

**PERBAIKAN PROFIL TEGANGAN DAN JATUH TEGANGAN  
MENGUNAKAN *DISTRIBUTED GENERATION*  
PADA *FEEDER* SEJANGKUNG DI PT PLN (PERSERO) ULP  
SAMBAS**

**SKRIPSI**

Program Studi Sarjana Teknik Elektro  
Jurusan Teknik elektro

Oleh:

**HASAN BASRI**

**NIM D1021151066**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TANJUNGPURA  
PONTIANAK**

**2022**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : Hasan Basri

N I M : D1021151066

menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul **“Perbaikan Profil Tegangan dan Jatuh Tegangan Menggunakan *Distributed Generation* Pada Feeder Sejangkung Di PT PLN (Persero) ULP Sambas”** tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis mengacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 12 juli 2022

Hasan Basri

NIM. D1021151066

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim

Alhamdulillah Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu waa ta'ala atas nikmat dan hidayah-Nya yang selalu dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Perbaikan Profil Tegangan dan Jatuh Tegangan Menggunakan *Distributed Generation* Pada *Feeder* Sejangkung Di PT PLN (Persero) ULP Sambas” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini ditulis sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak. Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis menghaturkan terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta yang selalu mendoakan kebaikan serta memberikan dukungan baik moral maupun materi, motivasi, bimbingan, dan kepercayaan yang telah diberikan selama ini.
2. Bapak Dr. rer. nat. Ir. R. M. Rustamaji, M. T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Prof. Dr.-Ing. Dr. Seno D. Panjaitan, S.T., M.T. IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
4. Bapak Elang Dardian Marindani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
5. Bapak Dr. Purwoharjono, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan masukan dan menyempatkan waktunya selama proses penulisan tugas akhir ini.
6. Bapak Zainal Abidin S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan masukan dan menyempatkan waktunya selama proses penulisan tugas akhir ini.
7. Bapak Ir. Junaidi, M.Sc, IPM., selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini.
8. Bapak Dr. Ir. M. Iqbal Arsyad, M.T., selaku Dosen Penguji Pendamping yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini.

9. Bapak Prof. Dr. Eng Rudi Kurnianto, ST., M.T, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan masukan dan nasehat serta membimbing akademik penulis hingga saat ini.
10. Bapak/Ibu Dosen, beserta staff dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura yang telah membantu dalam pemberkasan tugas akhir ini.
11. Pimpinan dan staff PT. PLN (Persero) ULP Sambas yang telah memberikan kesempatan dalam pengambilan data untuk melengkapi penulisan tugas akhir ini.
12. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2015 yang telah banyak mendukung dan memberi semangat dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
13. Teman-teman angkatan 2015 Jurusan Teknik Elektro FT-Untan, yang telah memberikan dukungan selama menempuh perkuliahan ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Besar harapan tugas akhir ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan di masa yang akan datang, khususnya bagi penulis dan bagi bidang ilmu sistem tenaga listrik.

Pontianak, 12 Juli 2022

Penulis,

Hasan Basri

NIM.D10211516

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki profil tegangan dan jatuh tegangan yang terjadi pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) menggunakan *Distributed Generation* (DG) agar sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh SPLN No. 72 Tahun 1987. Penelitian ini dilakukan menggunakan studi aliran daya dengan metode *Backward Forward Sweep Method* untuk mengetahui nilai tegangan bus dan jatuh tegangan terhadap setiap skenario pemasangan DG yang dilakukan. Penelitian ini dilakukan pada Penyulang Sejangkung dengan 3 skenario pemasangan DG yaitu pemasangan 1 DG, pemasangan 2 DG dan pemasangan 3 DG pada setiap cabang penyulang. Pada Penyulang Sejangkung, nilai jatuh tegangan pada bus 102 untuk skenario 1 ialah sebesar 13.926%, nilai jatuh tegangan pada bus 102 untuk skenario 2 ialah sebesar 6.733% dan nilai jatuh tegangan pada bus 102 untuk skenario 3 ialah sebesar 1.881%. Berdasarkan hasil yang didapat dapat disimpulkan bahwa pemasangan DG pada jaringan tegangan menengah (JTM) 20 kV dapat memperbaiki besarnya jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang sehingga dapat mengakibatkan meningkatnya nilai tegangan terima pada sisi pelanggan.

**Kata kunci :** *Distributed Generation, Jatuh Tegangan, Studi Aliran Daya, Metode Backward Forward Sweep Method.*

## ***ABSTRACT***

This research was conducted to improve the voltage and voltage profiles that occur in the Medium Connection Network (JTM) using Distributed Generation (DG) to conform to the standards determined by SPLN No. 72 of 1987. This research was conducted using a power flow study using the Backward Forward Sweep Method to determine the value of the bus voltage and voltage drop in each scenario of DG installation. This research was conducted on Sejangkung Feeders with 3 DG installations, namely 1 DG installation, 2 DG installation and 3 DG installation at each feeder branch. At the Sejangkung Feeder, the value of the voltage drop on bus 102 for scenario 1 is 13.926%, the value of the voltage drop on bus 102 for scenario 2 is 6.733% and the value of the voltage drop on bus 102 for scenario 3 is 1.881%. Based on the results that can be obtained easily, the installation of DG on a medium voltage network (JTM) 20 kV can increase the voltage increase that can occur in the feeder so that it can cause a voltage value on the customer side.

**Keywords : Distributed Generation, Falling in Love, Power Flow Study, Backward Forward Sweep Method.**

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Perumusan Masalah.....	I-2
1.3. Tujuan Penulisan .....	I-2
1.4. Pembatasan Masalah.....	I-2
1.5. Sistematika Penulisan Skripsi.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Terdahulu.....	II-1
2.2. Sistem Distribusi Tenaga Listrik .....	II-3
2.3. <i>Distributed Generation</i> (DG) .....	II-5
2.4. Jatuh Tegangan ( <i>Drop Voltage</i> ) .....	II-8
2.5. Sistem Per-Unit.....	II-9
2.6. Solusi Aliran Daya dengan Metoda Backward forward sweep method .....	II-13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	III-1
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	III-1
3.3. Metode Penelitian .....	III-2
3.4. Prosedur Penelitian.....	III-2
3.5. Data Penelitian.....	III-3

**BAB IV HASIL SIMULASI DAN ANALISA**

4.1. Hasil Simulasi Aliran Daya Pada Penyulang Sejangkung ....IV-1

4.2. Analisa.....IV-24

**BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan..... V-1

5.2. Saran ..... V-2



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Konfigurasi real-time Sistem Distribusi Tenaga Listrik Dengan Distributed Generation. ....	II-6
Gambar 2.2.	Interkoneksi DG Pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	II-8
Gambar 2.3.	Model bus sistem tenaga listrik.....	II-12
Gambar 2.4.	Contoh single line diagram .....	II-14
Gambar 3.1.	PT. PLN (Persero) ULP Sambas .....	III-4
Gambar 3.2.	Diagram Satu Garis Jaringan Distribusi Kabupaten Sambas ....	III-5
Gambar 3.3.	Diagram Satu Garis Penyulang Sejangkung .....	III-6
Gambar 3.4.	Penyederhanaan Diagram Satu Garis Penyulang Sejangkung ...	III-7
Gambar 3.5.	Diagram Alir Penelitian .....	III-19
Gambar 4.1.	Grafik Jatuh Tegangan Penyulang Sejangkung Tanpa DG.....	IV-4
Gambar 4.2.	Grafik Tegangan Pada Bus Penyulang Sejangkung Tanpa DG .	IV-5
Gambar 4.3.	<i>Singel Line Diagram</i> Penyulang Sejangkung Setelah pemasangan DG skenario 1 .....	IV-7
Gambar 4.4.	Grafik Jatuh Tegangan Penyulang Sejangkung Skenario 1 .....	IV-11
Gambar 4.5.	Grafik Tegangan Pada Bus Penyulang Sejangkung Skenario 1 .....	IV-11
Gambar 4.6.	<i>Singel Line Diagram</i> Penyulang Sejangkung Setelah pemasangan DG skenario 2.....	IV-13
Gambar 4.7.	Grafik Jatuh Tegangan Penyulang Sejangkung Skenario 2 .....	IV-17
Gambar 4.8.	Grafik Tegangan Pada Bus Penyulang Sejangkung Skenario 2 .....	IV-17
Gambar 4.9.	<i>Singel Line Diagram</i> Penyulang Sejangkung.....	IV-19
Gambar 4.10.	Grafik Jatuh Tegangan Pada Bus Penyulang Sejangkung Skenario 3 .....	IV-23
Gambar 4.11.	Grafik Tegangan Pada Bus Penyulang Sejangkung Skenario 3 .....	IV-23
Gambar 4.12.	Grafik Perbandingan Tegangan Penyulang Sejangkung.....	IV-28
Gambar 4.13.	Grafik Perebandingan Jatuh Tegangan Penyulang Sejangkung .....	IV-33

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pengaturan Tegangan dan Turun Tegangan.....	II-8
Tabel 3.1. Data Gardu Distribusi Penyulang Sejangkung. ....	III-8
Tabel 3.2. Data Saluran Penyulang Sejangkung .....	III-12
Tabel 3.3. Data Impedansi Saluran Penyulang Sejangkung .....	III-15
Tabel 4.1. Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Tanpa DG .....	IV-1
Tabel 4.2. Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Dengan DG.....	IV-8
Tabel 4.3. Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Skenario 2.....	VI-14
Tabel 4.4. Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Skenario 3.....	IV-20
Tabel 4.5. Perbandingan Tegangan Bus Setiap Skenario Pada Penyulang Sejangkung .....	IV-25
Tabel 4.6. Persentase Perbandingan Jatuh Tegangan Pada Penyulang Sejangkung .....	IV-29

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Seiring berjalannya waktu, teknologi berkembang semakin pesat. Kehidupan serba modern seperti saat ini, sangat membutuhkan listrik sebagai sumber energi. Kebutuhan energi listrik selalu meningkat setiap tahun seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya perekonomian masyarakat. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut, maka dibutuhkan pembangkit energi listrik yang bersumber dari energi konvensional atau non konvensional. Pada umumnya pembangkit listrik dibangun secara terpusat dan terletak jauh dari pusat beban. Hal itu karena pembangunan pembangkit listrik memerlukan lahan yang cukup luas. Oleh karena itu diperlukan sistem penghubung untuk penyaluran energi listrik. Adapun sistem penghubung tersebut terdiri dari sistem transmisi dan sistem distribusi. Sistem distribusi merupakan bagian terakhir dalam sistem penyaluran energi listrik. Pada umumnya konfigurasi Jaringan Tegangan Menengah (JTM) yang digunakan ialah sistem distribusi radial. Umumnya sistem distribusi di mulai dari penyulang yang keluar dari GI (gardu induk) kemudian disalurkan pada APJ (Area Pelayanan Jaringan) yang bertegangan 20 kV kemudian di pecah dan disalurkan ke rayon-rayon UPJ (Unit Pelayanan Jaringan). Pada penyaluran tersebut yang harus di perhatikan adalah kualitas saluran dan pelayanan secara berlanjut sehingga masalah-masalah yang timbul dapat segera diperbaiki. Salah satu gangguan yang terjadi pada saluran distribusi adalah tegangan jatuh atau sering disebut drop tegangan. Jatuh tegangan adalah perbedaan tegangan antara tegangan kirim dan tegangan di terima. Gangguan tersebut di pengaruhi oleh jenis dan panjang penghantar pada saluran distribusi tegangan menengah, kapasitas trafo, tipe beban, faktor daya serta besar beban yang terpasang pada saluran distribusi.

*Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* mendefinisian DG sebagai pembangkitan yang menghasilkan energi dalam kapasitas yang lebih kecil dibandingkan pusat-pusat pembangkit konvensional dan dapat dipasangkan hampir pada setiap sistem tenaga listrik. Menurut definisi *International Energy Agency (IEA)* DG merupakan unit-unit yang menghasilkan energi pada sisi konsumen atau

dalam jaringan distribusi local. DG atau pembangkitan terdistribusi juga dapat diartikan sebagai pembangkit tenaga listrik berdaya kecil yang menggunakan energi baru terbarukan dimana letak pemasangannya terhubung langsung dengan jaringan distribusi atau di sekitar area pusat beban.

Berdasarkan kondisi di atas, penulis melakukan perbaikan profil tegangan dengan pemasangan DG yang merupakan salah satu upaya untuk mengurangi jatuh tegangan yang terjadi pada jaringan tegangan menengah (JTM) 20 kV area Sejangkung dan mengangkat judul tugas akhir yang berjudul “Perbaikan Profil Tegangan Dan Jatuh Tegangan Menggunakan *Distributed Generation* (DG) Pada *Feeder* Sejangkung Di PT. PLN (Persero) ULP Sambas”. Dalam penelitian ini digunakan studi aliran daya menggunakan metode *Backward Forward Sweep Method* untuk mengetahui besarnya jatuh tegangan yang terjadi pada jaringan tegangan menengah (JTM) pada Penyulang Sejangkung.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, pokok permasalahan yang akan dibahas ialah penempatan dan kapasitas *Distributed Generation* untuk perbaikan profil tegangan dan jatuh tegangan, pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 KV di PT. PLN (Persero) ULP Sambas.

## **1.3. Tujuan Penulisan**

Adapun tujuan penelitian yaitu untuk memperbaiki profil tegangan dan jatuh tegangan menggunakan *Distributed Generation* pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 KV di PT. PLN (Persero) ULP Sambas.

## **1.4. Pembatasan Masalah**

Adapun pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tidak menghitung biaya kWh yang disebabkan DG.
2. Tidak membahas biaya pemasangan DG.
3. Beban diasumsikan dalam keadaan seimbang.
4. Studi aliran daya menggunakan metode *Backward/Forward Sweep Method*.
5. Perhitungan aliran daya menggunakan aplikasi MATLAB R2022b.

6. Penelitian dilakukan pada penyulang Sejangkung.
7. Penelitian dilakukan menggunakan 3 skenario yaitu skenario 1 pemasangan 1 DG, skenario 2 pemasangan 2 DG, Dan skenario 3 pemasangan 3 DG.

### **1.5. Sistematika Penulisan Skripsi**

Adapun sistematika penulisan skripsi adalah sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang pendahuluan dari penulisan laporan skripsi yang berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, sistematika penulisan skripsi.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tentang penelitian terdahulu, sistem distribusi tenaga listrik, *Distributed Generation*, interkoneksi *DG* pada jaringan distribusi, jatuh tegangan, system per-unit, studi aliran daya, bentuk matriks admintansi bus, persamaan- persamaan aliran daya dan aliran daya dengan metode *Backward Forward Sweep Method*.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan penelitian, metode penelitian, prosedur penelitian, data atau variabel penelitian dan diagram alir penelitian.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bagian ini berisikan hasil simulasi aliran daya dengan menggunakan metode *backward forward sweep method* pada Penyulang Sejangkung serta analisa kondisi Penyulang sejangkung sebelum dan setelah pemasangan DG.

#### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini berisi mengenai kesimpulan dan saran dari penulisan skripsi sebagai akhir dari semua pembahasan yang telah dilakukan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Alief Amanullah, Ontoseno Penangsang dan Ni Ketut Aryani tahun 2012 dengan judul “Studi Penentuan Lokasi Distributed Generation (DG) untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya pada Sistem Jaringan Distribusi Radial menggunakan Metode *K-means Clustering*”[1]. Dalam penelitiannya Muhammad Alief Amanullah Dkk, melakukan studi penelitian pada jaringan radial, dengan menggunakan metode aliran daya Backward forward sweep method dan menggunakan metode k-means dalam penentuan penempatan DGnya. Hasil yang didapatkan diantara lain;

1. Metode penentuan DG menggunakan K-means Clustering memiliki konvergensi yang cepat. Untuk sistem jaringan IEEE 34 bus membutuhkan 5 kali iterasi.
2. Hasil perhitungan aliran daya aktif pada kasus IEEE 34 bus (Kasus B) memiliki perbaikan nilai losses saluran terbaik pada kasus 4B yaitu pada saat pemasangan 3 DG dengan nilai losses menjadi 6,0499 kW atau turun 84,58% dari nilai losses awal.
3. Hasil Validasi untuk nilai tegangan dan losses memiliki nilai error terbesar untuk tegangan yaitu 0,021% pada kasus 7A dan untuk losses yaitu 0,6943% pada kasus 3A
4. Dengan total kapasitas DG yang sama dan pembagian kapasitas yang sama pada tiap DG, jumlah efektif pemasangan DG pada sistem berjumlah 3-4 DG.
5. Penambahan jumlah DG yang semakin banyak kurang efisien sebagai solusi perbaikan nilai rugi daya karena terlihat pada kasus nilai DG yang semakin banyak tidak membuat nilai rugi daya semakin turun, sebaliknya nilai rugi daya justru naik.
6. Metode K-means clustering dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan lokasi pemasangan DG [1].

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Jesuli tahun 2021 dengan judul “Pengaruh Pembangkit Tersebar Terhadap Tegangan Dan Rugi-Rugi Daya Sistem Distribusi Tenaga Listrik”[2]. Pada penelitian tersebut didapat hasil pengaruh pembangkit tersebar terhadap tagangan dan rugi-rugi daya sistem distribusi tenaga listrik adalah sebagai berikut :

1. Instalasi DG pada sistem distribusi akan memperbaiki profil tegangan sistem, membaiknya profil tegangan ini dikarenakan dengan adanya DG, jatuh tegangan pada saluran-saluran distribusi dapat dikurangi.
2. Pemasangan DG juga akan mereduksi rugi-rugi daya pada saluran distribusi. Lebih lanjut, dengan adanya DG, suplai daya dari substasiun yang biasanya berasal dari sumber energi tak terbarukan, dapat dikurangi karena sebagian beban dicatu oleh DG.
3. Lokasi penempatan DG diujung saluran pada sistem 12 bus lebih baik daripada ditengah saluran dalam memperbaiki profil tegangan serta mengurangi rugi-rugi daya system [2].

Penelitian yang dilakukan Eka Fitrianto tahun 2016 dengan judul “Efek Pengintegrasian Pembangkit Listrik Tersebar pada Jaringan Distribusi Radial terhadap Perosotan Tegangan”[3]. Penelitian ini dilakukan dengan jaringan distribusi terdiri dari 1 bus sumber dan 6 bus beban dengan total panjang saluran mencapai 112 km. Dengan mengintegrasikan 5 unit pembangkit tersebar yang diletakkan pada 4 lokasi bus (titik beban), yaitu: pada bus ke-3 sebanyak 2 unit dan bus 2, 4 dan 5 masing-masing 1 unit. Hasil pada kajian ini dari pengintegrasian 5 unit DG dapat memperkecil nilai maksimum perosotan tegangan jaringan distribusi dari 24.085% menjadi 6,345% [3].

Penelitian yang dilakukan Saddam Rijal Kasmi tahun 2015 dengan judul “Simulasi Pemanfaatan *Distributed Generation* (DG) pada Jaringan Distribusi 20 kV dengan Etap 7.0.0 di P.T PLN (persero) Ranting Kutacane”[4]. Pada penelitian ini Saddam R.K. menyelidiki penyebab terjadinya jatuh tegangan pada saluran jaringan distribusi 20 kV serta memperbaiki jatuh tegangan dengan menginjeksikan pembangkit tersebar. Hasil dari penelitiannya adalah penyebab terjadinya jatuh tegangan pada jaringan distribusi 20 kV adalah panjangnya saluran serta impedansi

saluran, perbaikan tegangan pada jaringan distribusi 20 kV setelah simulasi dengan DG di feeder kota sebesar 19,646 kV yang sebelum penginjeksian DG tegangannya sebesar 19,586 kV dengan demikian perbaikannya sebesar 0,65% [4].

