

# PERBAIKAN SUSUT TEKNIS DAN NILAI TEGANGAN UJUNG JARINGAN TEGANGAN MENENGAH PADA PENYULANG TP-01 STUDI KASUS ULP TANJUNG PURA

**Fajar Pranata, Taufiq, Misbahul Jannah**

*Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh Lhokseumawe, Muara Satu, Aceh Utara, Aceh, Indonesia*  
E-mail : Fajar.190150016@mhs. unimal.ac.id

**Abstrak**— Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan melakukan perbaikan terhadap susut teknis tegangan menengah pada penyulang TP-01 ULP Tanjung Pura. Metode penelitian yang digunakan meliputi survei lapangan, pengumpulan data tegangan dan arus, serta analisis data menggunakan software ETAP 16.00 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa. Besarnya nilai susut teknis yang ada pada jaringan tegangan menengah PLN GI Tanjung Pura sebesar 363,07 kW pada perhitungan dan 366,4 kW pada simulasi. Nilai jatuh pada tegangan ujung sebelum dilakukannya perbaikan sebesar 2310,16 V pada perhitungan dan 2513,13 V pada simulasi. Nilai tegangan ujung setelah dilakukannya rekonfigurasi pada jaringan tegangan menengah 960.986 V dan telah memenuhi standar SPLN 1:1995.

**Keywords**— *Jaringan Tegangan Menengah, Rugi-Rugi Daya, Jatuh Tegangan, Rekonfigurasi, ETAP*

## I. PENDAHULUAN

Pada penyaluran energi listrik, mulai dari unit pembangkit sampai ke konsumen, energi listrik yang disalurkan tidak seluruhnya diterima oleh konsumen. Hal ini disebabkan karena terdapatnya rugi – rugi (losses) sepanjang saluran distribusi hal inilah yang menyebabkan adanya selisih antara tegangan pengirim dengan tegangan ujung sebagai penerima. Untuk sistem penyampaian tenaga listrik diperlukan saluran daya yang efektif, ekonomis, stabil, efisien dan kualitas yang baik. Secara umum, baik buruknya sistem penyaluran dan distribusi tenaga listrik terutama adalah ditinjau dari kualitas daya yang diterima oleh konsumen[1]

Losses sendiri merupakan hal tidak bisa diabaikan, susut dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti Beban penyulang yang besar, jauhnya daerah penyaluran tenaga listrik dari sumber atau suplai, voltage drop, tidak seimbangan beban, umur peralatan, diameter penghantar dan lain-lain. Bila susut terlalu besar, sistem penyaluran energi listrik menjadi tidak efisien[2]. Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang dalam suatu penghantar yang dapat terjadi karena suatu penghantar mempunyai tahanan. Besar tahanan suatu penghantar sangat dipengaruhi oleh luas penampang penghantar tersebut. Oleh karena itu jatuh tegangan juga dapat didefinisikan sebagai selisih antara tegangan pada ujung pengirim dengan tegangan pada ujung

penerima . Menurut SPLN No.72 Tahun 1987 besarnya persentase dari nilai rugi daya yang diperbolehkan untuk menjaga keandalan pada sistem yaitu 5% dari tegangan kerja[3]

Dalam pendistribusian energi listrik terdapat beberapa kendala yang dapat mengurangi daya listrik yang dialirkan, satu diantaranya adalah losses atau susut daya listrik. Losses atau susut daya listrik adalah berkurangnya energi listrik yang diterima oleh konsumen, artinya ada sebagian energi listrik yang hilang pada 2 proses pendistribusian, dalam hal ini pihak penyedia energi listrik (PLN) menderita kerugian

Ada beberapa hal yang dapat dilakukan guna mengurangi Susut pada jaringan tegangan menengah 20 kV. Seperti memperbaiki konfigurasi jaringan, memasang kapasitor dan menaikkan tegangan pada trafo gardu induk[4]

## II. DASAR TEORI

### 2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem Tenaga Listrik adalah sekumpulan pusat listrik dan pusat beban yang saling terhubung oleh jaringan transmisi dan distribusi sehingga menjadi suatu jaringan yang saling berkaitan. Energi listrik diperoleh dengan pembangkitan oleh pusat-pusat listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG, PLTGU, PLTP dan PLTP. Kemudian energi listrik disalurkan melalui saluran transmisi dan nanti nya akan didistribusikan ke beban-beban melalui saluran distribusi. Pada dasarnya sistem pembangkit dan sistem penyaluran tenaga listrik yang lengkap mengandung tiga unsur. Pertama, adanya unsur pembangkit tenaga listrik. Tegangan yang dihasilkan oleh pusat tenaga listrik skala besar umumnya merupakan Tegangan Menengah (TM). Kedua, adalah sistem penyaluran, diantaranya saluran transmisi, yang dilengkapi dengan gardu induk. Karena jarak pengiriman yang cukup jauh dan besarnya daya yang dikirim maka diperlukan penggunaan Tegangan Tinggi (TT), atau Tegangan Ekstra Tinggi (TET). Proses penyaluran energi listrik melalui saluran transmisi yang akan menuju ke Gardu Induk (GI) untuk diturunkan nominal/besar tegangannya menjadi tegangan menengah (TM) menggunakan transformator step down. output dari GI, maka energi listrik akan disalurkan melalui jaringan distribusi primer dengan nominal tegangan menengah, selanjutnya akan kembali diturunkan tegangannya pada gardu distribusi menjadi tegangan

rendah untuk disalurkan melalui jaringan distribusi sekunder kepada pelanggan [5].

