

# PENGARUH BEBAN TERHADAP LOSSES PADA PENYULANG GL.01 GARDU INDUK GLUGUR MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP

Rizky Ananda, Andik Bintoro, Muhammad Daud

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh

E-mail : [rizkyanandaluzzarthan25@gmail.com](mailto:rizkyanandaluzzarthan25@gmail.com)

**Abstrak**— Penambahan beban dan penambahan jaringan baru pada jaringan distribusi daya listrik dapat mengakibatkan *losses* yang terjadi pada saluran distribusi tersebut semakin besar. Metode yang digunakan untuk mengatasi *losses* tersebut yaitu melakukan rekonfigurasi jaringan atau pemecahan beban dengan membuka *switch* setiap *Load Breaker Switch* (LBS). Sebelum melakukan pemecahan beban, terlebih dahulu harus dicari nilai *losses* pada setiap LBS yang terpasang di jaringan tersebut. Salah satu cara untuk mencari nilai *losses* pada LBS adalah menggunakan *software* ETAP 12.6.0 seperti yang digunakan pada penelitian ini. Untuk mencari nilai *losses* pada *software* ETAP tersebut dilakukan memasukkan berbagai data, seperti tegangan pada *grid* dan trafo distribusi, nilai panjang saluran, jenis kabel yang dipakai beserta impedansinya, dan kapasitas masing-masing timbang Waktu Beban Puncak (WBP) dan Lewat Waktu Beban Puncak (LWBP) pada jaringan penyulang. Penelitian ini mengambil kasus Penyulang GL.01 pada Gardu Induk Glugur untuk dijadikan bahan simulasi dan analisis. Pemecahan beban dilakukan secara bertahap, mulai dari pembukaan *switch* pada LBS 3, lalu pada LBS 2, dan diakhiri dengan LBS 1. Setelah dilakukan simulasi pada *software* ETAP tersebut maka dapat ditentukan titik LBS yang paling tepat untuk manuver. Pada kasus ini titik manuver paling bagus adalah pada LBS 2, dimana pada titik tersebut memiliki nilai *losses* terbesar diantara LBS-LBS yang lainnya yakni sebesar 126 kW. Dengan memanuver jaringan penyulang GL.01 pada LBS 2 ke jaringan penyulang MA.05 dapat menurunkan *losses* pada jaringan tersebut sebesar 39,6 kW (WBP) dan 19,7 kW (LWBP). Sehingga dengan demikian, PT. PLN dapat memperoleh penghematan dalam waktu satu hari sebesar Rp. 927.320,96.

**Kata Kunci** : *Losses, Software ETAP, Load Breaker Switch (LBS)*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang begitu pesat di zaman sekarang ini membuat kebutuhan terhadap energi listrik semakin meningkat. Listrik merupakan salah satu bentuk energi yang sangat dibutuhkan oleh manusia terutama di zaman modern seperti saat ini. Hampir semua peralatan teknologi yang kita gunakan memerlukan energi listrik. Tanpa listrik, semua teknologi yang digunakan oleh masyarakat sekarang tidak akan mungkin bisa digunakan. Peningkatan kebutuhan tersebut membuat Perusahaan Listrik Negara (PLN) harus memenuhi setiap permintaan pelanggan.

Dalam memenuhi kewajiban sebagai Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang dituntut harus bekerja cepat menanggapi permintaan pelanggan seperti penambahan daya beban dan penambahan/pemasangan jaringan baru. 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].

Sebelum melakukan pemecahan beban, pada Load Break Switch (LBS) kita terlebih dahulu harus mencari nilai *losses* pada setiap LBS yang terpasang di jaringan tersebut. Salah satu cara untuk mencari nilai *losses* pada LBS tersebut adalah dengan menggunakan *software* ETAP 12.6.0 seperti yang akan digunakan pada penelitian ini. Objek penelitian ini dilakukan pada penyulang GL.01 GI Glugur yang terletak di Medan Helvetia, Kota Medan, Propinsi Sumatera Utara. Penulis memilih objek tersebut karena penyulang GL.01 merupakan salah satu penyulang yang memiliki beban yang cukup besar dan memiliki 3 buah LBS yang berjarak cukup panjang dari LBS yang satu ke LBS yang lainnya. Dengan mencari nilai *losses* pada setiap LBS tersebut diharapkan dapat menentukan suatu titik yang mempunyai nilai *losses* paling besar, sehingga dapat menekan *losses* tersebut sekecil mungkin.

