

PERANCANGAN SISTEM DISTRIBUSI ZONA II TANJUNG BALAI KARIMUN KEPULAUAN RIAU

Ivan Cahya Raswoko^{1,a}, Syamsir Abduh^{2,b}, Maula Sukmawidjaja^{3,c}

¹ Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti, Indonesia

² Lembaga Penelitian Universitas Trisakti

^a raswoko31@gmail.com

Abstrak.

Sistem distribusi merupakan salah satu elemen yang paling penting untuk dapat meyalurkan energi listrik dari pembangkit ke konsumen. Tanjung Balai Karimun, Kepulauan Riau merupakan sebuah pulau yang berada di dekat pulau Batam. PT Karimun Power Plant telah membangun pembangkit dengan kapasitas total 7.5 MW yang terdiri dari 5 mesin dengan kapasitas masing-masing 1.5 MW. Penelitian ini tertuju pada sistem distribusi yang sesuai untuk diterapkan disana. Saluran udara tegangan menengah merupakan salah satu sistem yang ada, dan cocok untuk diterapkan di Zona II Tanjung Balai Karimun Kepulauan Riau. Ukuran penampang yang digunakan pada saluran yang telah dihitung adalah 100 mm² pada hulu dan 16 mm² pada hilir. Pengahantar-penghantar ini ditopang oleh tiang dengan ketinggian 12 m dan dengan jarak antar tiang selebar 100 m. dalam sistem ini juga terdapat transformator dengan kapasitas 160 – 4000 kVA. Sistem ini di uji menggunakan software ETAP dan menghasilkan data bahwa pembangkit yang tersedia tidak cukup untuk memikul beban yang ada di Zona II Tanjung Balai Karimun. Dikarenakan tidak memadainya pembangkit yang ada maka solusinya jangka panjangnya adalah untuk menambah jumlah pembangkit sedangkan solusi jangka pendeknya adalah dengan mengurangi beban yang akan di pikul.

Kata kunci. SUTM, Sistem Distribusi, ETAP

Abstract.

The distribution system is one of the most important elements to be able to distribute electrical energy from power plants to consumers. Tanjung Balai Karimun, Kepulauan Riau is an island near the island of Batam. PT Karimun Power Plant has built a plant with a total capacity of 7.5 MW consisting of 5 machines with a capacity of 1.5 MW each. This research is aimed at the appropriate distribution system to be applied there. Medium voltage air duct is one of the existing systems, and is suitable to be applied in Zone II Tanjung Balai Karimun Riau Islands. The cross section size used in the calculated conduit is 100 mm² in the upstream and 16 mm² in the downstream. These conveyors are supported by a pole with a height of 12 m and with a distance between the poles as wide as 100 m. in this system there is also a transformer with a capacity of 160-4000 kVA. This system was tested using ETAP software and produced data that the available generator was not enough to carry the burden in Zone II Tanjung Balai Karimun. Due to inadequate power generation, the long-term solution is to increase the number of plants while the short-term solution is to reduce the burden to be carried.

Keywords. SUTM, Sistem Distribusi, ETAP

I. PENDAHULUAN

Dalam melaukukan kegiatan sehari-hari masyarakat tidak lepas dari kebutuhannya akan listrik. Listrik merupakan salah satu energi yang sangat berguna bagi semua kalangan. Dari rumah tangga, perkantoran sampai perindustrian energi listrik pasti dibutuhkan. Salah satu bagian dari proses penyediaan energi listrik bagi konsumen adalah jaringan distribusi. Jaringan distribusi adalah bagian penting yang tidak boleh dipinggirkan, jaringan distribusi merupakan perantara utama antara pembangkit energi listrik dengan konsumen atau pemakai.

Tanjung Balai Karimun merupakan sebuah pulau yang berada di Kepulauan Riau. Pulau ini merupakan salah satu pulau Indonesia yang berada paling luar dan berbatasan dengan Singapore. Di pulau ini terdapat daerah perindustrian pada salah satu sisi pulau, bidang usaha utama dari perindustrian yang berada dipulau ini adalah pertambang batu granit. Selain bidang usaha pertambang batu granit terdapat juga perindustrian pada bidang usaha gas acetilin dan galangan kapal.

Terdapat suatu hal yang menarik dari pulau ini. Pulau ini dibagi menjadi tiga zona dalam hal hak pemasok listriknya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Di Zona I hak dipegang oleh PT. Soma Daya Utama (PT. SDU), di Zona II hak dipegang oleh PT Karimun Power Plant (PT. KPP) dan di Zona III hak dipegang oleh pihak PT. Perusahaan Listrik Negara (PT. PLN).



