

REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI PADA PENYULANG GL.01 SEBAGAI UPAYA PENEKANAN LOSSES MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6.0

Muhammad Luvi Saputra¹, Arnawan Hasibuan², Asran³

¹ Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh

E-mail : muhammadluvig@gmail.com

Abstrak— Mengurangi *losses* akibat beban yang dapat dilakukan dengan pemecahan beban. Pemecahan beban dilakukan dengan mengurangi beban di suatu penyulang yang memiliki beban besar dimanuver atau dialihkan pada penyulang lain yang memiliki beban yang lebih kecil. Mengurangi beban pada penyulang yang memiliki beban yang besar sehingga penyulang tersebut memiliki beban efektif yang lebih handal. Beban yang efektif memiliki nilai *losses* yang lebih bagus dan nilai *drop voltage* yang lebih rendah sehingga jaringan tersebut lebih handal apabila terjadi gangguan (mudah dimanuver ke penyulang lain). Penyulang GL.01 GI Glugur memiliki beban yang besar. Untuk melakukan pemecahan beban pada penyulang GL.01 dibutuhkan konfigurasi jaringan. Konfigurasi jaringan dilakukan dengan memindahkan sebagian besar penyulang GL.01 ke penyulang GG.01 dan MA.05 berdasarkan simulasi yang dilakukan nilai *losses* yang diperoleh sebelum dan sesudah berturut-turut sebesar 9.360,05 Watt dan 2.066,04 Watt., sedangkan nilai *drop voltage* baik sesudah maupun sebelum yaitu berturut turut 116,498 Volt dan 54,008 Volt. Berdasarkan hasil tersebut didapat saving 7294,01 Watt dan 62,49 Volt

Kata Kunci : *Losses* , *Rekonfigurasi*, *Drop Voltage*

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan bentuk energi yang paling cocok dan nyaman bagi manusia modern. Tanpa listrik, infrastruktur masyarakat sekarang tidak akan menyenangkan. Makin bertambahnya konsumsi listrik per kapita diseluruh dunia, menunjukkan kenaikan standar kehidupan manusia. Pemanfaatan secara optimum bentuk energi ini oleh masyarakat dapat dibantu dengan sistem distribusi yang efektif [1]

Penambahan beban yang diikuti dengan penambahan jaringan baru pada jaringan distribusi daya listrik mengakibatkan *losses* yang terjadi pada saluran distribusi semakin besar. Pada daerah yang berpenduduk padat penambahan jaringan baru biasanya dibatasi oleh beberapa hal, seperti lokasi yang digunakan, sehingga pengurangan *losses* saluran dapat dilakukan dengan salah satunya melakukan rekonfigurasi jaringan atau pemecahan beban.[1]

Pemecahan beban dilakukan dengan mengurangi beban disuatu penyulang yang memiliki beban besar dimanuver atau dialihkan pada penyulang lain yang memiliki beban yang lebih kecil. Mengurangi beban pada penyulang yang memiliki beban yang besar sehingga penyulang tersebut memiliki beban yang efektif dan lebih handal. Beban yang

efektif memiliki *losses* yang lebih bagus dan handal apabila terjadi gangguan (mudah dimanuver ke penyulang lain)[2]

Berdasarkan data beban bulan Desember 2018, rata-rata beban puncak siang dan malam penyulang GL.01 GI Glugur mengalami peningkatan. Beban penyulang GL.01 yang besar menuntut saya untuk dapat melakukan pemecahan beban terhadap penyulang tersebut. Pemecahan beban penyulang GL.01 dapat dilakukan dengan cara memanuver sebagian beban pada penyulang GL.01 kepada penyulang lain yang berhubungan *open loop* dengan penyulang GL.01. Hal ini menjadi latar belakang penulisan ini untuk melihat perubahan *losses* yang diberikan penyulang.