## II. DASAR TEORI

### 2.1. Sistem Jaringan Distribusi

Sistem distribusi listrik merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (bulk power source) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah; (1) pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), dan (2) merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi [2]. 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). [3]

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.[3]

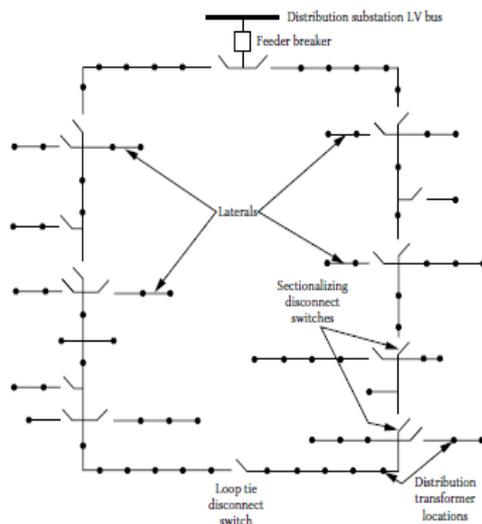
Suatu sistem distribusi menghubungkan semua beban dengan gardu induk (GI). Hal ini terjadi pada gardu induk (*substation*) dimana juga dilaksanakan transformasi tegangan dan fungsi-fungsi pemutusan dan penghubungan beban (*switching*)

**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 dihubungkan 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** [4]

**2.3 Daya**

Pada sistem tenaga listrik terdapat perbedaan antara daya atau kekuatan (*power*) dan energi; energi adalah daya dikalikan waktu sedangkan daya listrik merupakan hasil perkalian tegangan dan arusnya, dengan satuan daya listrik yaitu watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (Joule/s) [2]. Daya listrik (*P*) yang dihasilkan oleh arus listrik (*I*) pada tegangan (*v*) dinyatakan dengan persamaan dibawah ini :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : *P* = daya (Watt)  
*I* = arus (Ampere)  
*V* = tegangan (Volt)

**2.4 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.

**2.5 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.

**2.5.1 Losses pada 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.

$$Losses = i^2 \times R \dots\dots\dots(2.2)$$

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:

$$R = \rho \times l/A \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :  $R$  = Resistansi (Ohm)  
 $l$  = panjang konduktor (meter)  
 $\rho$  = masa jenis konduktor  
 $A$  = luas penampang kawat penghantar ( $\text{mm}^2$ )

b. Panjang saluran

Berdasarkan Persamaan 2.3 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.

**2.5.2 Losses pada Transformator**

Ada beberapa penyebab terjadinya *losses* pada transformator seperti pada uraian berikut ini :

a. Rugi-rugi Tembaga

Komponen rugi-rugi tembaga pada tranformator adalah arus dan tahanan, dimana arus akan dapat menjadi lebih besar nilainya akibat terdapat komponen-komponen harmonisa.

b. Rugi-rugi Arus Eddy

Konsentrasi arus eddy lebih tinggi pada ujung-ujung belitan transformator karena efek kerapatan medan magnet bocor pada kumparan. Bertambahnya rugi-rugi arus eddy karena harmonisa berpengaruh nyata pada temperatur kerja transformator.

c. Rugi Histerisis

Kerugian histerisis disebabkan oleh gesekan molekul yang melawan aliran gaya magnet di dalam inti besi. Panas yang tinggi juga dapat merusak transformator, sehingga pada transformator-transformator transmisi daya listrik ukuran besar, harus didinginkan dengan media pendingin.

**2.5.3 Losses pada Beban**

Pada saat beroperasi, beban yang terpasang pada jaringan listrik membutuhkan arus listrik. Tanpa arus listrik beban tidak akan dapat bejalan dengan normal. Pada keadaan tersebut terdapat hungan antara arus dengan hambatan yang dapat dilihat dai persamaan dibawah ini :

$$V = I \times R \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :  $V$  = Tegangan listrik (Volt)

$I$  = Arus listrik (Ampere)

$R$  = Hambatan (Ohm)

Persamaan 2.4 memperlihatkan hubungan antara arus dengan hambatan/beban adalah berbanding terbalik. Semakin besar hambatan pada suatu jaringan mengakibatkan arus yang mengalir semakin kecil. Sebaliknya semakin kecil hambatan pada suatu jaringan mengakibatkan arus yang mengalir semakin besar.

