

PERBAIKAN NILAI SUSUT TEKNIS JARINGAN TEGANGAN MENENGAH PADA *FEEDER* K.H. 05 (*CASE STUDY* PLN ULP KRUENGGUKUH)

Aria Maigawa Siregar, Badriana, Habib Muharry Yusdartono, Arnawan Hasibuan

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

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan melakukan perbaikan terhadap susut teknis tegangan menengah pada feeder K.H 05 di PLN ULP Kruenggukuh. Metode penelitian yang digunakan meliputi survei lapangan, pengumpulan data tegangan dan arus, serta analisis data menggunakan software ETAP 16.00 dan MATLAB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat susut teknis yang signifikan pada feeder K.H 05 yang dapat menyebabkan penurunan tegangan yang tidak diinginkan. Susut teknis yang terjadi pada jaringan tegangan menengah di K.H 05 PLN ULP Kruenggukuh senilai 31,6kW disimulasi MATLAB dan 41,8 kW disimulasi ETAP. Perbaikan yang dilakukan pada jaringan tegangan menengah di K.H 05 PLN ULP Kruenggukuh ialah dengan menambah kapasitas transformator distribusi yang sesuai dengan dayanya. Susut yang terjadi pada jaringan tegangan menengah di K.H. 05 ULP Kreung Geukeuh masih sesuai dengan standar SPLN N0.72 tahun 1987 dimana susut teknis yang terjadi masih berada dibawah 10%.

Keywords— *Susut Distribusi, Jaringan Tegangan Menengah, PLN, Rugi-Rugi Daya, Jatuh Tegangan.*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik selalu ada peningkatan dari tahun ke tahun sejalan dengan terus tumbuhnya penyaluran energi listrik berjalan baik dengan kualitas distribusi listrik yang memadai standar[1]. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di era kebutuhan energi listrik saat ini meningkat dalam lingkaran publik. Tingkat pertumbuhan populasi terus meningkat berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik setiap tahun. Inilah yang menyebabkan masalah untuk Perusahaan Listrik Negara (PLN). Sumber energi listrik disuplai oleh PLN tidak semuanya dapat diterima oleh konsumen karena ada yang hilang dalam keadaan susut daya listrik atau *losses*[2]. Tentu saja masalah tersebut dapat mengganggu ketersediaan energi listrik bagi pelanggan. Menurut pasal 28 dalam undang-undang no. 30 tahun 2009 tentang ketenagalistrikan, penyedia tenaga listrik yang memiliki izin usaha memiliki kewajiban untuk menyediakan tenaga listrik yang memenuhi standar mutu dan keandalan yang berlaku, serta memberikan pelayanan terbaik kepada konsumen dan masyarakat. Hal ini mendorong penyedia tenaga listrik untuk meningkatkan

kualitas layanan mereka. Ketersediaan tenaga listrik yang memadai dan berkualitas baik menjadi hal penting bagi masyarakat dan industri dalam mendukung aktivitas sehari-hari, serta menjaga tingkat ekonomi yang lebih baik. Tentunya kualitas daya berkaitan dengan interaksi antara utilitas listrik dan pelanggan[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[4]. Oleh karena itu, penertiban pemakaian tenaga listrik sangat lah penting dimana menyangkut perencanaan, pemeriksaan, tindakan dan juga penyelesaian terhadap instalasi pemakai tenaga listrik dari PLN. Dimana besarnya susut energi dari PLN berupa prosentase global maka untuk dapat menekan angka susut energi lebih efektif yaitu dengan memisahkan susut antara teknis dengan non teknis. Sehingga dapat diidentifikasi penyebab utama susut distribusi tersebut, untuk selanjutnya dapat diupayakan solusi untuk menurunkan nilai susut tersebut[5].

Untuk mengurangi risiko potensial yang dapat menyebabkan tingginya susut daya, dilakukan tindakan perbaikan dalam hal teknis, seperti melakukan penyeimbangan beban pada transformator, mengganti konektor tap pada PHB-TR dan pengubah tap jaringan dan transformator. Melalui tindakan perbaikan tersebut, akan diidentifikasi penurunan susut daya dan penghemat energi (kWh) yang tercapai setelah perbaikan dilakukan[6].