II. DASAR TEORI

2.1. Sistem Jaringan Distribusi

Sistem distribusi ini dapat dikelompokkan kedalam dua tingkat, yaitu :

1. Sistem jaringan distribusi primer dan bisa disebut juga Jaringan Tegangan Menengah (JTM). Pada pendistribusian tenaga listrik di suatu kawasan, penggunaan sistem Tegangan Menengah sebagai jaringan utama adalah upaya utama menghindari rugi-rugi penyaluran (*losses*) dengan kualitas persyaratan tegangan yang harus di penuhi PT PLN (Persero). [2]

2. Sistem jaringan distribusi sekunder dan biasa disebut Jaringan Tegangan Rendah (JTR). Jaringan Distribusi Tegangan Rendah adalah bagian hilir dari suatu sistem tenaga listrik. Melalui jaringan distribusi ini disalurkan tenaga listrik kepada para konsumen atau pelanggan listrik. Jaringan tegangan rendah berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari Gardu Distribusi ke konsumen tegangan rendah yang digunakan PT PLN (Persero) adalah 220/380 V.[2]

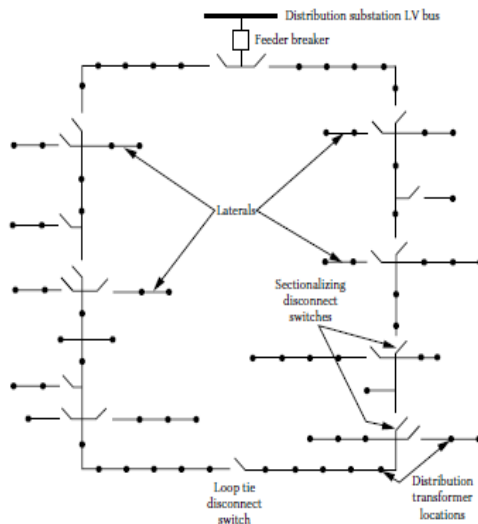
Suatu sistem distribusi menghubungkan semua beban dengan gardu induk (GI). Hal ini terjadi pada gardu induk (*substation*) dimana juga dilaksanakan transformasi tegangan dan fungsi-fungsi pemutusan dan penghubungan beban (*switching*)

2.2. Sistem Jaringan Loop

Pada sistem ini terdapat dua sumber dan arah pengisian yang satu dapat sebagai cadangan, sehingga keandalan cukup tinggi, banyak dipakai pada jaringan umum dan industri. Jaringan ini merupakan bentuk melingkar yang mana dihubungi oleh *Switch* atau *Load Breaker Switch* (LBS)

Bentuk sistem jaringan distribusi loop ini ada 2 macam yaitu :

1. Bentuk *open loop*
2. Bentuk *close loop*



Gambar 2.1 Jaringan Distribusi Loop [3]

2.3. Rekonfigurasi Jaringan

Rekonfigurasi jaringan (*Network Configuration*) distribusi merupakan suatu usaha merubah bentuk konfigurasi jaringan dengan mengoperasikan pensaklaran terkontrol jarak jauh (*Switching Remotely Controlled*), dengan cara mengatur ulang konfigurasi jaringan dengan jalan membuka dan menutup switch pada jaringan distribusi tanpa menimbulkan akibat yang beresiko pada operasi dan bentuk sistem jaringan distribusi secara keseluruhan.

2.4. Aliran Daya

Aliran daya adalah solusi dari kondisi operasi sistem tenaga listrik pada keadaan *steady-state*, yang memberikan gambaran dan dapat dijadikan batasan mengenai operasi sistem tenaga listrik yang dinamis.

Dalam sistem tenaga bus dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu :

1. Bus PQ
2. Bus PV
3. *Slack Bus*

2.5. Kawat Penghantar

Kawat penghantar merupakan bahan yang digunakan untuk menghantarkan tenaga listrik pada sistem saluran udara dari Pusat Pembangkit ke Pusat-Pusat Beban, baik langsung menggunakan jaringan distribusi ataupun jaringan transmisi terlebih dahulu.

- a. AAAC (All Alluminium Alloy Conductor) yaitu kabel yang mempunyai inti konduktor yang terbuat dari campuran logam alluminium tanpa isolasi
- b. ACSR (Alluminium Conductor Steel Reinforced) yaitu kabel yang berinti alluminium dengan selubung pita baja.

- c. ACAR (Alluminium Conductor Alloy Reinforced) yaitu kabel yang berinti alluminium dengan selubung campuran logam.

