

Analisis Keandalan Sistem Konfigurasi Jaringan Penyulang 20 Kv di PT. PLN (Persero) ULP Pakam Kota Berbasis Matlab

Abendanon Siagian¹, Zulkarnain², Muhammad Erpandi Dalimunthe³, Zuraidah Tharo⁴
¹²³⁴Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca Budi
Medan, Indonesia
corresponding author(s): abendanonsiagian12@gmail.com

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan mengetahui sistem konfigurasi jaringan 20 kV di PT. PLN (Persero) ULP Pakam Kota yang memiliki total 15 sumber jaringan 20 kV (15 Penyulang 20 kV) untuk mensuplai listrik di wilayah kerja PLN ULP Pakam Kota yang terdiri dari 5 Kecamatan yang berada di Kabupaten Deli Serdang yakni Kecamatan Lubuk Pakam, Kecamatan Pagar Merbau, Kecamatan Beringin, Kecamatan Pantai Labu, dan Kecamatan Batang Kuis. Selain mengaliri listrik untuk masyarakat umum wilayah kerja ULP Pakam kota juga memiliki pelanggan-pelanggan objek vital seperti Bandara Kuala Namu, Kantor Bupati Deli Serdang, POLRESTA Deli Serdang, RSU Medistra, RSUD H. Amri Tambunan, RSU Sari Mutiara, Kejaksaan Negeri Deli Serdang, KODIM 0204 Deli Serdang, Kantor DPRD Deli Serdang, BNN Deli Serdang & Lapas Kelas II-B Lubuk Pakam. Dengan demikian kesediaan pasokan tenaga listrik yang handal menjadi poin utama untuk menjamin kepuasan terhadap pelanggan. Keandalan sistem tenaga listrik dapat dinilai saat keadaan beroperasi normal, pasca gangguan & saat pemeliharaan jaringan. Dengan adanya analisis sistem konfigurasi jaringan, akan dapat diketahui bentuk dari sistem jaringan distribusi 15 penyulang 20 kV, skema manuver jaringan, dan *Energy Not Supplied* (ENS) terselamatkan yang diakibatkan oleh gangguan ataupun pemeliharaan jaringan distribusi. Perhitungan ENS akan dihitung dengan menggunakan aplikasi Matlab.

Kata Kunci—*Energy Not Supplied* (ENS), Konfigurasi, Matlab

Abstract—*This research aims to study and determine the 20 kV network configuration system at PT. PLN (Persero) ULP Pakam City which has of 15 feeders supply 20 kV network sources (15 feeders 20 kV) to supply electricity in the PLN ULP Pakam City working area which consists of 5 sub-districts in Deli Serdang Regency, namely Lubuk Pakam Sub-district, Pagar Merbau Sub-district, Beringin District, Pantai Labu District, and Batang Kuis District. Apart from supplying electricity to the general public, the ULP Pakam city working area also has vital object customers such as Kuala Namu Airport, Deli Serdang Regent's Office, Deli Serdang POLRESTA, Medistra Hospital, H. Amri Tambunan Regional Hospital, Sari Mutiara Hospital, Deli Serdang District Prosecutor's Office, KODIM 0204 Deli Serdang, Deli Serdang DPRD Office, Deli Serdang BNN & Lubuk Pakam Class IIB Prison. Thus, the availability of a reliable electricity supply is the main point to ensure customer satisfaction. The reliability of the electric power system can be assessed during normal operating conditions, after disturbances & during network maintenance. By analyzing the network configuration system, it will be possible to know the shape of the distribution network system with 15 feeders 20 kV, the network maneuvering scheme, and the saved Energy Not Supplied (ENS) caused by disruption or maintenance of the distribution network. ENS calculations will be calculated using the Matlab application.*

Keywords—*Configuration, Energy Not Supplied (ENS), Matlab*

I. PENDAHULUAN

Fungsi utama suatu sistem distribusi dalam suatu jaringan ketenagalistrikan adalah untuk mentransfer energi secara aman dan andal dari jaringan transmisi ke pengguna akhir. Hasilnya, penyedia layanan memiliki insentif yang kuat untuk terus meningkatkan kualitas produk dan layanan yang mereka berikan konteks, PT. PLN (Persero) merupakan perusahaan nasional yang mengkhususkan diri pada penyediaan dan distribusi energi bersih kepada konsumen [1].

Kemajuan sistem distribusi didasarkan pada seberapa baik sistem tersebut dapat menjalankan fungsinya dan terus menyediakan energi ramah lingkungan kepada konsumen. Jam kerja sistem distribusi menghadapi berbagai tantangan. Hal ini disebabkan adanya peristiwa acak yang berpotensi memperbaiki distribusi sistem sedangkan keadaan operasional sistem dapat berubah akibat beban listrik berfluktuasi dan jaringan peralatan keluar dari operasi tidak terjadi. menyebabkan masalah dengan pengoperasian sistem berbasis daftar. Oleh karena itu, pemeliharaan dan pengoperasian sistem daftar harus dilakukan secara hati - hati dan konsisten guna mengatasi berbagai permasalahan [2].

Kualitas atau keandalan tegangan dan frekuensi yang dihasilkan pembangkit harus sesuai dengan standar. Jika nilai-nilai ini tidak sesuai dengan standar, maka kualitas atau keandalan tegangan dan frekuensi tersebut tidak memenuhi standar yang diinginkan [2].

Ketika menjalankan jaringan distribusi, sangat penting untuk mempertimbangkan faktor keandalan. Gangguan yang sering terjadi pada jaringan distribusi saat ini dapat memengaruhi keandalan dalam penyediaan energi listrik.