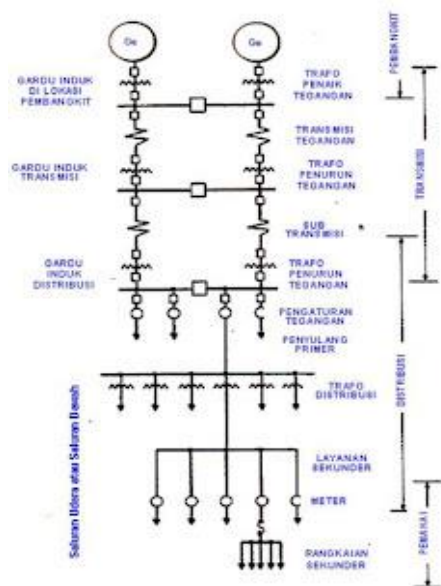
II. DASAR TEORI

A. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah bagian integral dari infrastruktur tenaga listrik yang berfungsi untuk mengalirkan tenaga listrik dari sumber energi listrik yang besar dari sumber daya listrik pusat hingga ke pelanggan. Jadi, tujuan dari sistem tenaga listrik adalah membagi dan mengalirkan tenaga listrik ke berbagai lokasi, dan merupakan komponen yang terhubung langsung dengan pelanggan dalam infrastruktur tenaga listrik. Dalam hal ini, setiap daya

dipusat-pusat beban (pelanggan) dihubungkan secara langsung melalui jaringan distribusi.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan antara 11 kV hingga 24 kV tegangannya dinaikkan oleh gardu induk menggunakan transformator step-up menjadi 70 kV, 154kV, 220kV atau 500kV. Setelah itu, energi tersebut disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan dari peningkatan tegangan adalah untuk mengurangi kerugian daya listrik yang terjadi transmisi. Dalam konteks ini, kerugian daya memiliki hubungan sebanding dengan kuadrat dari arus yang mengalir. Dengan meningkatkan nilai tegangan pada daya yang sama, arus yang akan mengalir akan berkurang sehingga kerugian daya juga akan berkurang. Setelah melewati saluran transmisi, tegangan kemudian diturunkan menjadi 20 KV menggunakan transformator step-down di gardu induk distribusi. dengan menggunakan sistem tenaga tersebut, tenaga listrik disalurkan melalui saluran distribusi primer. Gardu-gardu distribusi mengambil tegangan dari saluran dsitribusi primer untuk kemudian diturunkan menggunakan transformator distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380volt. Selanjutnya, tegangan listrik disalurkan melalui saluran distribusi sekunder kepadapara pelanggan. Dengan demikian, sistem distibusi merupakan komponen yang sangat penting dalam keseluruhan tenaga listrik.



Gambar 1. Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

B. Struktur Jaringan Distribusi

Sistem distribusi jaringan listrik merupakan bagian integral dari keseluruhan sistem tenaga listrik. Fungsinya adalah mengirimkan tenaga listrik dari sumber besar (bulk power source) kepada konsumen yang lebih kecil, seperti rumah tangga.

Pada umumnya sistem pendistribusian tenaga distribusi tenaga listrik di Indonesia terbagi atas beberapa bagian utama, antara lain :

- a. Gardu induk
- b. Jaringan ditribusi primer

- c. Gardu distribusi
- d. Jaringan distribusi sekunder.

Gardu induk menerima pasoka daya dari jalur transmisi dan mendistribusikannya ke gardu distribusi melalui jalur distribusi primer. Sistem jaringan distribusi terdiri dari dua bagian, yaitu jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Jaringan distribusi primer digunakan untuk mentransmisikan tegangan listrik pada tegangan tinggi seperti 20 kV atau 6kV. Tegangan tersebut kemudian dikurangi melalui tegangan distribusi yang lebih rendah seperti 220V atau 380V. selanjutnya, daya listrik tersebut didistribusikan kepada pelanngan atau konsumen melalui saluran distribusi primer sebagai beban.

C. Daya Listrik

Didalam sistem tenaga listrik dikenal tiga jenis daya listrik, yang masing-masing energi ini saling berhubungan dan dipengaruhi oleh besarnya nilai faktor kerja ($\cos \phi$). Sebuah sumber listrik arus bolak-balik (AC), memasok daya listrik dalam bentuk daya aktif dan daya reaktif. Energi reaktif ini hanya ada jika bebannya berupa beban induktif atau beban kapasitif. Adapun pada daya listrik disebut sebagai segitiga daya, segitiga daya diartikan sebagai grafik hubungan yang terbentuk oleh dari tiga jenis daya yang dimana diawali dari besaran listrik yang terjadi ketika proses penyaluran, dapat dilihat pada tegangan dan arus listrik dimana saat proses penyaluran tenaga listrik dari suatu pembangkit sampai ke konsumen. Untuk daya listrik (P) yang dihasilkan arus listrik (i) dan juga tegangan (v) dapat dilihat dengan persamaan berikut:

$$P = V \cdot I \quad (1)$$

Keterangan :

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

D. Susut Pada Jaringan Distribusi

Dalam proses energi listrik kepada konsumen, PT. PLN (Persero) sering menghadapi fenomena susu energi yang dapat menyebabkan kerugian. Kerugian merujuk pada perbedaan antara energi listrik yang disalurkan (P_x) dengan energi listrik yang benar-benar digunakan oleh konsumen (P_p).

$$Losses = \frac{P_x - P_p}{P_x} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

- P_x = energi yang disalurkan
 P_p = energi listrik terpakai

E. Macam Macam Rugi Daya

Macam macam rugi daya dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

- a. Susut teknis merujuk pada susutan yang terjadi akibat karakteristik konduktivitas material atau peralatan itu sendiri. Susut ini sangat tergantung pada kualitas dan bahan dari material atau peralatan listrik yang mengandung unsur resistif atau reaktif.