## 2.2 Study Aliran Daya

Studi Aliran Daya Listrik adalah pembelajaran dalam rangka mendapatkan informasi mengenai Analisa Load Flow atau Aliran Daya pada kondisi saat operasi sistem, Tujuan dilakukannya Studi ini adalah untuk mengetahui dan mendapatkan operasi sistem yang baik dan terevaluasi sesuai dengan kondisi pembangkitan dan pembebanannya. Studi ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode Manual maupun menggunakan bantuan aplikasi yang pada dasarnya Studi ini tetap menggunakan Faktor Utama yaitu Tegangan Bus, Faktor daya, Arus dan Aliran Daya dari pembangkitan ke pembebanan pada sistem tenaga listrik yang dianalisa[6]. Analisis aliran daya merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui kondisi sistem tenaga listrik, apakah masih dalam keadaan aman atau tidak, sehingga sangat dibutuhkan dalam perencanaan sistem untuk masa yang akan datang dan merupakan bahan evaluasi terhadap sistem yang ada. Hasil perhitungan aliran daya digunakan juga sebagai data awal untuk analisis gangguan sistem, analisis stabilitas sistem. Tujuan utama studi sistem daya adalah untuk menentukan magnitude tegangan[7].

## 2.3 Susut Jaringan Distribusi

Dalam mendistribusikan energi listrik ke konsumen, PT. PLN (Persero) sering mengalami susut/losses energi yang dapat menyebabkan kerugian. Yang dimaksud Losses adalah perbedaan antara energi listrik yang disalurkan ( $P_x$ ) dengan energi listrik terpakai ( $P_p$ ).

$$Losses = \frac{p_x - p_p}{p_x} \times 100\%$$

Keterangan :

$P_x$  = energi yang disalurkan

$P_p$  = energi listrik terpakai

## 2.4 Drop Tegangan

Drop tegangan adalah perbedaan tegangan antara tegangan kirim dan tegangan terima karena adanya impedansi pada penghantar. Jatuh tegangan selalu terjadi pada jaringan, baik pada pelanggan maupun pada perusahaan listrik. Jatuh tegangan pada saluran transmisi adalah selisih antara tegangan pada sisi kirim (sending end ) dan tegangan pada sisi terima (receiving end ). Dengan semakin besar pula perbedaan nilai tegangan yang ada pada sisi kirim dengan yang ada pada sisi terima. Apabila perbedaan nilai tersebut melebihi standar yang ditentukan, maka mutu penyaluran tersebut rendah. Di dalam saluran transmisi persoalan tegangan sangat penting, baik dalam keadaan operasi maupun dalam perencanaan sehingga harus selalu diperhatikan tegangan pada setiap titik saluran. Maka pemilihan penghantar (penampang penghantar) untuk tegangan menengah harus diperhatikan. Berdasarkan dari standar SPLN 1 : 1978, dimana ditentukan bahwa variasi tegangan pelayanan, sebagian akibat jatuh tegangan, karena adanya perubahan beban, maksimum +5% dan minimum -

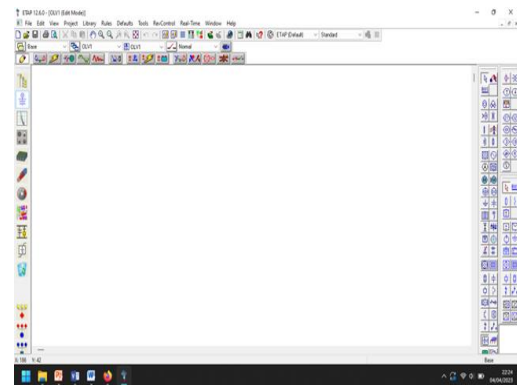
10% dari tegangan nominalnya. Besarnya rugi tegangan pada saluran t da saluran tranmisi tersebut, ranmisi tersebut, diukur pada titik yang paling jauh (ujung).

Beberapa faktor yang mempengaruhi besar drop tegangan yang terjadi pada suatu jaringan listrik adalah :

1. Panjang saluran jaringan yang terlalu jauh (jarak transformator dengan gardu induk terlalu jauh).
2. Rendahnya jaringan yang didapat dari gardu induk.
3. Sambungan/penjamparan penghantar yang kurang baik.
4. Jenis penghantar yang digunakan.