Kinerja sistem distribusi adalah sejauh mana sistem atau bagian sistem dapat memberikan hasil yang optimal dalam situasi dan waktu tertentu. Untuk mengukur kinerja sistem, analisis dan perhitungan diperlukan. Kontinuitas pelayanan adalah komponen penting dalam penilaian kualitas layanan, yang sangat dipengaruhi oleh jenis dan peralatan penyalur serta peralatan perlindungan yang digunakan [3]. Jaringan distribusi sebagai sarana penyalur energi listrik mempunyai tingkat kontinuitas pelayanan secara terus menerus. Keandalan sistem jaringan tenaga listrik menjadi poin utama dalam pelayanan terhadap seluruh pelanggan PLN yang ada khususnya di wilayah kerja ULP Pakam Kota. Tingkat keandalan harus diperhatikan mulai dari sistem beroperasi secara normal [4], pasca gangguan, maupun saat akan dilakukan pemeliharaan. Dengan mengetahui sistem konfigurasi jaringan penyulang 20 kV PT. PLN (Persero) ULP Pakam Kota dengan total 15 sumber penyulang yakni, penyulang TW.01, PC.03, PU.02, KL.01, KL.02, KU.01, KU.02, KU.03, KA.01, KA.02, KA.04, ST.01, ST.02, SR.03 & SN.01 yang di suplai dari 4 gardu induk yakni Gardu Induk Tanjung Morawa, Gardu Induk Perbaungan, Gardu Induk Kuala Namu & Gardu Induk Sei Rotan yang masing-masing penyulang memiliki sistem yang berbeda-beda dalam hal pendistribusiannya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Mengalirkan tenaga listrik dari Gardu Induk Distribusi ke pelanggan dengan tingkat pelayanan yang memadai adalah tujuan utama sistem distribusi. Kontinuitas layanan, yang bergantung pada desain dan pembangunan jaringan serta peralatan tegangan menengah, merupakan komponen mutu layanan yang penting. Karena sebagian besar gangguan sistem tenaga listrik terjadi di jaringan distribusi, terutama yang bekerja pada tegangan menengah, penanganan gangguan dengan cepat merupakan masalah utama dalam menjalankan fungsi jaringan distribusi ini. Akibatnya, tingkat keandalan sangat penting untuk mengevaluasi kinerja sistem distribusi tenaga listrik.

B. Gangguan Pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Situasi di mana sistem tenaga listrik mengalami gangguan yang menyebabkan relay pengaman penyulang berfungsi untuk memutuskan *sirkuit breaker* di gardu induk dikenal sebagai gangguan sistem distribusi. Peralatan pengaman digunakan untuk mencegah kerusakan pada peralatan yang dilalui oleh arus gangguan tersebut [5]. Gangguan dapat berasal dari dalam sistem atau dari luar sistem.

1. Gangguan dari dalam sistem antara lain:
 - a. Tegangan lebih atau arus lebih
 - b. Pemasangan yang kurang tepat
 - c. Usia peralatan atau komponen
2. Gangguan dari luar sistem antara lain:
 - a. Dahan/ranting pohon yang mengenai SUTM
 - b. Sambaran petir
 - c. Cuaca ekstrim
 - d. Kerusakan peralatan
 - e. Gangguan binatang
 - f. Gangguan papan reklame
 - g. Gangguan pembangunan/renovasi gedung

Berdasarkan sifatnya, gangguan sistem distribusi dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Gangguan Temporer

Gangguan yang bersifat sementara adalah gangguan yang cenderung hilang dengan sendirinya dan dapat diperbaiki dengan cara sementara, seperti memutuskan sirkuit yang terganggu untuk sementara waktu sebelum mengembalikannya ke keadaan normal. Ini dapat dilakukan secara otomatis atau dengan intervensi manual oleh operator. [5].

2. Gangguan Permanen

Gangguan bersifat permanen, yang berarti bahwa tindakan diperlukan untuk memperbaiki atau menghilangkan sumbernya. Ini ditunjukkan oleh pemutus daya yang terus memicu kembali (trip) setelah operator mencoba menghidupkannya kembali setelah gangguan.

C. Manuver Jaringan Distribusi

Manajemen jaringan adalah pengalihan pasokan listrik dari satu sumber ke sumber lain; ini dapat terjadi dari sumber A ke sumber B atau sebaliknya. Tujuannya adalah untuk memastikan ketersediaan listrik terus berjalan, menghindari pemadaman, atau mengurangi area yang terkena pemadaman karena gangguan atau kegiatan pemeliharaan jaringan.

Kegiatan yang dilakukan dalam manuver yakni:

- Memisahkan bagian-bagian jaringan yang semula terhubung dalam keadaan bertegangan/tidak bertegangan.
- Menghubungkan bagian-bagian jaringan yang terpisah menurut keadaan operasi normalnya dalam keadaan bertegangan/tidak bertegangan.

Konfigurasi jaringan dan ketersediaan peralatan manuver di seluruh jaringan sangat penting untuk keberhasilan manuver secara teknis. Peralatan manuver yang dimaksud termasuk peralatan pemutus dan penghubung seperti PMT, Recloser, LBS, FCO, dan *Switch Disconnection* [6].