- b. Susut non teknis adalah susutan yang terjadi karena faktor-faktor kesalahan pembacaan meteran, kesalahan penginputan data, tindakan pencurian dan sebab-sebab lainnya yang bukan disebabkan oleh sifat dari bahan material atau peralatan listrik.

F. Faktor Penyebab Susut Tegangan

Faktor penyebab susut tegangan dan rugi daya pada jaringan distribusi 20 kV sangat dipengaruhi oleh jenis material, peralatan maupun konstruksi jaringan tersebut. Untuk kerja yang diharapkan dari jaringan distribusi adalah bilamana jaringan tersebut mempunyai kontinuitas penyaluran tenaga listrik maupun tingkat keandalan yang tinggi, rugi daya dan susut tegangan yang minimal.

Untuk memenuhi kriteria tersebut, harus diperhatikan beberapa faktor penyebab susut tegangan dan rugi daya pada jaringan distribusi yang antara lain adalah tegangan sistem, frekuensi, faktor daya beban ($\cos \theta$), faktor beban dan keandalan.

G. ETAP

ETAP (*electric transient analisis program*) merupakan suatu program atau perangkat lunak yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan sistem ketenagalistrikan[7]. Perangkat ini memiliki kemampuan dalam mode offline untuk simulasi tenaga listrik, dalam mode online untuk pengelolaan data real-time. Selain itu, perangkat ini dilengkapi dengan berbagai fitur, termasuk fitur yang digunakan untuk menganalisis pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi dan 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[8].

ETAP Power Station dapat digunakan untuk secara langsung bekerja dengan tampilan gambar single line diagram/diagram satu garis. Program ini dirancang sesuai dengan tiga konsep utama:

a. *Virtual Reality Operasi*

Sistem operasional yang terdapat pada program ini sangat mirip dengan sistem operasi pada kondisi nyata. Sebagai contoh, ketika kita membuka atau menutup suatu circuit breaker, menambahkan suatu elemen kedalam sistem, mengubah status operasi suatu motor, dan kondisi de-energized pada suatu elemen dan sub-elemen sistem ditampilkan pada diagram satu garis dengan warna abu-abu.

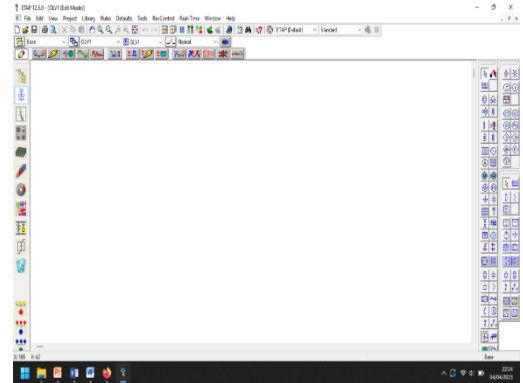
b. *Total Integration Data*

ETAP Power Station mengintegrasikan informasi mengenai sistem elektrikal, sistem logika, sistem mekanik, dan data fisik dari suatu elemen kedalam satu sistem database yang sama. Sebagai contoh, untuk suatu elemen seperti kabel, tidak hanya mencakup informasi tentang jalur yang dilalui oleh kabel tersebut melalui raceways. Dengan demikian, data untuk satu kabel dapat digunakan untuk dalam analisis aliran beban (*load flow analisis*) dan analisa

hubung singkat (*short-circuit analisis*) yang memerlukan parameter listrik dan parameter koneksi, serta dalam perhitungan derating ampacity suatu kabel yang membutuhkan data fisik mengenai rute kabel tersebut.

c. *Simplicity in Data Entry*

ETAP Power Station menyediakan data yang terperinci untuk setiap elemen yang digunakan. Dengan menggunakan editor data, proses entri data elemen dapat dipercepat. Data yang ada dalam program ini telah di masukkan sesuai dengan data lapangan untuk berbagai jenis analisa atau desain.