Dari penelitian yang telah dilakukan maka penelitian yang akan dilakukan memiliki perbedaan pada sistem yang digunakan, serta perhitungan yang akan dilakukan yaitu menghitung besarnya tegangan serta rugi-rugi daya pada sistem radial 101 bus.

## **2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik**

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan subsistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan atau mendistribusikan energi listrik dari sumber energi listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Jadi sistem distribusi ini merupakan subsistem yang berhubungan langsung dengan pelanggan karena catu daya pada pusat-pusat beban secara langsung dilayani oleh sistem distribusi ini. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 154 kV, 220 kV atau 500kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Sistem distribusi tenaga listrik dapat dibagi menjadi 2 berdasarkan besarnya tegangan yang didistribusikan, yaitu sistem distribusi primer dan sistem distribusi sekunder [5].

### **2.2.1. Sistem Distribusi Primer**

Sistem distribusi primer adalah jaringan tegangan menengah yang berfungsi untuk menghubungkan gardu induk sebagai suplai tenaga listrik dengan gardu distribusi. Sistem tegangan menengah yang digunakan di distribusi adalah sebesar 20 kV. Pada sistem distribusi primer saluran yang digunakan untuk menyalurkan energi listrik ke konsumen disebut sebagai penyulang. Umumnya setiap penyulang diberi nama sesuai dengan daerah beban yang dilayani oleh penyulang tersebut. Tujuannya adalah untuk memudahkan dalam mengingat dan menandai jalur-jalur beban yang dilayani oleh penyulang tersebut. Berdasarkan konfigurasi jaringan, maka sistem distribusi primer dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu sistem distribusi radial, loop, dan spindel.



### 2.2.2. Sistem Distribusi Radial

Sistem distribusi tipe radial merupakan sebuah sistem yang hanya terhubung ke satu sumber dan antara titik sumber dan titik bebannya hanya terdapat satu saluran (line), tidak ada alternatif saluran lainnya. Sistem radial pada jaringan distribusi merupakan sistem terbuka, yaitu tenaga listrik yang disalurkan secara terpisah satu sama lainnya. Sistem ini merupakan sistem yang paling sederhana diantara sistem yang lain dan paling murah, sebab sesuai konstruksinya sistem ini menghendaki sedikit sekali penggunaan material listrik, apalagi jika jarak penyaluran antara gardu induk ke konsumen tidak terlalu jauh [5]. Dinamakan radial karena saluran ini ditarik secara radial dari suatu titik yang merupakan sumber dari jaringan itu dan dicabang-cabang ke titik-titik beban yang dilayani. Namun jaringan yang hanya mempunyai satu pasokan tenaga listrik, jika terjadi gangguan akan terjadi “block-out” atau padam pada bagian yang tidak dapat dipasok.

### 2.2.3. Sistem Distribusi Ring/Loop

Sistem distribusi ring/loop pada jaringan distribusi merupakan suatu sistem penyaluran melalui dua atau lebih saluran penyulang atau penyulang yang saling berhubungan membentuk rangkaian berbentuk cincin (*Ring*). Sistem ini secara ekonomis menguntungkan, kerana gangguan pada jaringan terbatas hanya pada saluran yang terganggu saja. Sedangkan pada saluran yang lain masih dapat menyalurkan tenaga listrik dari sumber lain dalam rangkaian yang tidak terganggu. Sehingga kontinuitas pelayanan sumber tenaga listrik dapat terjamin dengan baik. Yang perlu diperhatikan pada sistem ini apabila beban yang dilayani bertambah, maka kapasitas pelayanan untuk sistem rangkaian tertutup ini kondisinya akan lebih jelek. Tetapi jika digunakan titik sumber (Pembangkit Tenaga Listrik) lebih dari satu di dalam sistem jaringan ini maka sistem ini akan banyak dipakai, dan akan menghasilkan kualitas tegangan lebih baik, serta regulasi tegangannya cenderung kecil. Sistem ini cocok untuk digunakan pada daerah beban yang padat dan memerlukan keandalan tinggi.

#### 2.2.4. Sistem Distribusi Spindel

Konfigurasi spindel umumnya dipakai pada saluran kabel bawah tanah. Pada konfigurasi ini dikenal 2 jenis penyulang yaitu penyulang cadangan (*standby atau express feeder*) dan penyulang operasi (*working feeder*). Penyulang cadangan tidak dibebani dan berfungsi sebagai back-up supply jika terjadi gangguan pada penyulang operasi. Untuk konfigurasi 2 penyulang, maka faktor pembebanan hanya 50%. Berdasarkan konsepnya, jumlah penyulang pada 1 spindel adalah 6 penyulang operasi dan 1 penyulang cadangan sehingga faktor pembebanan konfigurasi spindel penuh adalah 85 %. Ujung-ujung penyulang berakhir pada gardu yang disebut Gardu Hubung dengan kondisi penyulang operasi “NO” (*Normally Open*), kecuali penyulang cadangan dengan kondisi “NC” (*Normally Close*). Dalam keadaan normal memang express feeder ini sengaja dioperasikan tanpa beban.

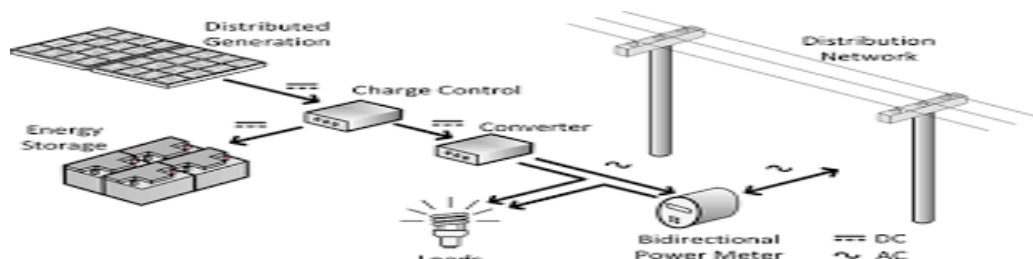
#### 2.2.5. Sistem Distribusi Sekunder

Sistem distribusi sekunder atau sering disebut jaringan distribusi tegangan rendah, merupakan jaringan yang berfungsi sebagai penyalur tenaga listrik dari gardu-gardu pembagi atau gardu distribusi ke pusat-pusat beban (konsumen tenaga listrik). Besarnya standar tegangan untuk jaringan distribusi sekunder ini adalah 127/220 V untuk sistem lama, dan 220/380 V untuk sistem baru, serta 440/550 V untuk keperluan industri. Besarnya tegangan maksimum yang diizinkan adalah +5% dan -10% dari tegangan nominalnya. Penetapan ini sebanding dengan besarnya nilai tegangan jatuh (*drop voltage*) yang telah ditetapkan, bahwa rugi-rugi daya pada suatu jaringan adalah 15 %. Dengan adanya pembatasan tersebut stabilitas penyaluran daya ke pusat-pusat beban tidak terganggu [5].

### 2.3. *Distributed Generation (DG)*

Pesatnya perkembangan teknologi, pada saat ini dikembangkan pembangkit-pembangkit baru yang dihubungkan dengan jaringan distribusi atau disebut dengan *Distributed Generation (DG)*. DG adalah sebuah pembangkit tenaga listrik yang berkapasitas kecil dengan tujuan menyediakan sebuah sumber daya aktif yang terhubung langsung dengan jaringan distribusi atau pada sisi pelanggan dimana teknologi pembangkitan energi listrik dan terhubungnya DG

dengan beban secara signifikan berbeda dengan teknologi yang dimiliki dari pembangkit tenaga listrik terpusat [6].



**Gambar 2.1** Konfigurasi real-time Sistem Distribusi Tenaga Listrik Dengan Distributed Generation.

Ada begitu banyak teknologi dari DG yang mana sumber energi listrik pada DG ialah dengan memanfaatkan energi baru terbarukan (*renewable*). Adapun pembagian jenis DG berdasarkan ukuran pembangkitan dapat dibedakan menjadi 4 yaitu :

- 1) Micro yaitu DG dengan ukuran 1 Watt hingga 5 KW.
- 2) Small yaitu DG dengan ukuran 5 KW hingga 5 MW.
- 3) Medium yaitu DG dengan ukuran 5 MW hingga 50 MW.
- 4) Large yaitu DG dengan ukuran 50 MW hingga 300 MW.

### 2.3.1. Keuntungan *Distributed Generation* (DG)

Dengan diinterkoneksi DG pada sistem jaringan distribusi tenaga listrik yang telah ada, dimana untuk melayani kebutuhan energi listrik, ada beberapa keuntungan pada jaringan distribusi itu sendiri, diantaranya [7]:

1. Meningkatkan ketersediaan dan kehandalan dari energi listrik.
2. Dapat mengurangi beban puncak.
3. Dapat menghemat energi, karena sumber energi utama DG memanfaatkan energi yang terbarukan.
4. Dapat menjadi alternatif untuk kompensasi daya reaktif, karena jika diinterkoneksi pada jaringan yang telah ada dapat mengurangi rugi-rugi daya.
5. Dalam proses pembangkitan energi listrik, DG bersifat ramah lingkungan, karena emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan rendah.

### 2.3.2. Pengaruh Interkoneksi *Distributed Generation* (DG)

Terhubungnya DG pada jaringan distribusi membawa pengaruh terhadap sistem pengoperasian jaringan distribusi. Beberapa pengaruh akibat terhubungnya DG pada jaringan distribusi adalah [8]:

#### 1. Permasalahan Tegangan

Jika kapasitas pembangkitan DG sesuai dengan kebutuhan pada suatu jaringan distribusi maka dapat meningkatkan profil tegangan sehingga pelanggan dapat menerima energi listrik dengan baik. Sebaliknya jika kapasitas pembangkitan DG terlalu besar dan jaringan distribusi dalam keadaan buruk, tegangan yang dihasilkan bisa sangat besar dan dapat merusak peralatan-peralatan listrik

#### 2. Proteksi

Terhubungnya DG pada jaringan distribusi dapat menyebabkan arah arus gangguan berubah. Sehingga dibutuhkan penyesuaian terhadap sistem proteksi yang telah terpasang pada jaringan distribusi. Jika sistem proteksi sudah di sesuaikan dengan arah arus, penanganan gangguan lebih efektif sehingga dapat meningkatkan keandalan sistem distribusi.

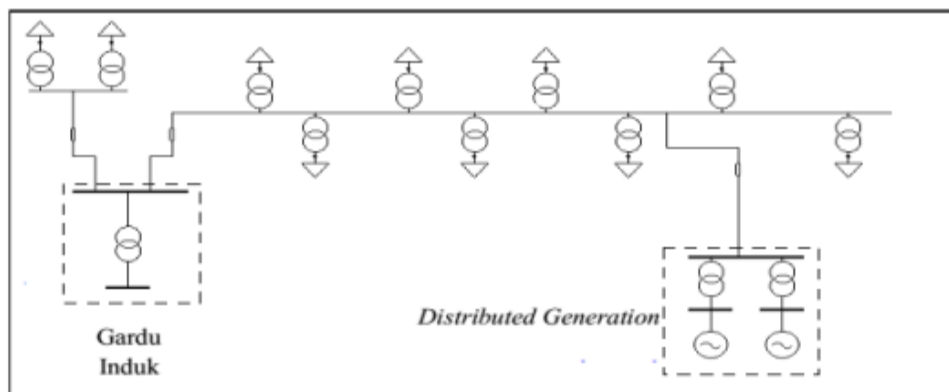
#### 3. Kualitas Daya

Jika kapasitas pembangkitan DG sesuai dengan kebutuhan pada suatu jaringan distribusi maka dapat meningkatkan kualitas daya, akan tetap jika kapasitas pembangkitan DG terlalu besar dan melebihi total beban maka dapat meningkatkan rugi-rugi.

#### 4. Kestabilan

Bertambahnya kapasitas DG yang terhubung pada jaringan distribusi membawa efek yang sangat penting pada kestabilan sistem tenaga listrik. Dimana interkoneksi DG dapat meningkatkan persentase kestabilan pada jaringan distribusi.

Berikut adalah contoh interkoneksi DG pada jaringan distribusi tenaga listrik yang diperlihatkan seperti pada gambar 2.2



**Gambar 2.2** Interkoneksi DG Pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

#### 2.4. Jatuh Tegangan (*Drop Voltage*)

Jatuh tegangan adalah selisih antara tegangan pada ujung kirim (*sending end*) dan tegangan pada ujung penerima (*receiving end*) tenaga listrik. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran volt. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. PT. PLN (Persero) mengatur tegangan standar dalam SPLN No. 72 Tahun 1987 pasal 4 ayat 19 : tentang pengaturan tegangan dan turun tegangan atau bisa dilihat dari Tabel 1. berikut :

**Tabel 2.1** Pengaturan Tegangan dan Turun Tegangan

No.	Lokasi Kejadian	Standar Turun Tegangan
1	SUTM	5% dari tegangan kerja bagi sistem radial
2	SKTM	2% dari tegangan kerja bagi sistem Spindel
3	Trafo Distribusi	3% dari tegangan kerja
4	Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)	4% dari tegangan kerja
5	Sambungan Rumah (SR)	1% dari tegangan nominal

Akibat terjadinya rugi tegangan pada saluran maka tegangan khususnya ditempat yang paling jauh dengan sumber tenaga akan lebih kecil dari tegangan nominal. Adanya tegangan pada sebuah penghantar menyebabkan arus mengalir

melalui penghantar tersebut. Bila situasi ini terjadi pada saluran distribusi yang panjang, hal ini dapat menyebabkan penurunan tegangan, Penurunan tegangan ini akibat usaha yang harus dikeluarkan untuk mengatasi perlawanan terhadap aliran arus dan harus disalurkan dari tegangan sumber agar mendapatkan tegangan yang sebenarnya pada beban [10]. Jatuh tegangan pada suatu saluran dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\Delta V = V_s - V_r$$

Dari persamaan diatas, maka dapat di ketahui nilai jatuh tegangan relatif atau biasa dikenal dengan Voltage Regulation (VR) dengan persamaan:

$$VR = (V_s - V_r)/V_s \times 100\%$$

Dengan :

$V_r$  = Tegangan pada sisi penerima

$V_s$  = Tegangan pada sisi kirim

$\Delta V$  = Jatuh Tegangan

VR = Voltage Regulation

## 2.5. Sistem Per-Unit

Dalam banyak masalah kelistrikan perlu dinyatakan skala atau satuan. Umumnyahal ini dilakukan dalam analisis sistem tenaga dan metode standar yang dipakai adalah sistem per-unit (p.u). Selain mempermudah proses perhitungan, sistem ini juga memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut :

1. Analisis jaringan akan lebih sederhana bila semua impedansi dari rangkaian pengganti yang diberikan dapat secara langsung dijumlahkan tanpa mempersoalkan sistem tegangannya.
2. Dapat memudahkan proses-proses pembagian dan perkalian akar 3 atau ( $\sqrt{3}$ ) yang diperlukan saat sistem 3 $\phi$  seimbang dinyatakan oleh sistem per-fasa. Dengan demikian Faktor  $\sqrt{3}$  dan 3 yang menyatakan besaran untuk  $\square$  dan Y. Dalam system 3 $\phi$  seimbang, secara langsung sudah dicakup oleh besaran dasar.
3. Umumnya impedansi peralatan listrik diberikan dalam % atau p.u oleh pabrik berdasarkan kapasitas identifikasi
4. Karakteristiknya (kinerja) yang berbeda dari banyak peralatan listrik dapat diestimasi dengan suatu perbandingan dan konstanta yang dinyatakan dalam p.u.

5. Konstanta mesin-mesin dapat secara mudah diperoleh sejak parameter-parameter peralatan perlengkapan yang sama masih dalam batas-batas ambang yang relatif dan tentunya dapat dibandingkan jika dinyatakan dalam per-unit berdasarkan kapasitas nominalnya.
6. Pemakaian sistem per-unit banyak mempermudah proses perhitungan dalam analisis sistem tenaga.

Nilai-nilai yang dinyatakan dalam satuan ini memiliki nilai yang sebenarnya dibagi nilai dasar (*base value*). Secara umum persamaan sistem per-unit sebagai berikut:

$$\text{Per unit} = \frac{\text{nilai yang sebenarnya (dalam satuan tertentu)}}{\text{nilai dasar atau nilai acuan (dalam satuan yang sama)}}$$

Sebagai contoh, arus :

$$I_{base} = \frac{MVA_{base}}{\sqrt{3}kV_{base}} \times 1.000 \text{ Amp}$$

$$I_{p.u} = \frac{I_{actual}}{I_{base}} \text{ p.u}$$

Impedansi :

$$Z_{base} = \frac{kV_{base}^2}{MVA_{base}} \text{ Ohm}$$

$$Z_{p.u} = \frac{Z_{actual}}{Z_{base}} \text{ p.u}$$

Dimana :

$MVA_{base}$  : Daya (MVA)

$I_{base}$  : Arus dasar (Ampere)

$I_{p.u}$  : Arus (p.u)

$I_{actual}$  : Arus sebenarnya (Ampere)

$Z_{base}$  : Impedansi dasar (Ohm)

$Z_{p.u}$  : Impedansi (p.u)

$Z_{base}$  : Impedansi sebenarnya (Ohm) Studi Aliran Daya

Studi aliran daya adalah suatu solusi pada jaringan sistem tenaga pada keadaan mantap (*steady state*) yang tunduk kepada batasan ketidaksamaan tertentu

dalam operasi sistem. Batasan-batasan itu dapat berupa bentuk Tegangan ( $V$ ), daya reaktif ( $Q$ ) yang dibangkitkan oleh generator, setting tap transformator pada saat melayani beban, dan sebagainya. Solusi aliran daya memberikan hasil berupa : tegangan bus dan sudut fasanya serta juga injeksi daya pada semua bus demikian juga aliran daya melalui saluran interkoneksi (cabang) antar bus [11].

Sejak tahun 1960 sudah banyak algoritma aliran daya yang berbasis komputasi digital. Seperti metode fast decoupled, newton raphson dan gauss seidel. Tetapi metode – metode tersebut kurang handal dan efektif untuk perhitungan pada sistem distribusi radial. Aliran daya pada sistem distribusi lebih kompleks, adanya perbedaan karakteristik dari jaringan distribusi. Seperti struktur radial, nilai node yang besar dan nilai rasio  $R/X$  yang tinggi. Pada study ini digunakan metode backward forward sweep. metode forward/backward sweep komputasinya efektif disetiap iterasi, serta solusi dan perhitungan numeriknya tepat [3]. Sistem yang digunakan adalah sistem tes IEEE 33 bus radial.