**2.6 Manuver Jaringan**

Manuver jaringan distribusi dilakukan untuk meminimalisasi daya kompleks sehingga didapatkan persamaan :

$$\text{Losses} = R \times s/v \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :  $R$  = Resistansi saluran per fasa (Ohm)

$S$  = Daya Kompleks (VA)

$V$  = Tegangan (Volt)

Dari persamaan di atas dengan menjabarkan daya kompleks maka didapatkan :

$$\text{Losses} = R \times \frac{s^2}{p^2 + jq^2} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :  $P$  = Daya Aktif (Watt)

$jq$  = Daya Reaktif (VAR)

Berdasarkan persamaan 2.6 perhitungan aliran daya perlu diperhatikan batasan tegangan dan arus yang mengalir disalurkan. menurut SPLN batas tegangan yang diizinkan adalah +5% dan -10% dari tegangan rating jaringan. Sedangkan batas arus yang mengalir untuk kabel tipe AAAC ukuran diameter 150 mm adalah 425 Ampere, untuk diameter 70 mm adalah 255 A dan untuk diameter kabel 35 mm adalah 170 Ampere.

**2.7 Perhitungan Perkiraan Penghematan Daya dan Dana**

Perusahaan pemasok listrik mengalami kerugian yang cukup besar setiap bulannya karena hilangnya energi akibat rugi-rugi daya. Besaran daya yang hilang saat proses pentransmision harus dihitung dan diantisipasi, sehingga besar daya yang hilang masih dalam batas yang ditolelir[1]. Perhitungan dilakukan dengan persamaan dibawah ini :

$$\text{Penghematan } P = P \times t \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana : Penghematan  $P$  = Penghematan Daya Aktif (kWh/Hari)

$P$  = *Losses* Daya Aktif (Watt)

$t$  = Lama pemakaian (LWBP = 18 jam atau WPB = 6 jam)

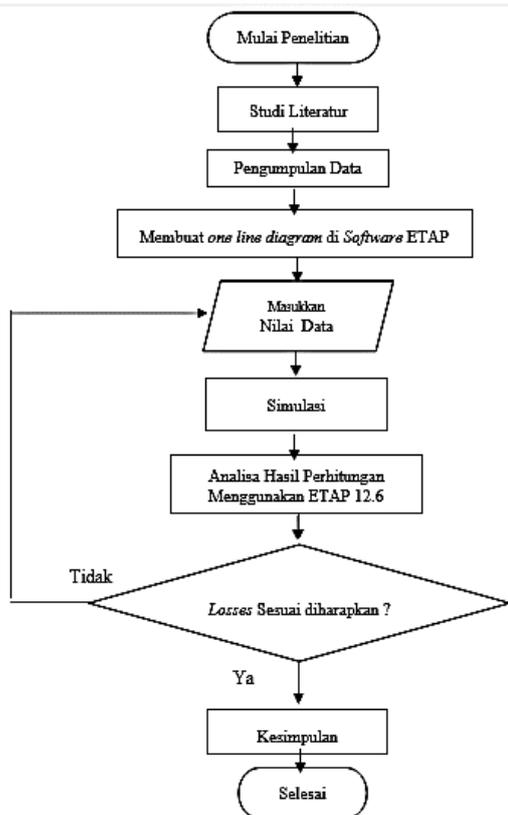
$$\text{Penghematan Biaya} = \text{Penghematan } P \times TDL \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana : Penghematan Biaya = Keuntungan biaya listrik (Rupiah)

$TDL$  = Tarif dasar listrik (Rp/kWh)