Gambar 2. Software ETAP

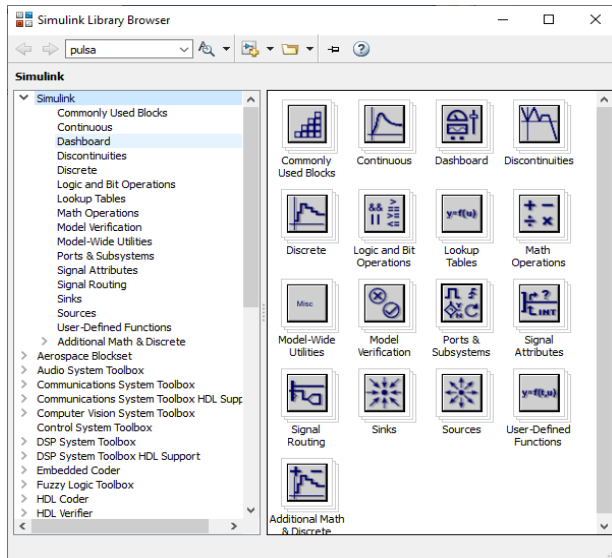
H. MATLAB

MATLAB (*Matrix Laboratory*) merupakan sebuah program untuk menganalisis dan mengkomputasi data numerik. Selain itu, MATLAB juga merupakan bahasa pemrograman matematika yang lebih lanjut, yang dirancang dengan menggunakan konsep matriks sebagai pemikiran dasar. MATLAB merupakan bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh *The Mathwork Inc* pada tahun 1970. Aplikasi ini sering digunakan dibidang-bidang yang memerlukan perhitungan matematika yang kompleks. Di matlab, semua operasi perhitungan dilakukan menggunakan matriks, dan hasilnya dapat ditampilkan dalam bentuk plot grafik. Terdapat beberapa komponen penting dalam perangkat lunak matlab yang digunakan untuk menjalankan program tersebut yaitu [9]:

- a. *Command window* digunakan untuk mengetik fungsi yang diinginkan.
- b. *Command history* berfungsi yang telah digunakan sebelumnya dapat kembali.
- c. *Workspace* digunakan untuk membuat variabel yang ada dalam Matlab.

Simulink merupakan sekumpulan aplikasi dalam Matlab yang digunakan untuk melakukan pemodelan, simulasi, dan analisis dinamika pada sistem. Penggunaan program *simulink* mempermudah pengguna dalam membuat simulasi lebih interaktif. Tujuannya adalah agar model simulasi memiliki perilaku yang sangat mirip dengan sistem fisik yang sesungguhnya. Jika digunakan dengan benar, simulasi akan membantu proses analisis dan desain sistem [10]. *Simulink* dalam Matlab juga dapat menunjukkan preformas sistem dalam bentuk dua ataupun tiga dimensi. Dalam perancangannya *user* menjadi mudah karena adanya blok-

blok diagram yang dapat dengan mudah diatur sedemikian tupa, sesuai dengan model matematis dari sistem atau *plant* yang akan dikendalikan [10].

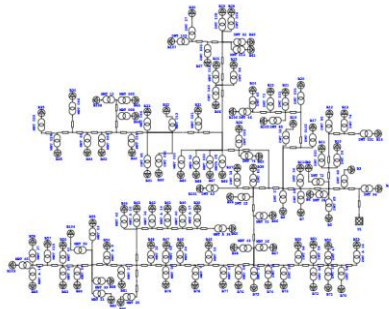


Gambar 3. Kotak Dialog *Simulink Library Browser*

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Simulasi Rugi Rugi Daya Pada ETAP

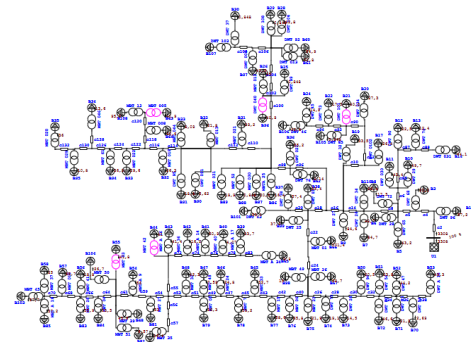
Penyulang K.H. 05 ULP Kreung Geukuh disuplai langsung dari Gardu Hubung Kreung Geukuh. Jumlah gardu distribusi yang terdapat pada penyulang ini terdiri dari 94 gardu dengan kapasitas 7.620 kVA. Untuk *Single line diagram* yang telah dilakukan pada simulasi ETAP dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 4. SLD Penyulang K.H 05 ULP Kreung Geukuh

B. Aliran Daya Pada ETAP

Setelah dilakukan pemodelan pada ETAP, tahap berikutnya ialah melakukan aliran daya untuk mengetahui tingkat rugi-rugi daya dan tegangan jatuh pada *single line diagram* K.H. 05 ULP Kreung Geukuh seperti yang terlihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 5. Aliran daya pada simulasi ETAP sebelum perbaikan

Berdasarkan Gambar 5 diatas, dapat dilihat adanya *alert marginal* pada gardu distribusi K.H. 05 ULP Kreung Geukuh. Pada gambar diatas juga terlihat jelas, transformator yang berwarna merah muda adalah transformator yang mengalami *alert marginal*. Adapun *report* yang didapatkan dari simulasi *load flow analysis* dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Simulasi *Load Flow Analysis*

