

## ANALISIS PELIMPAHAN SEBAGIAN BEBAN UNTUK MEMINIMALKAN RUGI DAYA PENYULANG PLATINA KE PENYULANG FORD PT. PLN PERSERO UP3 PALEMBANG

Abdillah Ridho<sup>\*)</sup>, Karnoto dan Darjat

Program Studi Sarjana Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail: [abdillah.ridho.ar@gmail.com](mailto:abdillah.ridho.ar@gmail.com)

### Abstrak

Kebutuhan energi listrik menjadi sudah menjadi kebutuhan wajib di semua daerah. Di Kota Palembang pasokan energi diatur dan didistribusikan melalui PT. PLN UP3 Palembang. Khusus di daerah Kenten, tenaga listrik yang pasok dan dibangkitkan oleh PLTMG Sako Borang dan GI Kenten. Penyulang Platina dan Penyulang Ford merupakan bagian dari jaringan penyulang yang melayani wilayah tersebut. Menurut dari data rekap beban PT. PLN UP3 Palembang rugi daya Penyulang Platina telah mencapai 5,83%, persentase tersebut belum sesuai dengan target rugi daya PT. PLN UP3 Tahun 2021. Jatuh tegangan pada penyulang platina sebesar 9,27% (belum sesuai dengan SPLN 72:1987). Dalam tugas akhir ini dilakukan penelitian untuk mengetahui titik pelimpahan beban terbaik Penyulang Platina ke Penyulang Ford melalui metode algoritma genetika. Simulasi dan pencarian titik pelimpahan dilakukan dengan menggunakan software ETAP 16.0.0 dan MATLAB R2019a. Hasil yang diperoleh yaitu titik pelimpahan pada Penyulang Platina yaitu bus 101 (PLT 218) dan Penyulang Ford pada bus 248 (FRD 155). Rugi daya Penyulang Platina berkurang dari 5,83% menjadi 2,84%. Persentase jatuh tegangan turun dari 9,27% menjadi 4,41%. Hasil yang diperoleh tersebut telah sesuai dengan standar yang ditetapkan PT.PLN.

*Kata kunci: Pelimpahan beban, rugi daya, tegangan jatuh, dan algoritma genetika*

### Abstract

*The need for electrical energy has become a mandatory requirement in all regions. In the city of Palembang energy supply is regulated and distributed through PT. PLN UP3 Palembang. Especially in the Kenten area, electricity is supplied and generated by PLTMG Sako Borang and GI Kenten. The Platina Feeder and Ford Feeder are part of a network of feeders serving the region. According to the load recapitulation data of PT. PLN UP3 Palembang, power loss for the Platina Feeder still reached 5.83%, this percentage is not in accordance with the power loss target of PT. PLN UP3 2021. The voltage drop on the platinum feeder is 9.27% (not in accordance with SPLN 72:1987). In this final project, a research was conducted to determine the best load transfer point for a Platina Feeder to a Ford Feeder through the genetic algorithm method. The simulation and search for the transfer points were carried out using ETAP 16.0.0 and MATLAB R2019a software. The results obtained are the transfer point on the Platina Feeder, namely bus 101 (PLT 218) and the Ford Feeder on bus 248 (FRD 155). Platinum Feeder power loss reduced from 5.83% to 2.84%. The percentage drop in voltage dropped from 9.27% to 4.41%. The results obtained are in accordance with the standards set by PT. PLN.*

*Keywords: Transfer of the load, losses, drop voltage, genetic algorithm*

### 1. Pendahuluan

PT. PLN merupakan Perusahaan yang memiliki peran dalam mendistribusikan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia. Sistem distribusi khususnya di Indonesia meliputi saluran distribusi dari terminal keluar Gardu Induk (GI) yang kemudian disalurkan ke beban pelanggan melalui transformator-transformator [1]. termasuk didaerah Kenten. Pada daerah tersebut PT. PLN UP3 Palembang yang bertanggung jawab untuk mengatur ketersediaan dan distribusi tenaga listrik.

Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat daerah Kenten, PT. PLN mendapat pasokan energi dari pembangkit listrik tenaga mesin gas (PLTMG) Sako Borang. Pasokan energi listrik dari pembangkit tersebut kemudian disalurkan melalui jaringan penyulang yang ada di daerah Kenten. Jaringan penyulang Platina merupakan jenis jaringan radial. Jaringan radial adalah jaringan distribusi yang hanya dipasok oleh satu saluran [2].