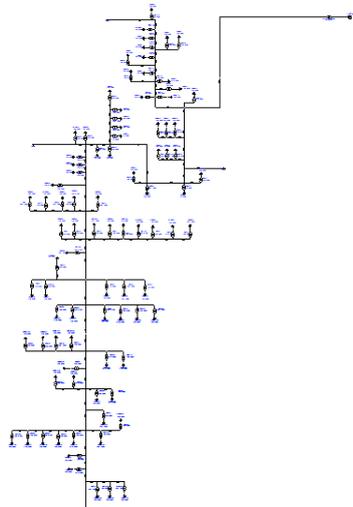
**III. METODOLOGI PENELITIAN**

Adapun beberapa metode pelaksanaan yang digunakan dalam penelitian ini dapat disajikan dalam Gambar 3.1. Objek penenlitan tugas akhir ini dilakukan pada penyulang GL.01 GI Glugur yang terletak di Medan Helvetia, Kota Medan, Propinsi Sumatera Utara. Jaringan pada penyulang tersebut merupakan sistem jaringan distribusi 20 kV yang terbagi menjadi 2 wilayah kerja ranting (rayon) Helvetia dan Medan Baru. Penyulang GL.01 merupakan salah satu penyulang terbesar di kota Medan. Penyulang ini memiliki beban yang cukup banyak dan juga jaringan yang cukup panjang.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Penyulang ini memiliki 3 buah LBS (*Load Breaker Switch*) di sepanjang jaringannya seperti pada Gambar 3.2. Oleh karena beban dan panjang jaringan yang cukup besar, penyulang GL.01 juga memiliki *Losses* yang cukup besar. Permasalahan tersebut dapat diatasi salah satunya melalui pemecahan beban dengan pembukaan *switch* masing-masing LBS.



Gambar 3. 2 Jaringan Penyulang GL.01

Metode pembukaan *switch* di setiap LBS ini dilakukan secara bertahap, yaitu:

- Jaringan penyulang GL.01 dipecah dengan membuka *switch* di LBS 3.
- Jaringan penyulang GL.01 dipecah dengan membuka *switch* di LBS 2.

- Jaringan penyulang GL.01 dipecah dengan membuka *switch* di LBS 1.

#### IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Penyulang GL.01 memiliki 3 buah *Load Breaker Switch* (LBS) dimana LBS 1 terletak di jalan Karya LBS 2 terletak di jalan D.Singkarak, dan LBS 3 berada di jalan Ayahanda. Daya dan *losses* yang terdapat pada masing-masing LBS memiliki nilai yang berbeda. Hal ini disebabkan karena beban yang terpasang pada masing-masing LBS tidaklah sama besarnya. Selain itu, panjang kabel jaringan yang terhubung pada setiap LBS juga dapat mempengaruhi *losses* pada LBS tersebut.

##### 4.1 Aliran Daya pada Penyulang GL.01

Berdasarkan data hasil simulasi, daya total yang terhubung dengan penyulang GL.01 sebesar 3,486 MW dengan beban terbesar berada pada *Load Breaker Switch* (LBS) 2 yaitu sebesar 1,842 MW dan beban terkecil terdapat pada LBS 1 yakni hanya sebesar 0,324 MW. Selain itu pada LBS 3 beban yang terpasang sebesar 0,639 MW. Dengan demikian, penyulang GL.01 bisa dikatakan sebagai penyulang dengan beban yang cukup besar untuk sebuah penyulang energi listrik.

##### 4.2 Susut Daya (*Losses*)

Berdasarkan data hasil simulasi, *losses* total yang terdapat pada saluran penyulang GL.01 sebesar 66,9 kW dengan *losses* terbesar berada LBS 3 yaitu sebesar 66,7 kW dan *losses* terkecil terdapat pada LBS 1 yakni hanya sebesar 40 kW. Selain itu pada LBS 2 *losses* yang diperoleh sebesar 58,6 kW. Dengan demikian, penyulang GL.01 bisa dikatakan sebagai penyulang dengan *losses* yang cukup besar untuk sebuah penyulang energi listrik. Selain itu, *losses* total yang terdapat pada trafo penyulang GL.01 sebesar 40,1 kW dengan *losses* terbesar berada pada *Load Breaker Switch* (LBS) 2 yaitu sebesar 21,3 kW dan *losses* terkecil terdapat pada LBS 1 yakni hanya sebesar 3,9 kW. Selain itu pada LBS 3 *losses* yang diperoleh sebesar 6,3 kW.