Bus	Voltage	Load		Load Flow				
		MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF
Bus3	19,989	0	0	Bus270	-3,248	-2,012	110,4	85,0
				Bus173	3,225	1,997	109,6	85,0
				Bus76	0,023	0,015	0,8	84,9
Bus6	19,901	0	0	Bus180	-0,170	-0,106	5,8	84,9
				Bus271	0,144	0,089	4,9	84,9
				Bus234	0,027	0,017	0,9	84,9
Bus17	19,868	0	0	Bus282	-0,244	-0,151	8,3	84,9
				Bus18	0,224	0,139	7,7	85,0
				Bus139	0,019	0,012	0,7	84,9
Bus18	19,865	0	0	Bus17	-0,224	-0,139	7,7	84,9
				Bus19	0,210	0,130	7,2	84,9
				Bus138	0,015	0,009	0,5	85,0
Bus19	19,861	0	0	Bus18	-0,210	-0,130	7,2	84,9
				Bus20	0,189	0,118	6,5	84,9
				Bus117	0,021	0,013	0,7	85,0
Bus20	19,859	0	0	Bus19	-0,189	-0,118	6,5	84,9
				Bus21	0,119	0,074	4,1	84,9
				Bus118	0,024	0,015	0,8	85,0
Bus21	19,857	0	0	Bus195	0,047	0,029	1,6	84,9
				Bus20	-0,119	-0,074	4,1	84,9
				Bus199	0,052	0,032	1,8	84,9
Bus23	19,856	0	0	Bus197	0,022	0,014	0,8	84,9
				Bus119	0,044	0,028	1,5	84,9
				Bus199	-0,050	-0,031	1,7	84,9
Bus28	19,835	0	0	Bus120	0,050	0,031	1,7	84,9
				Bus207	-0,826	-0,513	28,3	85,0
				Bus209	0,801	0,498	27,5	85,0
Bus30	19,826	0	0	Bus113	0,025	0,015	0,9	85,0
				Bus209	-0,757	-0,470	25,9	84,9
				Bus284	0,714	0,444	24,5	84,9
Bus32	19,824	0	0	Bus115	0,042	0,026	1,5	84,9
				Bus284	-0,016	-0,010	0,6	85,0
				Bus211	0,016	0,010	0,6	85,0
Bus35	19,813	0	0	Bus213	-0,453	-0,281	15,5	84,9
				Bus36	0,397	0,246	13,6	84,9
				Bus121	0,056	0,035	1,9	84,9
Bus36	19,809	0	0	Bus35	-0,397	-0,246	13,6	84,9
				Bus217	0,275	0,171	9,4	85,0
				Bus122	0,042	0,026	1,4	84,9
				Bus215	0,046	0,028	1,6	84,9
				Bus167	0,027	0,017	0,9	85,0
Bus39	19,797	0	0	Bus214	0,007	0,004	0,2	85,0
				Bus220	-0,176	-0,109	6,1	84,9
				Bus225	0,090	0,056	3,1	85,0
				Bus124	0,086	0,053	3,0	84,9

C. Rugi-rugi Daya Pada ETAP

Setelah dilakukan simulasi aliran daya, terlihat jelas adanya rugi-rugi daya pada aliran K.H. 05 Kreung Geukuh. Adapun nilai rugi-rugi daya hasil simulasi pada ETAP dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil rugi-rugi daya pada ETAP sebelum perbaikan

Branch ID	Losses	
	kW	kvar
c4	0,9	0,4
c5	4,5	2,1
DWT 68	0,1	0,1
c10	0,0	0,0
c12	0,0	0,0
DWT 0102	0,1	0,1
c26	0,1	0,0
c28	0,0	0,0
DWT 71	0,1	0,1
c30	0,0	0,0
DWT 24	0,0	0,0
c32	0,0	0,0
DWT 94	0,0	0,0
c34	0,0	0,0
DWT 54	0,1	0,1
DWT 80	0,2	0,2
c36	0,0	0,0
DWT 23	0,1	0,1
DWT 47	0,2	0,2
c38	0,0	0,0
DWT A 18	0,2	0,2
c47	0,1	0,1
c49	0,1	0,1
MBT 24	0,1	0,1
c51	0,2	0,0
c53	0,1	0,0
MBT 32	0,2	0,2
c56	0,0	0,0
c57	0,0	0,0
c59	0,2	0,0
c61	0,1	0,0
MBT A 9	0,3	0,3
c64	0,1	0,0
MBT 03	0,4	0,4
MBT 39	0,2	0,2
MBT 50	0,1	0,1
MBT 51	0,0	0,0
c68	0,0	0,0
c70	0,0	0,0
MBT 010	0,4	0,4
c55	0,0	0,0
c72	0,0	0,0
MBT 42	0,3	0,3
MBT A 16	0,2	0,2
c74	0,0	0,0

Berdasarkan Tabel diatas, dapat dilihat total rugi-rugi daya yang terjadi pada pengyulang K.H 05 Kreung Geukuh bernilai 41,8 kW dan 24,5 kVAR. Rugi-rugi daya yang terbesar terjadi di saluran udara dengan *losses* 4,5kW. Berdasarkan Tabel diatas juga dapat disimpulkan rugi-rugi yang terjadi pada penyulang K.H 05 masih berada dalam standar yang digunakan oleh PLN.