Dalam penyelesaian (perhitungan) sebuah aliran daya, sistem dioperasikan dalam kondisi/keadaan tunak dan keadaan seimbang. Setiap bus pada suatu sistem tenaga listrik terdapat daya aktif  $P$ , daya reaktif  $Q$ , besar tegangan  $|V|$ , dan sudut fasa tegangan  $\delta$ . Jadi ada setiap bus terdapat empat besaran yaitu  $P$ ,  $Q$ ,  $|V|$ , dan  $\delta$ . Di dalam studi aliran daya, dua dari keempat besaran itu diketahui dan dua yang lainnya perlu dicari. Berdasarkan hal tersebut diatas, bus-bus dibedakan menjadi tiga jenis yaitu bus beban, bus generator, dan bus berayun/bus referensi (*slack bus*).

#### 1. Bus beban (Bus P-Q)

Bus beban adalah bus yang tidak memiliki unsur pembangkitan tenaga listrik/generator dan yang terhubung secara langsung ke beban. Bus beban sering disebut dengan bus P-Q, karena pada bus beban yang dapat diatur adalah kapasitas daya yang terpasang. Pada bus ini, selisih daya yang dibangkitkan oleh generator dengan daya yang diserap oleh beban diketahui nilainya. Besar nilai  $P$  pada bus ini merupakan daya aktif terpasang yang diukur dalam satuan Watt ( $W$ ), sedangkan besar nilai  $Q$  merupakan daya reaktif terpasang yang diukur dalam Volt Ampere Reaktif (VAR). Pada bus ini, nilai  $P$  dan  $Q$  diketahui besarnya, sementara  $|V|$  dan  $\delta$  harus dicari (dihitung) berapa nilainya.



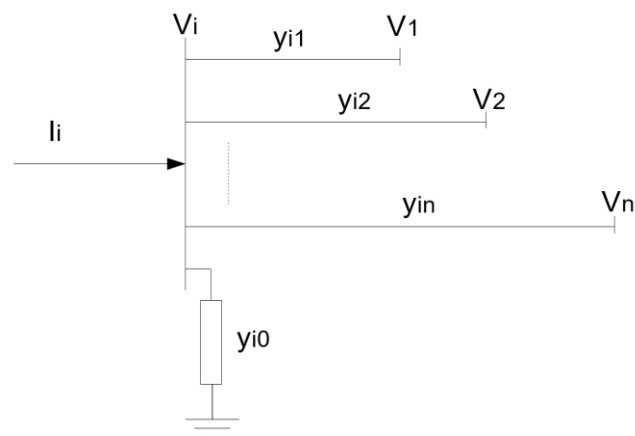
## 2. Bus generator (Bus P- $|V|$ )

Bus generator atau biasa disebut bus voltage controlled merupakan bus yang terhubung dengan generator yang dapat dikontrol daya aktif (P) dan tegangan ( $|V|$ ) yang biasanya dijaga konstan. Pengaturan daya aktif pada bus ini diatur dengan mengontrol penggerak mula (prime mover), sedangkan pengaturan tegangan pada bus ini diatur dengan mengontrol arus eksitasi pada generator. Oleh karena daya aktif (P) dan tegangan ( $|V|$ ) dapat dikontrol maka bus ini sering disebut sebagai bus P- $|V|$ . Pada bus ini, nilai P dan  $|V|$  diketahui besarnya, sementara Q dan  $\delta$  harus dicari (dihitung) berapa nilainya.

## 3. Bus referensi (Slack bus)

Bus referensi (slack bus) adalah sebuah bus generator yang dianggap sebagai bus utama karena merupakan bus yang memiliki kapasitas daya yang paling besar. Oleh karena daya yang dapat disalurkan oleh bus ini besar, maka pada bus ini hanya nilai tegangan  $|V|$  dan sudut fasa  $\delta$  yang bisa diatur, sedangkan besar daya aktif P dan daya reaktif Q akan dicari dalam perhitungan.

Dengan mempertimbangkan jenis bus dari jaringan sistem tenaga seperti pada Gambar 1, saluran transmisi dapat digambarkan dengan model  $\pi$  ekuivalen dengan impedansi telah diubah menjadi admitansi per unit pada base MVA [11].



**Gambar 2.3** Model bus sistem tenaga listrik

Arus pada bus  $i$  merupakan perkalian antara admitansi  $Y$  dengan tegangan  $V$ , dan dalam bentuk persamaan dapat dituliskan:

$$I_i = V_i \sum_{j=0} y_{ij} - \sum_{j=0} y_{ij} V_j \neq I$$

Atau ditulis dengan :

$$I_i = y_{i0} + y_{i1}(V_i - V_1) + y_{i2}(V_i - V_2) + \dots + y_{in}(V_i - V_n)$$

$$I_i = (y_{i0} + y_{i1} + \dots + y_{in})V_i - y_{i1}V_1 - y_{i2}V_2 - \dots - y_{in}V_n$$

Daya aktif pada bus-I adalah :

$$P_i + jQi = V_i I_i^*$$

Atau

$$I_i = \frac{P_i - jQi}{V_i^*}$$

Substitusikan persamaan diatas:

$$\frac{P_i - jQi}{V_i^*} = V_i \sum_{j=0}^n y_{ij} - \sum_{j=1}^n y_{ij} V_j \quad j \neq i$$

Berdasarkan hubungan yang diberikan dalam persamaan diatas, perhitungan masalah aliran daya dalam sistem tenaga harus diselesaikan dengan teknik iterasi.

## 2.6. Solusi Aliran Daya dengan Metoda Backward forward sweep method

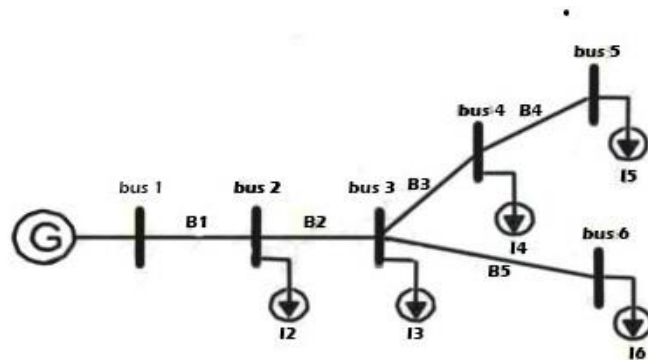
Dari sekian banyak metode, backward and forward sweep adalah metode yang efisien [4]. Pada backward sweep, dimulai dari titik ujung terjauh dari jaringan, arus beban pada titik beban. Oleh karena itu, arus yang mengalir pada saluran dihitung menurut asumsi atau hasil kalkulasi dari tegangan pada iterasi sebelumnya. Setelah menghitung arus yang mengalir pada saluran, pada forward sweep, dimulai dari titik sumber, tegangan dari masing-masing titik bus diperbarui. Setelah forward sweep, kompensasi arus injeksi dihitung. Lalu kriteria konvergensi diuji. Ada berbagai macam kriteria konvergensi yang disesuaikan dengan titik tegangan, beban atau arus saluran, dan masukan daya ke jaringan. Berdasarkan penjelasan di atas, dikembangkan metode aliran daya distribusi untuk jaringan dengan jumlah sumber yang banyak.

### 2.6.1. Backward Sweep

Langkah pertama yang dilakukan adalah *backward sweep*, yaitu menghitung besar arus yang mengalir pada saluran di awali pembentukan matrik BIBC (Bus Injection to Branch Current). Besar arus saluran dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$I_k = \left( \frac{P_k + jQ_k}{V_k} \right)$$

Dimana  $I_k, P_k, jQ_k, V_k$  adalah nilai arus, daya aktif, daya reaktif dan tegangan pada bus  $k$ .



**Gambar 2. 4** Contoh *single line diagram*

### 2.6.2. Forward Sweep

Langkah kedua adalah forward sweep untuk menghitung nilai drop tegangan pada setiap bus yang di awali dengan pembentukan matrik BCBV (*Branch Current to Branch Voltage*). Hubungan antara percabangan arus dan tegangan bus dapat ditentukan berdasarkan hukum Khirchoff untuk tegangan. Sebagai contoh, untuk hubungan antara percabangan arus dan tegangan bus pada Gambar 1 dapat dibentuk persamaan:

$$V_2 = V_1 - B_1 \cdot Z_{12}$$

$$V_3 = V_2 - B_2 \cdot Z_{23}$$

$$V_4 = V_3 - B_3 \cdot Z_{34}$$

$$V_5 = V_4 - B_4 \cdot Z_{45}$$

$$V_6 = V_3 - B_5 \cdot Z_{26}$$

Dengan mensubstitusikan persamaan diatas, dapat diperoleh persamaan di bawah ini :

$$V_2 = V_1 - B_1 \cdot Z_{12}$$

$$V_3 = V_1 - B_1 \cdot Z_{12} - B_2 \cdot Z_{23}$$

$$V_4 = V_1 - B_1 \cdot Z_{12} - B_2 \cdot Z_{23} - B_3 \cdot Z_{34}$$

$$V_5 = V_1 - B_1 \cdot Z_{12} - B_2 \cdot Z_{23} - B_3 \cdot Z_{34} - B_4 \cdot Z_{45}$$

$$V_6 = V_1 - B_1 \cdot Z_{12} - B_2 \cdot Z_{23} - B_5 \cdot Z_{26}$$

Maka drop tegangan dapat dihitung menjadi sebagai berikut :

$$V_1 - V_2 = B_1 \cdot Z_{12}$$

$$V_1 - V_3 = B_1 \cdot Z_{12} - B_2 \cdot Z_{23}$$

$$V_1 - V_4 = B_1 \cdot Z_{12} - B_2 \cdot Z_{23} - B_3 \cdot Z_{34}$$

$$V_1 - V_5 = B_1 \cdot Z_{12} - B_2 \cdot Z_{23} - B_3 \cdot Z_{34} - B_4 \cdot Z_{45}$$

$$V_1 - V_6 = B_1 \cdot Z_{12} - B_2 \cdot Z_{23} - B_3 \cdot Z_{34} - B_4 \cdot Z_{45} - B_5 \cdot Z_{26}$$

Persamaan di atas dapat dibentuk dan diselesaikan menggunakan suatu bentuk matrik dengan komponen matrik BCBV (Branch Current to Branch Voltage).

$$\begin{bmatrix} V_1 & V_2 \\ V_1 & V_3 \\ V_1 & V_4 \\ V_1 & V_5 \\ V_1 & V_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & 0 & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & Z_{34} & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & Z_{34} & Z_{45} & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & 0 & 0 & Z_{36} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_1 \\ B_1 \\ B_1 \\ B_1 \\ B_1 \end{bmatrix}$$

Sehingga, untuk mendapatkan nilai  $\Delta V$  didapatkan persamaan akhir sebagai berikut :

$$[\Delta V] = [BCBV][BIBC][I]$$

$$[\Delta V] = [DLF][I]$$

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Sambas yang berlokasi di Kabupaten Sambas. Pelayanan tenaga listrik untuk *Feeder* Sejangkung secara administratif berada di bawah wewenang PLN Area Singkawang dan Area Pontianak, untuk sumber penyalurannya berasal dari GI Sambas.

#### **3.2. Alat dan Bahan Penelitian**

Peralatan yang digunakan untuk penelitian dan pengerjaan tugas akhir ini antara lain :

1. Laptop.
2. *Flashdisk* sebagai media untuk penyimpanan.
3. Perangkat lunak MATLAB R2022b.

Bahan atau data yang di perlukan antara lain

1. Single line diagram penyulang.
2. Data pembangkit (generator), yaitu kapasitas daya aktif (P) dalam satuan Kilowatt (kW) dan reaktif (Q) dalam satuan Kilovolt Ampere (MVAR) , tegangan terminal (V) dalam satuan Kilovolt (KV) dan reaktansi sinkron (X) dalam satuan Ohm ( $\Omega$ ).
3. Data Transformator Daya, yaitu kapasitas tiap trafo dalam satuan Kilovolt Ampere (MVA), tegangan (V) dalam satuan Kilovolt (KV) dan reaktansi bocor (X) dalam satuan Ohm ( $\Omega$ ).
4. Data beban, yaitu daya aktif (P) dalam Kilowatt (kW) dan daya reaktif (Q) dalam satuan Megavolt Ampere ( kVAR).
5. Data saluran tegangan menengah berupa jenis kabel yang digunakan, ukuran penampang, nilai resistansi dan reaktansi kabel serta panjang jarak kabel antar bus.

### 3.3. Metode Penelitian

Tahapan-tahapan atau metode yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Studi Literatur, Studi literatur yaitu kajian penulis atas referensi-referensi yang ada baik berupa buku, karya ilmiah yang berhubungan dengan penulisan ini, yang nantinya dapat digunakan dalam pedoman pembuatan tugas akhir.
2. Observasi Lapangan, Observasi lapangan yaitu melakukan pengamatan dilokasi kerja secara langsung sehingga mengetahui bagaimana situasi maupun kondisi sebenarnya dan pengumpulan data yang dilakukan dengan mencari informasi data dari PT. PLN (Persero) ULP Sambas.
3. Pengolahan Data Proses analisa dan perhitungan dalam mengolah data guna mendapatkan hasil dari besarnya nilai jatuh tegangan pada sistem jaringan tegangan menengah.
4. Bimbingan dan Konsultasi Melakukan konsultasi dalam penyelesaian sebagai sarana untuk memecahkan masalah ataupun kesulitan dalam penulisan tugas akhir ini dengan dosen, teman mahasiswa, dan pihak yang memiliki pemahaman pada bidang yang akan diteliti.

### 3.4. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur pada penelitian ini adalah :

- 1) Tahap Persiapan
  - b. Pengumpulan literasi tentang DG pada jaringan tegangan menengah dan teori lainnya yang mendukung penelitian.  
Pengambilan data yang dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Sambas dimana data yang dibutuhkan dalam penelitian ini ialah adalah data single line diagram, data transformator distribusi, data beban, dan data impedansi saluran pada Penyulang Sejangkung.
- 2) Tahap Pelaksanaan
  - a. Melakukan perhitungan studi aliran daya menggunakan Metode *Backward Forward Sweep Method* dengan bantuan perangkat lunak MATLAB pada kondisi sebelum pemasangan DG.
  - b. Memasukkan 3 skenario pemasangan DG pada setiap penyulang.

- c. Melakukan perhitungan studi aliran daya menggunakan metode *Backward Forward Sweep Method* dengan bantuan perangkat lunak MATLAB pada kondisi setelah pemasangan DG.
- 3) Tahap Pengolahan Hasil Perhitungan Analisis
- a. Melakukan analisa terhadap pemasangan DG berdasarkan hasil simulasi aliran daya yang telah diperoleh.
  - b. Mendeskripsikan hasil simulasi aliran daya yang diperoleh melalui grafik profil tegangan.
  - c. Menyusun laporan penelitian.

### **3.5. Data Penelitian**

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data diambil dari bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021. Data-data yang diambil diantaranya:

#### **3.5.1. Data kelistrikan ULP Sambas**

Sistem kelistrikan di Kabupaten Sambas berasal dari GI area Singkawang dengan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV yang diterima oleh GI Sambas dan disalurkan ke beberapa penyulang yang ada di Sambas. Penyulang Sambas terdiri dari 8 penyulang, diantaranya ialah penyulang Tebas (TBS), penyulang Sebedang (SBD), penyulang Kota Sambas (KSB), penyulang Subah (SBH), penyulang Sei Baru (SBR), penyulang Sekura (SKR), penyulang Kartiasa (KRS) dan penyulang Sejangkung. Dari 8 penyulang tersebut hanya 6 penyulang yang dikelola oleh ULP Sambas, sedangkan 2 penyulang lain di dikelola oleh ULP Sekura dan ULP Sei Baru. penyulang Sejangkung merupakan penyulang dengan jaringan tegangan menengah terpanjang yang ada di Kabupaten Sambas dengan panjang jaringan 159,35 KMS. Saat ini penyulang Sejangkung memiliki 101 GD dengan keunikan trafo yang digunakan masih ada yang menggunakan kapasitas trafo sebesar 16 kVA. Berikut ini gambar lokasi pengambilan data dan gambar SLD jaringan distribusi di Kabupaten Sambas.