Berdasarkan laporan rekap PT. PLN UP3 Palembang Bulan Mei 2021. Diketahui bahwa Penyulang Platina yang mendistribusikan energi listrik untuk wilayah Kenten. Pada

kondisi *existing* Penyulang Platina memiliki beban 241,9 A. Rugi daya Penyulang Platina pada kondisi *existing* mencapai 5,83%. Persentase tersebut belum sesuai dengan target rugi daya PT. PLN UP3 Tahun 2021. PT. PLN (Persero) sebagai pemegang kuasa usaha utama harus menghindari rugi-rugi daya dan memenuhi kualitas persyaratan tegangan yang ada [3]. PT. PLN Area Palembang memiliki target persentase rugi daya sebesar 5%. Pada Penyulang Platina persentase jatuh tegangan juga masih belum sesuai dengan standar PLN. Jatuh tegangan pada Penyulang Platina 9,27%. Besar jatuh tegangan dapat dihitung dengan selisih antara tegangan kirim dengan tegangan pada ujung atau *dead end* penyulang[4]. tegangan pada Penyulang Platina belum sesuai dengan standar PT. PLN. Menurut standar PLN [5] jatuh tegangan maksimal yang diizinkan adalah sebesar 5%. Besar jatuh tegangan dapat dihitung dengan selisih antara tegangan kirim dengan tegangan pada ujung atau *dead end* penyulang[6].

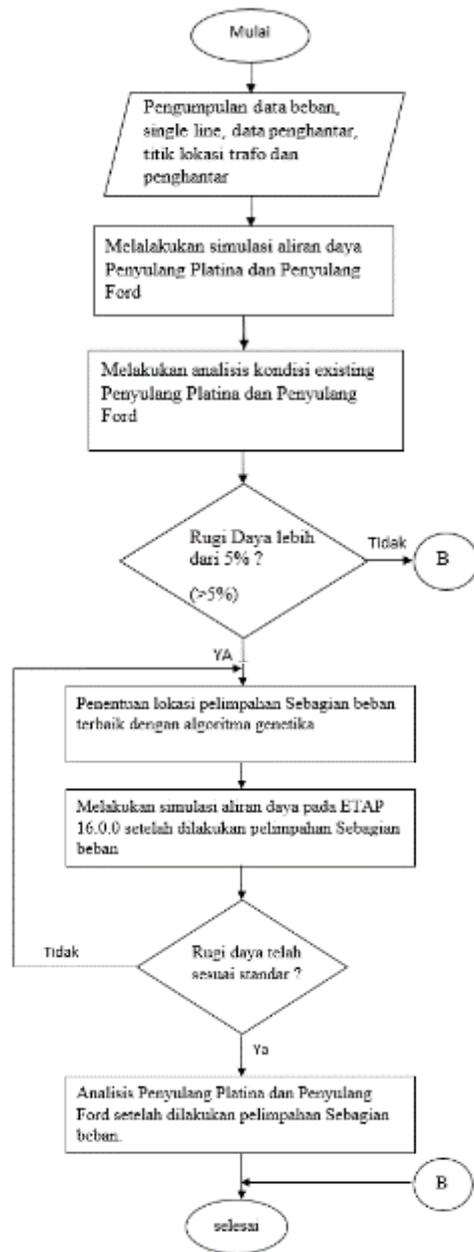
Dalam upaya untuk menurunkan pembebanan berlebih pada Penyulang Platina. Penulis berencana melakukan pelimpahan sebagian beban. Pelimpahan beban Penyulang Platina akan dilimpahkan ke Penyulang Ford. Hal tersebut berdasarkan kondisi geografis Penyulang Ford yang berdekatan dengan Penyulang Platina[7].

Pelimpahan sebagian beban akan dirancang dengan menggunakan metode algoritma genetika. Simulasi aliran daya Penyulang Platina dan Penyulang Ford akan disimulasikan menggunakan *software* ETAP 16.0.0. Pencarian titik terbaik dengan parameter rugi daya terendah akan dilakukan menggunakan *software* Matlab R2019a.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian penentuan titik pelimpahan sebagian beban Penyulang Platina ke Penyulang Ford ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### 2.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini diperoleh dari PT. PLN UP3 Palembang pada Bulan Juli 2021. Berikut data yang digunakan dalam penelitian ini :

#### 2.2.1. Titik lokasi penyulang

Titik lokasi penyulang berisi mengenai data lokasi, peralatan yang terpasang seperti tiang dan transformator beban. Titik lokasi ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Titik lokasi penyulang.