D. Aplikasi Matlab

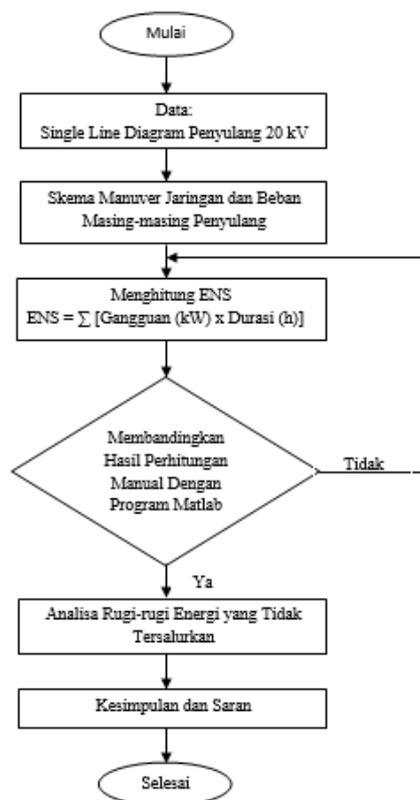
Matlab merupakan singkatan dari *Matrix Laboratory* yang dapat digunakan dalam:

- Pengembangan Algoritma matematika dan komputasi
- Pemodelan, simulasi serta pembuatan *prototype* dari penerima data
- Analisa, eksplorasi, dan visualisasi data
- *Scientific* dan *engineering*
- Pengembangan aplikasi berbasis grafik dan pembuatan *Graphical User Interface* (GUI).

Matlab adalah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan, terutama untuk situasi yang membutuhkan perhitungan matematis [7]. Matlab menggunakan operasi matriks untuk menjalankan semua perhitungan matematisnya. Matlab akan berfungsi sebagai program untuk menghitung *Energy Not Supplied* (ENS).

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Penelitian



GAMBAR 1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN

B. Metode Analisis Data

Untuk melakukan analisis data dalam penelitian ini, Matlab aplikasi digunakan. Ini menggunakan data yang diperbarui pada bulan Mei 2023 untuk sumber 20 kV PT. PLN (Persero), UID North Sumatra, UP3 Lubuk Pakam, dan ULP Pakam Kota.

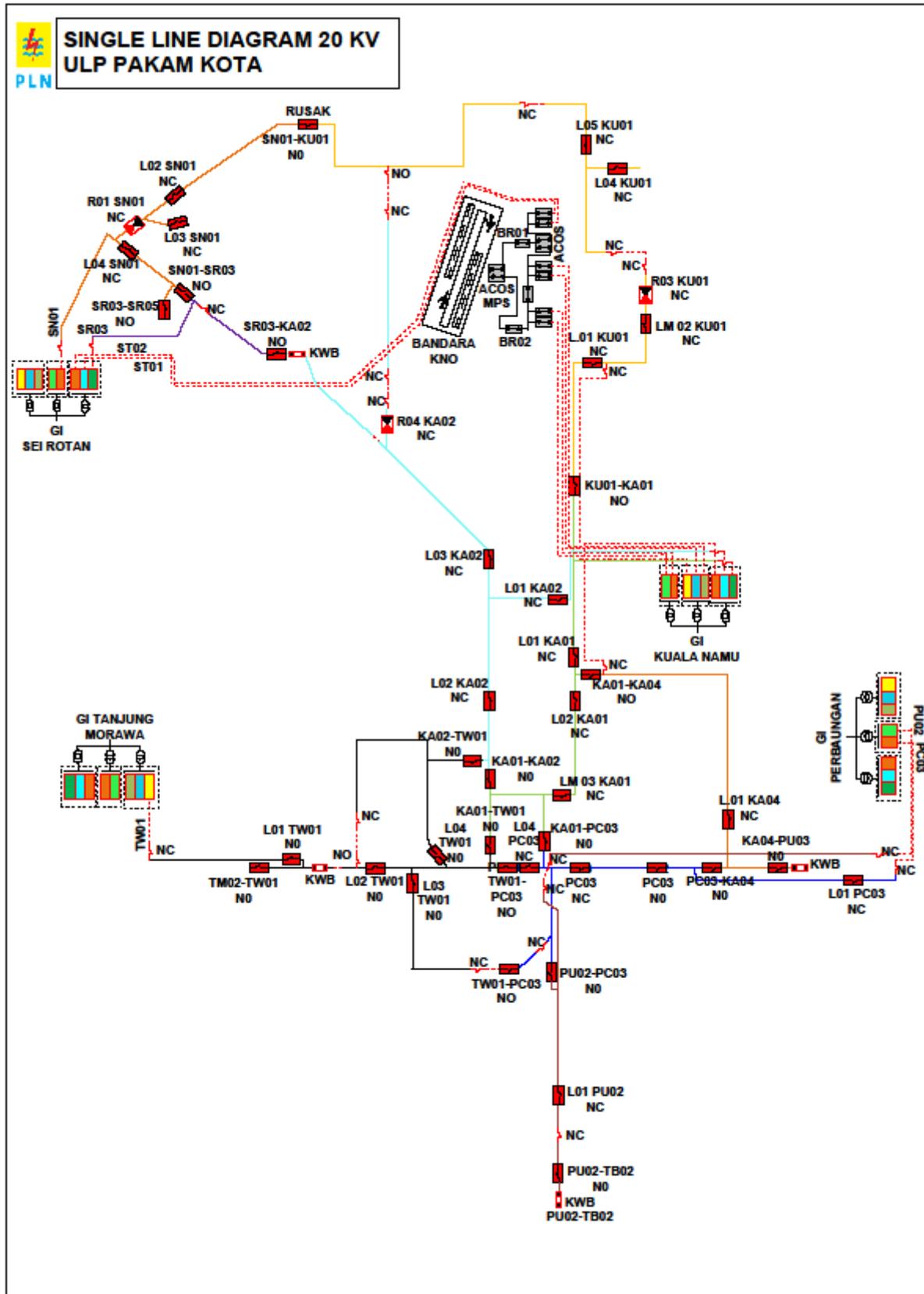
1. Data Penyulang 20 kV beserta sumbernya
2. *Single Line Diagram* penyulang 20 kV PT PLN (Persero) ULP Pakam Kota
3. Data beban per penyulang 20 kV PT PLN (Persero) ULP Pakam Kota
4. Data *Switching* terpasang pada penyulang 20 kV PT PLN (Persero) ULP Pakam Kota