Gambar 1. Pembagian Zona Pulau Karimun, Kepulauan Riau

Di zona II PT. KPP bekerjasama dengan PT. Widar Mandripa Nusantara (PT. WMN) dalam membangun pembangkit energi listrik bertenaga gas untuk keperluan energi listrik di zona II. PT. KPP yang bekerjasama dengan PT. WMN berusaha memberikan pilihan sumber energi listrik baru bagi perindustrian disana. Kedua perusahaan ini telah membangun pembangkit energi listrik bertenaga gas sebanyak 5 unit dengan masing-masing berkapasitas 1.5 MW.

Meskipun PT. KPP yang bekerjasama dengan PT. WMN telah membangun pembangkit listrik bertenaga gas yang terdiri dari 5 buah mesin gas yang masing masing berdaya 1,5 MW, namun jalur distribusi listrik di wilayah ini belum tersedia untuk menyambungkan antara sisi pembangkit dengan konsumen. Maka dari itu penelitian ini akan merancang jalur distribusi di Zona II Tanjung Balai Karimun, Kepulauan Riau.

Studi Pustaka

Sistem distribusi adalah sebuah sistem yang berguna untuk menyalurkan daya dari pembangkit sampai ke konsumen. Dalam sistem penyaluran energi listrik terdapat dua bagian, yaitu sistem distribusi dan sistem transmisi. Jaringan distribusi berbeda dengan jaringan transmisi. Secara garis besar sistem transmisi merupakan sistem yang menyalurkan energi listrik untuk jarak yang sangat jauh, sedangkan jaringan distribusi untuk jarak yang lebih dekat.

Sistem distribusi dapat digolongkan berdasarkan tegangannya dan jenis konstruksinya. Berdasarkan tegangannya, sistem distribusi dibagi menjadi tegangan tinggi, tegangan menengah dan tegangan rendah. Sedangkan berdasarkan konstruksinya, sistem distribusi dibagi menjadi saluran udara dan saluran bawah tanah.

Berdasarkan Tegangan

a. Tegangan Tinggi

Tegangan tinggi digunakan dalam menyalurkan daya dengan jarak yang jauh. Tegangan tinggi di Indonesia menggunakan tegangan 70 kV, 150 kV dan 275 kV.

- b. Tegangan Menengah
Tegangan menengah di Indonesia menggunakan tegangan antara 6 kV sampai 20 kV. Tegangan menengah pada umumnya digunakan untuk keperluan industri dan digunakan untuk saluran distribusi primer di perkotaan.
- c. Tegangan Rendah
Tegangan rendah di Indonesia menggunakan tegangan 380 V dan 220 V. Tegangan rendah ini digunakan dalam saluran distribusi sekunder yaitu saluran distribusi untuk pemukiman listrik rumah tangga.

Berdasarkan Konstruksi

- a. Saluran Udara
Jalur distribusi dengan konstruksi saluran udara adalah saluran dengan penghantarnya berada di udara dengan ditopang oleh tiang. Penghantar di saluran udara biasanya menggunakan penghantar telanjang yaitu penghantar tanpa isolasi. Saluran udara memiliki beberapa kelebihan, diantaranya:
 - 1. Biaya pembangunan atau investasi yang jauh lebih rendah dibandingkan konstruksi bawah tanah.
 - 2. Untuk daerah dengan dataran bebatuan lebih mudah untuk membuat lubang untuk tiang listrik dibandingkan membuat jalur untuk bawah tanah.
- b. Saluran Bawah Tanah
Jalur distribusi dengan konstruksi bawah tanah adalah suatu saluran distribusi yang menggunakan penghantar berisolasi penuh dan di tanam didalam tanah. Saluran bawah tanah memiliki beberapa kelebihan, diantaranya:
 - 1. Dari segi estetika, jalur distribusi dengan konstruksi bawah tanah memiliki nilai yang baik karena berada dibawah tanah dan tidak terlihat sehingga cocok untuk di perkotaan yang penduduknya padat serta padat lalu-lintasnya.
 - 2. Keandalan dari jalur distribusi dengan menggunakan konstruksi bawah tanah lebih tinggi karena tidak terpengaruh oleh hujan, petir, angin ribut maupun faktor alam lainnya.