2.6. Losses

Dalam proses transmisi dan distribusi tenaga listrik sering kali mengalami rugi-rugi daya yang cukup besar yang diakibatkan oleh rugi-rugi pada saluran dan juga rugi-rugi pada beban yang terpasang pada jaringan itu sendiri. Kedua jenis rugi-rugi daya tersebut memberikan pengaruh yang besar terhadap kualitas daya serta tegangan yang dikirimkan ke sisi pelanggan. Nilai tegangan yang melebihi akan dapat menyebabkan tidak optimalnya kerja dari peralatan listrik di sisi konsumen.

2.6.1. Saluran

Pemilihan jenis kabel yang akan digunakan pada jaringan distribusi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan dari suatu system tenaga listrik. Jenis kabel dengan nilai resistansi yang kecil akan dapat memperkecil rugi-rugi daya.

$$Losses = R \times i^2 \quad (2.1)$$

Dimana,

Losses = Rugi-rugi pada saluran (Watt)

R = Resistansi saluran per fasa (Ohm)

i = Arus yang mengalir per fasa (Ampere)

Losses pada saluran sangat dipengaruhi oleh nilai resistansi. Dimana semakin besar resistansi tersebut mengakibatkan *losses* yang semakin besar dan sebaliknya semakin kecil nilai resistansi akan memperkecil nilai *losses* tersebut. Resistansi dapat mempengaruhi nilai *losses* pada jaringan listrik karena beberapa hal, yaitu :

- a. Luas Penampang

Pada kawat penghantar saluran distribusi memiliki diameter dan luas yang berbeda-beda. Terdapat hubungan antara luas penampang dengan nilai resistansi pada suatu saluran listrik. Hubungan tersebut dapat dilihat berdasarkan persamaan dibawah ini:

$$R = \rho \times l/A \quad (2.2)$$

Dimana :

R = Resistansi (Ohm)

l = panjang konduktor (meter)

ρ = masa jenis konduktor

A = luas penampang kawat penghantar (mm²)

- b. Panjang saluran

Berdasarkan persamaan 2.2 dapat diketahui bahwa hubungan antara hambatan dengan panjang saluran adalah berbanding lurus. Dimana semakin panjang suatu saluran akan meningkatkan nilai hambatan pada saluran tersebut. Sebaliknya semakin pendek suatu saluran pada jaringan tersebut akan memperkecil nilai hambatan pada saluran tersebut.

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Losses Daya Saluran Penyulang G.01

Pada line 2 yang menghubungkan dari Bus 3 ke Bus 1, mempunyai jenis penghantar AAAC 3 × 150 mm² dengan impedansi 0,2162 + j 0,3305 Ohm / km.

Diketahui:

$$\begin{aligned} V &= 20.000 \text{ Volt} \\ \text{Cos } \theta &= 0,8 \\ I &= 2,1 \text{ Ampere} \\ R &= 0,2162 \text{ Ohm / km} \\ l &= 202 \text{ m} = 0,202 \text{ km} \end{aligned}$$

Selanjutnya dapat kita gunakan persamaan berikut dalam penentuan perhitungan impedansi saluran, yaitu resistansi:

Resistansi:

$$\begin{aligned} R_{\text{total}} &= R \times l \\ &= 0,2162 \text{ Ohm/km} \times 0,202 \text{ km} \\ &= 0,0437 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

Dengan mengetahui nilai resistansi pada saluran (line) 2, kita akan mengetahui losses pada saluran tersebut:

Rugi Daya Nyata:

$$\begin{aligned} \Delta P &= 3 \times I^2 \times R \\ &= 3 \times (2,1 \text{ A})^2 \times 0,0437 \text{ Ohm} \\ &= 3 \times 4,41 \text{ A} \times 0,0437 \text{ Ohm} \\ &= 0,577785852 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Selanjutnya kita akan mengetahui losses tiap saluran pada table berikut ini:

No	Line	Daya Aktif (W)
1	Line2	0,640561
2	Line3	1,835871
3	Line4	3,121926
4	Line5	1,16754
5	Line7	0,20615
6	Line6	4,99386
7	Line8	5,28141
8	Line9	0,9043494
9	Line10	14,63254
10	Line11	24,71597
11	Line12	6,12421
12	Line13	54,53627
13	Line14	1,386747
14	Line15	59,63386