## 2.5 ETAP Power Station

ETAP (electric transient analisis program) merupakan suatu program atau perangkat lunak yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan sistem ketenagalistrikan[19]. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan data real-time. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik. ETAP dapat digunakan untuk membuat proyek sistem tenaga listrik dalam bentuk diagram satu garis (one line diagram) dan jalur sistem pentanahan untuk berbagai bentuk analisis, antara lain: aliran daya, hubung singkat, starting motor, transient stability, koordinasi relay proteksi, sistem harmonisa dan lain sebagainya[21]

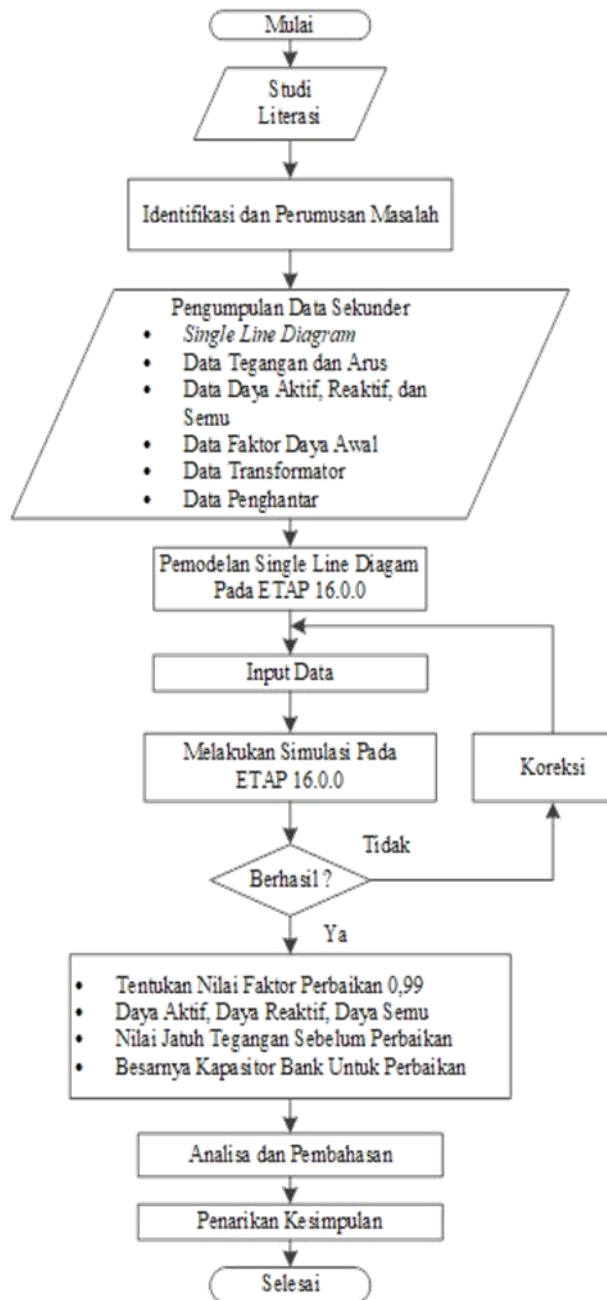


Gambar 2. 1 Etap Power Station

## III. METODOLOGI

### 3.1 Tahapan Penelitian

Metode atau tahapan penelitian yang digunakan pada penelitian ini mencakup studi pustaka serta riset dan pengembangan, dimana penelitian yang dibuat mengacu pada referensi yang ada dan kemudian dilakukan pengembangan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan ialah terjun langsung ke lapangan. Cara ini penulis lakukan dengan mengumpulkan data-data yang dilapangan yaitu jaringan distribusi 20 kV pada Gardu Induk Tanjung Pura. Data-data yang dikumpulkan untuk penelitian ini ialah sebagai berikut..

#### a. Data Transformator

Transformator yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 301 transformator distribusi. Kapasitas trafo yang digunakan pada ketiga penyulang ini dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 3. 1 Data Trafo

No.	Kapasitas Trafo	Jumlah Trafo
1	315	1
2	250	5
3	200	10
4	160	11
5	100	67
6	50	108
7	25	77
8	16	17
9	15	4
10	10	1
Total		301

### 3.3 Pengolahan Data

Prosedur pengolahan data adalah dengan melakukan simulasi dengan software ETAP 16.0.0. Urutan langkah-langkah dalam memperbaiki tegangan ujung pada Gardu Induk Tanjung Pura berdasarkan data-data yang ada ialah sebagai berikut.

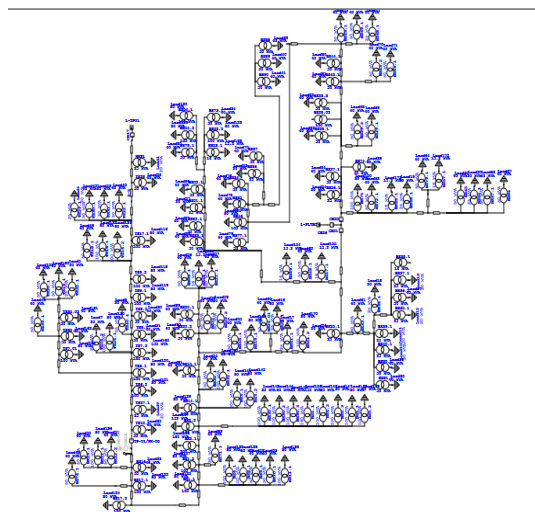
- Jalankan software ETAP 16.0.0
- Pilih file pada tampilan software ETAP 16.0.0 lalu pilih new project.
- Lalu akan terlihat tampilan create new project dan isi kolom pada "name" pada menu dan pastikan Unit System yang digunakan adalah "Metric", pilih "OK" jika data tersebut telah terisi.
- Setelah itu akan terlihat menu "User Information", jika sudah terisi maka pilih tombol "OK".
- Lalu membuat one-line diagram penyulang pada lembar kerja ETAP 16.0.0
- Setelah itu masukkan sumber kedalam lembar kosong di monitor dengan cara meng klik icon sumber yang akan dipilih, pilih icon Power Grid :
- Ubah rating tegangan sesuai yang kita inginkan, misal 150 kV
- Setelah itu masukkan sumber yang lainnya pilih Icon Bus
- Setelah itu masukkan sumber yang lainnya, pilih icon Transmission Line.
- Masukkan data kabel yang digunakan pada jaringan penyulang.
- Masukkan data panjang jaringan baik dalam m ataupun dalam km
- Masukkan ukuran dan konfigurasi tiang saluran transmisi
- Setelah itu masukkan sumber yang lainnya, pilih icon 2-Winding Transformer.
- Masukkan data kapasitas dari trafo distribusi.