D. Over Load Pada ETAP

Setelah tahapan aliran daya dan rugi-rugi daya dilakukan, maka didapatkan *overload* pada transformator penyulang K.H. 05 ULP Kreung Geukuh yang dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

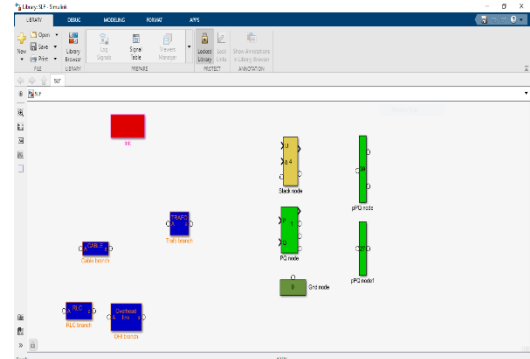
Tabel 2. Report pada simulasi ETAP

Device ID	Type	Condition	Rating	Unit	Operating	%
DWT 040	Trafo	Overload	0,050	MVA	0,049	97,2
DWT 101	Trafo	Overload	0,050	MVA	0,05	95,6
MBT 005	Trafo	Overload	0,050	MVA	0,05	99,5
MBT 03	Trafo	Overload	0,050	MVA	0,05	99,4
MBT 42	Trafo	Overload	0,050	MVA	0,05	97,3

Berdasarkan Tabel 3 diatas, maka dapat dilihat kondisi transformator yang mengalami *overload* terdiri dari 5 trafo. Kondisi *overload* terjadi pada kelima trafo disebabkan ketidak mampuan trafo distribusi dalam menyalurkan daya pada beban dengan pengertian terjadi beban lebih.

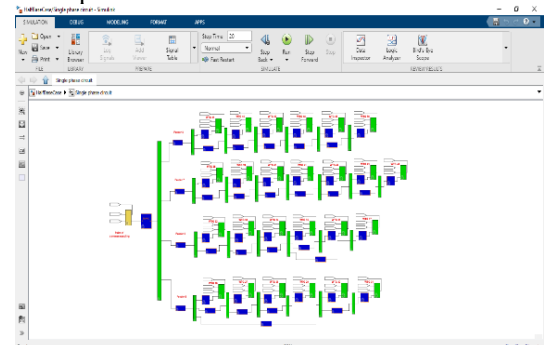
E. Simulasi Rugi-rugi Daya Pada MATLAB

Simulasi yang dilakukan pada MATLAB dimulai dengan merangkai rangkaian yang digunakan. Simulasi dilakukan dengan fitur *simulink* pada MATLAB dan menggunakan pustaka yang khusus untuk aliran daya seperti yang terlihat pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Pustaka Khusus Aliran Daya Pada MATLAB

Pustaka yang digunakan pada rangkaian simulasi ini terdiri dari tranformator, kabel, beban, dan catu daya (*Grid*). Adapun hasil rangkaian yang dilakukan pada MATLAB dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Rangkaian Simulink Aliran Daya MATLAB

Untuk menjalankan simulasi, data yang tersedia pada Lampiran 1 harus terlebih di *input* dan disesuaikan dengan *script* pada MATLAB seperti yang terlihat pada Gambar 8 dibawah ini.

```

1 function cableDataLibrary()
2
3 %Cable block parameter 'cableType', 'sizecm' and 'lengthm'
4 %All affect variables 'I', 'I' and 'C'.
5 %Therefore these basic parameters (cableType', 'sizecm', 'lengthm')
6 %must all have the same function callback (this code).
7 %Please see Help->Documentation card for further information.
8
9 cableType = (get_param(pch, 'cableType'));
10 sizecm = str2num(get_param(pch, 'sizecm'));
11 lengthm = str2num(get_param(pch, 'lengthm'));
12
13 switch (cableType)
14
15     case ('Powerfactory')
16         switch (sizecm)
17             case (120)

```

Gambar 8. Script Simulink Aliran Daya

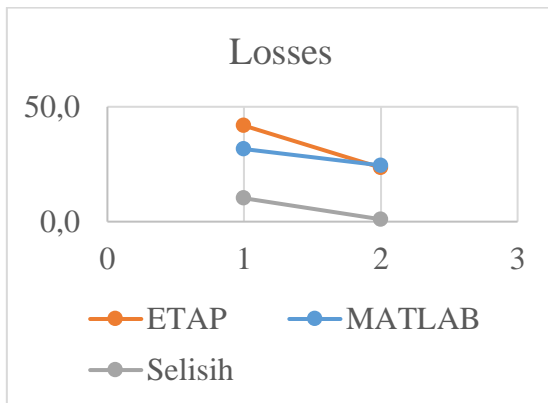
F. Perbandingan Hasil Simulasi ETAP dengan MATLAB