### 2.2.2. Data Beban Puncak Pembangkit di UP3 Palembang

Data beban puncak Penyulang Platina dan Penyulang Ford dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2. Data beban yang terukur di dapat dari GI Kenten Dan PLTMG Sako Borang.

Tabel 1. Data beban PLTMG Sako Borang 2 x 6 MVA

Penyulang	Arus Terukur	
	Pukul 10:00	Pukul 19:00
Platina	170	241
Emas	134	162
S.Enim	146	207
Perak	106	133

Tabel 2. Data beban GI Kenten TD-1 60 MVA

Penyulang	Arus Terukur	
	Pukul 10:00	Pukul 19:00
Mercedes	21	19
BMW	6	6
Nissan	166	96
Volvo	310	286
Mazda	182	219
Hamer	49	45
Ford	79	87
Chevrolet	84	94
Subaru	21	81

### 2.2.3. Data Beban Transformator Beban

Data beban transformator beban merupakan data beban pada tingkat konsumen. Pada Penyulang Platina terdapat 92 trafo beban dan Pada Penyulang Ford terdapat 42 transformator beban.

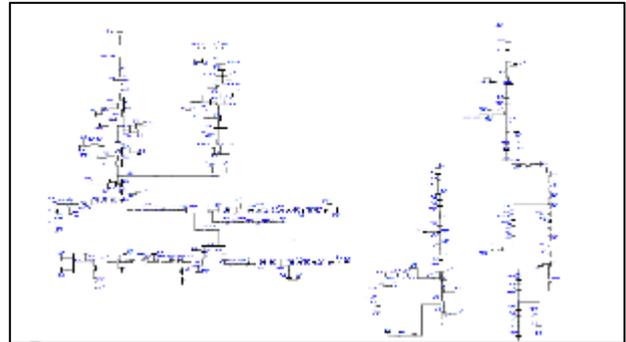
### 2.2.3. Data Penghantar

Pada Penyulang Platina dan Penyulang Ford Penghantar yang digunakan merupakan tipe kabel penghantar AAAC dengan menggunakan 3 variasi ukuran yaitu 70mm<sup>2</sup>, 150mm<sup>2</sup> dan 240mm<sup>2</sup>.

## 2.3. Simulasi Menggunakan ETAP 16.0.0

Simulasi menggunakan software ETAP 16.0.0 menggunakan data titik lokasi sebagai acuan dalam medesain single line penyulang[8]. Berikut merupakan

single line Penyulang Platina dan Penyulang Ford yang ditunjukkan gambar 3.



Gambar 3. Single line penyulang pada ETAP 16.0.0

Dalam simulasi ETAP 16.0.0 digunakan komponen trafo daya, SUTM, *switch*, dan *lumped load*. Dalam komponen tersebut diperlukan pengaturan dan memasukan data sesuai dengan data Penyulang Platina dan Penyulang Ford.

#### 1. Trafo Daya

Transformator daya diatur dengan *rating* 150 kV pada sisi primer dan tegangan 20 kV pada sisi skundernya. Trafo diatur memiliki kapasitas 30 MVA dan 15 MVA.

#### 2. SUTM

Pada penghantar SKTM dan SUTM digunakan *setting* impedansi kabel sesuai dengan SPLN 64:1985. Ukuran kabel antar tiang disesuaikan dengan data dari UP3 PLN Palembang.

#### 3. Beban

Jenis beban yang digunakan pada simulasi ETAP 12.6.0 adalah *lumped load* dengan *setting* 100% beban motor.

Setelah data-data tersebut dimasukkan ke dalam parameter di ETAP 16.0.0, maka simulasi dapat dijalankan untuk mendapatkan rugi daya jaringan. Pilih *load flow analysis* pada menu *toolbar* program, kemudian pada *edit study case* pilih Newton Raphson dengan jumlah iterasi 999 dan ketelitian 0,001[9]. Untuk menjalankan program klik *run load flow* dan hasil *running* disajikan pada *report manager*.