- o. Selanjutnya apabila single line diagram tersebut sudah selesai, hasilnya bisa dilihat dengan mengklik Load Flow Analysis yang terdapat pada tampilan ETAP 16.0.0
- p. Setelah itu kita mengklik Load Flow Analysis lalu kita pilih menentukan metode yang akan kita gunakan dengan memilih options.
- q. Setelah itu semua dilengkapi maka kita bisa melihat hasilnya dengan memilih Run Load Flow pada tampilan, kemudian akan keluar hasilnya
- r. Selanjutnya kita pilih Display Options untuk memilih hasil analisis yang kita inginkan

**IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Perbandingan Simulasi dan Perhitungan**

Simulasi yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari *single line diagram* pada penyulang TP-01 GI Tanjung Pura. Simulasi ini dilakukan menggunakan *software* ETAP 16.0.0. Operasi yang dilakukan pada simulasi ini berdasarkan deskripsi variabel atau data yang didapatkan dari GI Tanjung Pura. Diagram satu garis yang telah dituangkan pada ETAP 16.0.0 dapat dilihat pada Gambar



Gambar 4. 1 Diagram Satu Garis TP-01

**4.2 Losses dan Voltage Drop Simulasi**

Rugi-rugi daya atau *losses* pada simulasi ini bertujuan untuk melihat tingkat rugi-rugi daya serta tegangan jatuh yang terdapat pada TP-01 GI Tanjung Pura dan untuk jelas dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4. 1 Losses dan Voltage Drop Simulasi

Branch ID	Losses		Vd % Drop
	kW	kvar	in Vmag
1-3	19.9	23.4	0.45
1-1	20.0	23.6	0.46
HN31	0.0	0.0	0.00
3-5	40.0	11.0	0.71
TS28	0.0	0.0	0.00
6-5	19.6	23.1	0.45
6-12	18.7	22.0	0.44
TS22.1	0.0	0.0	0.00
TS29.1	0.0	0.0	0.00
TS30.1	0.0	0.0	0.00
TS31.1	0.0	0.0	0.00
TS17.1	0.0	0.0	0.00
12-16	18.2	21.4	0.43
TS16.2	0.0	0.0	0.00
TS16.1	0.0	0.0	0.00
TS18.1	0.0	0.0	0.00
16-18	17.0	19.9	0.42
TS9.2	0.0	0.0	0.00
19-18	16.5	19.3	0.41
19-22	16.0	18.7	0.40
TS9.1	0.0	0.0	0.00
TS8.2	0.0	0.0	0.00
22-23	15.8	18.4	0.40
23-26	15.5	18.0	0.40
TS8.1	0.0	0.0	0.00
TS40.4	0.0	0.0	0.00
26-30	14.1	16.3	0.38
TS7.2	0.0	0.0	0.00
TS26.1	0.0	0.0	0.00
TS26.2	0.0	0.0	0.00
30-32	0.4	-6.4	0.18
30-43	12.2	13.9	0.35
TS6.1	0.0	0.0	0.00
32-34	0.2	-6.5	0.13
TS7.01	0.0	0.0	0.00
34-37	0.1	-7.9	0.10
TS35.1	0.0	0.0	0.00
TS39.1	0.0	0.0	0.00

Branch ID	Losses		Vd % Drop
	kW	kvar	in Vmag
37-39	0.1	-7.9	0.07
TS35.02	0.0	0.0	0.00
TS19.1	0.0	0.0	0.00
TS20.1	0.0	0.0	0.00
TS32.1	0.0	0.0	0.00
43-45	11.8	13.4	0.34
TS6.2	0.0	0.0	0.00
45-47	11.7	13.3	0.34
TS27.1	0.0	0.0	0.00
TS12.1	0.0	0.0	0.00
49-50	11.5	13.0	0.34
50-	0.0	-1.4	0.01
50-55	10.6	11.9	0.32
BS16.1	0.0	0.0	0.00
BS12.2	0.0	0.0	0.00
BS12.1	0.0	0.0	0.00
BS13.1	0.0	0.0	0.00
55-57	0.0	-1.4	0.00
55-59	10.0	11.2	0.32
BS17.1	0.0	0.0	0.00
BS76.1	0.0	0.0	0.00
59-61	9.7	10.8	0.31
BS17.2	0.0	0.0	0.00
61-63	9.7	10.8	0.31
BS1.1	0.0	0.0	0.00
63-69	0.0	-0.3	0.01
63-71	8.0	8.7	0.28
BS6.1	0.0	0.0	0.00
BS8.1	0.0	0.0	0.00
BS9,1	0.0	0.0	0.00
BS10.1	0.0	0.0	0.00
BS11.1	0.0	0.0	0.00
BS1.2	0.0	0.0	0.00
71-73	7.6	8.1	0.27
Line58	0.0	-10.1	0.04
BS71.1	0.0	0.0	0.00
73-76	1.7	1.8	0.06
BS2.1	0.0	0.0	0.00
76-78	4.1	3.8	0.20