##### 4.3 Hasil Pemecahan Beban pada Penyulang GL.01

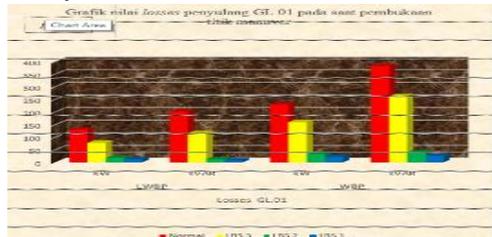
Telah diketahui bahwa daya total yang terpasang pada penyulang GL.01 sebesar 3.486 kW dan *losses* total yang terdapat pada penyulang tersebut sebesar 228,2 kW. Sehingga persentase dapat dicari seperti berikut ini :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{P_{\text{Losses}}}{P_{\text{total}}} \times 100\% \\
 &= \frac{228,2 \text{ kW}}{3.486 \text{ kW}} \times 100\% \\
 &= 6,546 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, kita dapat mengetahui bahwa persentase *losses* total terhadap daya total yang terpasang pada penyulang GL.01 yaitu sebesar 6,546 %. Nilai tersebut menunjukkan bahwa jaringan listrik pada penyulang GL.01 sangat disarankan untuk dilakukan

manuver jaringan. Hal ini dikarenakan persentase tersebut sudah melewati batas standart *losses* yang telah ditetapkan oleh IEEE yaitu sebesar 3% saja.

Pemecahan beban dilakukan dengan pengurangan beban yang terpasang pada penyulang GL.01. Pemecahan beban dilakukan dengan memanuver salah satu LBS pada jaringan penyulang GL.01. Berikut ini merupakan *losses* jaringan distribusi 20 kV di penyulang GL.01 PT.PLN (Persero) Rayon Helvetia, Medan, Sumatera Utara :



Gambar 4.1 Nilai *Losses* Penyulang GL.01

Berdasarkan Gambar 4.1, saat beban GL.01 dipecah dengan membuka titik manuver LBS 3, mampu mengurangi *losses* jaringan penyulang GL.01 pada saat LWBP maupun WBP. Pada keadaan WBP *losses* total penyulang GL.01 sebesar 228,2 kW, setelah dilakukan pemecahan beban pada LBS 3 *losses* berkurang menjadi 158,8 kW. Begitu juga dalam keadaan WBP, *losses* total penyulang GL.01 berkurang menjadi 77,2 kW yang sebelum dilakukan pemecahan beban pada LBS 3 sebesar 128,2 kW.

Kemudian ketika penyulang GL.01 dipecah dengan membuka titik manuver LBS 2 *losses* jaringan penyulang tersebut juga berkurang pada kedua keadaan tersebut. Pada keadaan LWBP *losses* penyulang GL.01 menurun menjadi 16,9 kW. Begitu juga dalam keadaan WBP, *losses* penyulang GL.01 berkurang menjadi 32,8 kW. Selanjutnya saat penyulang GL.01 dipecah dengan membuka titik manuver LBS 1 *losses* jaringan penyulang tersebut juga berkurang pada kedua keadaan tersebut. Pada keadaan LWBP *losses* penyulang GL.01 menurun menjadi 10,8 kW. Begitu juga dalam keadaan WBP, *losses* penyulang GL.01 berkurang menjadi 21,4 kW.

Uraian diatas menjelaskan bahwa dengan membuka titik-titik manuver disetiap LBS pada penyulang GL.01 dapat menurunkan *losses* pada penyulang tersebut. Penurunan *losses* pada masing-masing LBS memiliki nilai yang berbeda-beda. Dimana penurunan *losses* terbesar terjadi pada saat pemecahan titik manuver LBS 1 dan penurunan *losses* terkecil terjadi pada saat pemecahan titik manuver LBS 3. Hal ini terjadi karena panjangnya saluran dan besarnya jumlah beban pada setiap LBS tersebut berbeda-beda. Semakin besar dan panjang salurannya menyebabkan *losses* yang semakin besar. Sebaliknya semakin kecil dan panjang salurannya menyebabkan *losses* yang semakin kecil pula.