## 2.4. Simulasi Menggunakan MATLAB R2019a

Penentuan titik lokasi pelimpahan sebagian beban Penyulang Platina dan Penyulang Ford pada Tugas Akhir ini menggunakan metode algoritma genetika. Algoritma genetika merupakan sebuah algoritma pencarian yang diciptakan dengan meniru proses seleksi alam. Metode algoritma genetika dipilih karena dinilai sederhana dan praktis. Dalam prinsip algoritma ini perkembangbiakan

menjadi sebuah proses untuk mendapatkan keturunan yang lebih baik [10]. Berikut merupakan tahap-tahap dalam menjalankan metode algoritma genetika.[11]

1. Pembacaan Data Awal

Algoritma akan membaca data masukan berupa *linedata, busdata* dan parameter algoritma genetika. Data dari hasil pembacaan awal tersebut akan menjadi batasan yang digunakan algoritma ketika dijalankan. Program akan membaca data berupa *bus data, line data*, dan parameter GA[12].

Dari data yang diperoleh dari PT. PLN UP3 Palembang. Diperoleh data sebagai berikut.

- MVA<sub>base</sub> : 100 MVA
- kV<sub>base</sub> : 20 kV *Swing Swing*
- Bus : 1 dan 179

Pembebanan dari bus 1 sampai bus 288 dimasukan kedalam *busdata*. Beban dimasukan dengan satuan daya aktif (MW) dan daya reaktif (mVAR). Impedansi dimasukan pada *linedata* dengan satuan resistansi dan Reaktansi dalam satuan per unit (pu).

2. Inisialisasi Populasi

Populasi merupakan kumpulan dari beberapa individu. Pembangkitan individu dengan ketentuan tertentu dan menggunakan parameter algoritma genetika yang telah ditentukan sebelumnya[13]. Sesuai dengan penelitian ini individu yang dibangkitkan adalah representasi dari bus bus beban yang akan dilimpahkan. Kromosom pada inisialisasi populasi dibagi menjadi dua yaitu kromosom yang mempresentasikan Penyulang Platina dan Penyulang Ford.

3. Dekode Kromosom

Pada tahap selanjutnya individu yang telah diberi kode akan digunakan untuk memperbaiki dataline pada sistem. Kemudian loadflow akan dilaksanakan berdasarkan data yang telah diperbaharui. Sehingga nilai fitness untuk masing individu ditentukan.

4. Evaluasi Fitness

Pada Tugas Akhir ini, fungsi objektif yang diinginkan dari penentuan lokasi pelimpahan sebagian beban adalah total rugi daya yang paling minimal.

Total rugi daya aktif pada saluran,

$$P_{loss} = \sum_{j=1}^m (I_j^p)^2 \cdot r_j^p \quad (1)$$

Keterangan:

*m* = jumlah saluran *feeder* dari *feeder* utama

*I<sub>j</sub><sup>p</sup>* = arus fasa p dari saluran *feeder* j

*r<sub>j</sub><sup>p</sup>* = resistansi fasa p dari saluran *feeder* j

Fungsi objektif,

$$\text{Minimize } F = P_L \quad (2)$$

Nilai fitness,

$$F = \frac{1}{P_L} \quad (3)$$

Setelah diketahui nilai fitness unuk masing masing individu. Maka individu ini akan dijadikan sebagai calon solusi penentuan titik lokasi pelimpahan.

5. Etilisme

Etilisme merupakan sebuah fungsi untuk menampung individu pada setiap generasi dengan nilai fitness terbaik[10]. Individu dengan nilai *fitness* terbaik akan tetap dijaga sampai ditemukan individu baru dengan nilai *fitness* yang lebih baik sebagai penggantinya.

6. Seleksi Induk

Metode seleksi yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metode seleksi *roulette wheel* (roda roulette).

7. Pindah Silang

Metode *cross over* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metode *cross over* satu titik[14]. Pada metode satu titik, masing-masing kromosom orang tua dibagi menjadi dua bagian dan saling dipindah silangkan untuk menghasilkan dua keturunan baru .

8. Mutasi

Proses mutasi yang dilakukan adalah dengan mengubah dengan prosedur yang telah ditentukan pada nilai gen pada posisi tertentu dalam suatu kromosom.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Simulasi Dan Analisis Penyulang Platina Dan Penyulang Ford Sebelum Dilakukan Pelimpahan Beban

Hasil dari simulasi menggunakan *software* ETAP 16.0.0. Hasil simulasi ditunjukkan oleh tabel 3.