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

TABEL I. DATA PENYULANG 20 KV ULP PT. PLN (PERSERO) ULP PAKAM KOTA BESERTA SUMBERNYA

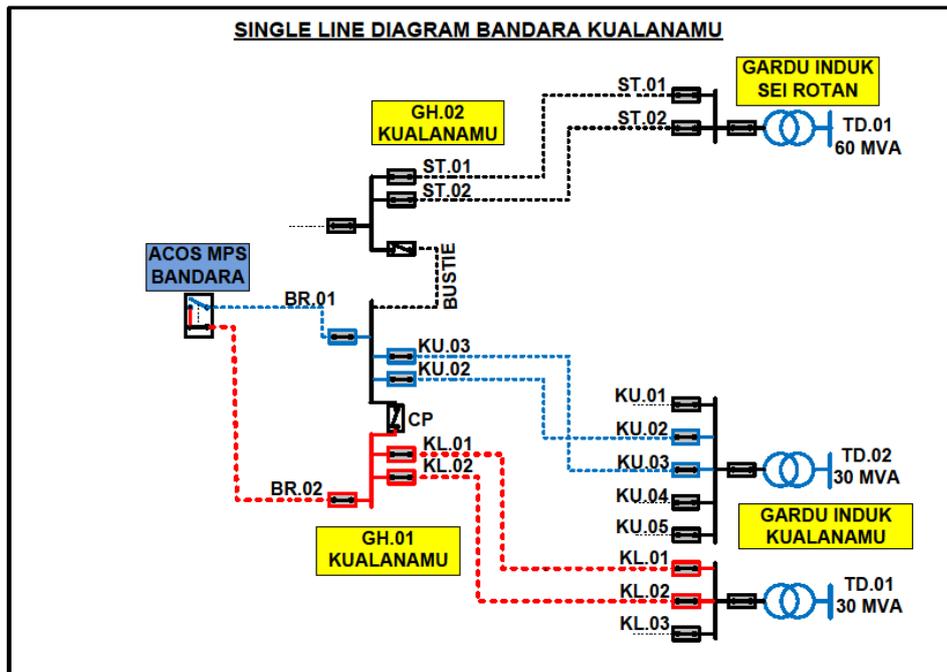
Gardu Induk	Nama Penyulang	Suplai Trafo Daya	Kapasitas Trafo Daya
Kualanamu	KL.01	TD01	30 MVA
	KL.02		
	KU.01	TD02	30 MVA
	KU.02		
	KU.03		
	KA.01	TD03	60 MVA
KA.04			
Sei Rotan	ST.01	TD03	60 MVA
	ST.02		
	SR.03	TD02	60 MVA
	SN01		
Perbaungan	PC.03	TD02	60 MVA
	PU.02		
Tanjung Morawa	TW.01	TD03	60 MVA

Sumber: Data Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota dan Sumbernya



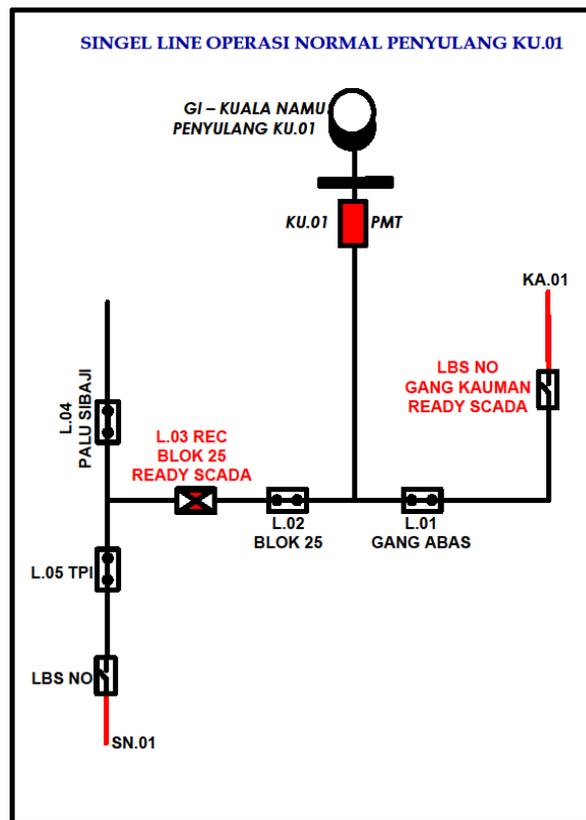
Sumber: Single Line Diagram Per Penyulang 20 kv ULP Pakam Kota

GAMBAR 2. SINGLE LINE DIAGRAM KESELURUHAN PENYULANG 20 KV PT PLN (PERSERO) ULP PAKAM KOTA



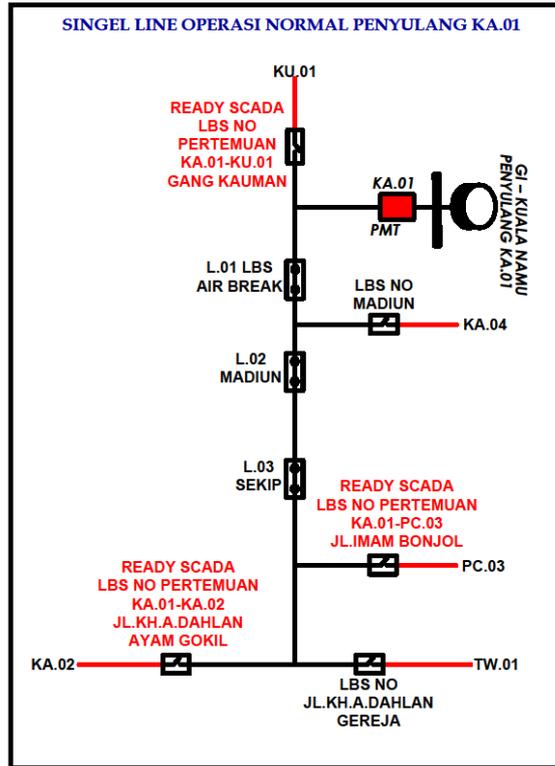
Sumber: Single Line Diagram Per Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