#### 4.4 Menentukan Titik Manuver

Menentukan titik manuver bertujuan untuk menentukan LBS mana yang paling baik untuk dilakukan manuver. Cara menentukan titik manuver ini adalah dengan mencari nilai *losses* pada masing-masing LBS. Nilai *losses* tersebut diperoleh setelah dilakukannya pemecahan

beban pada masing-masing LBS penyulang GL.01 seperti dibawah ini :

(1) *Losses* LBS 3

$$\begin{aligned} \Delta \text{Losses LBS 3} &= \text{losses total} - \text{losses pembukaan LBS 3} \\ &= 228,2 \text{ kW} - 158,8 \text{ kW} \\ &= 69,4 \text{ Kw} \end{aligned}$$

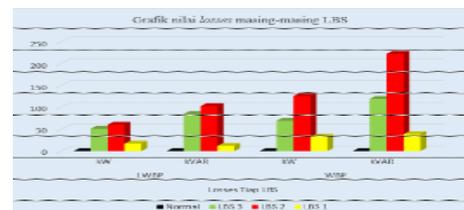
(2) *Losses* LBS 2

$$\begin{aligned} \Delta \text{Losses LBS 2} &= \text{losses total} - \text{losses LBS 3} - \text{losses pembukaan LBS 2} \\ &= 228,2 \text{ kW} - 69,4 \text{ kW} - 32,8 \text{ kW} \\ &= 126 \text{ kW} \end{aligned}$$

(3) Selisih *Losses* LBS 1

$$\begin{aligned} \Delta \text{Losses LBS 1} &= \text{losses total} - \text{losses LBS 2} - \text{losses pembukaan LBS 1} \\ &= 228,2 \text{ kW} - 126 \text{ kW} - 21,4 \text{ kW} \\ &= 32,8 \text{ kW} \end{aligned}$$

Perhitungan diatas dilakukan untuk mencari nilai *losses* pada masing-masing LBS. Nilai *losses* tersebut diperoleh setelah dilakukannya pemecahan beban pada masing-masing LBS penyulang GL.01



Gambar 4.2 *Losses* masing-masing LBS

Gambar 4.2 diatas memperlihatkan hasil perhitungan nilai *losses* pada masing-masing LBS. Pada keadaan WBP, nilai *losses* yang terdapat pada LBS 3 sebesar 69,4 kW. Selain itu, terdapat juga nilai *losses* pada LBS 2 sebesar 126 kW dan nilai *losses* pada LBS 1 sebesar 32,8 kW. Berdasarkan data tersebut didapatkan nilai *losses* terkecil terdapat pada LBS 1 dan nilai *losses* terbesar terdapat pada LBS 2. Sehingga dapat disimpulkan bahwa titik yang paling bagus untuk dilakukan manuver jaringan pada penyulang GL.01 adalah pada titik manuver LBS 2.

#### 4.5 Manuver Jaringan

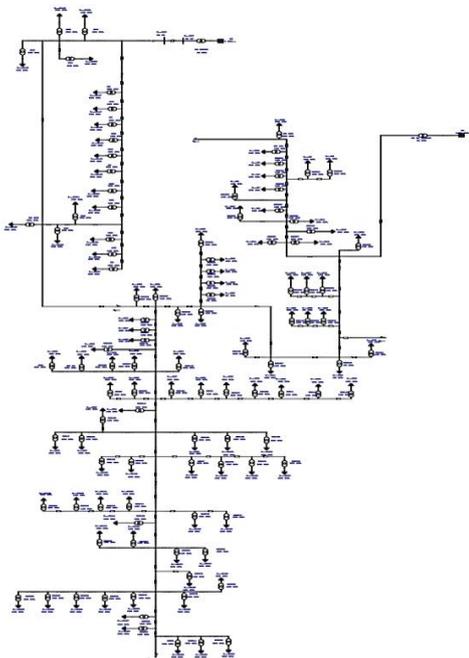
Sesuai dengan pembahasan diatas, manuver jaringan dilakukan dengan memecah beban pada titik manuver LBS 2 penyulang GL.01 dengan penyulang MA.05. Penyulang GL.01 dimanuver dengan penyulang MA.05 karena penyulang MA.05 merupakan penyulang yang memiliki beban yang cukup kecil dan memiliki pangjang jaringan yang cukup pendek sehingga mempunyai *losses* yang kecil pula. Berikut ini merupakan data hasil simulasi jaringan penyulang MA.05 menggunakan *software* ETAP 12.6.0 :

Tabel 4.1 Data *losses* jaringan penyulang MA.05

MA.05	Losses			
	LWBP		WBP	
	kW	kVAR	kW	kVAR
Normal	7,3	1,6	17,3	15,3

Berdasarkan Tabel 4.1 diatas, terlihat bahwa *losses* total yang terdapat pada jaringan MA.05 begitu kecil.