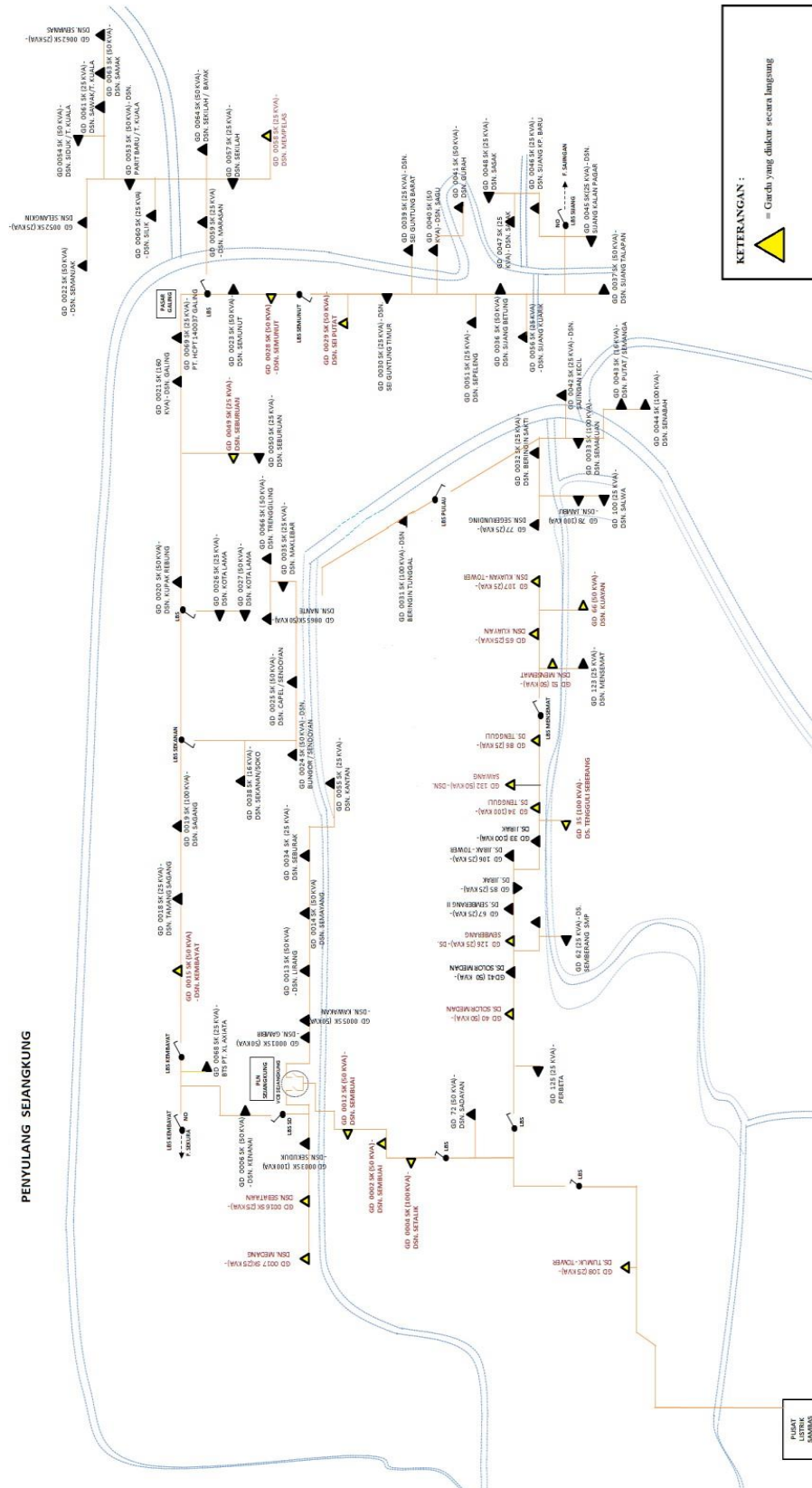


**Gambar 3. 1** PT. PLN (Persero) ULP Sambas



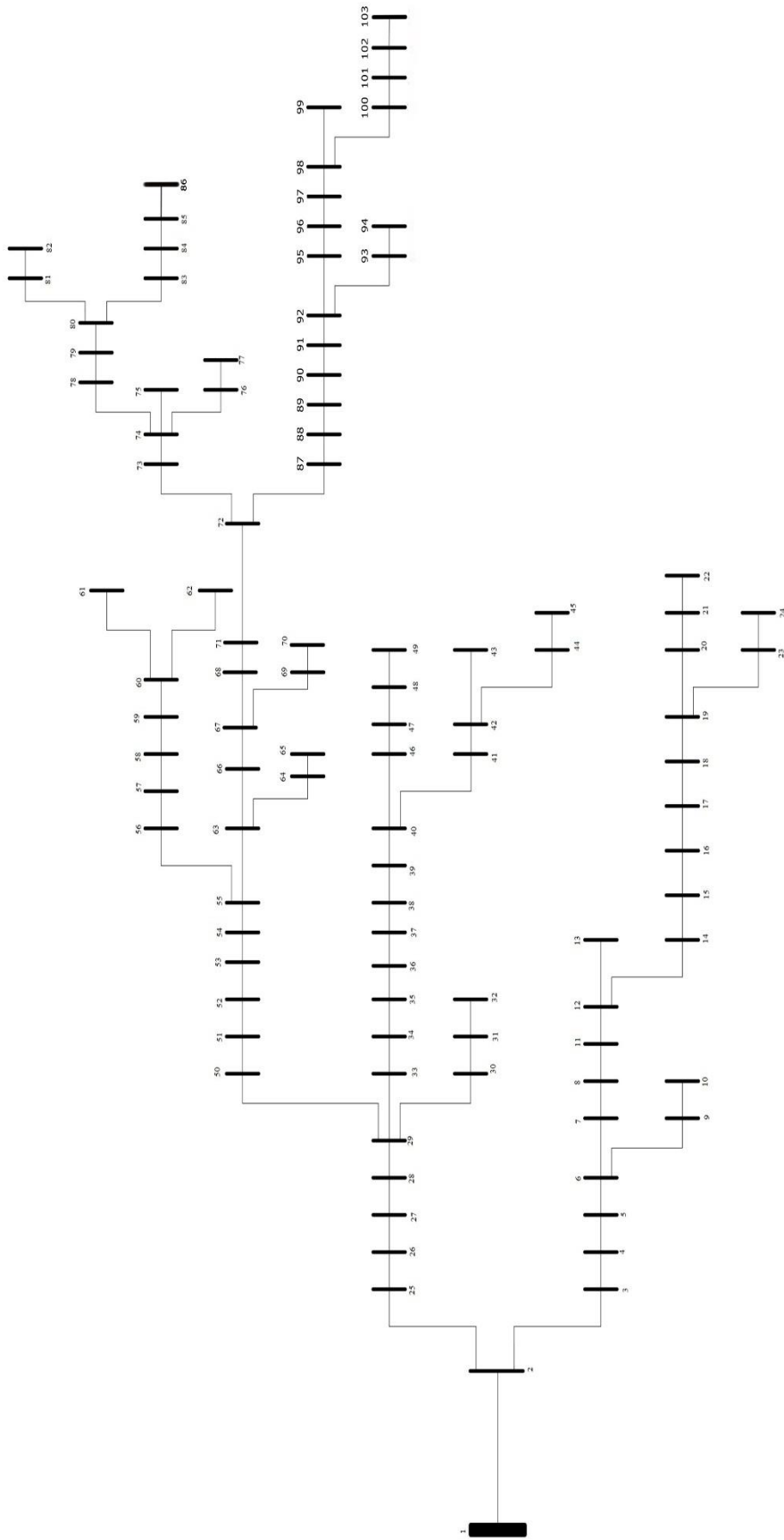


### 3.5.2. Diagram Satu Garis Penyulang sejangkung



Gambar 3. 3 Diagram Satu Garis Penyulang Sejangkung

Sumber : PT. PLN ( Persero ) ULP Sambas



**Gambar 3. 4** Penyederhanaan Diagram Satu Garis Penyalang Sejjangkung

Sumber : *PT. PLN ( Persero ) ULP Sambas*

### 3.5.5. Data Gardu Distribusi Penyulang Sejangkung

Beban gardu distribusi penyulang Sejangkung merupakan beban yang terdapat pada penyulang Sejangkung. Saat ini penyulang Sejangkung terdapat 89 unit gardu distribusi yang tersebar sepanjang penyulang. Data gardu mencakup kapasitas dan beban aktif dan reaktif gardu distribusi Penyulang Sejangkung ditunjukkan pada tabel 3.1.

- Perhitungan beban (kVA), pada Bus 2 (SB 0108 SK)

$$\text{Kapasitas Trafo} = 25 \text{ kVA}$$

$$\% \text{ Beban Transformator} = 11,44\%$$

$$\begin{aligned} \text{Pembebanan trafo} &= \% \text{ Beban transformator} \times \text{Kapasitas trafo (kVA)} \\ &= 11,44 \% \times 25 = 2,86 \text{ kVA} \end{aligned}$$

- Perhitungan beban (kW) dan (kVAR) pada bus 2 (SB 0108 SK)

Ketentuan ( $\text{Cos } \varphi = 0,95$ ) dan ( $\text{Sin } \varphi = 0,31225$ )

$$\begin{aligned} \text{Load (KW)} &= \text{Beban (kVA)} \times \text{Cos } \varphi \\ &= 2.86 \times 0.95 \\ &= 2.72 \text{ KW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Load (Kvar)} &= \text{Beban (kVA)} \times \text{Sin } \varphi \\ &= 2.86 \times 0.31225 \\ &= 0.89 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas maka dengan perhitungan yang sama dapat disusun pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

**Tabel 3. 1** Data Gardu Distribusi Penyulang Sejangkung.

NO	Nama Gardu	Kapasitas (kVa)	Beban Aktif (P) (kW)	Beban Reaktif (Q) (kVAR)	Beban Semu (S) (kVa)	Pembebananan (%)
1	GI Sambas	0	0	0	0	0
2	SB 0108 SK	25	2.72	0.89	2.86	11.44%
3	SB 0125 SK	25	6.44	2.12	6.77	27.12%
4	SB 0040 SK	50	24.27	7.98	25.55	51.10%
5	SB 0041 Sk	50	32.85	10.8	34.58	69.16%
6	Cabang A	0	0	0	0	0.00%
7	SB 0126 SK	50	25.11	8.25	26.43	52.86%
8	SB 0067 SK	25	16.69	5.49	17.57	70.28%

**Tabel 3. 2** Data Gardu Distribusi Penyulang Sejangkung (Lanjutan).

NO	Nama Gardu	Kapasitas (kVa)	Beban Aktif (P) (kW)	Beban Reaktif (Q) (kVAR)	Beban Semu (S) (kVa)	Pembebanan (%)
9	SB 0062 SK	25	15.02	4.94	15.81	63.24%
10	SB 0062 SK	25	8.19	2.69	8.62	34.48%
11	SB 0085 SK	25	12.14	3.99	12.77	51.08%
12	Cabang B	0	0	0	0	0.00%
13	SB 0106 SK	25	6.11	2.01	6.43	25.72%
14	SB 0033 SK	100	95.4	31.36	100.42	100.42%
15	SB 0035 SK	100	54.08	17.78	56.93	56.93%
16	SB 0034 SK	100	73.58	24.18	77.45	77.45%
17	SB 0132 SK	50	15.66	5.15	16.48	32.96%
18	SB 0086 SK	25	18.05	5.93	19	76.00%
19	Cabang C	0	0	0	0	0.00%
20	SB 0065 SK	25	18.38	6.04	19.35	77.40%
21	SB 0066 SK	100	45.21	14.86	47.59	47.59%
22	SB 0107 SK	25	15.56	5.11	16.37	65.52%
23	SB 0051 SK	25	20.82	6.84	21.92	87.68%
24	SB 0123 SK	25	15.73	5.17	16.55	66.24%
25	SB 0072 SK	50	24.1	7.92	25.37	50.74%
26	SB 0004 SK	100	66.59	21.89	70.09	70.09%
27	SB 0002 SK	50	26.65	8.76	28.05	56.10%
28	SB 0012 SK	50	41.1	13.51	43.26	86.52%
29	Cabang D	0	0	0	0	0.00%
30	SB 0035 SK	100	54.08	17.78	56.93	56.93%
31	SB 0016 SK	50	33.72	11.08	35.49	70.98%
32	SB 0017 SK	25	21.38	7.03	22.51	90.04%
33	SB 0001 SK	50	17.83	5.86	18.76	37.52%
34	SB 0005 SK	50	37.38	12.29	39.35	78.70%
35	SB 0013 SK	50	11.66	3.83	12.27	24.54%
36	SB 0014 SK	50	22.08	7.26	23.24	46.48%
37	SB 0034 SK	100	73.58	24.18	77.45	77.45%
38	SB 0055 SK	50	18.97	6.24	19.97	39.94%
39	SB 0031 SK	100	53.95	17.73	56.79	56.79%
40	Cabang E	0	0	0	0	0.00%
41	SB 0032 SK	50	15.66	5.15	16.48	32.96%
42	Cabang F	0	0	0	0	0.00%
43	SB 0077 SK	50	17.6	5.78	18.53	37.06%
44	SB 0078 SK	100	52.63	17.3	55.4	55.40%
45	SB 0100 SK	25	13.51	4.44	14.22	56.88%
46	SB 0042 SK	100	62.22	20.45	65.49	65.49%
47	SB 0033 SK	100	95.4	31.36	100.42	100.42%

**Tabel 3. 3** Data Gardu Distribusi Penyulang Sejangkung (Lanjutan).

NO	Nama Gardu	Kapasitas (kVa)	Beban Aktif (P) (kW)	Beban Reaktif (Q) (kVAR)	Beban Semu (S) (kVa)	Pembebanan (%)
48	SB 0043 SK	16	0	0	0	0.00%
49	SB 0044 SK	100	52.16	17.14	54.91	54.91%
50	SB 0006 SK	50	39.16	12.87	41.22	82.44%
51	SB 0068 SK	25	1.48	0.49	1.56	6.24%
52	SB 0015 SK	50	33.72	11.08	35.49	70.98%
53	SB 0018 SK	25	20.55	6.75	21.63	86.52%
54	SB 0019 SK	100	60.69	19.95	63.88	63.88%
55	Cabang G	0	0	0	0	0.00%
56	SB 0038 SK	16	3.67	1.21	3.86	24.13%
57	SB 0024 SK	50	42.37	13.93	44.6	89.21%
58	SB 0025 SK	50	22.24	7.31	23.41	46.82%
59	SB 0035 SK	100	54.08	17.78	56.93	56.93%
60	Cabang H	0	0	0	0	0.00%
61	SB 0066 SK	100	45.21	14.86	47.59	47.59%
62	SB 0065 SK	50	16.39	5.39	17.25	34.50%
63	Cabang I	0	0	0	0	0.00%
64	SB 0026 SK	25	14.5	4.77	15.26	61.04%
65	SB 0027 SK	50	34.63	11.38	36.45	72.90%
66	SB 0020 SK	50	41.42	13.61	43.6	87.20%
67	Cabang J	0	0	0	0	0.00%
68	SB 0021 SK	160	108.4	35.63	114.11	71.32%
69	SB 0049 SK	25	13.42	4.41	14.13	56.52%
70	SB 0050 SK	25	16.05	5.28	16.89	67.56%
71	SB 0069 SK	25	3.23	1.06	3.4	13.60%
72	Cabang K	0	0	0	0	0.00%
73	SB 0059 SK	25	6.41	2.11	6.75	27.00%
74	Cabang L	0	0	0	0	0.00%
75	SB 0064 SK	50	8.73	2.87	9.19	18.38%
76	SB 0057 SK	25	14.35	4.72	15.11	60.44%
77	SB 0058 SK	25	9.83	3.23	10.35	41.40%
78	SB 0060 SK	25	10.17	3.34	10.71	42.84%
79	SB 0053 SK	50	40.19	13.21	42.31	84.62%
80	Cabang M	0	0	0	0	0.00%
81	SB 0052 SK	25	17.72	5.82	18.65	74.60%
82	SB 0022 SK	25	22.28	7.32	23.45	93.80%
83	SB 0054 SK	50	48.24	15.86	50.78	101.56%
84	SB 0061 SK	25	8.19	2.69	8.62	34.48%
85	SB 0063 SK	50	9.32	3.06	9.81	19.62%
86	SB 0062 SK	25	8.19	2.69	8.62	34.48%

**Tabel 3. 4** Data Gardu Distribusi Penyulang Sejangkung (Lanjutan).

NO	Nama Gardu	Kapasitas (kVa)	Beban Aktif (P) (kW)	Beban Reaktif (Q) (kVAR)	Beban Semu (S) (kVa)	Pembebanan (%)
87	SB 0023 SK	50	30.85	10.14	32.47	64.94%
88	SB 0028 SK	50	35.17	11.56	37.02	74.04%
89	SB 0029 SK	50	25.76	8.47	27.12	54.24%
90	SB 0038 SK	16	3.67	1.21	3.86	24.13%
91	SB 0039 SK	50	25.05	8.23	26.37	52.74%
92	Cabang N	0	0	0	0	0.00%
93	SB 0040 SK	50	24.27	7.98	25.55	51.10%
94	SB 0041 SK	50	32.73	10.76	34.45	68.90%
95	SB 0051 SK	25	20.82	6.84	21.92	87.68%
96	SB 0036 SK	50	32.17	10.57	33.86	67.72%
97	SB 0056 SK	50	24.99	8.21	26.31	52.62%
98	Cabang O	0	0	0	0	0.00%
99	SB 0037 SK	50	40.87	13.43	43.02	86.04%
100	SB 0045 SK	25	20.33	6.68	21.4	85.60%
101	SB 0046 SK	25	2.57	0.84	2.71	10.84%
102	SB 0047 SK	25	11.38	3.74	11.98	47.92%
103	SB 0048 SK	25	13.05	4.29	13.74	54.96%
	Total	4283	2452.77	806.19	2581.82	

Sumber : Data PLN Sambas Penyulang Sejangkung

Berdasarkan data presentase dan pembebanan yang di tunjukan pada table 3.1 Terdapat beberapa trafo daya dengan pembebanan melebihi batas maksimum yang diizinkan oleh PT. PLN yaitu 80% dari kapasitas trafo, terdapat pada tabel yang di warnai yaitu pada bus, 14, 23, 28, 32, 47, 50, 53, 57, 66, 79, 82, 83, 95, 99, dan bus 100.

Total Beban Aktif sebesar 2452.77, Total Beban Reaktif sebesar 806.19.

#### 3.5.4. Data Saluran Penyulang Sejangkung

Saluran yang menghubungkan sumber dan antar gardu distribusi pada penyulang Sejangkungz menggunakan jenis penghantar AAAC 150 mm<sup>2</sup> dengan nilai resistansi sebesar 0,2616 Ohm/Km dan nilai reaktansi sebesar 0,3340 Ohm/Km. Data saluran mencakup jenis dan ukuran penghantar yang digunakan serta jarak antar gardu distribusi ditunjukkan pada tabel 3.2.

**Tabel 3. 5** Data Saluran Penyulang Sejangkung

NO	Gardu		Jarak (Km)	Jenis Penghantar	Resistansi (Ohm/Km)	Reaktansi (Ohm/Km)
	Dari	Ke				
1	GI Sambas	SB 0108 SK	1.250	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
2	SB 0108 SK	SB 0125 SK	1.185	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
3	SB 0125 SK	SB 0040 SK	1.648	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
4	SB 0040 SK	SB 0041 SK	0.798	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
5	SB 0041 Sk	Cabang A	1.035	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
6	Cabang A	SB 0062 SK	1.432	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
7	SB 0062 SK	SB 0062 SK	2.795	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
8	Cabang A	SB 0126 SK	0.306	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
9	SB 0126 SK	SB 0067 SK	1.245	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
10	SB 0067 SK	SB 0085 SK	1.445	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
11	SB 0085 SK	Cabang B	0.764	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
12	Cabang B	SB 0106 SK	0.824	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
13	Cabang B	SB 0033 SK	2.103	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
14	SB 0033 SK	SB 0035 SK	1.321	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
15	SB 0035 SK	SB 0034 SK	1.327	AAAC 150 mm <sup>3</sup>	0.2162	0.3305
16	SB 0034 SK	SB 0132 SK	1.156	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
17	SB 0132 SK	SB 0086 SK	1.067	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
18	SB 0086 SK	Cabang C	2.138	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
19	Cabang C	SB 0051 SK	1.328	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
20	SB 0051 SK	SB 0123 SK	2.376	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
21	Cabang C	SB 0065 SK	0.321	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
22	SB 0065 SK	SB 0066 SK	1.793	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
23	SB 0066 SK	SB 0107 SK	3.175	AAAC 150 mm <sup>3</sup>	0.2162	0.3305
24	SB 0108 SK	SB 0072 SK	2.224	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
25	SB 0072 SK	SB 0004 SK	1.076	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
26	SB 0004 SK	SB 0002 SK	2.851	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
27	SB 0002 SK	SB 0012 SK	0.334	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
28	SB 0012 SK	Cabang D	1.987	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
29	Cabang D	SB 0035 SK	0.831	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
30	SB 0035 SK	SB 0016 SK	2.496	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
31	SB 0016 SK	SB 0017 SK	1.641	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
32	Cabang D	SB 0001 SK	1.552	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
33	SB 0001 SK	SB 0005 SK	2.311	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
34	SB 0005 SK	SB 0013 SK	2.156	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
35	SB 0013 SK	SB 0014 SK	1.307	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305