Tabel 3. Hasil simulasi aliran daya sebelum pelimpahan

Name	MW	Mvar	MVA
Source (Swing Buses)	9,797	7,161	12,135
Source (No-Swing Buses)	0,000	0,000	0,000
Total Demand	9,797	7,161	12,135
Total Motor Load	9,340	5,788	10,988
Total Static Load	0,000	0,000	0,000
Total Constant Load	0,000	0,000	0,000
Total Generc Load	0,000	0,000	0,000
Apparent Losses	0,457	1,372	-

Dari tabel 3 tersebut diketahui daya yang dibangkitkan sebesar 12,135 MVA dengan daya aktif sebesar 9,797 MW

dan daya reaktif sebesar 7,161 Mvar. Pada sisi beban ditunjukkan dengan beban daya aktif 9,340 MW dan beban reaktif 5,788 Mvar. Dari hasil simulasi juga menunjukkan adanya rugi daya sebesar 457 KW dan 1.373 Kvar.

**3.1.1. Beban Penyulang Platina dan Penyulang Ford Sebelum Dilakukan Pelimpahan Beban**

Beban Penyulang Platina dan Penyulang Ford sebelum dilakukan pelimpahan sebagian beban ditunjukkan oleh tabel 4.

**Tabel 4. Kondisi existing Penyulang Platina dan Ford**

Pernyulang	Arus (A)	KVA	KW	Kvar
Platina	241,9	8.627	7.166	4.813
Ford	85,6	3.097	2.061	1.641

Berdasarkan tabel 3 diatas. Beban Penyulang Platina telah mencapai 241,94 A. Tingginya beban tersebut dikarenakan Penyulang Platina memiliki jaringan konsumen yang luas dan memasok beban besar seperti industri dan fasilitas PDAM. Penyulang Ford memiliki beban 85,6 A. Penyulang Ford memiliki beban yang cenderung lebih kecil dari Penyulang Platina dikarenakan jaringan Penyulang Ford lebih kecil dan konsumen yang sedikit.

**3.1.2. Rugi Daya Penyulang Sebelum Dilakukan Pelimpahan Beban**

Rugi daya Penyulang Platina sebelum dilakukan pelimpahan sebagian beban adalah 5, 831%. Persentase tersebut diperoleh berdasarkan daya yang dikirim pembangkit sebesar 7.185 KW dan 5.458 Mvar dan daya yang diterima konsumen adalah 6.766 KW dan 4.193 Kvar. Pada Penyulang Ford daya yang dikirim sebesar 2.512 KW dan daya yang diterima adalah 2.477 KW. Maka diperoleh persentase rugi daya sebesar 1,31%. Rugi daya total sebelum pelimpahan adalah 4,66%.

**3.1.3. Tegangan Jatuh Penyulang Platina Sebelum Dilakukan Pelimpahan Beban.**

Pengukuran jatuh tegangan juga dilakukan di bus ETAP 16.0.0 yang menjadi bus untuk tiang tiang *dead end*. Hasil pengukuran drop tegangan pada tiang *dead end* penyulang ditunjukkan pada tabel 5 dibawah.

**Tabel 5. Tegangan pada tiang *dead end* Penyulang Platina**

No. Tiang	Bus	Tegangan (kV)
PLT 189 L15 R2	29	19
PLT 193 L3 R6	75	18,98
PLT 198 L4	78	18,97
PLT 191 R37 R50	70	18,95
PLT 210 L13	92	18,92
PLT 236	128	18,9
PLT 218 R3 L8 L8	150	18,9
PLT 218 R45 L8	178	18,87

Persentase drop tegangan pada Penyulang Platina, didapat dengan menggunakan Persamaan[4]

$$\begin{aligned} \%Drop Voltage &= \frac{Vs-Vp}{Vp} \times 100\% \\ &= \frac{20,62-18,87}{18,87} \times 100\% \\ &= 8,4\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut terlihat bahwa drop tegangan pada Penyulang Platina masih tinggi. Berdasarkan permasalahan diatas maka pengembangan jaringan perlu dilakukan dengan tujuan agar Penyulang Platina tidak melebihi batas rugi daya dan jatuh tegangan tersebut. Pengembangan jaringan yang dipilih Penulis adalah dengan membangun *join feeder* yang akan menghubungkan Penyulang Platina. Pembangunan *join feeder* juga ditujukan untuk membagi beban Penyulang Platina. Pembangunan *join feeder* akan dibangun diantara Penyulang Platina dan Penyulang Ford. Penyulang Ford dipilih karena lokasi Penyulang Ford berdekatan dengan Penyulang Platina.