Perbandingan yang terdapat dapat simulasi ETAP dengan MATLAB terletak pada opsional saat simulasi akan dilakukan. Hasil yang didapatkan dari kedua simulasi relatif tidak jauh dan masih nilai galat masih dibawah 50% seperti yang terlihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Perbandingan Simulasi ETAP dengan MATLAB

Simulasi	Losses	
	kW	kVAR
MATLAB	31,6	24,5
ETAP	41,8	23,5
Selisih	10,1926	1,01793

Pada Tabel diatas, nilai perbandingan yang ada pada simulasi keduanya tidak memiliki perbedaan secara signifikan seperti yang terlihat pada Gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 9. Kurva Perbandingan ETAP dengan MATLAB

Penyebab terjadinya perbedaan nilai pada simulasi ETAP dan MATLAB ialah proses simulasi yang dilakukan pada kedua aplikasi. Kemudian berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan pada ETAP dan MATLAB rugi-rugi daya yang terjadi masih memenuhi standar operasional. Hal ini merujuk pada SPLN No. 72 tahun 1987 dimana penggunaan persentasi rugi-rugi daya harus tidak boleh lebih dari 10% dari pemakaian.

Penyaluran daya yang dihasilkan pada kedua simulasi memiliki nilai 3,891 MVA. Sedangkan rugi-rugi daya yang dihasilkan pada kedua simulasi memiliki nilai 31,6kW dan 41,8 kW. Untuk nilai rugi-rugi daya minimal yang sesuai dengan standar tidak boleh melebihi 10% atau 330,7 kW.

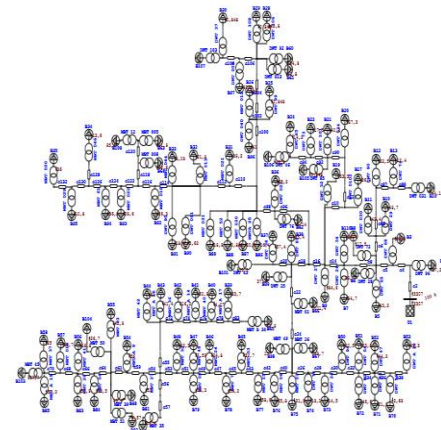
G. Perbaikan Rugi-Rugi Daya

Pada sub-bab sebelumnya dijelaskan bahwasnya penyulang K.H 05 ULP Kreung Geukeh masih berada dalam standar SPLN No.72 tahun 1987. Akan tetapi pada saat simulasi di ETAP dan MATLAB dilakukan terdapat perbaikan yang harus dilakukan. Susut atau rugi-rugi daya yang terjadi pada penyulang K.H. 05 ULP Kreung Geukeuh di ETAP dan MATLAB disebabkan adanya *overload* pada transformator distribusi. Adapun transformator distribusi yang mengalami *overload* dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Transformator distribusi yang mengalami *overload*

Device ID	Condition	Rating	Operating
DWT 040	Overload	0,050	0,049
DWT 101	Overload	0,050	0,05
MBT 005	Overload	0,050	0,05
MBT 03	Overload	0,050	0,05
MBT 42	Overload	0,050	0,05

Penanganan kondisi yang terjadi pada transformator ini dilakukan dengan menambah kapasitas daya pada trafo tersebut. Sehingga mengurangi kondisi *overload* pada trafo ini. Penambahan trafo ini cukup efektif untuk menegurangi susut energi pada transformator distribusi seperti yang terlihat pada Gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Perbaikan trafo yang mengalami *overload*

Berdasarkan Gambar diatas, terlihat tidak adanya transformator yang mengalami kondisi *alert* baik secara *marginal* maupun *critical*. Laporan atau *report* setelah dilakukan perbaikan pada trafo distribusi juga mengurangi nilai rugi-rugi daya yang ada pada penyulang K.H. 05 Kreung Geukeuh seperti yang terlihat pada Gambar 11 dibawah ini.

Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop in Vmag
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	
MBT 005	-0.042	-0.026	0.042	0.026	0.2	0.2	98.7	99.1	0.48
MBT 12	0.096	0.060	-0.096	-0.059	0.5	0.5	99.1	98.6	0.55
MBT 046	0.014	0.008	-0.014	-0.008	0.0	0.0	99.1	98.8	0.31
MBT 020	0.036	0.022	-0.036	-0.022	0.1	0.1	99.1	98.7	0.42
DWT 45	0.014	0.009	-0.014	-0.009	0.0	0.0	99.5	99.1	0.33
DWT 96	-0.057	-0.035	0.058	0.036	0.3	0.3	99.3	100.0	0.66
c2	-3.306	-2.047	3.307	2.048	1.0	0.5	100.0	100.0	0.03
e90	0.116	0.072	-0.116	-0.072	0.0	0.0	99.5	99.5	0.01
DWT 034	0.027	0.017	-0.027	-0.017	0.1	0.1	99.5	98.9	0.63
DWT 101	-0.040	-0.025	0.040	0.025	0.2	0.2	99.0	99.5	0.47
c24	1.356	0.841	-1.355	-0.841	0.7	0.3	99.4	99.4	0.05
					40.9	23.6			