15	Line16	126,8553
16	Line17	0,3142543
17	Line18	7.781,68
18	Line19	82,28853
19	Line20	642,6173
20	Line21	12,67262
21	Line24	97,62777
23	Line22	4,450085

Pada tabel 4.1 diatas dapat disimpulkan bahwa pada perhitungan manual susut daya yang terkecil terjadi pada line 33 dengan 0,06408864 Watt, dan losses yang terbesar terdapat pada line 18 sebesar 7.272,401556 Watt atau 7,272401556 kW, hal ini disebabkan oleh bebarapa faktor yaitu arus yang mengalir pada line tersebut cukup besar dan panjang saluran yang cukup panjang. Total losses pada penyulang GL.01 jika dari software sebesar 9.360,046766 Watt atau 9,360046766 kW, sedangkan hasil dari perhitungan manual jika dijumlahkan maka didapat nilai losses sebesar 8.607,95852 Watt atau 8,60795852 kW, maka diperoleh selisih antara perhitungan dengan software 752,088246 Watt.

4.2 Analisa Voltage Drop Saluran

Pada line 18 yang mengubungkan dari Bus 87 (Keluaran Trafo Daya Gardu Induk Glugur) dengan Bus 30, mempunyai jenis penghantar AAAC 3 × 150 mm² dengan impedansi 0,2162 + j 0,3305 Ohm / km.

Diketahui:

$$\begin{aligned} V &= 20.000 \text{ Volt} \\ \text{Cos } \theta &= 0,8 \\ \text{Sin } \theta &= 0,6 \\ I &= 56,7 \text{ Ampere} \\ R &= 0,2162 \text{ Ohm / km} \\ X &= 0,3305 \text{ Ohm / km} \\ l &= 3,5 \text{ km} \end{aligned}$$

Selanjutnya dapat kita gunakan persamaan berikut dalam penentuan perhitungan impedansi saluran, yaitu resistansi:

Resistansi:

$$\begin{aligned} R_{\text{total}} &= R \times l \\ &= 0,2162 \text{ Ohm/km} \times 3,5 \text{ km} \\ &= 0,7567 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

Reaktansi:

$$\begin{aligned} X_{\text{total}} &= X \times l \\ &= 0,3305 \text{ Ohm/km} \times 3,5 \text{ km} \\ &= 1,1568 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

Drop Tegangan pada line 18 :

$$\begin{aligned} \Delta V &= I R \text{ Cos } \theta + I X \text{ Sin } \theta \\ &= I \{ (R \text{ Cos } \theta) + (X \text{ Sin } \theta) \} \\ &= 56,7 \{ (0,7567 \cdot 0,8) + (1,1568 \cdot 0,6) \} \\ &= 56,7 \{ 0,6054 + 0,6941 \} \\ &= 56,7 \{ 1,2995 \} \\ &= 73,6817 \text{ Volt} \\ \Delta V &= 0,0737 \text{ kV} \end{aligned}$$

4.3 Rekonfigurasi pada penyulang GL.01 dengan GG.01

Penyulang GG.01 mempunyai panjang 5,398 km, *Losses* yang dihasilkan pada saluran penyulang yaitu sebesar 2.487 W dan *Voltage Drop* dengan nilai sebesar 44,60687538 Volt Tabel 4.2 perbandingan *losses* daya aktif dengan jatuh tegangan