Branch ID	Losses		Vd % Drop
	kW	kvar	in Vmag
76-206	0.1	-0.3	0.01
BS2.2	0.0	0.0	0.00
78-89	3.5	3.0	0.18
BS3.1	0.0	0.0	0.00
BS3.2	0.0	0.0	0.00
BS14.1	0.0	0.0	0.00
BS30.1	0.0	0.0	0.00
BS30.2	0.0	0.0	0.00
BS30.3	0.0	0.0	0.00
BS4.1	0.0	0.0	0.00
BS4.2	0.0	0.0	0.00
BS5.3	0.0	0.0	0.00
BS5.1	0.0	0.0	0.00
BS5.2	0.0	0.0	0.00
89-92	0.8	0.7	0.04
BS31.1	0.0	0.0	0.00
BS32.1	0.0	0.0	0.00
92-96	3.1	2.5	0.17
BS15.1	0.0	0.0	0.00
96-97	2.5	1.8	0.15
96-99	0.0	-0.3	0.00
97-98	2.4	1.7	0.15
BS18.1	0.0	0.0	0.00
98/109	0.0	-9.8	0.05
98/112	2.1	1.3	0.14
BS19.1	0.0	0.0	0.00
99/103	0.0	-0.3	0.00
BS20.2	0.0	0.0	0.00
BS22.1	0.0	0.0	0.00
BS22.2	0.0	0.0	0.00
103/105	0.0	-4.9	0.05
BS20.1	0.0	0.0	0.00
BS21.1	0.0	0.0	0.00
BS58.1	0.0	0.0	0.00
BS59.1	0.0	0.0	0.00
BS23.1	0.0	0.0	0.00
BS24.01	0.0	0.0	0.00
112/113	2.1	1.3	0.14
BS41.1	0.0	0.0	0.00

Branch ID	Losses		Vd % Drop
	kW	kvar	in Vmag
113/117	1.9	1.1	0.13
BS24.2	0.0	0.0	0.00
BS25.1	0.0	0.0	0.00
117/118	0.0	-0.3	0.00
117/132	1.4	0.5	0.12
118/120	0.0	-0.3	0.00
BS33.1	0.0	0.0	0.00
120/125	0.0	-0.3	0.00
BS39.1	0.0	0.0	0.00
BS40.1	0.0	0.0	0.00
BS80.1	0.0	0.0	0.00
BS81.1	0.0	0.0	0.00
Line103	0.0	-4.8	0.04
BS34.1	0.0	0.0	0.00
BS35.1	0.0	0.0	0.00
BS36.1	0.0	0.0	0.00
BS37.1	0.0	0.0	0.00
BS38.1	90.0		
132/133	0.3	-1.0	0.06
132/153	0.7	-0.4	0.08
133/134	0.9	-4.2	0.23
BS47.1	0.0	0.0	0.00
BS48.1	0.0	0.0	0.00
134/138	0.8	-4.3	0.22
BS49.1	0.0	0.0	0.00
138/152	0.6	-4.4	0.18
BS82.1	0.0	0.0	0.00
BS83.1	0.0	0.0	0.00
BS51.1	0.0	0.0	0.00
BS52.1	0.0	0.0	0.00
143/144	0.1	-4.7	0.06
143/148	0.1	-4.7	0.10
152/143	0.4	-4.5	0.16
BS53.1	0.0	0.0	0.00
BS53.2	0.0	0.0	0.00
BS73.1	0.0	0.0	0.00
BS54.1	0.0	0.0	0.00
BS54.2	0.0	0.0	0.00
BS78.1	0.0	0.0	0.00

Branch ID	Losses		Vd % Drop
	kW	kvar	in Vmag
154/155	0.0	-0.3	0.01
154/169	0.4	-0.9	0.06
155/160	0.1	-4.7	0.09
BS55.1	0.0	0.0	0.00
BS56.1	0.0	0.0	0.00
BS72.1	0.0	0.0	0.00
BS75	0.0	0.0	0.00
160/161	0.1	-11.1	0.13
160/164	0.1	-4.8	0.07
BS57.1	0.0	0.0	0.00
BS79.1	0.0	0.0	0.00
BS65	0.0	0.0	0.00
BS66.1	0.0	0.0	0.00
BS67.1	0.0	0.0	0.00
BS84	0.0	0.0	0.00
169/173	0.3	-0.9	0.05
BS26.1	0.0	0.0	0.00
BS27.1	0.0	0.0	0.00
BS74.1	0.0	0.0	0.00
173/174	0.0	-0.3	0.00
173/180	0.2	-1.1	0.04
BS28.1	0.0	0.0	0.00
BS28.02	0.0	0.0	0.00
BS28.3	0.0	0.0	0.00
BS29.1	0.0	0.0	0.00
BS29.2	0.0	0.0	0.00
180/182	0.0	-4.8	0.04
180/185	0.0	-0.3	0.01
BS42.1	0.0	0.0	0.00
BS43.1	0.0	0.0	0.00
BS43.2	0.0	0.0	0.00
185/187	0.0	-0.3	0.01
BS44.1	0.0	0.0	0.00
187/188	0.0	-4.8	0.03
187/192	0.0	-0.3	0.01
BS45.1	0.0	0.0	0.00
BS68.1	0.0	0.0	0.00
BS69.1	0.0	0.0	0.00
192/195	0.1	-1.2	0.03