Gambar 11. Hasil perbaikan rugi-rugi daya pada ETAP

Susut energi yang terdapat pada penyulang K.H.05 ULP Kreung Geukuh disebabkan kurang tepatnya penempatan kapasitas trafo distribusi. Sehingga meningkatkan rugi-rugi daya pada penyulang. Hal ini terlihat jelas pada saat dilakukan perbaikan pada transformator distribusi yang dapat mengurangi 5kW rugi-rugi daya. Perubahan perbaikan rugi-rugi daya ini dipertegas pada saat dilakukan simulasi pada MATLAB dengan nilai rugi-rugi daya sebesar 31,8 kW.

IV. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini ialah sebagai berikut.

- Susut teknis yang terjadi pada jaringan tegangan menengah di K.H. 05 ULP Kreung Geukeuh senilai 31,6kW di simulasi MATLAB dan 41,8 kW di simulasi ETAP. Susut teknis yang terjadi disebabkan panjang saluran kabel dan kapasitas transformator distribusi yang kurang.
- Perbaikan yang dilakukan pada jaringan tegangan menengah di K.H. 05 ULP Kreung Geukeuh ialah dengan menambah kapasitas transformator distribusi yang sesuai dengan dayanya. Pada jaringan tegangan menengah di K.H. 05 ULP Kreung Geukeuh terdapat 5 transformator distribusi yang mengalami *over load* sehingga memperbesar nilai rugi-rugi daya.
- Susut yang terjadi pada jaringan tegangan menengah di K.H. 05 ULP Kreung Geukeuh masih sesuai dengan standar SPLN N0.72 tahun 1987 dimana susut teknis yang terjadi masih berada dibawah 10%.

V. REFERENSI

- R. T. Jurnal, "Analisa Nilai Saidi Saifi Sebagai Indeks Keandalan Penyediaan Tenaga Listrik Pada Penyulang Cahaya Pt. Pln (Persero) Area Ciputat," *Energi & Kelistrikan*, vol. 10, no. 1, pp. 70–77, 2019, doi: 10.33322/energi.v10i1.330.
- S. RCD, "Analisis Susut Daya Dan Energi Pada Jaringan Distribusi Di Pt. Pln (Persero) Rayon Panakkukang," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 16 (1), no. 1, pp. 43–47, 2019.
- S. M. Ismael, S. H. E. Abdel Aleem, A. Y. Abdelaziz, and A. F. Zobaa, "State-of-the-art of hosting capacity in modern power systems with distributed generation," *Renew. Energy*, vol. 130, pp. 1002–1020, 2019, doi: 10.1016/j.renene.2018.07.008.

- R. Amaliyyah, "Analisa Losses Sistem Distribusi 20 Kv Pt.Pln Ulp Panakkukang Penyulang Antang Menggunakan ETAP 16.0," no. February, p. 6, 2021.
- N. G. Pahiyanti, "Penurunan Susut Jaringan Dengan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik," *Sutet*, vol. 9, no. 1, pp. 36–45, 2019, doi: 10.33322/sutet.v9i1.502.
- D. F. KAMALIA, "Analisis Susut Energi (Losses) Jaringan Tegangan Menengah (20 Kv) Di Pt Pln (Persero) Rayon Klakah Area Jember," *Univ. Muhammadiyah Makasar*, 2018.
- M. R. K. Bambang WInardi, Agung Warsito, "ANALISA PERBAIKAN SUSUT TEKNIS DAN SUSUT TEGANGAN PADA PENYULANG KLS 06 DI GI KALISARI DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 7.5.0," <https://Ejournal.Undip.Ac.Id/Index.Php/Transmisi/Article/View/8965>, pp. 1–6, 2015.
- L. Mahfudz Hayusman, T. Hidayat, I. M. Wartana, and T. Herbasuki, "Peningkatan Kompetensi Guru Dan Siswa Smk PGRI Singosari Kabupaten Malang Melalui Pelatihan Software Etap," *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 45–49, 2019, doi: 10.36040/industri.v8i1.675.
- B. Cahyono, "Penggunaan Software Matrix Laboratory (Matlab) Dalam Pembelajaran Aljabar Linier," *Phenom. J. Pendidik. MIPA*, vol. 1, no. 1, pp. 45–62, 2013, doi: 10.21580/phen.2013.3.1.174.
- D. L. Kurniawan, I. Diah PK, and B. Yan Dewantara, "Analisa Gangguan Belitan Stator Pada Motor Brushless DC Menggunakan Matlab Simulink," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 1–16, 2021, doi: 10.22373/crc.v5i1.7692.