No	Line	Losses Daya Aktif (W)		Voltage Drop (V)	
		Sebelum di Manuver	Sesudah di Manuver	Sebelum di Manuver	Sesudah di Manuver
1	Line2	0,641	0,638	0,161	0,160
2	Line3	1,836	1,832	0,234	0,234
3	Line4	3,122	3,116	0,300	0,300
4	Line5	1,168	11,164	0,704	0,704
5	Line7	0,206	10,196	0,397	0,462
6	Line6	4,994	4,992	0,462	0,397
7	Line8	5,281	15,266	0,676	0,675
8	Line9	0,904	0,904	0,252	0,251
9	Line10	14,633	14,619	0,558	0,558
10	Line11	24,716	24,694	0,859	0,858
11	Line12	6,124	6,122	0,602	0,602
12	Line13	54,536	54,494	1,517	1,516
13	Line14	1,387	1,386	0,287	0,287
14	Line15	59,634	59,590	1,541	1,540
15	Line16	126,855	126,770	2,752	2,751
16	Line17	0,314	0,314	0,137	0,137
17	Line18	7.781,680	8.073,968	73,534	74,911
18	Line19	82,289	87,980	1,859	1,923
19	Line20	642,617	687,039	11,682	12,065
20	Line21	12,673	12,667	0,972	0,972
21	Line24	97,628	105,385	2,031	2,110
23	Line22	4,450	4,448	0,444	0,444
24	Line23	0,189	0,189	0,072	0,072
25	Line25	7,514	7,510	0,667	0,667
26	Line28	14,917	16,279	0,355	0,371
27	Line26	1,333	1,332	0,149	0,149
28	Line27	2,100	2,099	0,249	0,249
29	Line30	59,694	65,140	1,420	1,484
30	Line29	0,000	0,000	0,000	0,000
31	Line31	0,477	0,477	0,108	0,108
32	Line32	252,930	278,259	6,590	6,912
33	Line33	0,084	0,084	0,028	0,028
34	Line34	27,943	31,152	0,782	0,826
35	Line35	20,158	23,799	0,772	0,839
36	Line41	7,661	8,227	0,391	0,405
37	Line36	9,924	23,544	0,767	0,834

Pada tabel 4.2 diatas merupakan table perbandingan *losses* daya aktif (W) pada tiap tiap saluran pada penyulang GL.01 baik sebelum dimanuver maupun sesudah dimanuver dengan penyulang GG.01. Tabel 4.2. menunjukkan bahwa peningkatan *losses* terjadi pada line 5, 7, dan 8 yaitu sebesar 9,99603 Watt, 9,98954 Watt, dan 9,98458 Watt hal ini juga mempengaruhi *losses* daya sebelum di manuver yaitu 9360,048766 Watt dan sesudah di manuver *losses* meningkat menjadi 9795,616158 Watt dengan peningkatan sebesar 435,567392 Watt.

Selain meningkatkan *losses* pada saluran, ternyata juga dapat meningkatkan *voltage drop* pada saluran penyulang GL.01, terbukti bahwa *voltage drop* sebelum di manuver ke penyulang GG.01 adalah 116,495 Watt dan meningkat menjadi 119,084 Watt, hal ini juga menandakan bahwa penyulang GL.01 di manuver ke penyulang GG.01 merupakan bukan solusi terbaik untuk menekan angka *losses* daya maupun *voltage drop* pada jaringan penyulang GL.01

4.4 Rekonfigurasi pada penyulang GL.01 dengan MA.05

Penyulang MA.05 mempunyai panjang 5.674 m, *losses* yang dihasilkan pada saluran penyulang yaitu sebesar 405,303 W atau 0,405303 kW, dan *Voltage Drop* dengan nilai sebesar 17,256 Volt.

Tabel 4.4 perbandingan *losses* daya aktif dengan jatuh tegangan

No	Line	Losses Daya Aktif (W)		Voltage Drop (V)	
		Sebelum di Manuver	Sesudah di Manuver	Sebelum di Manuver	Sesudah di Manuver
1	Line2	0,641	0,642	0,161	0,161
2	Line3	1,836	1,844	0,234	0,235
3	Line4	3,122	3,137	0,300	0,301
4	Line5	1,168	11,238	0,704	0,706
5	Line7	0,206	10,264	0,397	0,399
6	Line6	4,994	5,025	0,462	0,463
7	Line8	5,281	15,368	0,676	0,677
8	Line9	0,904	0,910	0,252	0,252
9	Line10	14,633	14,717	0,558	0,560
10	Line11	24,716	24,859	0,859	0,862
11	Line12	6,124	6,163	0,602	0,604
12	Line13	54,536	54,858	1,517	1,521
13	Line14	1,387	1,395	0,287	0,288
14	Line15	59,634	59,987	1,541	1,545
15	Line16	126,855	125,264	2,752	2,734
16	Line17	0,314	0,316	0,137	0,137
17	Line18	7.781,680	3.395,692	73,534	48,559