GAMBAR 3. SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG BANDARA KUALANAMU (KL.01, KL.02, KU.02, KU.03, ST.01 & ST.02)



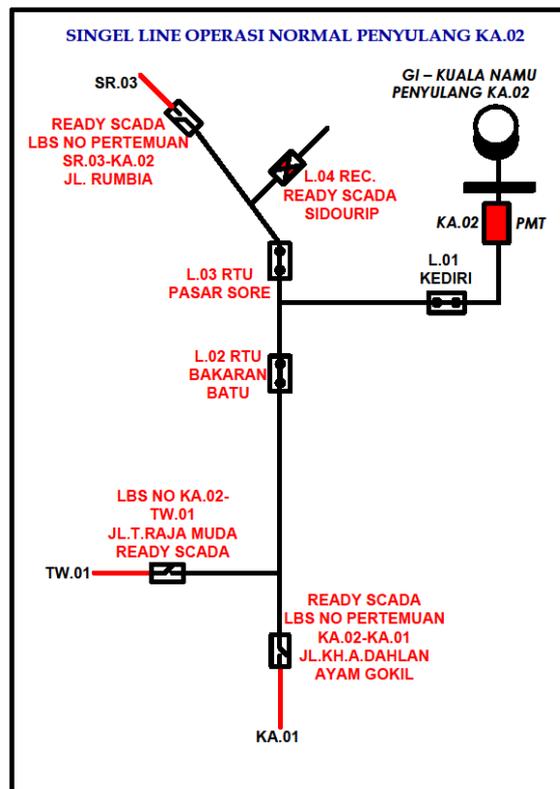
Sumber: Single Line Diagram Per Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

GAMBAR 4. SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG KU.01



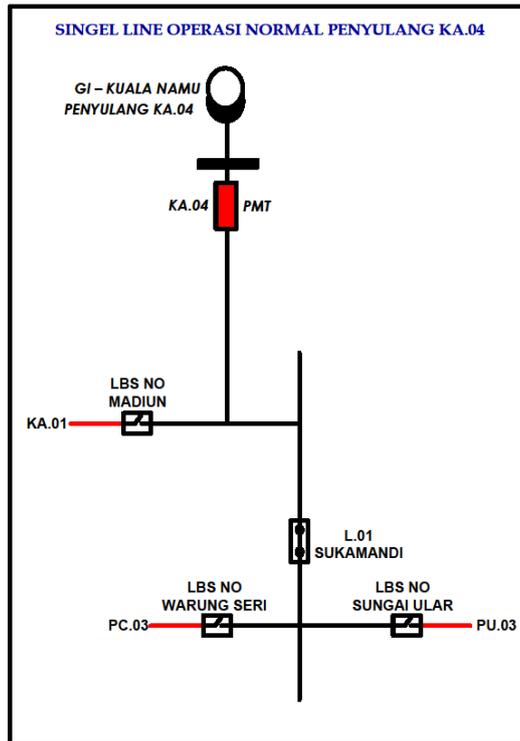
Sumber: Single Line Diagram Per Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

GAMBAR 5. SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG KA.01



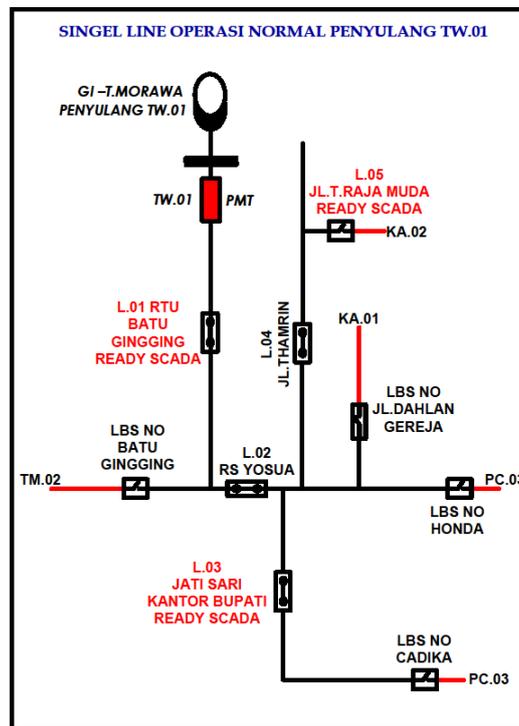
Sumber: Single Line Diagram Per Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

Gambar 6. Single Line Diagram Penyulang KA.02



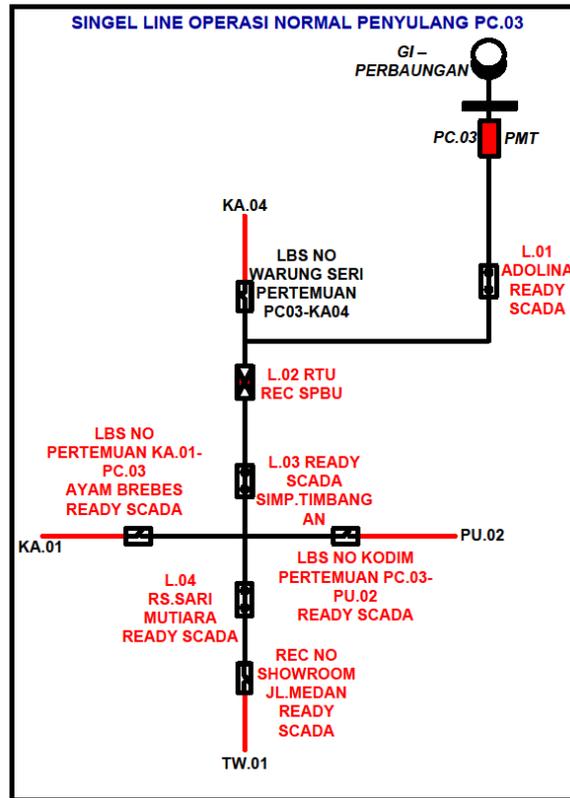
Sumber: Single Line Diagram Per Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