Branch ID	Losses		Vd % Drop
	kW	kvar	in Vmag
BS46	0.0	0.0	0.00
BS77.1	0.0	0.0	0.00
195/197	0.1	-4.7	0.08
BS84.	0.0	0.0	0.00
BS85	0.0	0.0	0.00
197/199	0.0	-4.8	0.03
197/202	0.1	-4.8	0.06
BS86	0.0	0.0	0.00
BS87	0.0	0.0	0.00
BS88	0.0	0.0	0.00
BS89	0.0	0.0	0.00
BS90	0.0	0.0	0.00
TD PK	0.0	0.0	0.00
L-PK05	0.0	-43.3	0.04
L-TP01	0.4	1.1	0.01
L-PK04	0.0	-0.2	0.00
TD KS	0.0	0.0	0.00
L-PLTBG	0.0	-0.1	0.00
Total	366.4	185.5	

#### 4.3 Rugi (Susut) Daya Perhitungan

Adapun hasil perhitungan rugi total daya pada jaringan tegangan menengah berikut ini.

Tabel 4. 2 Rugi Hasil Perhitungan

ID	Ptr	Ptotal (kW)	Daya total (kW)	%rugi daya
3-5	929	14.36	30.17	0.48
1-3	575	7.23	15.05	0.48
6-5	494	7.04	14.74	0.48
6-12	524	6.92	14.44	0.48
12-16	567	6.73	13.97	0.48
16-18	382	6.25	13.16	0.48
19-18	336	5.92	12.49	0.47
19-22	491	5.92	12.31	0.48
22-23	415	5.73	11.98	0.48
23-26	306	5.52	11.66	0.47
26-30	363	5.29	11.08	0.48
30-32	634	13.9	29.51	0.47
30-43	597	1.74	3.08	0.56

ID	Ptr	Ptotal (kW)	Daya total (kW)	%rugi daya
32-34	567	0.68	0.81	0.84
34-37	454	0.52	0.59	0.87
37-39	393	0.42	0.46	0.93
43-45	412	4.4	9.09	0.48
45-47	539	4.45	9.04	0.49
49-50	399	4.23	8.74	0.48
50-	575	1.53	2.66	0.58
50-55	365	4.04	8.36	0.48
55-57	365	1.26	2.31	0.54
55-59	306	3.73	7.76	0.48
59-61	327	3.61	7.47	0.48
61-63	369	3.59	7.38	0.49
63-69	697	0.93	1.2	0.77
63-71	364	3.3	6.76	0.49
71-73	346	2.94	5.99	0.49
73-76	325	0.93	1.63	0.57
76-78	314	2.11	4.23	0.5
76-206	499	0.7	0.94	0.75
78-89	595	1.85	3.33	0.56
89-92	481	0.76	1.08	0.7
92-96	520	1.56	2.78	0.56
96-97	312	0.62	0.98	0.63
96-99	372	0.45	0.54	0.83
97-98	365	1.18	2.14	0.55
98/109	363	3.77	7.77	0.48
98/112	365	1.12	2	0.56
99/103	370	0.37	0.37	1
103/105	829	0.85	0.87	0.98
112/113	502	1.2	2.03	0.59
113/117	268	0.94	1.72	0.54
117/118	502	0.55	0.61	0.9
117/132	648	1.21	1.86	0.65
118/120	268	0.31	0.35	0.87
120/125	1090	1.12	1.16	0.97
132/133	787	1.2	1.69	0.71
132/153	417	0.76	1.17	0.65

ID	Ptr	Ptotal (kW)	Daya total (kW)	%rugi daya
133/134	268	0.59	0.97	0.61
134/138	421	0.7	1.03	0.68
138/152	268	0.49	0.76	0.65
143/144	268	0.34	0.41	0.81
143/148	421	0.51	0.61	0.83
152/143	268	0.43	0.62	0.69
154/155	268	0.33	0.4	0.83
154/169	920	1.02	1.13	0.9
155/160	268	0.36	0.46	0.77
160/161	421	0.52	0.65	0.81
160/164	268	0.63	1.06	0.6
169/173	268	0.38	0.51	0.75
173/174	920	0.93	0.94	0.99
173/180	682	0.74	0.82	0.91
180/182	497	0.66	0.84	0.78
180/185	743	0.76	0.77	0.98
185/187	784	0.79	0.8	0.99
187/188	799	0.89	0.99	0.9
187/192	268	0.28	0.28	0.97
192/195	421	0.45	0.49	0.93
195/197	268	0.33	0.4	0.83
197/199	268	0.29	0.31	0.93
197/202	920	0.95	0.98	0.97
l-1	268	4.86	10.27	0.47
L-TP01	268	0.28	0.3	0.95
Line58	299	11.34	24.33	0.47
Line103	430	0.44	0.45	0.97