Pada sistem distribusi terdapat beberapa komponen yang perlu diketahui seperti berikut ini:

- a. Transformator
Transformator merupakan alat yang berguna untuk menaikkan atau menurunkan tegangan. Salah satu tujuan tegangan perlu dinaikkan atau diturunkan adalah untuk membuat penggunaan penghantar lebih hemat. Transformator biasa diletakkan pada sisi sebelum masuk ke pelanggan. Penentuan dari pemilihan transformator adalah dari daya yang akan dialirkan ke beban, dan dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S=P \times \cos \phi \tag{1}$$

Dimana : S = Daya untuk kapasitas transformator (VA)
P = Daya (Watt)

- b. Penghantar
Penghantar merupakan media utama bagi energi listrik mengalir, penghantar listrik ada bermacam-macam namun pada sistem distribusi menggunakan kabel. Dalam menentukan kabel yang dibutuhkan pada sistem distribusi, diperlukan nilai arus yang mengalir pada sistem tersebut. Nilai arus tersebut dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I= P/(V \times \sqrt{3} \times \cos\phi) \tag{2}$$

Dimana : I = Arus (Ampere)
P = Daya (Watt)
V= Tegangan (Volt)

c. Tiang

Tiang penyangga ini berfungsi untuk menopang penghantar yang berada di udara. Berdasarkan puil, persyaratan dari suatu tiang penyangga dipengaruhi oleh tegangan saluran yang digunakan. Untuk distribusi tegangan menengah dengan tegangan 6–30 kV, tinggi tiang yang ditentukan setinggi 10–20 m dan untuk jarak antar tiang selebar 60–150 m.

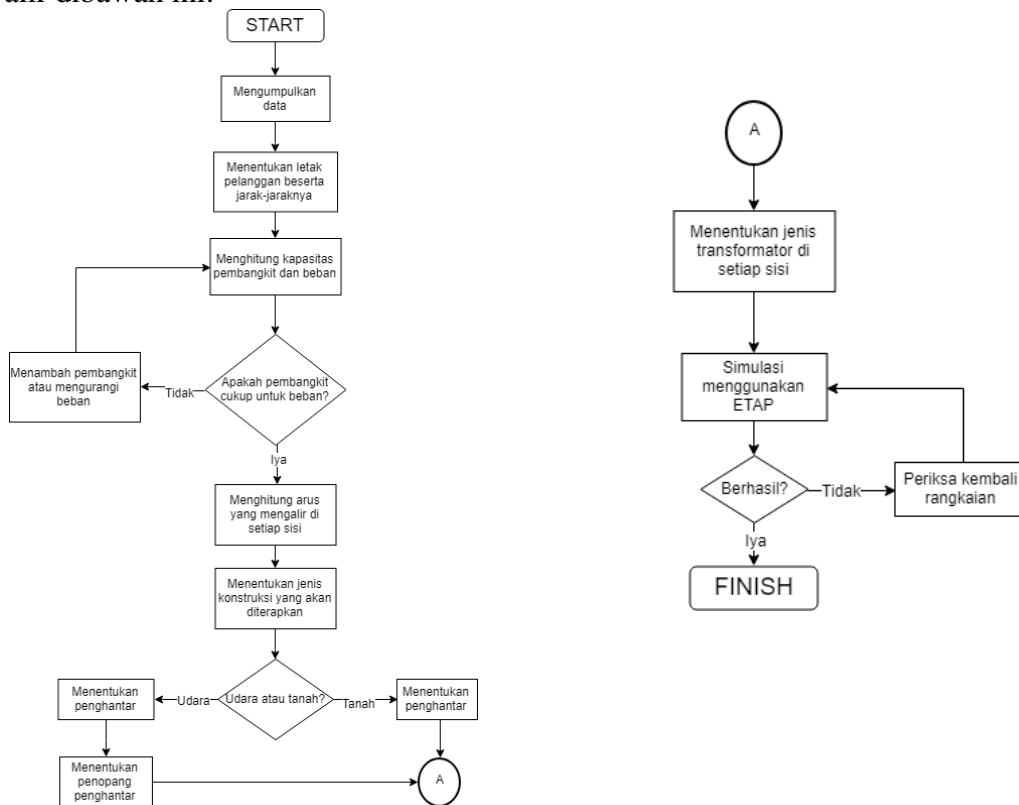
Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Widar Mandripa Nusantara, diketahui pelanggan yang terdapat di Zona II Tanjung Balai Karimun, Kepulauan Riau memiliki kebutuhan daya seperti pada Tabel 1 berikut ini

Tabel 1. Beban Pelanggan

Pelanggan	Daya (kW)
KMS	600
MOS	2170
IDG	90
KTG	250
PG	2969
ALRI	400
PD	552
WPK	984
BGMM	823

II. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk merancang suatu sistem distribusi, maka diperlukan langkah-langkah yang terdapat dalam diagram alir dibawah ini:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL, PEMBAHASAN DAN ANALISA

Pemilihan Sistem Distribusi

Dari pertimbangan yang dilakukan untuk sistem distribusi yang sesuai diterapkan di Zona II Tanjung Balai Karimun, Kepulauan Riau maka saluran udara dengan menggunakan tegangan menengah adalah yang sesuai untuk diterapkan. Hal ini didasari oleh:

1. Kawasan disana merupakan kawasan industri sehingga faktor estetika bukan hal yang diutamakan
2. Kawasan disana memiliki tektur daratan yang banyak bebatuan sehingga sulit untuk melakukan penggalian jika ingin menggunakan jalur bawah tanah
3. Tegangan menengah digunakan agar menghasilkan nilai arus yang lewat saat pendistribusian.