GAMBAR 7. SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG KA.04



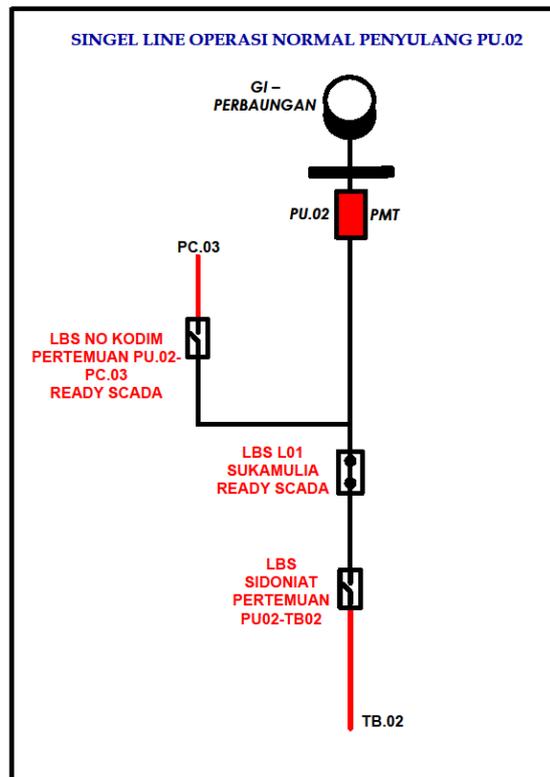
Sumber: Single Line Diagram Per Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

GAMBAR 8. SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG TW.01



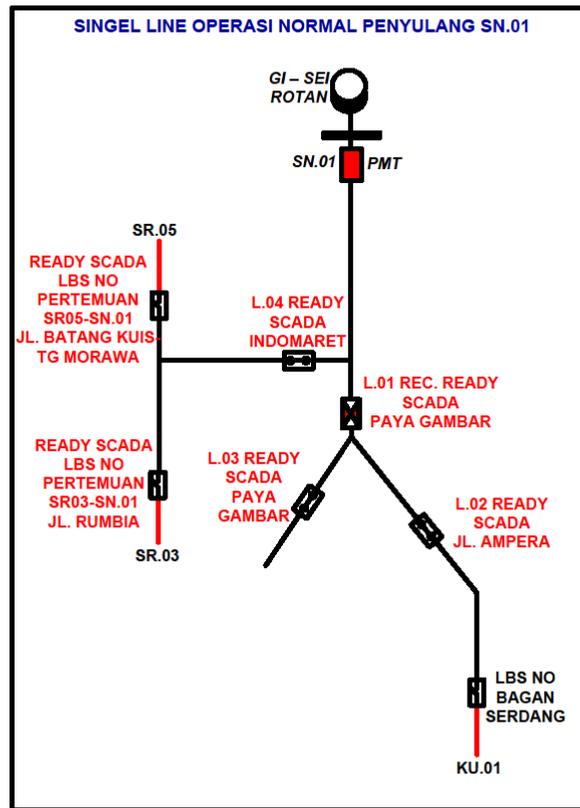
Sumber: Single Line Diagram Per Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

GAMBAR 9. SIGLE LINE DIAGRAM PENYULANG PC.03



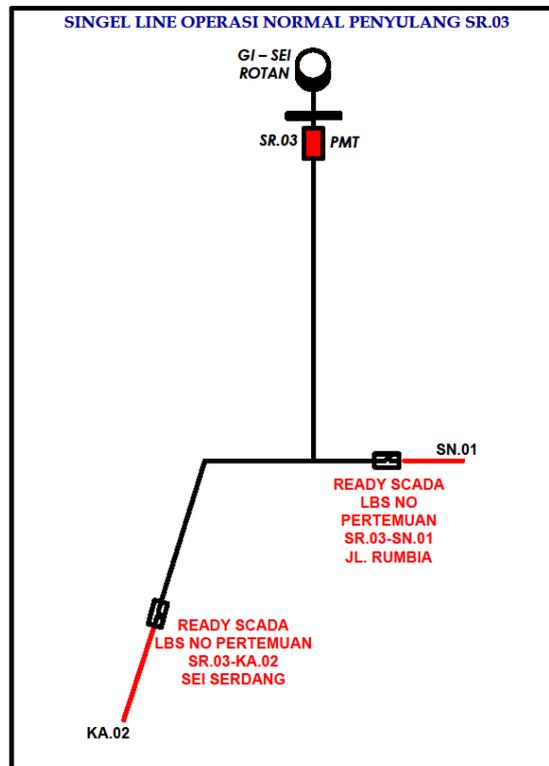
Sumber: Single Line Diagram Per Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

GAMBAR 10. SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG PU.02



Sumber: Single Line Diagram Per Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

GAMBAR 11. SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG SN.01



Sumber: Single Line Diagram Per Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