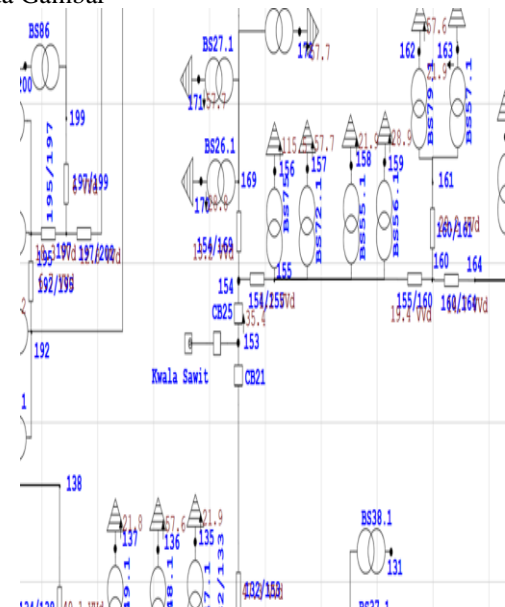
**4.5 Perbandingan Hasil Simulasi dan Perhitungan**

Setelah dilakukan simulasi dan perhitungan pada penyulang TP-01 Gardu Induk Tanjung Pura terdapat perbedaan hasil. Salah satunya ialah nilai rugi-rugi daya yang didapatkan. Adapun perbedaan hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Hasil	Perhitungan	Simulasi	Eror (%)
Rugi-Rugi Daya (kW)	363.07	366.4	0.908914958
Jatuh Tegangan (kV %)	11.55	12.565695	8.786064442
Jatuh Tegangan (kV)	17689.8337	17486.861	1.160715464

**4.6 Rekonfigurasi JTM GI Tanjung Pura**

Salah satu solusi yang ditawarkan dalam penanganan jatuh tegangan pada jaringan tegangan menengah ialah melakukan konfigurasi ulang. Konfigurasi ulang yang dilakukan ialah menghubungkan jaringan pada TP-01 dengan PLTBG yang terdapat pada SLD. Pada Studi kasus ini, TP-01 GI Tanjung Pura terhubung dengan PLTBG Kwala Sawit yang berlokasi di FCO Bio Gas. Untuk lebih lanjut dapat dilihat pada hasil simulasi seperti yang terlihat pada Gambar



Gambar 4. 2 Rekonfigurasi TP-01 Dengan PLTBG Kwala Sawit

Berdasarkan Gambar diatas, dapat dilihat tidak adanya indikasi terjadinya gangguan *under voltage*. Hal ini disebabkan tegangan yang bekerja pada tiap bus sudah kembali normal. Kemudian tidak adanya indikasi jatuh



tegangan yang besar pada simulasi ini. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

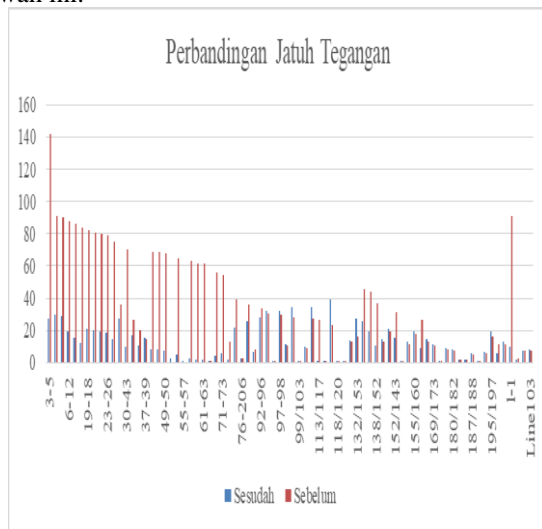
Tabel 4. 3 Perbandinag Sesudah dan Sebelum Rekonfigurasi

ID	Sesudah	Sebelum
3-5	27.4	142
1-3	29.6	90.8
6-5	28.9	90.1
6-12	19.6	87.9
12-16	15.6	86.5
16-18	12.6	83.4
19-18	21.3	82
19-22	20.1	80.7
22-23	19.5	80
23-26	18.7	79
26-30	14.9	75.2
30-32	27.4	35.9
30-43	9.7	70.1
32-34	17.3	26.2
34-37	10.7	19.9
37-39	15.1	14.5
43-45	8.5	68.8
45-47	8.3	68.5
49-50	7.7	67.8
50-	2.4	0
50-55	4.7	64.8
55-57	0.598	0
55-59	2.9	63.1
59-61	1.7	61.8
61-63	1.8	61.7
63-69	1.2	1.1
63-71	4.3	56
71-73	5.9	54.3
73-76	2.2	12.9
76-78	21.8	39.5
76-206	2.7	2.5
78-89	25.5	36.1
89-92	6.8	8.6
92-96	27.9	33.8

