)	57.54	34	(34,37)	65.76
4	(5,7)	98.64	35	(53,54)	80.83
5	(7,13)	98.64	36	(54,55)	27.4
6	(13,14)	108.23	37	(55,60)	41.1
7	(14,15)	104.12	38	(60,59)	10.96
8	(15,12)	112.34	39	(59,58)	6.85
9	(12,8)	116.45	40	(58,57)	13.7
10	(8,9)	52.06	41	(57,56)	16.44
11	(9,10)	54.8	42	(60,61)	43.84
12	(10,11)	45.21	43	(61,46)	42.47
13	(8,6)	106.86	44	(46,45)	41.1
14	(15,17)	120.56	45	(45,44)	45.21
15	(17,18)	98.64	46	(56,51)	72.61
16	(18,21)	142.48	47	(51,50)	52.06
17	(21,20)	67.13	48	(50,48)	67.13
18	(20,19)	100.01	49	(44,43)	94.53
19	(19,16)	130.15	50	(43,42)	90.42
20	(3,5)	430.64	51	(37,31)	98.64
21	(21,23)	830.52	52	(31,27)	68.5
22	(23,24)	769	53	(36,35)	106.86
23	(24,22)	799.76	54	(27,26)	141.11
24	(24,28)	106.86	55	(26,30)	32.88
25	(24,29)	132.89	56	(30,38)	43.84
26	(28,32)	171.25	57	(38,39)	146.59
27	(32,33)	78.09	58	(39,40)	132.89
28	(33,34)	36.99	59	(40,41)	95.9
29	(33,36)	49.32	60	(27,62)	692.1
30	(36,47)	35.62	61	(14,25)	1553.38
31	(47,49)	50.69	62	(S,1)	1568.76
TOTAL BOBOT (langkah 1 sampai 62)					12282

Melalui Algoritme tersebut diperoleh minimum spanning tree dengan total bobot sebesar 12282 atau sebesar 12,282 triliun rupiah. Dengan panjang total kabel baik kabel di darat dan kabel bawah laut sepanjang 345,3 km. Berikut ini gambar minimum spanning tree sebagai solusi distribusi listrik optimal yang diperoleh.

Untuk menunjukkan bahwa hasil Algoritme Prim di atas menghasilkan solusi optimal, berikut ini dikonstruksi tree secara bebas untuk membandingkan besar bobot yang diperoleh.

Setelah menghitung bobot dari seluruh edge pada tree di atas diperoleh bahwa bobot total sebesar 18714,099 atau biaya pemasangan kabel total sebesar 18,714 triliun rupiah dengan



GAMBAR 4. Minimum spanning tree sebagai solusi optimal distribusi listrik di Kabupaten Alor



GAMBAR 5. Konstruksi tree secara bebas dari graf permasalahan distribusi listrik di Kabupaten Alor

total panjang kabel yang digunakan sepanjang 384,27 km. Hal ini menunjukkan bahwa biaya pemasangan kabel yang diperoleh berdasarkan penerapan Algoritme Prim memiliki nilai yang lebih minimum yaitu sebesar 12,282 triliun rupiah dengan panjang kabel 345,3 km.

#### 4. KESIMPULAN

Permasalahan rendahnya tingkat elektrifikasi di wilayah timur Indonesia salah satunya disebabkan oleh faktor geografis. Begitu pun di Kabupaten Alor, kondisi geografis Kabupaten Alor yang terpecah menjadi beberapa pulau dan terdapat jarak yang cukup jauh antara pemukiman satu dengan lainnya menyebabkan pembangunan listrik di Kabupaten Alor tidak efisien dan menghabiskan biaya yang mahal. Namun, di sisi lain, Kabupaten Alor memiliki sumber daya alam berupa perairan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber listrik, yaitu Selat Alor. Maka dari itu, diperlukan suatu konsep yang mampu mengoptimalkan sumber daya listrik yang dimiliki sekaligus alokasinya ke beberapa titik di Kabupaten Alor. Untuk memperoleh hasil yang optimal tersebut dapat diaplikasikan Algoritma Prim. Dengan mengonstruksi 63 verteks dan 81 sisi yang memungkinkan adanya distribusi listrik, kemudian menerapkan Algoritma Prim, diperoleh biaya pemasangan kabel sebesar 12,282 triliun rupiah dengan panjang kabel sebesar 345,3 km.

#### Ucapan Terimakasih.

Tim mengucapkan terima kasih kepada Departemen Matematika Institut Pertanian Bogor yang memberikan dukungan kepada mahasiswa. Selain itu, tim juga sangat berterima kasih kepada Ibu Dra. Farida Hanum selaku dosen pembimbing yang memberikan saran serta mengarahkan tim dalam proses penyusunan karya tulis ini. Tim juga berterima kasih pada pihak-pihak lain yang terlibat dalam proses penyusunan karya tulis ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kasharjanto et al., 2017, Uji kinerja turbin pembangkit listrik arus laut lambung ganda 10 kilowatt di Jembatan Suramadu, KAPAL Vol. 14, No. 3, Oktober 2017, Halaman 79-86.

[2] Lewokeda A., Molan L., 2018, Elektrifikasi Listrik di NTT Bergerak Lambat, <https://kupang.antaraneews.com/berita/6851/elektrifikasi-listrik-di-ntt-bergerak-lambat> diakses pada September 2018.

[3] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. 2017. Statistik Kelistrikan Nasional. <http://www.djk.esdm.go.id> diakses pada September 2018.

[4] Nugraha DW., 2011, Aplikasi Algoritma Prim untuk menentukan minimum spanning tree suatu graf berbobot dengan menggunakan pemrograman berorientasi objek, Jurnal Ilmiah Foristek Vol. 1, No. 2, September 2011, Halaman 70-79.