GAMBAR 12. SINGLE LINE DIAGRAM PENYULANG SR.03

TABEL II. DATA BEBAN PENYULANG 20 KV PT PLN (PERSERO) ULP PAKAM KOTA

Gardu Induk	Nama Penyulang	LWBP	WBP
Kualanamu	KL.01	73	83
	KL.02	73	83
	KU.01	197	213
	KU.02	7	7
	KU.03	7	7
	KA.01	146	206
	KA.02	104	150
	KA.04	97	123
Sei Rotan	ST.01	20	20
	ST.02	20	20
	SR.03	45	60
	SN01	105	155
Perbaungan	PC.03	48	69
	PU.02	46	83
Tanjung Morawa	TW.01	166	175

Sumber: Data Beban Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

TABEL III. DATASWITCHING PENYULANG 20 KV ULP PAKAM KOTA

PENYULANG	LBS MOTORIZED	RECLOSER	GARDU HUBUNG
KL.01	-	-	1
KL.02	-	-	
KU.02	-	-	
KU.03	-	-	
ST.01	-	-	
ST.02	-	-	
KU.01	6	1	-
KA.01	7	-	-
KA.02	5	1	-
KA.04	3	-	-
PC.03	6	-	-
PU.02	2	-	-
SN.01	5	1	-
SR.03	2	-	-
TW.01	4	-	-
TOTAL	40	3	1

Sumber: Data Beban Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

A. Skema Manuver Penyulang 20 kV ULP Lubuk Pakam Kota

Manuver atau memanipulasi jaringan distribusi adalah serangkaian kegiatan membuat modifikasi terhadap operasi normal dari jaringan akibat dari adanya gangguan atau pekerjaan jaringan yang membutuhkan pemadaman tenaga listrik, sehingga dapat mengurangi daerah pemadaman dan agar tetap tercapai kondisi penyaluran tenaga listrik yang semaksimal mungkin. Berikut skema manuver di PT PLN (Persero) ULP Pakam Kota:

TABEL IV. SKEMA MANUVER DI PT PLN (PERSERO) ULP PAKAM KOTA

PENYULANG	MANUVER	MANUVER	MANUVER	MANUVER
	1	2	3	4
KL01 & KL02	ST.01 &	KU.02 &	-	-
	ST.02	KU.03	-	-
KU.01	KA.01	SN.01	-	-
KA.01	KU.01	KA.02	TW.01	PC.03
KA.02	TW.01	KA.01	SR.03	-
KA.04	PC.03	PU.03	-	-
PC.03	KA.04	TW.01	KA.01	PU.02
PU.02	PC.03	TB.02	-	-
TW.01	PC.03	KA.01	TM.02	-
SN.01	SR.03	SR.05	SN.01	-
SR.03	KA.02	SN.01	-	-

Sumber: Data Beban Penyulang 20 kV ULP Pakam Kota

- KL.01 & KL.02, ST.01 & ST.02, KU.02 & KU.03 menggunakan sistem konfigurasi jaringan spindel, terhubung oleh Gardu Hubung Kualanamu, yang dimana KL.01 & KL.02 menjadi suplai utama dengan ST.01 & ST.02 sebagai backup manuver 1 dan KU.02 & KU.03 sebagai Backup manuver 2.
- KU.01 menggunakan sistem konfigurasi jaringan loop, yang dimana dapat terhubung ke KA.01 sebagai backup manuver 1 dan SN.01 sebagai backup manuver 2.
- KA.01 menggunakan sistem konfigurasi jaringan loop, yang dimana dapat terhubung ke KU.01 sebagai backup manuver 1, KA.02 sebagai backup manuver 2, TW.01 sebagai backup manuver 3, dan PC.03 sebagai backup manuver 4.
- KA.02 menggunakan sistem konfigurasi jaringan loop, yang dimana dapat terhubung ke TW.01 sebagai backup manuver 1, KA.01 sebagai ackup manuver 2 dan SR.03 sebagai backup manuver 3.
- KA.04 menggunakan sistem konfigurasi jaringan loop, yang dimana dapat terhubung ke PC.03 sebagai backup manuver 1, dan PU.03 (Penyulang perbaungan) sebagai backup manuver 2.
- PC.03 menggunakan sistem konfigurasi jaringan loop, yang dimana dapat terhubung ke KA.04 sebagai backup manuver 1, TW.01 sebagai backup manuver 2, KA.01 sebagai backup manuver 3 dan PU.02 sebagai backup manuver 4.
- PU02 menggunakan sistem konfigurasi jaringan loop, yang dimana dapat terhubung ke PC.03 sebagai backup manuver 1 dan TB.02 (Penyulang Galang) sebagai backup manuver 2.
- TW.01 menggunakan sistem konfigurasi jaringan loop, yang dimana dapat terhubung ke PC.03 sebagai backup manuver 1, KA.01 sebagai backup manuver 2 dan TM.02 (Penyulang Tanjung Morawa) sebagai backup 3.
- SN.01 menggunakan sistem konfigurasi jaringan loop, yang dimana dapat terhubung ke SR.03 sebagai backup manuver 1, SR.05 (Penyulang Tanjung Morawa) sebagai backup manuver 2 dan KU.01 sebagai backup manuver 3.
- SR.03 menggunakan sistem konfigurasi jaringan loop, yang dimana dapat terhubung ke KA.02 sebagai backup manuver 1 dan SN.01 sebagai backup manuver 2.