Dimana pada saat LWBP *losses* yang terdapat pada jaringan tersebut hanya sebesar 7,3 kW dan pada keadaan WBP *losses* juga memiliki nilai yang cukup kecil, yaitu hanya sebesar 17,3 kW. Karena memiliki *losses* yang kecil itulah MA.05 dipilih sebagai jaringan yang akan menjadi jaringan pengalih beban pada LBS 2 penyulang GL.01. Berikut ini merupakan gambar kedua jaringan penyulang tersebut.



Gambar 4.3 Jaringan Penyulang GL.01 dan MA.05

Gambar 4.3 memperlihatkan kedua jaringan penyulang (GL.01 dan MA.05) sebelum dilakukannya manuver LBS 2 pada penyulang GL.05. Dimana *switch* LBS 2 pada penyulang GL.01 masih terhubung dengan penyulang tersebut dan pada *switch* penghubung antara penyulang GL.01 dan MA.05 masih dalam keadaan terbuka.

Untuk memindahkan beban penyulang GL.01 ke penyulang MA.05 maka *switch* LBS 2 pada penyulang GL.01 harus diubah menjadi kondisi tertutup (*close*) dan pada *switch* penghubung antara GL.01 dan MA.05 harus diubah menjadi kondisi terbuka (*open*). Dengan demikian, sebagian beban pada penyulang GL.01 akan pindah ke penyulang MA.05. Berdasarkan gambar diatas maka dapat diperoleh data dari hasil simulasi *software* ETAP 12.6.0 pada Tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2 Data perbedaan *losses* pada penyulang GL.01 dan MA.05

Pemecahan Beban	Losses GL.01 & MA.05			
	LWBP		WBP	
	kW	kVAR	kW	kVAR
Sebelum Pemecahan Beban	115,3	163,4	245,5	395,8
Setelah Pemecahan Beban	95,6	125,1	205,9	320,1



Gambar 4. 4Perbandingan Losses saat Pemecahan Beban

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.4, jumlah *losses* total pada kedua jaringan (GL.01 dan MA.05) tersebut pada kondisi LWBP sebesar 115,3 kW dan pada kondisi WBP sebesar 245,5 kW. Kemudian setelah dilakukannya pemecahan beban pada penyulang GL.01 dengan membuka titik manuver LBS 2 nilai *losses* total pada kedua jaringan tersebut mengalami penurunan. Dimana pada kondisi LWBP berubah menjadi 95,7 kW dan pada kondisi WBP menurun menjadi 205,9 kW.

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, dengan menggunakan data pemecahan beban diperoleh penghematan daya dari selisih *losses* sebelum pemecahan dan sesudah pemecahan beban pada kedua penyulang tersebut sebagai berikut :

(1) Penghematan daya pada kondisi LWBP

$$\begin{aligned} \text{Penghematan daya} &= \text{losses sebelum pemecahan} - \text{losses} \\ &\text{sesudah pemecahan} \\ &= 115,3 \text{ kW} - 95,6 \text{ kW} \\ &= 19,7 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan kWh/hari} &= \text{Penghematan daya} \times 16 \text{ jam} \\ &= 19,7 \text{ kW} \times 16 \\ &= 315,5 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan Rupiah/hari} &= \text{Penghematan kWh/hari} \times \text{harga} \\ &\text{listriik per kWh} \\ &= 315,5 \text{ kWh} \times 1.467,28 \text{ /kWh} \\ &= \text{Rp. 462.486,656} \end{aligned}$$

(2) Penghematan daya pada kondisi WBP

$$\begin{aligned} \text{Penghematan daya} &= \text{losses sebelum pemecahan} - \text{losses} \\ &\text{sesudah pemecahan} \\ &= 245,5 \text{ kW} - 205,9 \text{ kW} \\ &= 39,6 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan kWh/hari} &= \text{Penghematan g daya} \times 8 \text{ jam} \\ &= 39,6 \text{ kW} \times 8 \\ &= 316,8 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan Rupiah/hari} &= \text{Penghematan kWh/hari} \times \text{harga} \\ &\text{listriik per kWh} \\ &= 316,8 \text{ kWh} \times 1.467,28 \text{ /kWh} \\ &= \text{Rp. 462.834,304} \end{aligned}$$