**Tabel 3. 6** Data Saluran Penyulang Sejangkung. (Lanjutan)

NO	Gardu		Jarak (Km)	Jenis Penghantar	Resistansi (Ohm/Km)	Reaktansi (Ohm/Km)
	Dari	Ke				
36	SB 0014 SK	SB 0034 SK	0.913	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
37	SB 0034 SK	SB 0055 SK	1.457	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
38	SB 0055 SK	SB 0031 SK	1.523	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
39	SB 0031 SK	Cabang E	0.674	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
40	Cabang E	SB 0032 SK	1.823	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
41	SB 0032 SK	Cabang F	1.832	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
42	Cabang F	SB 0078 SK	2.301	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
43	SB 0078 SK	SB 0100 SK	2.429	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
44	Cabang F	SB 0077 SK	2.301	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
45	Cabang E	SB 0042 SK	0.944	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
46	SB 0042 SK	SB 0033 SK	2.451	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
47	SB 0033 SK	SB 0043 SK	2.795	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
48	SB 0043 SK	SB 0044 SK	2.901	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
49	Cabang D	SB 0006 SK	3.911	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
50	SB 0006 SK	SB 0068 SK	0.125	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
51	SB 0068 SK	SB 0015 SK	1.148	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
52	SB 0015 SK	SB 0018 SK	0.882	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
53	SB 0018 SK	SB 0019 SK	1.501	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
54	SB 0019 SK	Cabang G	0.376	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
55	Cabang G	SB 0038 SK	2.611	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
56	SB 0038 SK	SB 0024 SK	2.001	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
57	SB 0024 SK	SB 0025 SK	0.911	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
58	SB 0025 SK	SB 0035 SK	1.721	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
59	SB 0035 SK	Cabang H	0.534	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
60	Cabang H	SB 0065 SK	1.773	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
61	Cabang H	SB 0066 SK	1.802	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
62	Cabang G	Cabang I	0.139	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
63	Cabang I	SB 0026 SK	1.612	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
64	SB 0026 SK	SB 0027 SK	1.321	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
65	Cabang I	SB 0020 SK	1.705	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
66	SB 0020 SK	Cabang J	1.295	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
67	Cabang J	SB 0049 SK	0.392	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
68	SB 0049 SK	SB 0050 SK	0.663	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
69	Cabang J	SB 0021 SK	1.287	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
70	SB 0021 SK	SB 0069 SK	1.286	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305

**Tabel 3. 7** Data Saluran Penyulang Sejangkung. (Lanjutan)

NO	Gardu		Jarak (Km)	Jenis Penghantar	Resistansi (Ohm/Km)	Reaktansi (Ohm/Km)
	Dari	Ke				
71	SB 0069 SK	Cabang K	0.354	AAAC 150 mm <sup>3</sup>	0.2162	0.3305
72	Cabang K	SB 0059 SK	0.886	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
73	SB 0059 SK	Cabang L	1.763	AAAC 150 mm <sup>3</sup>	0.2162	0.3305
74	Cabang L	SB 0057 SK	2.622	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
75	SB 0057 SK	SB 0058 SK	1.249	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
76	Cabang L	SB 0064 SK	1.921	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
77	Cabang L	SB 0060 SK	1.543	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
78	SB 0060 SK	SB 0053 SK	2.258	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
79	SB 0053 SK	Cabang M	2.447	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
80	Cabang M	SB 0054 SK	1.556	AAAC 150 mm <sup>3</sup>	0.2162	0.3305
81	SB 0054 SK	SB 0061 SK	1.503	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
82	SB 0061 SK	SB 0063 SK	1.195	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
83	SB 0063 SK	SB 0062 SK	1.808	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
84	Cabang M	SB 0052 SK	2.701	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
85	SB 0052 SK	SB 0022 SK	0.822	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
86	Cabang K	SB 0023 SK	1.491	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
87	SB 0023 SK	SB 0028 SK	1.307	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
88	SB 0028 SK	SB 0029 SK	0.913	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
89	SB 0029 SK	SB 0030 SK	1.457	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
90	SB 0030 SK	SB 0039 SK	1.523	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
91	SB 0039 SK	Cabang N	1.823	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
92	Cabang N	SB 0040 SK	1.218	AAAC 150 mm <sup>3</sup>	0.2162	0.3305
93	SB 0040 SK	SB 0041 SK	2.301	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
94	Cabang N	SB 0051 SK	1.773	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
95	SB 0051 SK	SB 0036 SK	2.429	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
96	SB 0036 SK	SB 0056 SK	1.811	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
97	SB 0056 SK	Cabang O	2.024	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
98	Cabang O	SB 0037 SK	2.301	AAAC 150 mm <sup>3</sup>	0.2162	0.3305
99	Cabang O	SB 0045 SK	1.329	AAAC 150 mm <sup>4</sup>	0.2162	0.3305
100	SB 0045 SK	SB 0046 SK	1.654	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
101	SB 0046 SK	SB 0047 SK	2.341	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305
102	SB 0047 SK	SB 0048 SK	1.343	AAAC 150 mm <sup>2</sup>	0.2162	0.3305

Sumber : Data PLN Sambas.

### 3.5.5. Data Impedansi Saluran Penyulang Sejangkung

Berdasarkan diagram satu garis pada Gambar 3.2, hubungan antar bus (gardu distribusi) dan resistansi dan reaktansi masing-masing cabang saluran yang menghubungkan antar bus pada Penyulang Sejangkung PT. PLN (Persero) ULP Sambas dapat ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Bus-bus sumber dan beban pada Penyulang Sejangkung melalui JTM 20 kV. Berdasarkan penyederhanaan diagram satu garis pada Gambar 3.2 dan Tabel 3.2, maka data saluran resistansi dan reaktansi pada Penyulang Sejangkung dapat dihitung sebagai berikut :

- Perhitungan impedansi (ohm) dan Impedansi pada MVA dasar (p.u) pada Bus 1 (SB 0108 SK)

$$\text{Dik : kV Base} = 20 \text{ kV} \quad \text{Jarak bus 1 ke 2} = 1,250 \text{ km}$$

$$\text{MVA Dasar} = 1 \text{ MVA (p.u)} \quad \text{Resistansi} = 0,2162 \text{ (ohm/km)}$$

$$\text{KHA} = 425 \text{ Ampere} \quad \text{Reaktansi} = 0,3305 \text{ (ohm/km)}$$

Maka,

$$Z_{\text{Base}} = \frac{kV^2 \text{Base}}{\text{MVA Dasar}} = \frac{20^2}{1} = 400$$

$$\text{Resistansi bus 2} = \text{Resistansi} \times \text{Jarak} = 0,2162 \times 1,250 = 0,2703 \text{ ohm}$$

$$\text{Resistansi bus 2} = \text{Resistansi} / Z_{\text{Base}} = 0,2703 / 400 = 0,0007 \text{ p.u}$$

$$\text{Reaktansi bus 2} = \text{Reaktansi} \times \text{Jarak} = 0,3305 \times 1,250 = 0,4131 \text{ ohm}$$

$$\text{Reaktansi bus 2} = \text{Reaktansi} / Z_{\text{Base}} = 0,4131 / 400 = 0,0010 \text{ p.u}$$

Dari perhitungan di atas maka data saluran berupa resistansi dan reaktansi antar bus penyulang Kijing dapat disusun pada Tabel 3.3 di bawah ini :

**Tabel 3. 8** Data Impedansi Saluran Penyulang Sejangkung

NO	Bus		Resistansi (Ohm)	Reaktansi (Ohm)	Impedansi pada MVA dasar = 1 MVA (P.U)	
	Dari	Ke			Resistansi	Reaktansi
1	1	2	0.2703	0.4131	0.0007	0.0010
2	2	3	0.2562	0.3916	0.0006	0.0010
3	3	4	0.3563	0.5447	0.0009	0.0014
4	4	5	0.1725	0.2637	0.0004	0.0007
5	5	6	0.2238	0.3421	0.0006	0.0009
6	6	7	0.3096	0.4733	0.0008	0.0012
7	7	8	0.6043	0.9238	0.0015	0.0023

**Tabel 3. 9** Data Impedansi Saluran Penyulang Sejangkung. (Lanjutan)

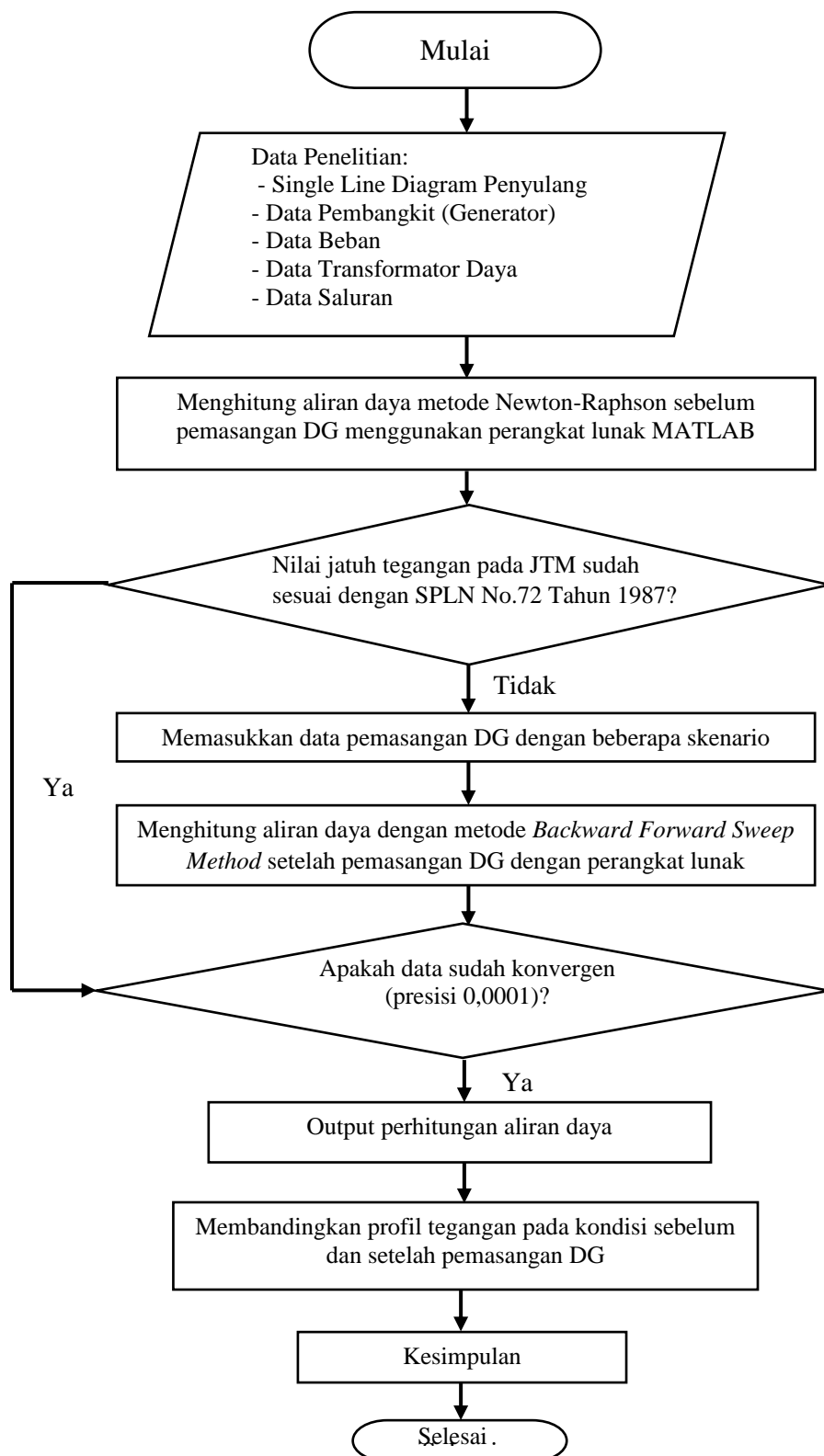
NO	Bus		Resistansi (Ohm)	Reaktansi (Ohm)	Impedansi pada MVA dasar = 1 MVA (P.U)	
	Dari	Ke			Resistansi	Reaktansi
8	8	9	0.0662	0.1011	0.0002	0.0003
9	9	10	0.2692	0.4115	0.0007	0.0010
10	10	11	0.3124	0.4776	0.0008	0.0012
11	11	12	0.1652	0.2525	0.0004	0.0006
12	12	13	0.1782	0.2723	0.0004	0.0007
13	13	14	0.4547	0.6950	0.0011	0.0017
14	14	15	0.2856	0.4366	0.0007	0.0011
15	15	16	0.2869	0.4386	0.0007	0.0011
16	16	17	0.2499	0.3821	0.0006	0.0010
17	17	18	0.2307	0.3526	0.0006	0.0009
18	18	19	0.4622	0.7066	0.0012	0.0018
19	19	20	0.2871	0.4389	0.0007	0.0011
20	20	21	0.5137	0.7853	0.0013	0.0020
21	21	22	0.0694	0.1061	0.0002	0.0003
22	22	23	0.3877	0.5926	0.0010	0.0015
23	23	24	0.6864	1.0493	0.0017	0.0026
24	24	25	0.4808	0.7350	0.0012	0.0018
25	25	26	0.2326	0.3556	0.0006	0.0009
26	26	27	0.6164	0.9423	0.0015	0.0024
27	27	28	0.0722	0.1104	0.0002	0.0003
28	28	29	0.4296	0.6567	0.0011	0.0016
29	29	30	0.1797	0.2747	0.0004	0.0007
30	30	31	0.5396	0.8249	0.0013	0.0021
31	31	32	0.3548	0.5424	0.0009	0.0014
32	32	33	0.3355	0.5129	0.0008	0.0013
33	33	34	0.4996	0.7638	0.0012	0.0019
34	34	35	0.4661	0.7126	0.0012	0.0018
35	35	36	0.2826	0.4320	0.0007	0.0011
36	36	37	0.1974	0.3018	0.0005	0.0008
37	37	38	0.3150	0.4815	0.0008	0.0012
38	38	39	0.3293	0.5034	0.0008	0.0013
39	39	40	0.1457	0.2228	0.0004	0.0006
40	40	41	0.3941	0.6025	0.0010	0.0015
41	41	42	0.3961	0.6055	0.0010	0.0015
42	42	43	0.4975	0.7605	0.0012	0.0019
43	43	44	0.5252	0.8028	0.0013	0.0020
44	44	45	0.4975	0.7605	0.0012	0.0019
45	45	46	0.2041	0.3120	0.0005	0.0008
46	46	47	0.5299	0.8101	0.0013	0.0020

**Tabel 3. 10** Data Impedansi Saluran Penyulang Sejjangkung. (Lanjutan)

NO	Bus		Resistansi (Ohm)	Reaktansi (Ohm)	Impedansi pada MVA dasar = 1 MVA (P.U)	
	Dari	Ke			Resistansi	Reaktansi
47	47	48	0.6043	0.9238	0.0015	0.0023
48	48	49	0.6272	0.9588	0.0016	0.0024
49	49	50	0.8456	1.2926	0.0021	0.0032
50	50	51	0.0270	0.0413	0.0001	0.0001
51	51	52	0.2482	0.3794	0.0006	0.0009
52	52	53	0.1907	0.2915	0.0005	0.0007
53	53	54	0.3245	0.4961	0.0008	0.0012
54	54	55	0.0813	0.1243	0.0002	0.0003
55	55	56	0.5645	0.8629	0.0014	0.0022
56	56	57	0.4326	0.6613	0.0011	0.0017
57	57	58	0.1970	0.3011	0.0005	0.0008
58	58	59	0.3721	0.5688	0.0009	0.0014
59	59	60	0.1155	0.1765	0.0003	0.0004
60	60	61	0.3833	0.5860	0.0010	0.0015
61	61	62	0.3896	0.5956	0.0010	0.0015
62	62	63	0.0301	0.0459	0.0001	0.0001
63	63	64	0.3485	0.5328	0.0009	0.0013
64	64	65	0.2856	0.4366	0.0007	0.0011
65	65	66	0.3686	0.5635	0.0009	0.0014
66	66	67	0.2800	0.4280	0.0007	0.0011
67	67	68	0.0848	0.1296	0.0002	0.0003
68	68	69	0.1433	0.2191	0.0004	0.0005
69	69	70	0.2783	0.4254	0.0007	0.0011
70	70	71	0.2780	0.4250	0.0007	0.0011
71	71	72	0.0765	0.1170	0.0002	0.0003
72	72	73	0.1916	0.2928	0.0005	0.0007
73	73	74	0.3812	0.5827	0.0010	0.0015
74	74	75	0.5669	0.8666	0.0014	0.0022
75	75	76	0.2700	0.4128	0.0007	0.0010
76	76	77	0.4153	0.6349	0.0010	0.0016
77	77	78	0.3336	0.5100	0.0008	0.0013
78	78	79	0.4882	0.7463	0.0012	0.0019
79	79	80	0.5290	0.8087	0.0013	0.0020
80	80	81	0.3364	0.5143	0.0008	0.0013
81	81	82	0.3250	0.4967	0.0008	0.0012
82	82	83	0.2584	0.3950	0.0006	0.0010
83	83	84	0.3909	0.5975	0.0010	0.0015
84	84	85	0.5840	0.8927	0.0015	0.0022
85	85	86	0.1777	0.2717	0.0004	0.0007

**Tabel 3. 11** Data Impedansi Saluran Penyulang Sejjangkung. (Lanjutan)

NO	Bus		Resistansi (Ohm)	Reaktansi (Ohm)	Impedansi pada MVA dasar = 1 MVA (P.U)	
	Dari	Ke			Resistansi	Reaktansi
86	86	87	0.3224	0.4928	0.0008	0.0012
87	87	88	0.2826	0.4320	0.0007	0.0011
88	88	89	0.1974	0.3018	0.0005	0.0008
89	89	90	0.3150	0.4815	0.0008	0.0012
90	90	91	0.3293	0.5034	0.0008	0.0013
91	91	92	0.3941	0.6025	0.0010	0.0015
92	92	93	0.2633	0.4026	0.0007	0.0010
93	93	94	0.4975	0.7605	0.0012	0.0019
94	94	95	0.3833	0.5860	0.0010	0.0015
95	95	96	0.5252	0.8028	0.0013	0.0020
96	96	97	0.3915	0.5985	0.0010	0.0015
97	97	98	0.4376	0.6689	0.0011	0.0017
98	98	99	0.4975	0.7605	0.0012	0.0019
99	99	100	0.2873	0.4392	0.0007	0.0011
100	100	101	0.3576	0.5467	0.0009	0.0014
101	101	102	0.5061	0.7737	0.0013	0.0019
102	102	103	0.2904	0.4439	0.0007	0.0011



**Gambar 3.5** Diagram Alir Penelitian

**BAB IV**  
**HASIL SIMULASI DAN ANALISA**

**4.1.1 Hasil Simulasi Aliran Daya Pada Penyulang Sejjangkung**

Tegangan setiap bus dari hasil *running* program MATLAB, maka perhitungan analisa aliran daya dengan metode *Backward Forward Sweep Method* Penyulang Sejjangkung PT. PLN (Persero) ULP Sambas akan menggunakan 4 skenario yaitu :

1. Tanpa Pemasangan DG.
2. Skenario 1 dilakukan pemasangan DG pada cabang D dengan kapasitas 25% dari total beban aktif (2834.23 kW) dan total beban reaktif (931.54 kVAR), yaitu 708,55 kW dan 232,88 kVAR.
3. Skenario 2 pemasangan DG pada cabang G dengan kapasitas 50% dari total beban aktif (2834.23 kW) dan total beban reaktif (931.54 kVAR), yaitu 1226.385 kW dan 403.09 kVAR.
4. Skenario 3 pemasangan DG pada cabang K dengan kapasitas 60% dari total beban aktif (2834.23 kW) dan total beban reaktif (931.54 kVAR), yaitu 1471.66 kV 483.71 kVAR.