18	Line19	82,289	12,537	1,859	0,726
19	Line20	642,617	98,098	11,682	4,566
20	Line21	12,673	12,773	0,972	0,976
21	Line24	97,628	8,880	2,031	0,446
23	Line22	4,450	4,485	0,444	0,072
24	Line23	0,189	0,191	0,072	0,613
25	Line25	7,514	7,575	0,667	0,670
26	Line28	14,917	0,598	0,355	0,149
27	Line26	1,333	1,344	0,149	0,250
28	Line27	2,100	2,117	0,249	0,071
29	Line30	59,694	2,398	1,420	0,000
30	Line29	0,000	0,000	0,000	0,285
31	Line31	0,477	0,481	0,108	0,108
32	Line32	252,930	3,918	6,590	0,824
33	Line33	0,084	0,085	0,028	0,028
34	Line34	27,943	0,000	0,782	0,000
35	Line35	20,158	20,335	0,772	0,775
36	Line41	7,661	5,255	0,391	0,771
37	Line36	9,924	20,098	0,767	0,595
38	Line37	7,922	7,992	0,593	0,185
39	Line38	2,289	2,310	0,184	0,112
40	Line39	0,836	0,843	0,111	0,323
41	Line42	9,334	9,867	0,528	0,543
42	Line44	0,828	17,227	0,128	0,585
43	Line45	2,414	2,436	0,189	0,190
44	Line46	1,797	1,813	0,163	0,164
45	Line47	1,296	1,308	0,138	0,139
46	Line48	0,721	0,728	0,153	0,154
Jumlah		9.360,049	3.977,372	116,498	74,323

Pada tabel 4.4 diatas merupakan tabel perbandingan *losses* daya aktif (W) pada tiap-tiap saluran pada penyulang GL.01 baik sebelum di manuver maupun sesudah di manuver dengan penyulang MA.05. Tabel 4.4. menunjukkan bahwa penurunan *losses* terjadi pada *line* 18, 19, 20, dan 24 yaitu sebesar 4.385,988 Watt, 69,752 Watt, 544,519 Watt dan 88,748 Watt hal ini juga mempengaruhi *losses* daya sebelum di manuver yaitu 9360,048766 Watt dan sesudah di manuver *losses* menurun menjadi 3.977,372 Watt dengan penurunan sebesar 5.382,677 Watt.

Selain meningkatkan *losses* pada saluran, ternyata juga dapat menurunkan *voltage drop* pada saluran penyulang GL.01, terbukti bahwa *voltage drop* sebelum di manuver ke penyulang MA.05 adalah 116,495 Watt dan menurun menjadi 74,323 Watt, hal ini juga menandakan bahwa penyulang GL.01 di manuver ke penyulang MA.05 merupakan salah satu solusi terbaik untuk menekan angka *losses* daya maupun *voltage drop* pada jaringan penyulang GL.01

4.5 Rekonfigurasi pada penyulang GL.01 dengan GL.01 dan MA.05

Penyulang GG.01 mempunyai panjang 5,398 km, *losses* yang dihasilkan pada saluran penyulang yaitu sebesar 2.487 W atau 2,487 kW, dan Voltage Drop dengan nilai sebesar 44,60687538 Volt. Penyulang MA.05 mempunyai panjang 5.674 m, *losses* yang dihasilkan pada saluran penyulang yaitu sebesar 405,303 W atau 0,405303 kW, dan Voltage Drop dengan nilai sebesar 17,256 Volt.

Tabel 4.5 perbandingan *losses* dan jatuh tegangan

No	Line	Losses Daya Aktif (W)		Voltage Drop (V)	
		Sebelum di Manuver	Sesudah di Manuver	Sebelum di Manuver	Sesudah di Manuver
1	Line2	0,641	0,645	0,161	0,161
2	Line3	1,836	1,851	0,234	0,235
3	Line4	3,122	3,149	0,3	0,301
4	Line5	1,168	11,280	0,704	0,707
5	Line7	0,206	10,302	0,397	0,399
6	Line6	4,994	5,044	0,462	0,464
7	Line8	5,281	15,426	0,676	0,678
8	Line9	0,904	0,913	0,252	0,253
9	Line10	14,633	14,772	0,558	0,561
10	Line11	24,716	24,953	0,859	0,863
11	Line12	6,124	6,186	0,602	0,605
12	Line13	54,536	55,064	1,517	1,524
13	Line14	1,387	1,401	0,287	0,288
14	Line15	59,634	60,213	1,541	1,548
15	Line16	126,855	128,095	2,752	2,766
16	Line17	0,314	0,317	0,137	0,137
17	Line18	7.781,68	1.573,940	73,534	33,161
18	Line19	82,289	0,005	1,859	0,001