(3) Penghematan biaya total = Penghematan biaya LWBP

$$\begin{aligned} &+ \text{Penghematan biaya WBP} \\ &= \text{Rp. 462.486,656} \\ &\quad + \text{Rp. 462.834,304} \\ &= \text{Rp. 927.320,96} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, pada saat dilakukan pemecahan beban dititik manuver LBS 2 pada penyulang GL.01 penghematan daya pada keadaan LWBP diperoleh sebesar 19,7 kW. Dimana penghematan daya selama satu hari diperoleh 315,2 kWh/hari pada LBS tersebut. Dalam waktu satu hari keuntungan yang diperoleh PT. PLN sebesar Rp. 462.486,656. Sedangkan penghematan daya pada keadaan WBP diperoleh sebesar 39,6 kW. Dimana penghematan daya selama satu hari diperoleh sebanyak 316,8 kWh/hari. Dalam waktu satu hari pada keadaan WBP

keuntungan yang diperoleh PT. PLN sebesar Rp. 464.834,304. Sehingga berdasarkan perhitungan tersebut dengan memanuver jaringan penyulang GL.01 pada LBS 2 ke jaringan penyulang MA.05 penghematan biaya total yang diperoleh PT. PLN yaitu sebesar Rp. 927.320,96 setiap harinya.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan pada penyulang GL.01 maka diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Panjang saluran dan besar beban pada suatu jaringan dapat mempengaruhi besarnya *losses* pada jaringan tersebut, yaitu semakin panjang saluran dan semakin besar jumlah beban yang terpasang pada suatu jaringan energi listrik maka semakin besar pula *losses* pada jaringan tersebut.
2. *Losses* pada penyulang GL.01 dapat diminimalisir dengan membuka salah satu titik *Load Breaker Switch* (LBS) pada penyulang tersebut. Titik manuver paling bagus untuk dilakukan manuver jaringan adalah titik manuver LBS 2, dimana pada titik tersebut memiliki selisih *losses* sebesar 126 kW jika dibandingkan dengan *losses* pada LBS lainnya.
3. Dengan memanuver jaringan penyulang GL.01 pada LBS 2 ke jaringan penyulang MA.05 maka dapat menurunkan *losses* pada jaringan tersebut sebesar 39,6 kW (WBP) dan 19.7 kW (LWBP). Sehingga penghematan yang diperoleh PT.PLN dalam waktu satu hari sebesar Rp. 927.320,96.

## VI. REFERENSI

- [1] S. Khoiriyah, "Analisa Susut Daya dan Energi pada Jaringan Distribusi di Dardu Induk Bringin Penyulang BRG-4 Menggunakan Software ETAP 12.6" Tugas Akhir Strata I. 2018.
- [2] Nolki Jonal Hontong and Maickel Tuegeh, "Analisa Rugi â Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di PT. PLN Palu," *E-Journal Tek. Elektro dan Komputer*, vol. 4, no. 1, 2015.
- [3] M. Fayyadl, "Rekonfigurasi jaringan distribusi daya listrik dengan metode algoritma genetika," vol. 8, pp. 1–7, 2011.
- [4] G. Turan, *Electric Power Distribution Engineering*. CRC Press, 2014.
- [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/%0D>. [Accessed: 01-Aug-2019].
- [6] P. Senando, "Analisis Rugi Rugi Energi Listrik Pada Jaringan Distribusi" Tugas Akhir Diploma, Politeknik Negeri Manado, Manado, 2016.
- [7] D. D. Yanuarta, S. Prasetyono, and A. Saleh, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Daya Listrik Pada Penyulang Pakusari Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya Dengan Metode Ant Colony Optimization (Aco) (Power Distribution Network Reconfiguration on Pakusari Feeder To Reduce Power Losses Using Ant Colony Optim.," vol. 3, 2015.
- [8] A. G. Nigara and Y. Primadiyono, "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, 2015.