[5] Purwandana A., 2014, Pola arus dan transport sesaat di Selat Alor pada Musim Timur, Oseanologi dan Limnologi di Indonesia (OLDI) Vo. 40, No.1, Halaman 109-118.

[6] Sam M., Yuliani., 2016, Penerapan Algoritma Prim untuk membangun pohon merentang minimum (minimum spanning tree) dalam pengoptimalan jaringan transmisi nasional Provinsi Sulawesi Selatan, Jurnal Dinamika Vol. 07, No. 01, April 2016, Halaman 50-61.

[7] tempo.co., PLN Pasang Kabel Listrik Bawah Laut di Selat Bali, <https://bisnis.tempo.co/read/462028/pln-pasang-kabel-listrik-bawah-laut-di-selat-bali> diakses pada September 2018.

[8] wikipedia.org., 2018, Kabupaten Alor, [https://id.m.wikipedia.org/wiki/Kabupaten\\_Alor](https://id.m.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Alor) diakses pada September 2018.

Lampiran.

Lampiran 1. Konstruksi edge beserta jarak, bobot, dan jenis kabel yang digunakan

No.	Sisi (verteks asal, verteks tujuan)	Jarak (km)	Kondisi kabel yang digunakan*	Harga kabel (miliar/km)	Bobot (miliar)
1	S,1	10,2	L	153,8	1568,76
2	S,2	7	L	153,8	1076,6
3	S,3	8,3	L	153,8	1276,54
4	S,4	9,5	L	153,8	1461,1
5	1,2	10,7	L	153,8	1645,66
6	3,4	4,8	L	153,8	738,24
7	2,5	3,7	L	153,8	569,06
8	3,5	2,8	L	153,8	430,64
9	4,5	4,2	D	13,7	57,54
10	4,6	11,37	D	13,7	155,769
11	5,7	7,2	D	13,7	98,64
12	6,8	7,8	D	13,7	106,86
13	7,8	10	D	13,7	137
14	8,9	3,8	D	13,7	52,06
15	8,11	4,7	L	153,8	722,86
16	7,13	7,2	D	13,7	98,64
17	8,12	8,5	D	13,7	116,45
18	9,10	4	D	13,7	54,8
19	10,11	3,3	D	13,7	45,21
20	12,15	8,2	D	13,7	112,34
21	13,14	7,9	D	13,7	108,23
22	14,15	7,6	D	13,7	104,12
23	11,16	11,1	D	13,7	152,07
24	15,17	8,8	D	13,7	120,56
25	17,18	7,2	D	13,7	98,64
26	16,19	9,5	D	13,7	130,15
27	19,20	7,3	D	13,7	100,01
28	18,21	10,4	D	13,7	142,48
29	20,21	4,9	D	13,7	67,13
30	20,22	8	L	153,8	1230,4
31	21,22	7	L	153,8	1076,6
32	21,23	5,4	L	153,8	830,52
33	22,24	5,2	L	153,8	799,76

No.	Sisi (verteks asal, verteks tujuan)	Jarak (km)	Kondisi kabel yang digunakan*	Harga kabel (miliar/km)	Bobot (miliar)
34	22,29	8,5	L	153,8	1307,3
35	23,24	5	L	153,8	769
36	23,28	6,7	L	153,8	1030,46
37	24,28	7,8	D	13,7	106,86
38	24,29	9,7	D	13,7	132,89
39	25,14	10,1	L	153,8	1553,38
40	25,26	10,2	L	153,8	1568,76
41	26,27	10,3	D	13,7	141,11
42	26,30	2,4	D	13,7	32,88
43	27,31	5	D	13,7	68,5
44	28,31	3,4	L	153,8	522,92
45	28,32	12,5	D	13,7	171,25
46	29,35	13,1	D	13,7	179,47
47	30,38	3,2	D	13,7	43,84
48	31,37	7,2	D	13,7	98,64
49	32,33	5,7	D	13,7	78,09
50	32,34	3,7	L	153,8	569,06
51	33,34	2,7	D	13,7	36,99
52	33,36	3,6	D	13,7	49,32
53	34,37	4,8	D	13,7	65,76
54	35,36	7,8	D	13,7	106,86
55	36,47	2,6	D	13,7	35,62
56	38,39	10,7	D	13,7	146,59
57	39,40	9,7	D	13,7	132,89
58	40,41	7	D	13,7	95,9
59	41,42	11,3	D	13,7	154,81
60	42,43	6,6	D	13,7	90,42
61	43,44	6,9	D	13,7	94,53
62	44,45	3,3	D	13,7	45,21
63	45,46	3	D	13,7	41,1
64	47,48	9,7	D	13,7	132,89
65	48,50	4,9	D	13,7	67,13
66	47,49	3,7	D	13,7	50,69
67	49,52	0,9	D	13,7	12,33
68	50,51	3,8	D	13,7	52,06
69	52,53	1,8	D	13,7	24,66
70	53,54	5,9	D	13,7	80,83
71	54,55	2	D	13,7	27,4
72	51,56	5,3	D	13,7	72,61
73	56,57	1,2	D	13,7	16,44
74	57,58	1	D	13,7	13,7
75	58,59	0,5	D	13,7	6,85
76	59,60	0,8	D	13,7	10,96
77	60,61	3,2	D	13,7	43,84
78	55,60	3	D	13,7	41,1
79	46,61	3,1	D	13,7	42,47
80	27,62	4,5	L	153,8	692,1
81	28,62	7,5	L	153,8	1153,5

\* Keterangan: "D" menyatakan penggunaan kabel di darat dan "L" penggunaan kabel bawah laut