**3.2. Pelimpahan Sebagian Beban Penyulang Platina Ke Penyulang Ford Dengan Menggunakan Algoritma Genetika**

Dalam penentuan titik pelimpahan sebagian beban Penyulang Platina dan Penyulang Ford penulis menggunakan algoritma genetika. Variasi parameter yang digunakan dalam menjalankan algoritma adalah sebagai berikut. Ukuran populasi 200, jumlah maksimal generasi(iterasi) 20, probabilitas pindah silang adalah 0,9 dan probabilitas mutasi yang digunakan adalah 0,01. Hasil ditunjukkan pada tabel 6.

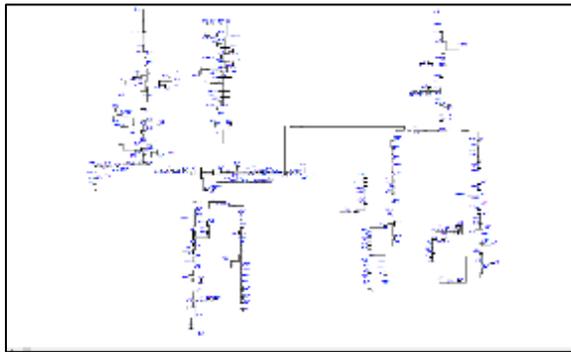
**Tabel 6. Hasil *running* algoritma genetika**

Test	Bus		Fitness	Waktu (s)
	Platina	Ford		
1	101	248	2984.20053	1368.733351
2	101	248	2984.20053	1399.383032
3	101	248	2984.20053	1381.095401
4	101	248	2984.20053	1376.973190
5	101	248	2984.20053	1358.324218

Dari tabel 6 tersebut menunjukkan bahwa titik pelimpahan berada pada bus 101 Penyulang Platina dan bus 248 Penyulang Ford. Hasil yang didapatkan tersebut memiliki hasil yang konvergen dan konsisten karena penulis menggunakan parameter algoritma dengan tingkat ketelitian yang tinggi dan iterasi yang besar.

**3.4. Simulasi Penyulang Platina Dan Penyulang Ford Setelah Pelimpahan Beban**

Dari hasil algoritma tersebut, titik pelimpahan sebagian beban pada Penyulang Platina terletak pada tiang PLT 218 dan Penyulang Ford dengan nomer tiang FRD 155. Gambar 4 menunjukkan *single line* penyulang setelah dilakukan pelimpahan.



Gambar 4. Single line diagram penyulang setelah dilakukan pelimpahan sebagian beban

Dengan berdasarkan pada hasil penentuan titik pelimpahan sebagian beban Penyulang Platina ke Penyulang Ford. Maka join feeder disimulasikan pada software ETAP 16.0.0. Join feeder ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Join Feeder Penyulang Platina dan Penyulang Ford

Pada gambar 5 diatas join feeder dibangun dengan menghubungkan bus 248 dan bus 101. Join feeder dihubungkan dengan dengan kabel AAAC berukuran 150mm<sup>2</sup>.

### 3.5. Analisa Pada Penyulang Platina Dan Penyulang Ford Setelah Pelimpahan Beban

Setelah dilakukan pembaruan pada single line kedua penyulang dan dilakukan simulasi. Diperoleh hasil yang ditunjukkan pada tabel 7 dan tabel 8.

Tabel 7. Hasil simulasi Penyulang Platina

No.	Keterangan	MW	Mvar	MVA
1	Pembangkitan	4,041	2,794	4,913
2	Total Beban	4,041	2,794	4,913
3	Total Beban Trafo	3,925	2,433	4,618
4	Rugi Daya	0,115	0,361	-

Dari hasil pelimpahan sebagian beban Penyulang Platina ke Penyulang Ford pada tabel 7 dan tabel 8. Pembebanan Penyulang Platina turun dari 9.023 KVA menjadi 4.913 KVA. Pembebanan Penyulang Ford bertambah dari 3.188 KVA menjadi 6.839 KVA. Rugi daya pada Penyulang Platina adalah 115 KW dan 361 Kvar dan Penyulang Ford 202 KW dan 541 Kvar.

Tabel 8. Hasil simulasi Penyulang Ford

No.	Keterangan	MW	Mvar	MVA
1	Pembangkitan	5,617	3,896	6,836
2	Total Beban	5,617	3,896	6,836
3	Total Beban Trafo	5,415	3,356	6,370
4	Rugi Daya	0,202	0,541	-

### 3.5.1. Beban Penyulang Platina dan Penyulang Ford Setelah Dilakukan Pelimpahan Beban.

Beban penyulang setelah dilakukan pelimpahan beban ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Kondisi penyulang setelah pelimpahan beban.