**4.1.1 Simulasi Tanpa DG**

Dengan menggunakan nilai tegangan dasar 20 kV, daya dasar 1 MVA, dan akurasi 0.00001. Tegangan setiap bus dari hasil *running* program Matlab perhitungan analisis aliran daya dengan menggunakan metode *Backward Forward Sweep Method* sebelum dilakukannya pemasangan DG pada Penyulang Sejjangkung ditampilkan ke dalam tabel di bawah ini :

**Tabel 4. 1** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejjangkung Tanpa DG

No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAr]	P_DG [kW]	Jatuh Tegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
1	20	0	0	0	0	0	MEMENUHI
2	19.94	-0.11	2.72	0.89	0	0.304	MEMENUHI
3	19.88	-0.22	6.44	2.12	0	0.591	MEMENUHI
4	19.8	-0.38	24.27	7.98	0	0.989	MEMENUHI
5	19.76	-0.45	32.85	10.8	0	1.18	MEMENUHI
6	19.72	-0.54	0	0	0	1.425	MEMENUHI
7	19.65	-0.67	25.11	8.25	0	1.763	MEMENUHI



**Tabel 4. 2** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Tanpa DG.  
(Lanjutan)

No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAr]	P_DG [kW]	Jatuh Tegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
8	19.52	-0.93	16.69	5.49	0	2.415	MEMENUHI
9	19.5	-0.96	15.02	4.94	0	2.486	MEMENUHI
10	19.45	-1.07	8.19	2.69	0	2.773	MEMENUHI
11	19.38	-1.2	12.14	3.99	0	3.104	MEMENUHI
12	19.34	-1.27	0	0	0	3.278	MEMENUHI
13	19.31	-1.35	6.11	2.01	0	3.466	MEMENUHI
14	19.21	-1.54	95.4	31.36	0	3.943	MEMENUHI
15	19.15	-1.66	54.08	17.78	0	4.231	MEMENUHI
16	19.1	-1.78	73.58	24.18	0	4.515	MEMENUHI
17	19.05	-1.88	15.66	5.15	0	4.754	MEMENUHI
18	19.01	-1.97	18.05	5.93	0	4.973	MEMENUHI
19	18.92	-2.15	0	0	0	5.408	TDK MEMENUHI
20	18.86	-2.26	18.38	6.04	0	5.678	TDK MEMENUHI
21	18.77	-2.46	45.21	14.86	0	6.156	TDK MEMENUHI
22	18.76	-2.49	15.56	5.11	0	6.219	TDK MEMENUHI
23	18.69	-2.64	20.82	6.84	0	6.57	TDK MEMENUHI
24	18.56	-2.9	15.73	5.17	0	7.183	TDK MEMENUHI
25	18.48	-3.09	24.1	7.92	0	7.608	TDK MEMENUHI
26	18.44	-3.18	66.59	21.89	0	7.811	TDK MEMENUHI
27	18.33	-3.41	26.65	8.76	0	8.331	TDK MEMENUHI
28	18.32	-3.44	41.1	13.51	0	8.392	TDK MEMENUHI
29	18.25	-3.59	0	0	0	8.741	TDK MEMENUHI
30	18.22	-3.66	54.08	17.78	0	8.887	TDK MEMENUHI
31	18.14	-3.85	33.72	11.08	0	9.313	TDK MEMENUHI
32	18.08	-3.98	21.38	7.03	0	9.588	TDK MEMENUHI
33	18.03	-4.1	17.83	5.86	0	9.844	TDK MEMENUHI
34	17.96	-4.27	37.38	12.29	0	10.222	TDK MEMENUHI
35	17.89	-4.43	11.66	3.83	0	10.566	TDK MEMENUHI
36	17.85	-4.53	22.08	7.26	0	10.772	TDK MEMENUHI
37	17.82	-4.59	73.58	24.18	0	10.915	TDK MEMENUHI
38	17.77	-4.7	18.97	6.24	0	11.132	TDK MEMENUHI
39	17.73	-4.8	53.95	17.73	0	11.356	TDK MEMENUHI
40	17.71	-4.85	0	0	0	11.452	TDK MEMENUHI
41	17.66	-4.97	15.66	5.15	0	11.711	TDK MEMENUHI
42	17.61	-5.1	0	0	0	11.968	TDK MEMENUHI
43	17.54	-5.25	17.6	5.78	0	12.291	TDK MEMENUHI
44	17.47	-5.42	52.63	17.3	0	12.626	TDK MEMENUHI
45	17.41	-5.57	13.51	4.44	0	12.932	TDK MEMENUHI
46	17.39	-5.63	62.22	20.45	0	13.056	TDK MEMENUHI

**Tabel 4. 3** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Tanpa DG.  
(Lanjutan)

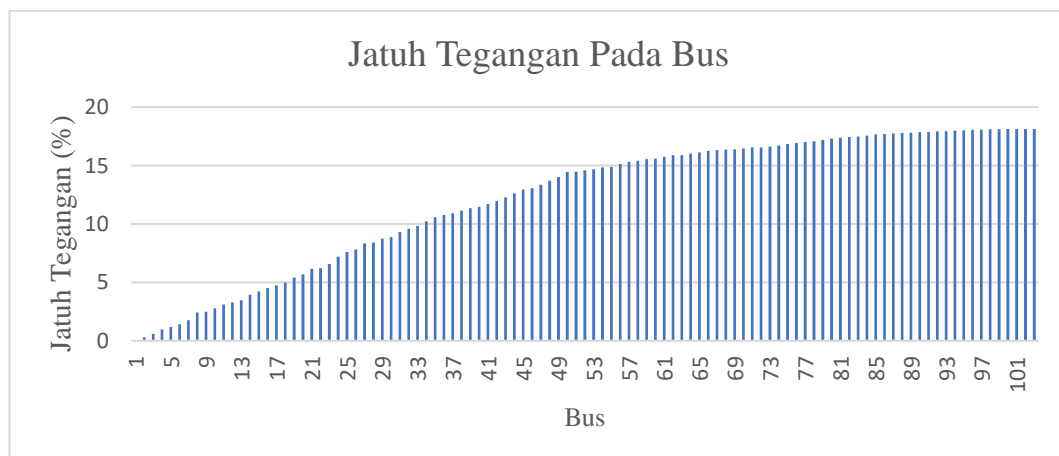
No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAr]	P_DG [kW]	Jatuh Tegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
47	17.33	-5.78	95.4	31.36	0	13.364	TDK MEMENUHI
48	17.26	-5.95	0	0	0	13.689	TDK MEMENUHI
49	17.19	-6.12	52.16	17.14	0	14.026	TDK MEMENUHI
50	17.11	-6.34	39.16	12.87	0	14.46	TDK MEMENUHI
51	17.11	-6.34	1.48	0.49	0	14.473	TDK MEMENUHI
52	17.08	-6.41	33.72	11.08	0	14.596	TDK MEMENUHI
53	17.06	-6.45	20.55	6.75	0	14.687	TDK MEMENUHI
54	17.03	-6.53	60.69	19.95	0	14.839	TDK MEMENUHI
55	17.02	-6.55	0	0	0	14.875	TDK MEMENUHI
56	16.98	-6.68	3.67	1.21	0	15.125	TDK MEMENUHI
57	16.94	-6.78	42.37	13.93	0	15.315	TDK MEMENUHI
58	16.92	-6.82	22.24	7.31	0	15.398	TDK MEMENUHI
59	16.89	-6.9	54.08	17.78	0	15.55	TDK MEMENUHI
60	16.88	-6.93	0	0	0	15.595	TDK MEMENUHI
61	16.85	-7	45.21	14.86	0	15.743	TDK MEMENUHI
62	16.82	-7.08	16.39	5.39	0	15.885	TDK MEMENUHI
63	16.82	-7.08	0	0	0	15.896	TDK MEMENUHI
64	16.8	-7.15	14.5	4.77	0	16.02	TDK MEMENUHI
65	16.78	-7.2	34.63	11.38	0	16.12	TDK MEMENUHI
66	16.75	-7.27	41.42	13.61	0	16.244	TDK MEMENUHI
67	16.73	-7.32	0	0	0	16.332	TDK MEMENUHI
68	16.73	-7.33	108.4	35.63	0	16.359	TDK MEMENUHI
69	16.72	-7.35	13.42	4.41	0	16.397	TDK MEMENUHI
70	16.71	-7.39	16.05	5.28	0	16.47	TDK MEMENUHI
71	16.69	-7.43	3.23	1.06	0	16.54	TDK MEMENUHI
72	16.69	-7.44	0	0	0	16.56	TDK MEMENUHI
73	16.68	-7.46	6.41	2.11	0	16.608	TDK MEMENUHI
74	16.66	-7.52	0	0	0	16.703	TDK MEMENUHI
75	16.63	-7.59	8.73	2.87	0	16.844	TDK MEMENUHI
76	16.62	-7.63	14.35	4.72	0	16.91	TDK MEMENUHI
77	16.6	-7.68	9.83	3.23	0	17.009	TDK MEMENUHI
78	16.58	-7.72	10.17	3.34	0	17.086	TDK MEMENUHI
79	16.56	-7.78	40.19	13.21	0	17.198	TDK MEMENUHI
80	16.54	-7.84	0	0	0	17.309	TDK MEMENUHI
81	16.52	-7.88	17.72	5.82	0	17.38	TDK MEMENUHI
82	16.51	-7.92	22.28	7.32	0	17.445	TDK MEMENUHI
83	16.5	-7.95	48.24	15.86	0	17.495	TDK MEMENUHI
84	16.49	-7.98	8.19	2.69	0	17.561	TDK MEMENUHI
85	16.47	-8.04	9.32	3.06	0	17.658	TDK MEMENUHI

**Tabel 4. 4** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Tanpa DG.  
(Lanjutan)

No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAr]	P_DG [kW]	Jatuh Tegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
86	16.46	-8.05	8.19	2.69	0	17.687	TDK MEMENUHI
87	16.45	-8.08	30.85	10.14	0	17.738	TDK MEMENUHI
88	16.44	-8.1	35.17	11.56	0	17.778	TDK MEMENUHI
89	16.44	-8.12	25.76	8.47	0	17.803	TDK MEMENUHI
90	16.43	-8.14	3.67	1.21	0	17.84	TDK MEMENUHI
91	16.42	-8.16	25.05	8.23	0	17.877	TDK MEMENUHI
92	16.42	-8.18	0	0	0	17.918	TDK MEMENUHI
93	16.41	-8.2	24.27	7.98	0	17.945	TDK MEMENUHI
94	16.4	-8.22	32.73	10.76	0	17.99	TDK MEMENUHI
95	16.4	-8.24	20.82	6.84	0	18.019	TDK MEMENUHI
96	16.39	-8.26	32.17	10.57	0	18.054	TDK MEMENUHI
97	16.39	-8.27	24.99	8.21	0	18.074	TDK MEMENUHI
98	16.38	-8.28	0	0	0	18.092	TDK MEMENUHI
99	16.38	-8.29	40.87	13.43	0	18.112	TDK MEMENUHI
100	16.38	-8.29	20.33	6.68	0	18.119	TDK MEMENUHI
101	16.38	-8.29	2.57	0.84	0	18.123	TDK MEMENUHI
102	16.37	-8.3	11.38	3.74	0	18.129	TDK MEMENUHI
103	16.37	-8.3	13.05	4.29	0	18.13	TDK MEMENUHI

Sumber : Data Olahan (2022)

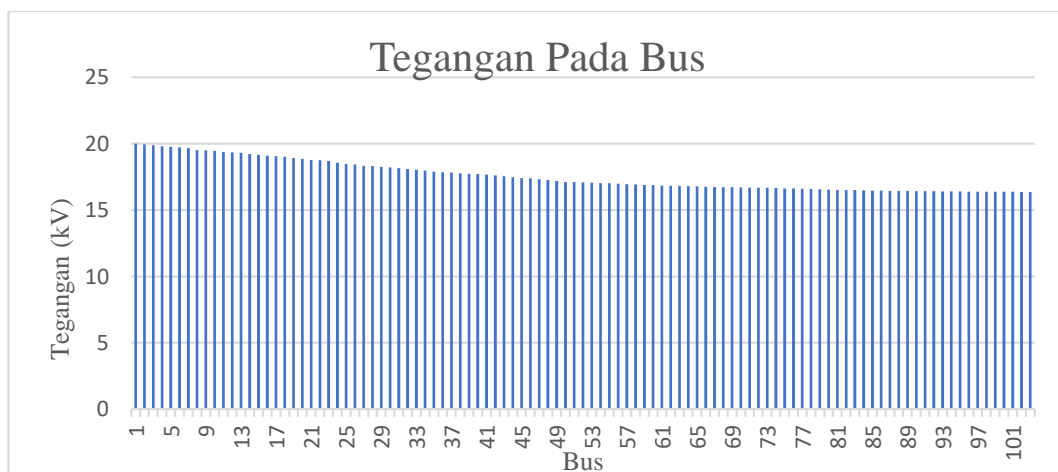
Hasil tampilan grafik tegangan bus dan jatuh tegangan berdasarkan hasil simulasi aliran daya dengan menggunakan metode *Backward Forward Sweep Method* sebelum dilakukannya pemasangan DG pada Penyulang Sejangkung ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



**Gambar 4. 1** Grafik Jatuh Tegangan Penyulang Sejangkung Tanpa DG

Sumber : Hasil Simulasi Aliran Daya (2022)

Berdasarkan gambar grafik di atas, terlihat bahwa jatuh tegangan pada Penyulang Sejangkung terus mengalami peningkatan mulai dari bus 5 yang terletak dekat dari sumber listrik hingga bus 103 yang terletak berada di ujung saluran. Meningkatnya jatuh tegangan pada saluran disebabkan oleh beberapa hal salah satunya yaitu jarak antara sumber listrik ke bus beban. Dimana semakin jauh jarak antara sumber listrik dan bus beban, maka akan semakin panjang pula kabel penghantar yang akan digunakan. Sehingga semakin besar kerugian tegangan atau jatuh tegangan yang terjadi. Pada grafik di atas diketahui bahwa masih terdapat beberapa bus beban yang memiliki nilai jatuh tegangan melebihi standar yang telah ditentukan oleh SPLN No.72 Tahun 1987, dimana nilai jatuh tegangan terbesar terjadi pada bus 103 dengan nilai jatuh tegangan sebesar 18.13 %. Dimana bus 103 memiliki jarak yang terjauh dari sumber listrik dibandingkan dengan bus lainnya seperti yang terlihat pada Gambar 3.4 Adapun hasil grafik tegangan bus ditunjukkan pada gambar di bawah ini



Gambar 4. 2 Grafik Tegangan Pada Bus Penyulang Sejangkung Tanpa DG

Sumber : Hasil Simulasi Aliran Daya (2022)

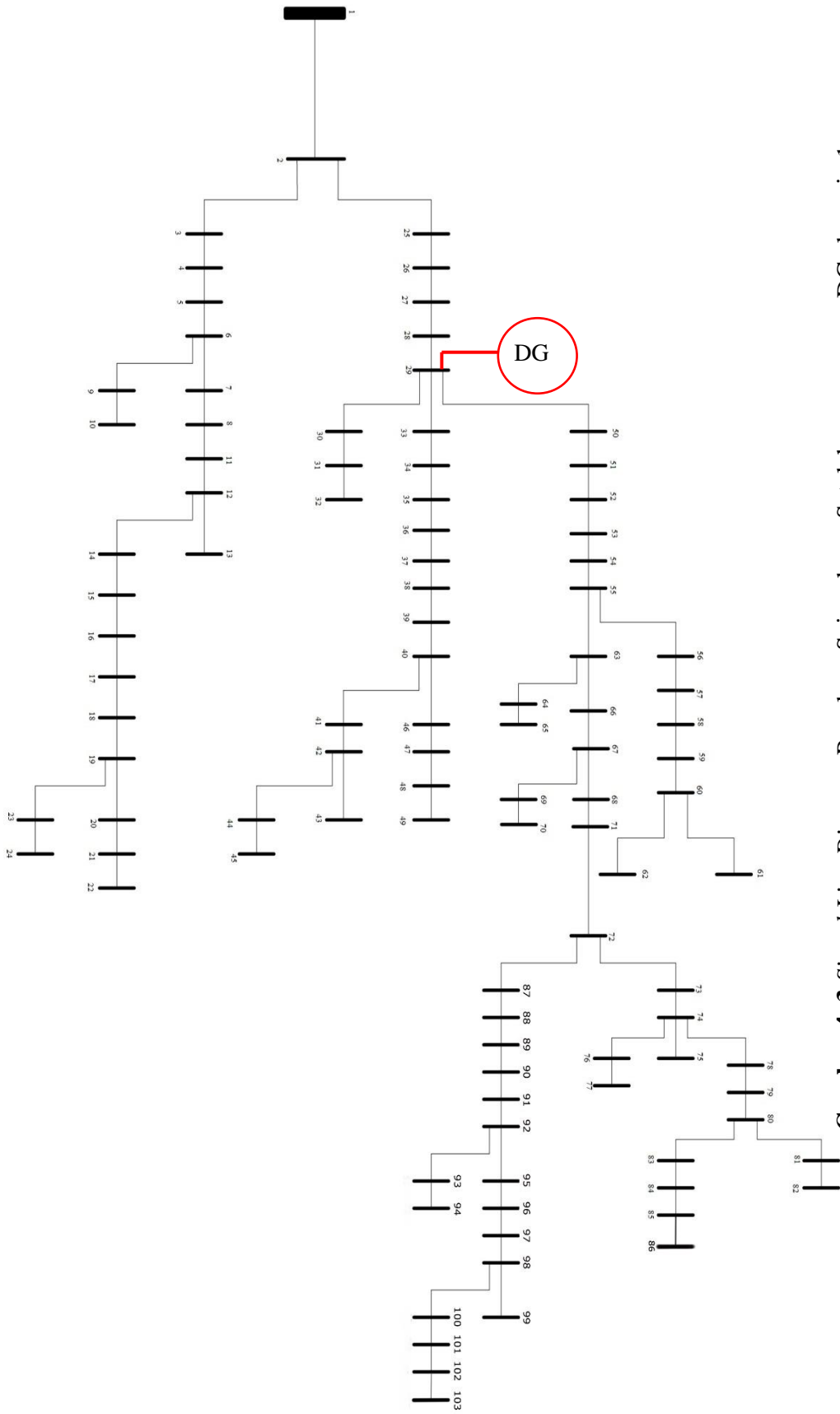
Berdasarkan gambar grafik di atas, tegangan bus pada Penyulang Sejangkung terus mengalami penurunan mulai dari bus 5 yang terletak dekat dari sumber listrik hingga bus 103 yang terletak berada di ujung saluran. Dimana semakin jauh sumber listrik dengan bus beban maka semakin rendah pula tegangan terima. Hal itu berbanding terbalik dengan yang terjadi pada Gambar 3.4 dimana semakin jauh jarak antara sumber listrik dan bus beban, maka jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang akan semakin tinggi. diketahui bahwa nilai tegangan terima

yang memiliki nilai paling rendah terdapat pada bus 103 dengan nilai tegangan bus sebesar 16.37 kV, dimana bus 103 merupakan bus dengan jarak terjauh dari sumber listrik dibandingkan dengan bus lainnya seperti yang terdapat pada gambar 3.4.

#### **4.1.2 Skenario 1**

Berdasarkan tabel 4.1 diketahui terdapat beberapa bus pada Penyulang Sejangkung yang mengalami jatuh tegangan yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh SPLN No.72 Tahun 1987 dimana jatuh tegangan pada jaringan tegangan menengah yang diizinkan ialah tidak lebih dari 5%. Apabila jatuh tegangan melebihi nilai standar yang telah ditentukan maka kualitas tegangan terima yang diterima oleh pelanggan mengalami penurunan, hal tersebut tentu saja merugikan konsumen. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan pemasangan DG pada beberapa percabangan. Pada skenario 1 dilakukan pemasangan DG pada cabang D, Karna pada cabang tersebut dekat dengan bus-bus yang memiliki presentase pembebanan yang melebihi 80% dari kapasitas trafo dan memiliki jatuh tegangan melebihi standar yang di tentukan.