19	Line20	642,617	0	11,682	0,021
20	Line21	12,673	12,747	0,972	0,975
21	Line24	97,628	2,054	2,031	0,446
23	Line22	4,45	4,476	0,444	0,072
24	Line23	0,189	0,190	0,072	0,295
25	Line25	7,514	7,561	0,667	0,669
26	Line28	14,917	1,439	0,355	0,149
27	Line26	1,333	1,341	0,149	0,250
28	Line27	2,1	2,113	0,249	0,110
29	Line30	59,694	23,477	1,42	0,589
30	Line29	0	2,394	0	0,285
31	Line31	0,477	0,481	0,108	0,108
32	Line32	252,93	3,911	6,59	0,823
33	Line33	0,084	0,085	0,028	0,028
34	Line34	27,943	0	0,782	0
35	Line35	20,158	20,335	0,772	0,775
36	Line41	7,661	5,255	0,391	0,771
37	Line36	9,924	20,098	0,767	0,595
38	Line37	7,922	7,992	0,593	0,185
39	Line38	2,289	2,310	0,184	0,112
40	Line39	0,836	0,843	0,111	0,323
41	Line42	9,334	9,867	0,528	0,543
42	Line44	0,828	17,227	0,128	0,585
43	Line45	2,414	2,436	0,189	0,190
44	Line46	1,797	1,813	0,163	0,164
45	Line47	1,296	1,308	0,138	0,139
46	Line48	0,721	0,728	0,153	0,154
Jumlah		9.360,05	2.066,039	116,498	54,008

Pada tabel 4.5 diatas merupakan tabel perbandingan *losses* daya aktif (W) pada tiap-tiap saluran pada penyulang GL.01 baik sebelum di manuver maupun sesudah di manuver dengan penyulang GG.01 dan MA.05. Tabel 4.5 menunjukkan bahwa penurunan *losses* terjadi pada *line* 18, 24, 28, dan 32 yaitu sebesar 6.207,74 Watt, 95,574 Watt, 13,478 Watt dan 249,019 Watt hal ini juga mempengaruhi *losses* daya sebelum di manuver yaitu 9360,048766 Watt dan sesudah di manuver *losses* menurun menjadi 2.066,039 Watt dengan penurunan sebesar 7.294,011 Watt.

Selain menurunkan *losses* pada saluran, ternyata juga dapat menurunkan *voltage drop* pada saluran penyulang GL.01, terbukti bahwa *voltage drop* sebelum di manuver ke penyulang GG.01 dan MA.05 adalah 116,495 Watt dan menurun menjadi 54,008 Watt, hal ini juga menandakan bahwa penyulang GL.01 di manuver ke penyulang GG.01 dan MA.05 merupakan salah satu solusi terbaik untuk menekan angka *losses* daya maupun *voltage drop* pada jaringan penyulang GL.01.

4.6 Hasil Simulasi

Tabel 4.6 data hasil *voltage drop*

No	Penyulang	Voltage Drop (V)		Selisih (V)
		Sebelum	Setelah	
1	GL.01 dengan GG.01	116,498	119,084	-2,586
2	GL.01 dengan MA.05	116,498	74,323	42,175
3	GL.01 dengan GG.01 dan MA.05	116,498	54,008	62,49

Tabel 4.6 diatas merupakan perbandingan nilai *voltage drop* pada jaringan GL.01 baik sebelum direkonfigurasi dan sesudah direkonfigurasi, dapat dilihat bila penyulang GL.01 dimanuver dengan penyulang GG.01 maka jatuh tegangan pada penyulang GL.01 akan meningkat dari nilai 116,498 Volt menjadi 119,084 Volt dengan peningkatan sebesar 2,586 Volt. Jika penyulang GL.01 dimanuver dengan penyulang MA.05 maka jatuh tegangan pada penyulang GL.01 akan menurun dari nilai 116,498 Volt menjadi 74,323 Volt dengan penurunan sebesar 42,175 Volt. Jika penyulang GL.01 di manuver dengan kedua penyulang yaitu GG.01 dan MA.05 maka akan terjadi penurunan yang cukup besar yaitu sebesar 62,490 Volt, yang mana sebelum di manuver jatuh tegangan pada penyulang GL.01 bernilai 116,498 Volt menurun lebih dari setengahnya, yaitu 54,008 Volt.