Perhitungan Arus Setiap Sisi

Untuk perhitungan arus, digunakan rumus 2 untuk mendapatkan hasilnya. Seperti misalnya mencari untuk arus pada PT. KMS seperti berikut ini:

$$I = 600000 / (20000 \times \sqrt{3} \times 0.85) = 20.37 \text{ A}$$

Untuk pelanggan lain dilakukan sama seperti diatas dan hasil akhir akan seperti Tabel 2 pada kolom arus

Perhitungan Kapasitas Transformator Setiap Sisi

Untuk perhitungan kapasitas transformator, digunakan rumus 1 untuk mendapatkan hasilnya. Seperti misalna untuk kapasitas transformator pada PT. KMS seperti berikut ini:

$$S = 600000 \times 0.85 = 510 \text{ kVA}$$

Untuk pelanggan lain dilakukan sama seperti diatas dan hasil akhir akan seperti Tabel 2 pada kolom kapasitas transformator. Nilai tersebut sudah menjadi nilai yang sudah umum di lapangan.

Tabel 2. Hasil Akhir Perhitungan

Pelanggan	Arus (A)	Kapasitas Transformator (kVA)
KMS	20.37	630
MOS	73.69	3600
IDG	3.05	100
KTG	8.49	250
PG	100.83	3600
ALRI	13.58	400
PD	18.67	630
WPK	33.41	1000
BGMM	27.95	1000

Pemilihan Kabel

Pemilihan kabel dilakukan berdasarkan arus yang telah dicari. Untuk saluran udara menggunakan penghantar jenis AAAC dengan luas penampang yang berbeda-beda. Perbedaan ini ditentukan sesuai katalog dari suatu produsen dan hasilnya seperti pada Tabel 3

Perhitungan Jumlah Tiang

Untuk menghitung kebutuhan tiang dapat melakukan perhitungan dengancara membagi jarak dengan 100. Hal ini karena standar jarak antar tiang adalah 100 m. hasilnya dapat dilihat pada tabel 3. Hasil ini telah dibulatkan keatas.

Tabel 3 Hasil Akhir Perhitungan

Objek	Luas (mm ²)	Penampang	Keperluan Tiang (pcs)
KPP-INT1	100		17
INT1-KMS	16		6
INT1-MOS	16		12
INT1-INT2	70		26
INT2-PG	25		2
INT2-INT3	25		14
INT3-ALRI	16		2
ALRI-PD	16		4
INT3-INT4	16		24
INT4-WPK	16		38
INT4-BGMM	16		35

Simulasi Dengan ETAP

Sistem yang telah dirancang tersebut telah di simulasikan menggunakan ETAP dan menghasilkan data bahwa pembangkit yang tersedia tidak cukup untuk memikul beban yang ada di Zona II Tanjung Balai Karimun sehingga harus dilakukan pengurangan beban atau penambahan kapasitas pembangkit.

IV. KESIMPULAN

Berisikan kesimpulan penelitian yang ditulis:

1. Sistem distribusi yang sesuai untuk diterapkan di Zona II Tanjung Balai Karimun, Kepulauan Riau adalah saluran udara tegangan menengah dengan menggunakan tegangan 20 kV dan penghantar dengan ukuran penampang mulai dari 100 mm² pada hulu dan 16 mm² pada hilir.
2. Sistem distribusi saluran udara tegangan menengah yang dirancang untuk Zona II Tanjung Balai Karimun, Kepulauan Riau menggunakan:
 - a. Tiang-tiang penopang dengan tinggi 12 m dan jarak antar tiang 100 m berjumlah 180 buah
 - b. Transformator dengan kapasitas 160 – 4000 kVA berjumlah 9 buah
 - c. Penghantar dengan luas penampang 16 – 100 mm² sepanjang 17,432 m

DAFTAR PUSTAKA

1. Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik, PLN, Jakarta
2. Kadir Abdul, 2006, Distribusi dan Utilitasi Tenaga Listrik, Universitas Indonesia, Jakarta
3. Michael Pike, 2016, Survei Karakteristik Beban Kelistrikan di Zona II, feasibility study PT KPP
4. Suswanto Daman, 2009, Sistem Distribusi Tenaga Listrik, Universitas Padang, Padang.
5. Annisa Nur Wahyuni, Lydia Anggraini, "Prospek Bisnis dengan Teknologi DSSL (*Dry Sludge Synthetic Lubricant*) sebagai Solusi Pengurangan Sludge Limbah B3 (Berbahaya dan Beracun) Sekaligus Peluang Benefit Wax (C20+) sebagai Synthetic Lubricant." *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*.