Kapasitas DG yang dipasang sebesar 25% dari total beban aktif (2834.23 kW) dan total beban reaktif (232,88 kVAR) yaitu sebesar 708,55 kW dan 232,88 kVAR. Adapun single line diagram setelah pemasangan DG sebagai berikut :



**Gambar 4. 3** *Single Line Diagram* Penulang Sejangkung Setelah pemasangan DG skenario 1

Dengan menggunakan nilai tegangan dasar 20 kV, daya dasar 1 MVA, dan akurasi 0.00001. Tegangan setiap bus dari hasil running program Matlab perhitungan analisis aliran daya dengan menggunakan metode *Backward Forward Sweep Method* pada Penyulang Sejjangkung setelah dilakukan pemasangan DG pada Cabang D dengan kapasitas sebesar 708,55 kW dan 232,88 kVAR, ditampilkan ke dalam tabel di bawah ini :

**Tabel 4. 5** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejjangkung Dengan DG

No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAr]	P_DG [kW]	Jatuh Tegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
1	20	0	0	0	0	0	MEMENUHI
2	19.96	-0.08	2.72	0.89	0	0.211	MEMENUHI
3	19.92	-0.16	6.44	2.12	0	0.411	MEMENUHI
4	19.86	-0.27	24.27	7.98	0	0.688	MEMENUHI
5	19.84	-0.32	32.85	10.8	0	0.82	MEMENUHI
6	19.8	-0.38	0	0	0	0.989	MEMENUHI
7	19.76	-0.47	25.11	8.25	0	1.223	MEMENUHI
8	19.67	-0.65	16.69	5.49	0	1.671	MEMENUHI
9	19.66	-0.67	15.02	4.94	0	1.72	MEMENUHI
10	19.62	-0.75	8.19	2.69	0	1.916	MEMENUHI
11	19.57	-0.84	12.14	3.99	0	2.143	MEMENUHI
12	19.55	-0.89	0	0	0	2.262	MEMENUHI
13	19.52	-0.94	6.11	2.01	0	2.39	MEMENUHI
14	19.46	-1.07	95.4	31.36	0	2.716	MEMENUHI
15	19.42	-1.15	54.08	17.78	0	2.91	MEMENUHI
16	19.38	-1.22	73.58	24.18	0	3.099	MEMENUHI
17	19.35	-1.29	15.66	5.15	0	3.256	MEMENUHI
18	19.32	-1.34	18.05	5.93	0	3.399	MEMENUHI
19	19.26	-1.46	0	0	0	3.683	MEMENUHI
20	19.23	-1.53	18.38	6.04	0	3.859	MEMENUHI
21	19.17	-1.65	45.21	14.86	0	4.17	MEMENUHI
22	19.16	-1.67	15.56	5.11	0	4.211	MEMENUHI
23	19.11	-1.76	20.82	6.84	0	4.436	MEMENUHI
24	19.03	-1.92	15.73	5.17	0	4.829	MEMENUHI
25	18.98	-2.04	24.1	7.92	0	5.1	TDK MEMENUHI
26	18.95	-2.09	66.59	21.89	0	5.229	TDK MEMENUHI
27	18.89	-2.22	26.65	8.76	0	5.555	TDK MEMENUHI
28	18.88	-2.24	41.1	13.51	0	5.592	TDK MEMENUHI
29	18.84	-2.33	0	0	708.55	5.807	TDK MEMENUHI
30	18.81	-2.39	54.08	17.78	0	5.947	TDK MEMENUHI
31	18.73	-2.57	33.72	11.08	0	6.357	TDK MEMENUHI

**Tabel 4. 6** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Dengan DG.  
(Lanjutan)

No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAr]	P_DG [kW]	Jatuh Tegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
32	18.68	-2.69	21.38	7.03	0	6.621	TDK MEMENUHI
33	18.63	-2.8	17.83	5.86	0	6.867	TDK MEMENUHI
34	18.55	-2.96	37.38	12.29	0	7.23	TDK MEMENUHI
35	18.49	-3.11	11.66	3.83	0	7.561	TDK MEMENUHI
36	18.45	-3.2	22.08	7.26	0	7.76	TDK MEMENUHI
37	18.42	-3.26	73.58	24.18	0	7.897	TDK MEMENUHI
38	18.38	-3.36	18.97	6.24	0	8.106	TDK MEMENUHI
39	18.34	-3.46	53.95	17.73	0	8.321	TDK MEMENUHI
40	18.32	-3.5	0	0	0	8.413	TDK MEMENUHI
41	18.27	-3.62	15.66	5.15	0	8.662	TDK MEMENUHI
42	18.22	-3.73	0	0	0	8.909	TDK MEMENUHI
43	18.16	-3.88	17.6	5.78	0	9.219	TDK MEMENUHI
44	18.09	-4.03	52.63	17.3	0	9.542	TDK MEMENUHI
45	18.03	-4.17	13.51	4.44	0	9.836	TDK MEMENUHI
46	18.01	-4.23	62.22	20.45	0	9.956	TDK MEMENUHI
47	17.95	-4.37	95.4	31.36	0	10.251	TDK MEMENUHI
48	17.89	-4.53	0	0	0	10.564	TDK MEMENUHI
49	17.82	-4.68	52.16	17.14	0	10.888	TDK MEMENUHI
50	17.74	-4.89	39.16	12.87	0	11.305	TDK MEMENUHI
51	17.74	-4.9	1.48	0.49	0	11.318	TDK MEMENUHI
52	17.71	-4.95	33.72	11.08	0	11.436	TDK MEMENUHI
53	17.7	-5	20.55	6.75	0	11.523	TDK MEMENUHI
54	17.67	-5.07	60.69	19.95	0	11.67	TDK MEMENUHI
55	17.66	-5.09	0	0	0	11.704	TDK MEMENUHI
56	17.61	-5.21	3.67	1.21	0	11.944	TDK MEMENUHI
57	17.57	-5.3	42.37	13.93	0	12.127	TDK MEMENUHI
58	17.56	-5.34	22.24	7.31	0	12.207	TDK MEMENUHI
59	17.53	-5.41	54.08	17.78	0	12.353	TDK MEMENUHI
60	17.52	-5.44	0	0	0	12.396	TDK MEMENUHI
61	17.49	-5.51	45.21	14.86	0	12.538	TDK MEMENUHI
62	17.47	-5.58	16.39	5.39	0	12.675	TDK MEMENUHI
63	17.46	-5.58	0	0	0	12.685	TDK MEMENUHI
64	17.44	-5.65	14.5	4.77	0	12.805	TDK MEMENUHI
65	17.42	-5.69	34.63	11.38	0	12.901	TDK MEMENUHI
66	17.4	-5.76	41.42	13.61	0	13.02	TDK MEMENUHI
67	17.38	-5.8	0	0	0	13.105	TDK MEMENUHI
68	17.37	-5.81	108.4	35.63	0	13.131	TDK MEMENUHI
69	17.37	-5.83	13.42	4.41	0	13.167	TDK MEMENUHI
70	17.35	-5.87	16.05	5.28	0	13.237	TDK MEMENUHI

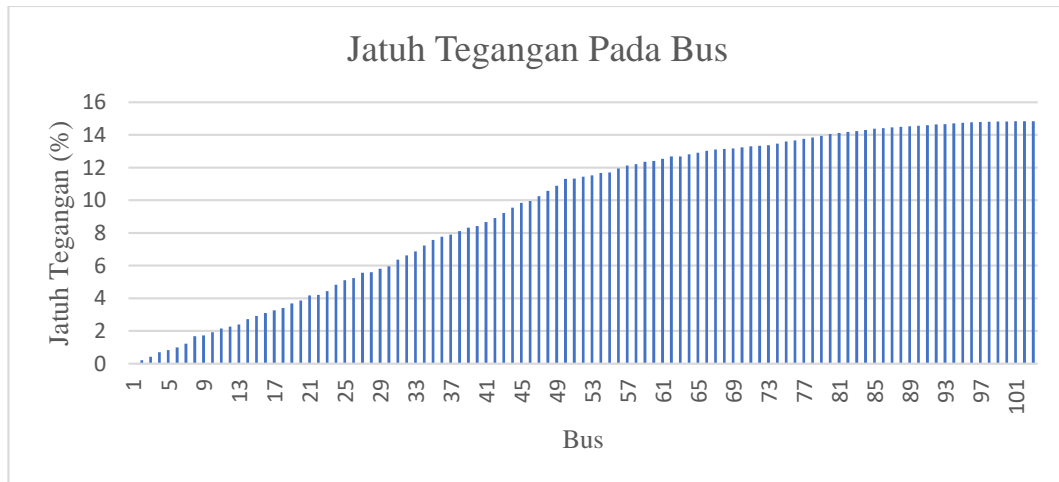


**Tabel 4. 7** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Dengan DG.  
(Lanjutan)

No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAr]	P_DG [kW]	Jatuh Tegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
71	17.34	-5.9	3.23	1.06	0	13.305	TDK MEMENUHI
72	17.34	-5.91	0	0	0	13.323	TDK MEMENUHI
73	17.33	-5.94	6.41	2.11	0	13.37	TDK MEMENUHI
74	17.31	-5.98	0	0	0	13.461	TDK MEMENUHI
75	17.28	-6.05	8.73	2.87	0	13.597	TDK MEMENUHI
76	17.27	-6.09	14.35	4.72	0	13.66	TDK MEMENUHI
77	17.25	-6.14	9.83	3.23	0	13.755	TDK MEMENUHI
78	17.23	-6.18	10.17	3.34	0	13.83	TDK MEMENUHI
79	17.21	-6.23	40.19	13.21	0	13.937	TDK MEMENUHI
80	17.19	-6.29	0	0	0	14.044	TDK MEMENUHI
81	17.18	-6.32	17.72	5.82	0	14.112	TDK MEMENUHI
82	17.16	-6.36	22.28	7.32	0	14.175	TDK MEMENUHI
83	17.16	-6.38	48.24	15.86	0	14.223	TDK MEMENUHI
84	17.14	-6.42	8.19	2.69	0	14.286	TDK MEMENUHI
85	17.12	-6.47	9.32	3.06	0	14.379	TDK MEMENUHI
86	17.12	-6.48	8.19	2.69	0	14.407	TDK MEMENUHI
87	17.11	-6.51	30.85	10.14	0	14.456	TDK MEMENUHI
88	17.1	-6.53	35.17	11.56	0	14.495	TDK MEMENUHI
89	17.1	-6.54	25.76	8.47	0	14.519	TDK MEMENUHI
90	17.09	-6.56	3.67	1.21	0	14.554	TDK MEMENUHI
91	17.08	-6.58	25.05	8.23	0	14.59	TDK MEMENUHI
92	17.07	-6.6	0	0	0	14.629	TDK MEMENUHI
93	17.07	-6.61	24.27	7.98	0	14.655	TDK MEMENUHI
94	17.06	-6.64	32.73	10.76	0	14.698	TDK MEMENUHI
95	17.05	-6.65	20.82	6.84	0	14.727	TDK MEMENUHI
96	17.05	-6.67	32.17	10.57	0	14.76	TDK MEMENUHI
97	17.04	-6.68	24.99	8.21	0	14.78	TDK MEMENUHI
98	17.04	-6.69	0	0	0	14.797	TDK MEMENUHI
99	17.04	-6.7	40.87	13.43	0	14.816	TDK MEMENUHI
100	17.04	-6.7	20.33	6.68	0	14.822	TDK MEMENUHI
101	17.03	-6.7	2.57	0.84	0	14.826	TDK MEMENUHI
102	17.03	-6.71	11.38	3.74	0	14.832	TDK MEMENUHI
103	17.03	-6.71	13.05	4.29	0	14.834	TDK MEMENUHI

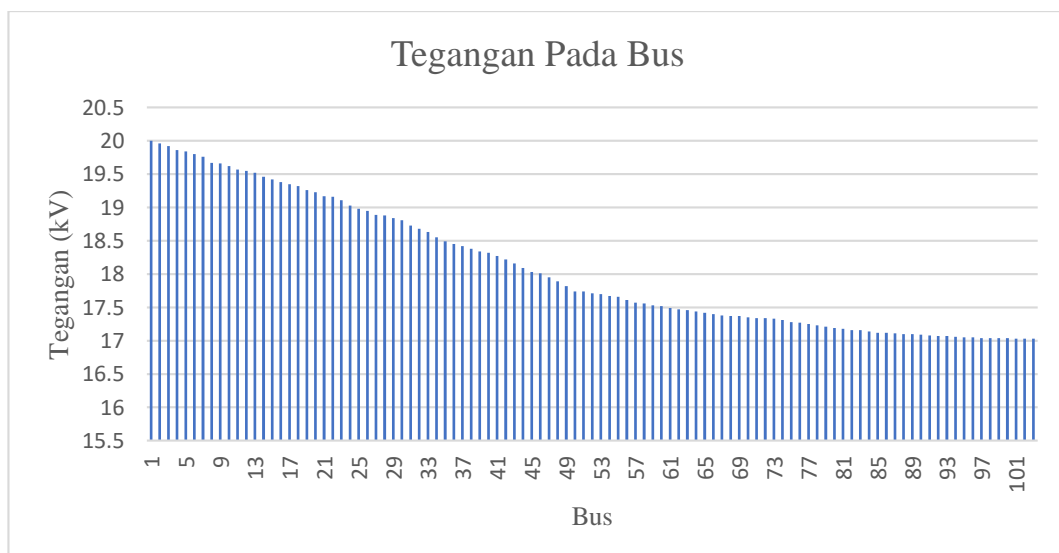
Sumber : Data Olahan (2022)

Hasil tampilan grafik tegangan bus dan jatuh tegangan berdasarkan hasil simulasi aliran daya dengan menggunakan metode *Backward Forward Sweep Method* setelah dilakukannya pemasangan DG pada Cabang D dengan kapasitas sebesar 708,55 kW dan 232,88 kVAR, ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



**Gambar 4. 4** Grafik Jatuh Tegangan Penyulang Sejangkung Skenario 1  
*Sumber : Hasil Simulasi Aliran Daya (2022)*

Berdasarkan gambar grafik di atas, terlihat bahwa jatuh tegangan pada Penyulang Sejangkung setelah dilakukannya pemasangan DG pada Cabang D dengan kapasitas sebesar 708,55 kW dan 232,88 kVAR, nilai jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang mengalami penurunan, dimana nilai jatuh tegangan terbesar terjadi pada bus 103 yang terletak di ujung saluran dengan nilai jatuh tegangan sebesar 14.834%. Adapun hasil grafik tegangan bus ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



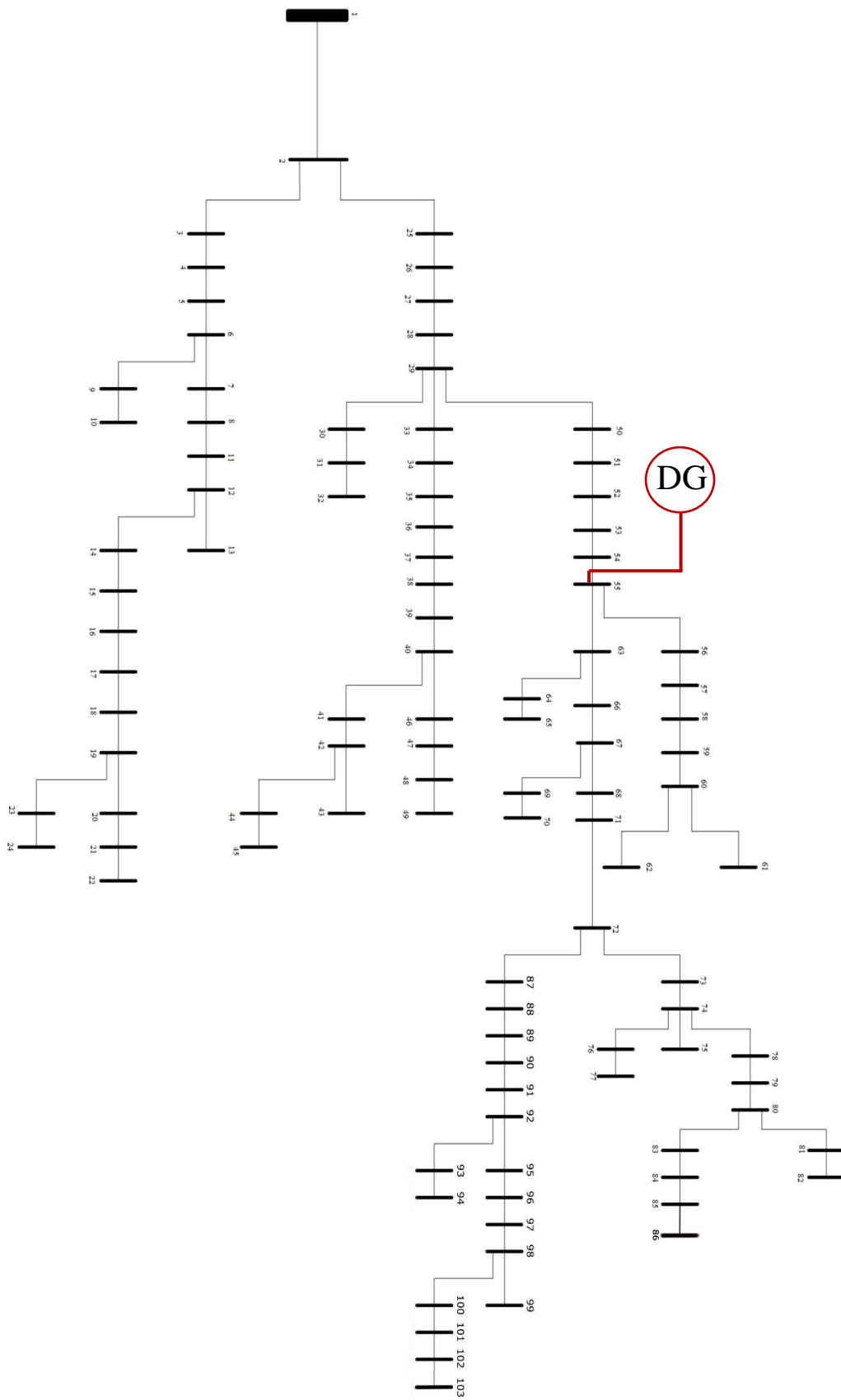
**Gambar 4. 5** Grafik Tegangan Pada Bus Penyulang Sejangkung Skenario 1  
*Sumber : Hasil Simulasi Aliran Daya (2022)*

Berdasarkan gambar grafik di atas, tegangan bus pada Penyulang Sejangkung setelah dilakukannya pemasangan DG pada Cabang D dengan kapasitas sebesar 708.55 kW dan 232.88 kVAR, tegangan terima pada penyulang terus mengalami peningkatan mulai dari bus 5 yang terletak dekat dari sumber listrik hingga bus 103 yang terletak berada di ujung saluran. nilai tegangan terima mengalami peningkatan dimana nilai tegangan terima paling rendah terjadi pada bus 103 dengan nilai tegangan bus sebesar 17.03 kV, dimana bus 103 merupakan bus dengan jarak terjauh dari sumber listrik dibandingkan dengan bus lainnya seperti yang terdapat pada gambar 4.1.