Penyulang	Tegangan (kV)	Arus (A)	KVA	KW	Kvar
Platina	21,06	131,7	4,041	2,794	4,913
Ford	20,70	187,7	5,617	3,896	6,836

Pelimpahan sebagian beban yang dilakukan berhasil memindahkan 34 trafo yang sebelumnya tergabung pada jaringan penyulang Platina kemudian menjadi bagian dari Penyulang Ford. Beban total 34 trafo distribusi tersebut sebesar 3.303,24 KVA. Hal tersebut menyebabkan beban penyulang Platina turun dari 241,9 A menjadi 131,7 A. Beban Penyulang Ford bertambah dari 85,6 A menjadi 187,7 A.

### 3.5.2. Rugi Daya Penyulang Setelah Dilakukan Pelimpahan Beban

Rugi daya yang ada di kedua penyulang setelah dilakukan pelimpahan beban rugi daya turun menjadi 312 KW dan 901 Kvar. Rugi daya Penyulang Platina setelah dilakukan pelimpahan sebagian beban adalah 115 KW dan 361 Kvar. Rugi daya pada Penyulang Ford sebesar 202 KW dan 541 Kvar.

Rugi daya Penyulang Platina turun dari 5,83% menjadi 2,84%. Rugi daya Penyulang Ford bertambah dari 1,31% menjadi 3,59%. Rugi daya total kedua penyulang sebelum pelimpahan adalah 4,66% setelah pelimpahan sebagian beban persentase turun menjadi 3,29%.

Rugi daya pada Penyulang Platina turun dipengaruhi oleh besar arus yang mengalir pada jaringan penyulang menjadi lebih kecil[15]. Semakin kecil arus maka semakin kecil rugi daya yang ada[16]. Rugi daya Penyulang Platina juga turun dikarenakan setelah dilakukan pelimpahan sebagian beban panjang jaringan penyulang platina berkurang.

Rugi daya Penyulang Ford setelah dilakukan pelimpahan bertambah dikarenakan adanya tambahan beban dan tambahan panjang jaringan penyulang Platina yang terhubung ke Penyulang Ford. Berdasarkan persentase

tersebut, Penyulang Platina dan Penyulang Ford telah memenuhi target rugi daya PT, PLN UP3 Palembang dengan persentase rugi daya dibawah 5%.

### 3.5.3. Tegangan Jatuh Penyulang Platina Setelah Dilakukan Pelimpahan Beban.

Pengukuran jatuh tegangan juga dilakukan di bus bus etap 16.0.0 yang menjadi bus untuk tiang tiang dead end. Sesuai tabel 10 Hasil pengukuran drop tegangan pada tiang dead end penyulang ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10. Tegangan pada tiang dead end Penyulang Platina

No. Tiang	Tegangan Terukur (kV)	
	Sebelum Pelimpahan	Setelah Pelimpahan
PLT 189 L15 R2	19	20,21
PLT 193 L3 R6	18,98	20,21
PLT 198 L4	18,97	20,21
PLT 191 R37 R50	18,95	20,17
PLT 210 L13	18,92	20,2
PLT 236	18,9	19,6
PLT 218 R3 L8 L8	18,9	19,57
PLT 218 R45 L8	18,87	19,54

Berdasarkan pada tabel didapatkan nilai tegangan pada tiang dead end terjauh adalah Persentase jatuh tegangan pada Penyulang Platina Dengan persentase jatuh tegangan yang ditunjukkan Persamaan[4] berikut :

$$\begin{aligned} \% \text{ Tegangan Jatuh} &= \frac{V_s - V_p}{V_p} \times 100\% \\ &= \frac{20,69 - 19,54}{19,54} \times 100\% \\ &= 5,88\% \end{aligned}$$

Jatuh tegangan sebelum dilakukan pelimpahan sebagian beban adalah 9,27% setelah dilakukan pelimpahan persentase jatuh tegangan terbesar adalah 5,88% dengan tegangan 19,54 kV. Tegangan pada Penyulang Platina pada semua jaringan belum sesuai dengan standar PT. PLN dalam SPLN 72 tahun 1987.