B. Analisis Perhitungan ENS (Energy Not Supplied)

ENS (*Energy Not Supplied*) merupakan penjumlahan dari daya yang tidak tersuplai kepada pelanggan selama periode tertentu. Ini didefinisikan sebagai penjumlahan energi tidak diberikan karena gangguan atau pemeliharaan pada jaringan.

$$ENS = \sum [\text{Gangguan (kW)} \times \text{Durasi (h)}] \quad (1)$$

Pada tanggal 16 Mei 2023 pukul 19:26:00 WIB s/d 18 Mei 2023 pukul 01:26:00 WIB dilakukan manuver jaringan tegangan menengah dari penyulang KU.01 ke penyulang KA.01 yang diakibatkan gangguan Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM) pada penyulang KU.01 kontak dengan beban penyulang 213 A, tegangan 20.000 V.

a. Perhitungan Secara Manual

$$P = V \times I \times \text{Cos phi} \times \sqrt{3} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} &= 20.000\text{V} \times 213 \text{ A} \times 0,85 \times 1,732 \\ &= 6.271.572 \text{ W} \\ &= 6.271,572 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ENS} &= \sum [6.271,572 \text{ kW} \times 30 \text{ Jam}] \\ &= 188.147,16 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jadi energi yang harusnya tidak terjual pasca gangguan yang terjadi pada periode tersebut adalah: 188.147,16 kWh, jika dikonversikan ke Rp.- dengan Tarif Dasar Listrik per kWh adalah Rp.1444 maka diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{kWh} \times \text{Tarif Dasar Listrik} &= 188.147,16 \text{ kWh} \times \text{Rp.1444,-} \\ &= \text{Rp. 271.684.499,04} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Menggunakan Aplikasi Matlab

Berikut cuplikan perhitungan menggunakan Aplikasi Matlab:

```
>> %Menghitung ENS (Energy Not Supplied)
>> V = 20 %tegangan (kV)
V = 20.00

>> I = 213 %beban (A)
I = 213.00

>> COSQ = 0.85
COSQ = 0.85

>> format bank
>> P = V * I * COSQ * 1.732 %(kW)
P = 6271.57

>> Jam = 30 %lama waktu manuver
Jam = 30.00

>> ENS = P * Jam %(kWh)
ENS = 188147.16

>> %Jika dikonversikan ke Rp.-
>> TDL = 1444 %tarif dasar listrik per kWh (Rp.-)
TDL = 1444.00

>> ENS * TDL
ans = 271684499.04
```

Jadi energi yang harusnya tidak terjual/tersalurkan pasca gangguan yang terjadi pada periode tersebut dengan perhitungan manual maupun program Matlab adalah: 188.147,16 kWh, jika dikonversikan ke Rp.- dengan Tarif Dasar Listrik per kWh adalah Rp.1444 maka diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{kWh} \times \text{Tarif Dasar Listrik} &= 188.147,16 \text{ kWh} \times \text{Rp.1444,-} \\ &= \text{Rp. 271.684.499,04} \end{aligned}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Sistem konfigurasi jaringan di PT PLN (Persero) ULP Pakam Kota cukup baik dengan sistem konfigurasi jaringan Ring sebanyak 9 penyulang (KU.01, KA.01, KA.02, KA.04, PC.03, PU.02, SN.01, SR.03) dan sistem konfigurasi Spindle sebanyak 6 penyulang (KL.01, KL.02, KU.02, KU.03, ST.01, ST.02). Keseluruhan penyulang di PT PLN (Persero) ULP Pakam Kota sudah memiliki penyulang cadangan apabila dibutuhkan untuk kegiatan manuver jaringan. Berdasarkan perbandingan perhitungan manual dengan program Matlab dari kegiatan manuver jaringan

penyulang KU.01 ke penyulang KA.01 akibat gangguan Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM) KU.01 yang kontak diperoleh hasil yang sama yakni energy terselamatkan sebesar 188.147,16 kWh atau Rp. 271.684.499,04.

B. Saran

Sebaiknya dilakukan evaluasi berkala pada sistem konfigurasi jaringan PT PLN (Persero) ULP Pakam Kota setiap tahunnya menimbang peningkatan jumlah pelanggan yang sangat tinggi untuk dapat direncanakan penguatan sistem jaringan di masa yang akan datang. Dan hendaknya *updating single line* diagram penyulang 20 kV harus dilakukan setiap bulannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Harahap, H. Farizi, S. T. Kasim, and H. S. Syafruddin, "ANALISIS INDEKS KEANDALAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG KA. 1, KU. 1 DAN TW. 1 DI PT. PLN (Persero) UP3 LUBUK PAKAM," in *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU*, 2022, pp. 140–150.
- [2] O. Y. Bonat, P. E. Pambudi, and B. Firman, "ANALISIS KEANDALAN JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK 20 KV MENGGUNAKAN INDEKS SAIDI & SAIFI PADA PT. PLN (PERSERO) APJ YOGYAKARTA," *J. Elektr.*, vol. 5, no. 1, pp. 12–17, 2018.
- [3] D. Candra, R. Gianto, and M. I. Arsyad, "EVALUASI KEANDALAN JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV PENYULANG IMBON DI PT. PLN (PERSERO) ULP KOTA," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1.
- [4] S. Salahuddin, R. Rolianda, and B. Badriana, "KONFIGURASI ULANG JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV MENGGUNAKAN METODE NEWTON RAPHSON," *J. Energi Elektr.*, vol. 9, no. 2, pp. 1–7, 2021.
- [5] J. M. Siburian, T. Siahaan, and J. Sinaga, "Analisis Peningkatan Kinerja Jaringan Distribusi 20kv Dengan Metode Thermovisi Jaringan PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru," *J. Teknol. Energi Uda J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 8–19, 2020.
- [6] E. Widodo, "Analisis Pengaruh Manuver Jaringan 20 kV GI Sragen terhadap Susut Daya." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [7] H. N. QASTHARI, "ANALISIS KEANDALAN SISTEM JARINGAN DSITRIBUSI 20 kV MENGGUNAKAN SECTIONILIZER DENGAN MENGGUNAKAN SECTION TECHNIQUE (Studi Kasus: PT. PLN (Persero) Rayon Rumbai feeder Rusa)." UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU, 2021.