ID	Sesudah	Sebelum
96-97	31.7	30.3
96-99	0.955	0.875
97-98	32.3	29.7
98/109	11.6	10.6
98/112	34.2	28
99/103	0.496	0.457
103/105	10	9.2
112/113	34.5	27.7
113/117	0.726	26.6
117/118	0.88	0.795
117/132	39.5	23.2
118/120	0.726	0.658
120/125	0.305	0.276
132/133	14	12.7
132/153	27.3	16.2
133/134	25.4	45.5
134/138	19.1	44.3
138/152	10.8	36.8
143/144	14.3	12.9
143/148	21.3	19.2
152/143	15.1	31.6
154/155	1.2	1.1
154/169	13.2	11.8
155/160	19.4	17.5
160/161	9.2	26.3
160/164	14.7	13.2
169/173	11.7	10.5
173/174	0.3	0.278
173/180	9.3	8.3
180/182	8.5	7.6
180/185	1.9	1.7
185/187	1.7	1.5
187/188	6	5.4
187/192	1.4	1.2
192/195	6.7	6
195/197	19.3	16.4
197/199	6	11.5
197/202	12.8	11.5

ID	Sesudah	Sebelum
I-1	9.8	91.2
L-TP01	1.7	2.5
Line58	7.8	7.3
Line103	7.9	7.3
Total Vd (V)	960.986	2513.14
Total Vd (%V)	4.80493	12.5657

Untuk memperjelas hasil yang didapatkan dari perbandingan atau tabel diatas dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4. 3 Perbandingan Grafik Jatuh Tegangan

## V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini ialah sebagai berikut.

- Besarnya nilai susut teknis yang ada pada jaringan tegangan menengah PLN GI Tanjung Pura sebesar 363,07 kW pada perhitungan dan 366,4 kW pada simulasi.
- Nilai jatuh pada tegangan ujung sebelum dilakukannya perbaikan sebesar 2310,16 V pada perhitungan dan 2513,13 V pada simulasi.

Nilai tegangan ujung setelah dilakukannya rekonfigurasi pada jaringan tegangan menengah 960.986 V dan telah memenuhi standar SPLN 1:1995 adalah +5% maksimum dan -10% minimum dari tegangan sistem.

Adapun kesimpulan dari penelitian ini ialah sebagai berikut.

- Mendapatkan arus gangguan hubung singkat pada distribusi 20kV Gardu Induk Kota Lhokseumawe

dilakukan dengan menghitung impedansi arus, sumber, base, trafo, penyulang dan ekuivalen

- Hasil koordinasi yang dilakukan pada Gardu Induk Kota Lhokseumawe jaringan distribusi ULP Lancang Garam menunjukkan terdapat kesalahan koordinasi pada OCR. Berdasarkan analisis pada kurva setting existing relay, ditemukan kurva yang saling tumang tindih lebih tepatnya pada relayIpenyulang L.G 01. Oleh karena itu dilakukan evaluasi pada setting relay OCR di Gardu Induk Kota Lhokseumawe jaringan distribusi ULP Lancang Garam. Evaluasi yang dilakukan pada koordinasi Gardu Induk Kota Lhokseumawe jaringan distribusi ULP Lancang Garam ialah perlunya diadakan reseting relay pada OCR. Setelah dilakukan reseting relay pada ETAP 19.0.1, kurva yang dihasilkan sudah tidak saling tumpang tindih dan tidak berpotongan. Jeda waktu kerja antara relay sudah sesuai dengan standar IEEE 242 yaitu 0,2-0,4 detik. Sedangkan pada hasil reseting relay jeda waktu yang dihasilkan ialah 0,5 detik dan masih termasuk kondisi yang normal.

## VI. REFERENSI

- S. Ekanugraha and A. B. Pulungan, "Memperbaiki Drop Tegangan dengan Simulasi Rekonfigurasi Jaringan Sistem 20 kV," *J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 249–256, 2022.
- H. F. Kurniawan and D. Rahmawati, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi untuk Mendukung Perbaikan Susut Teknik Di Ulp Bangko," *J. Tek. Elektro Raflesia*, vol. 1 no. 1, no. 1, pp. 8–15, 2021.
- A. Rahman, "Evaluasi Dan Usulan Perbaikan Jatuh Tegangan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi (20 Kv) Pt. Pln (Persero) Rayon Sekura," *Untirta Educ. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 21–40, 2018.
- D. Maulana, D. Nugroho, and B. Sukoco, "Analisa Susut Daya dan Drop Tegangan Terhadap Jaringan Tegangan Menengah 20 kV pada Gardu Induk Pandean Lamper Semarang," *Pros. Konf. Ilm. Mhs. Unissula 2*, pp. 382–389, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/kimueng/article/view/8605/3966>
- Machfudiah, "Analisis Alim Daya Sistem Distribusi Radikal Dengan Metode Topology Network Berbasis Graphical User Interface (GUI) Matlab," *Pap. Knowl. Towar. a Media Hist. Doc.*, pp. 07–38, 2019.
- U. Faruq, A. Ridho, M. Vrayulis, and E. Julio, "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Software Etap 12.6," *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknol. Ind.*, vol. 06, no. 1, pp. 16–22, 2021, doi: 10.31849/sainetin.v6i1.7031.
- M. F. P. Utomo, "Listrik Di Pt Dayasa Aria Prima Menggunakan Software Electric Transient and Analysis Program ( Etap )," vol. 11, no. 1, pp. 83–93, 2022.