Standar tersebut menjelaskan bahwa jatuh tegangan maksimal yang diperbolehkan adalah 5%. Pelimpahan sebagian beban dapat menurunkan persentase jatuh tegangan karena terjadi penurunan beban pada Penyulang Platina. Turunnya beban pada Penyulang Platina menyebabkan arus yang mengalir berkurang. Semakin kecil arus yang mengalir maka jatuh tegangan akan semakin kecil. Namun, setelah pelimpahan sebagian beban penyulang Platina dilakukan persentase jatuh tegangan masih belum sesuai dengan SPLN 72 Tahun 1987 karena jatuh tegangan pada penyulang platina masih diatas 5%.

## 4 Kesimpulan

Pada kondisi existing Penyulang Platina memiliki beban 241,9 A dan Penyulang Ford memiliki beban 85,6 A. Rugi daya pada Penyulang Platina sebesar 5,83% dan rugi daya pada penyulang Ford sebesar 1,45%. Jatuh Tegangan Penyulang Platina sebesar 9,27%. Penentuan titik

pelimpahan sebagian beban Penyulang Platina ke Penyulang Ford menggunakan algoritma genetika. Titik pelimpahan yang dihasilkan berada bus 101 atau tiang PLT 218 dan titik pada Penyulang Ford berada pada bus 248 dengan nomor tiang FRD 155. Beban Penyulang Platina setelah dilakukan pelimpahan sebagian beban sebesar 131,7 A dan Penyulang Ford sebesar 187,7 A. Rugi daya Penyulang Platina sebesar 2,84% dan Penyulang Ford sebesar 3,59%. Rugi daya kedua penyulang telah sesuai dengan target UP3 Palembang Tahun 2021. Jatuh tegangan Penyulang Platina sebesar 5,88%. Persentase jatuh tegangan belum sesuai dengan Standar PLN dikarenakan jaringan penyulang yang panjang.

## Referensi

- [1]. Mismail, Budiono. 1983. Analisa Sistem Tenaga. Malang: Lembaga Penerbitan Universitas Brawijaya.
- [2]. Buku 1. 2010. Kriteria Disain Enjinerig Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero).
- [3]. Buku 5. 2010. Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero).
- [4]. Gonen, Turan. 1986. Electric Power Distribution Sistem Engineering. USA : McGraw-Hill.
- [5]. SPLN 72 : 1987 " Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (Jtm) Dan Jaringan Tegangan Rendah (Jtr)". Jakarta : Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.
- [6]. D.Marsudi. Sistem Tenaga Listrik. Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2006, hal 13-14.
- [7]. Badruddin. Modul II Sistem Distribusi Tenaga Listrik Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta, Indonesia: Pusat Pengembangan Bahan Ajar UMB, 2013, hal 1-6.
- [8]. N. J. Hontong, "Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di PT. PLN Palu," E-Journal Teknik Elektro dan Komputer, Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado, 2015.
- [9]. Sulasno. Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Semarang, Indonesia: Badan Penerbit Universitas Diponegoro), 2001, hal 57.
- [10]. Agus Sofwan, Eko Handoyo, Ramadhony, "Algoritma Genetika Dalam Pemeliharaan Spesifikasi Komputer," Jurnal Seminar Nasional Aplikasi.2006.
- [11]. Denin Wulansari "Pelimpahan sebagian beban penyulang KTN 11 dan KTN 14 dengan algoritma genetika", Laporan Tugas Akhir, Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2016.
- [12]. Supardi, M.Si. Dasar-Dasar Pemrograman Matlab untuk Sains dan Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, 2014.
- [13]. R. Taharat PB, "Penentuan Lokasi dan Kapasitas Optimal STATCOM untuk Meminimasi Rugi Daya Menggunakan Genetic Algorithm Pada Sistem Transmisi JAMALI Tahun 2018", Laporan Tugas Akhir, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2017.
- [14]. H. Cahyadi, " Analisis Skenario Konfigurasi Penyulang PBG-10 untuk Memecah Beban dan Meminimalisir Susut Daya di Penyulang PBG-01, PBG-05, dan MRA-07", Laporan Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2018.

- [15]. A. R. Akbar, “Optimasi Rekonfigurasi Jaringan, Penentuan Lokasi Kapasitor dan Distributed Generation (DG) Untuk Meminimalkan Deviasi Tegangan Pada Sistem Distribusi Radial Menggunakan Genetic Algorithm (GA)”, Laporan Tugas Akhir, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016
- [16]. A. Arismunandar dan S. Kuwahara, Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Jilid II. Jakarta, Indonesia: PT. Pradnya Paramita, 1993, hal. 14.