Tabel 4.7 Perbandingan *Losses* Saluran

No	Penyulang	<i>Losses</i> Saluran (W)		Selisih (W)
		Sebelum	Setelah	
1	GL.01 dengan GG.01	9.360,05	9.795,62	435,57
2	GL.01 dengan MA.05	9.360,05	3.977,37	5382,68
3	GL.01 dengan GG.01 dan MA.05	9.360,05	2.066,04	7294,01

Tabel 4.7 diatas merupakan perbandingan nilai *Losses* saluran pada jaringan GL.01 baik sebelum direkonfigurasi dan sesudah direkonfigurasi, dapat dilihat bila penyulang GL.01 dimanuver dengan penyulang GG.01 maka *losses* saluran pada penyulang GL.01 akan meningkat dari nilai 9.360,05 Watt menjadi 9.795,62 Watt dengan peningkatan sebesar 435,57 Watt. Jika penyulang GL.01 dimanuver dengan penyulang MA.05 maka jatuh tegangan pada penyulang GL.01 akan menurun dari nilai 9.360,05 Watt menjadi 3.977,37 Watt dengan penurunan sebesar 5382,68 Watt. Jika penyulang GL.01 di manuver dengan kedua penyulang yaitu GG.01 dan MA.05 maka akan terjadi penurunan yang cukup besar yaitu sebesar 7294,01 Watt, yang mana sebelum di manuver jatuh tegangan pada penyulang GL.01 bernilai 9.360,05 Watt menurun lebih dari setengahnya, yaitu 2.066,04 Watt

IV. KESIMPULAN

1. Penyulang GL.01 jika dimanuver dengan penyulang GG.01, nilai jatuh tegangan dan *losses* pada saluran akan meningkat
2. Penyulang GL.01 jika di manuver dengan penyulang GG.01 dan MA.05 akan mengurangi *losses* pada saluran dan jatuh tegangan hingga 4 kali lipat dari nilai sebelumnya, maka ini adalah salah satu solusi yang dapat digunakan untuk menekan *losses* dan jatuh tegangan
3. Dalam melakukan konfigurasi jaringan dapat menambah kehandalan jaringan tersebut dan menambah jangka umur pakai suatu peralatan pada jaringan

V. REFERENSI

- [1] D. A. N. Saifi, D. I. Pt, P. L. N. Persero, R. Lubuk, and A. Tahun, "Kata kunci : Sistem Distribusi, Indeks Keandalan, SAIDI, SAIFI," vol. 6, no. 2, pp. 170–179, 2017.
- [2] M. Fayyadl, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Daya Listrik dengan Metode Algoritma Genetika," *Transmisi*, vol. 8, no. 2, pp. 1–7, 2011.
- [3] G. Turan, *Electric Power Distribution Engineering*. 2014.
- [4] E. Sopyandi, "Tipe-tipe Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 KV," *Spiderdot*, 2011. [Online]. Available: <https://electricdot.wordpress.com/2011/08/16/tipe-tipe-jaringan-distribusi-tegangan-menengah/>. [Accessed: 10-Oct-2019].
- [5] E. Sopyandi, "Tipe-tipe Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 KV," *Spiderdot*, 2011. [Online]. Available:

<https://electricdot.wordpress.com/2011/08/16/tipe-tipe-jaringan-distribusi-tegangan-menengah/>. [Accessed: 10-Oct-2019].

- [6] P. Senando, "ANALISIS RUGI RUGI ENERGI LISTRIK PADA JARINGAN DISTRIBUSI - PDF.pdf." Politeknik Negeri Manado, Manado, pp. 1–19, 2016.
- [7] J. T. Elektro, F. Teknik, U. N. Semarang, and P. Fibers, "Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian Texturizing di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal menggunakan Software ETAP Power Station 4 . 0," vol. 7, no. 1, pp. 2–5, 2015.