#### **4.1.3 Skenario 2**

Berdasarkan tabel 4.1 diketahui terdapat beberapa bus pada Penyulang Sejangkung yang mengalami jatuh tegangan yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh SPLN No.72 Tahun 1987 dimana jatuh tegangan pada jaringan tegangan menengah yang diizinkan ialah tidak lebih dari 5%. Apabila jatuh tegangan melebihi nilai standar yang telah ditentukan maka kualitas tegangan yang diterima oleh pelanggan mengalami penurunan, hal tersebut tentu saja merugikan konsumen. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan pemasangan DG pada beberapa bus. Pada skenario 2 dilakukan pemasangan DG pada Cabang G. Karna pada Cabang tersebut, dekat dengan bus-bus yang memiliki presentase pembebanan yang melebihi 80% dari kapasitas trafo dan memiliki jatuh tegangan melebihi standar yang di tentukan.

Kapasitas DG yang dipasang sebesar 50% dari total beban aktif dan total beban reaktif yaitu sebesar 1226.385 kW dan 403.09 kVAR. Adapun single line diagram setelah pemasangan DG sebagai berikut :



**Gambar 4. 6** *Single Line Diagram* Penulang Sejangkung Setelah pemasangan DG skenario 2

Dengan menggunakan nilai tegangan dasar 20 kV, daya dasar 1 MVA, dan akurasi 0.00001. Tegangan setiap bus dari hasil running program MATLAB perhitungan analisis aliran daya dengan menggunakan metode *Backward Forward Sweep Method* setelah dilakukannya pemasangan DG pada Cabang G dengan kapasitas DG sebesar 1226.38 kW dan 403.09 kVAR ditampilkan ke dalam tabel di bawah ini :

**Tabel 4. 8** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Skenario 2

No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAR]	P_DG [kW]	Jatuh Teegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
1	20	0	0	0	0	0.000	MEMENUHI
2	19.97	-0.06	2.72	0.89	0	0.133	MEMENUHI
3	19.95	-0.11	6.44	2.12	0	0.260	MEMENUHI
4	19.91	-0.19	24.27	7.98	0	0.434	MEMENUHI
5	19.9	-0.22	32.85	10.8	0	0.517	MEMENUHI
6	19.88	-0.27	0	0	0	0.622	MEMENUHI
7	19.85	-0.33	25.11	8.25	0	0.766	MEMENUHI
8	19.79	-0.45	16.69	5.49	0	1.043	MEMENUHI
9	19.79	-0.46	15.02	4.94	0	1.072	MEMENUHI
10	19.76	-0.51	8.19	2.69	0	1.192	MEMENUHI
11	19.73	-0.58	12.14	3.99	0	1.330	MEMENUHI
12	19.72	-0.61	0	0	0	1.402	MEMENUHI
13	19.7	-0.64	6.11	2.01	0	1.480	MEMENUHI
14	19.66	-0.73	95.4	31.36	0	1.677	MEMENUHI
15	19.64	-0.78	54.08	17.78	0	1.790	MEMENUHI
16	19.62	-0.83	73.58	24.18	0	1.898	MEMENUHI
17	19.6	-0.86	15.66	5.15	0	1.984	MEMENUHI
18	19.59	-0.9	18.05	5.93	0	2.063	MEMENUHI
19	19.56	-0.97	0	0	0	2.217	MEMENUHI
20	19.54	-1.01	18.38	6.04	0	2.313	MEMENUHI
21	19.5	-1.08	45.21	14.86	0	2.481	MEMENUHI
22	19.5	-1.09	15.56	5.11	0	2.502	MEMENUHI
23	19.48	-1.14	20.82	6.84	0	2.620	MEMENUHI
24	19.44	-1.23	15.73	5.17	0	2.822	MEMENUHI
25	19.41	-1.3	24.1	7.92	0	2.960	MEMENUHI
26	19.4	-1.32	66.59	21.89	0	3.025	MEMENUHI
27	19.36	-1.39	26.65	8.76	0	3.180	MEMENUHI
28	19.36	-1.4	41.1	13.51	0	3.198	MEMENUHI
29	19.34	-1.44	0	0	0	3.295	MEMENUHI
30	19.33	-1.46	54.08	17.78	0	3.336	MEMENUHI
31	19.31	-1.51	33.72	11.08	0	3.446	MEMENUHI

**Tabel 4. 9** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejjangkung Skenario 2.  
(Lanjutan)

No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAr]	P_DG [kW]	Jatuh Teegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
32	19.3	-1.54	21.38	7.03	0	3.514	MEMENUHI
33	19.28	-1.57	17.83	5.86	0	3.575	MEMENUHI
34	19.27	-1.61	37.38	12.29	0	3.663	MEMENUHI
35	19.25	-1.64	11.66	3.83	0	3.739	MEMENUHI
36	19.24	-1.66	22.08	7.26	0	3.783	MEMENUHI
37	19.24	-1.67	73.58	24.18	0	3.812	MEMENUHI
38	19.23	-1.69	18.97	6.24	0	3.850	MEMENUHI
39	19.22	-1.7	53.95	17.73	0	3.887	MEMENUHI
40	19.22	-1.71	0	0	0	3.900	MEMENUHI
41	19.21	-1.72	15.66	5.15	0	3.936	MEMENUHI
42	19.21	-1.74	0	0	0	3.970	MEMENUHI
43	19.2	-1.76	17.6	5.78	0	4.012	MEMENUHI
44	19.19	-1.77	52.63	17.3	0	4.053	MEMENUHI
45	19.18	-1.78	13.51	4.44	0	4.081	MEMENUHI
46	19.18	-1.79	62.22	20.45	0	4.092	MEMENUHI
47	19.18	-1.79	95.4	31.36	0	4.106	MEMENUHI
48	19.18	-1.78	0	0	0	4.100	MEMENUHI
49	19.18	-1.78	52.16	17.14	0	4.094	MEMENUHI
50	19.19	-1.76	39.16	12.87	0	4.069	MEMENUHI
51	19.19	-1.76	1.48	0.49	0	4.068	MEMENUHI
52	19.19	-1.75	33.72	11.08	0	4.056	MEMENUHI
53	19.19	-1.75	20.55	6.75	0	4.045	MEMENUHI
54	19.2	-1.73	60.69	19.95	0	4.023	MEMENUHI
55	19.2	-1.73	0	0	1226.38	4.016	MEMENUHI
56	19.15	-1.83	3.67	1.21	0	4.235	MEMENUHI
57	19.12	-1.91	42.37	13.93	0	4.402	MEMENUHI
58	19.11	-1.94	22.24	7.31	0	4.475	MEMENUHI
59	19.08	-2.01	54.08	17.78	0	4.609	MEMENUHI
60	19.07	-2.02	0	0	0	4.648	MEMENUHI
61	19.04	-2.09	45.21	14.86	0	4.778	MEMENUHI
62	19.02	-2.14	16.39	5.39	0	4.903	MEMENUHI
63	19.02	-2.15	0	0	0	4.913	MEMENUHI
64	19	-2.2	14.5	4.77	0	5.022	TDK MEMENUHI
65	18.98	-2.24	34.63	11.38	0	5.110	TDK MEMENUHI
66	18.96	-2.29	41.42	13.61	0	5.219	TDK MEMENUHI
67	18.94	-2.33	0	0	0	5.297	TDK MEMENUHI
68	18.94	-2.34	108.4	35.63	0	5.320	TDK MEMENUHI
69	18.93	-2.36	13.42	4.41	0	5.354	TDK MEMENUHI

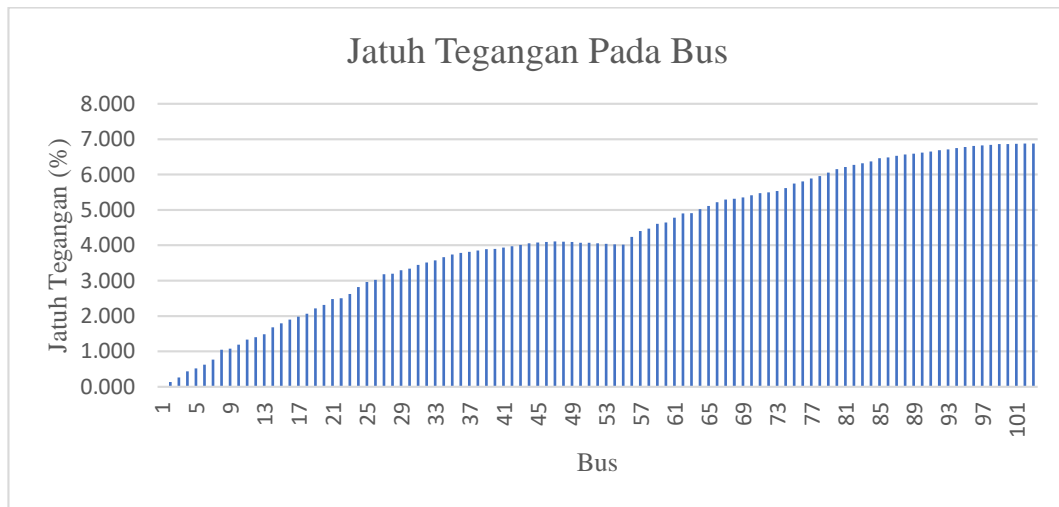
**Tabel 4. 10** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Skenario 2.  
(Lanjutan)

No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAr]	P_DG [kW]	Jatuh Teegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
70	18.92	-2.39	16.05	5.28	0	5.417	TDK MEMENUHI
71	18.9	-2.42	3.23	1.06	0	5.479	TDK MEMENUHI
72	18.9	-2.43	0	0	0	5.496	TDK MEMENUHI
73	18.89	-2.45	6.41	2.11	0	5.539	TDK MEMENUHI
74	18.88	-2.49	0	0	0	5.622	TDK MEMENUHI
75	18.85	-2.54	8.73	2.87	0	5.746	TDK MEMENUHI
76	18.84	-2.57	14.35	4.72	0	5.804	TDK MEMENUHI
77	18.82	-2.61	9.83	3.23	0	5.891	TDK MEMENUHI
78	18.81	-2.65	10.17	3.34	0	5.959	TDK MEMENUHI
79	18.79	-2.69	40.19	13.21	0	6.057	TDK MEMENUHI
80	18.77	-2.74	0	0	0	6.155	TDK MEMENUHI
81	18.76	-2.77	17.72	5.82	0	6.217	TDK MEMENUHI
82	18.75	-2.8	22.28	7.32	0	6.275	TDK MEMENUHI
83	18.74	-2.82	48.24	15.86	0	6.318	TDK MEMENUHI
84	18.72	-2.85	8.19	2.69	0	6.377	TDK MEMENUHI
85	18.71	-2.89	9.32	3.06	0	6.462	TDK MEMENUHI
86	18.7	-2.9	8.19	2.69	0	6.487	TDK MEMENUHI
87	18.69	-2.92	30.85	10.14	0	6.532	TDK MEMENUHI
88	18.69	-2.94	35.17	11.56	0	6.567	TDK MEMENUHI
89	18.68	-2.95	25.76	8.47	0	6.589	TDK MEMENUHI
90	18.68	-2.97	3.67	1.21	0	6.622	TDK MEMENUHI
91	18.67	-2.98	25.05	8.23	0	6.654	TDK MEMENUHI
92	18.66	-3	0	0	0	6.690	TDK MEMENUHI
93	18.66	-3.01	24.27	7.98	0	6.714	TDK MEMENUHI
94	18.65	-3.03	32.73	10.76	0	6.754	TDK MEMENUHI
95	18.64	-3.05	20.82	6.84	0	6.779	TDK MEMENUHI
96	18.64	-3.06	32.17	10.57	0	6.810	TDK MEMENUHI
97	18.63	-3.07	24.99	8.21	0	6.828	TDK MEMENUHI
98	18.63	-3.08	0	0	0	6.843	TDK MEMENUHI
99	18.63	-3.09	40.87	13.43	0	6.861	TDK MEMENUHI
100	18.63	-3.09	20.33	6.68	0	6.867	TDK MEMENUHI
101	18.63	-3.09	2.57	0.84	0	6.871	TDK MEMENUHI
102	18.62	-3.09	11.38	3.74	0	6.876	TDK MEMENUHI
103	18.62	-3.09	13.05	4.29	0	6.877	TDK MEMENUHI

Sumber :Data Olahan (2022)

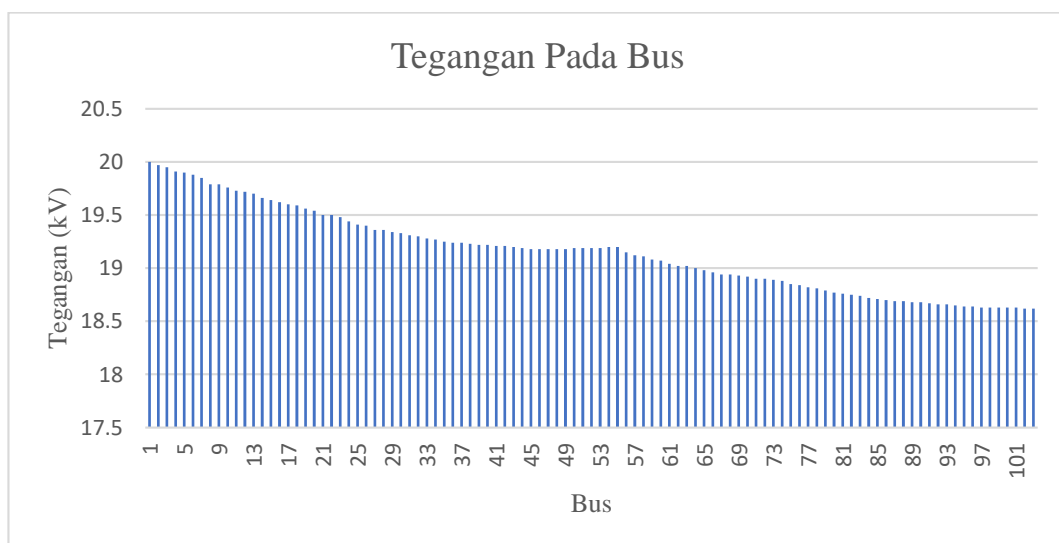
Hasil tampilan grafik tegangan bus dan jatuh tegangan berdasarkan hasil simulasi aliran daya dengan menggunakan metode *Backward Forward Sweep*

*Method* setelah dilakukannya pemasangan DG pada Cabang G dengan kapasitas DG sebesar 1226.38 kW dan 403.09 kVAR, ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



**Gambar 4. 7** Grafik Jatuh Tegangan Penyulang Sejangkung Skenario 2  
*Sumber : Hasil Simulasi Aliran Daya (2022)*

Berdasarkan gambar grafik di atas, terlihat bahwa jatuh tegangan pada Penyulang Sejangkung setelah dilakukannya pemasangan DG pada Cabang G dengan kapasitas DG sebesar 1226.38 kW dan 403.09 kVAR, nilai jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang mengalami penurunan, dimana nilai jatuh tegangan terbesar terjadi pada bus 103 yang terletak di ujung saluran dengan nilai jatuh tegangan sebesar 6.877%. Adapun hasil grafik tegangan bus ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



**Gambar 4. 8** Grafik Tegangan Pada Bus Penyulang Sejangkung Skenario 2  
*Sumber : Hasil Simulasi Aliran Daya (2022)*

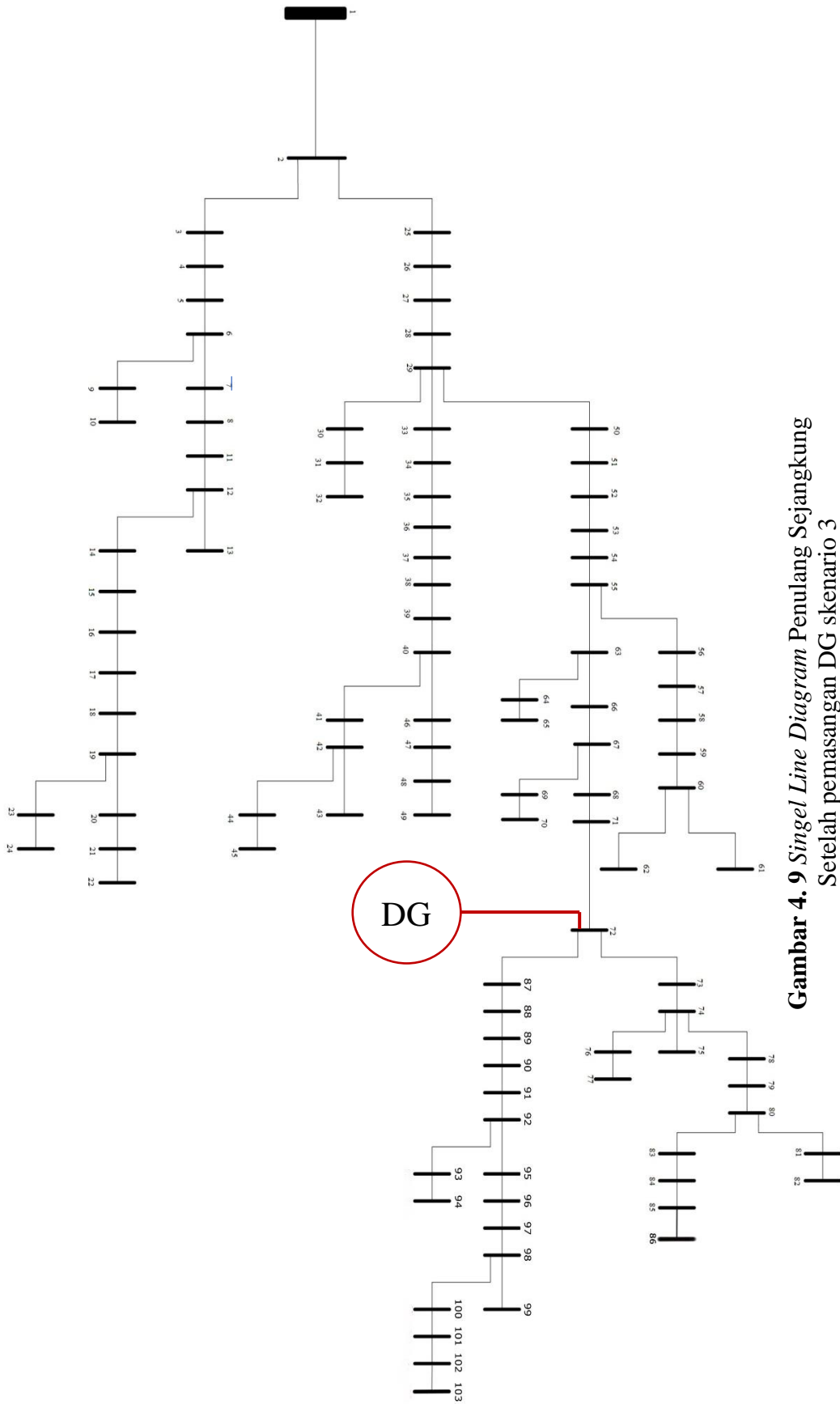


Berdasarkan gambar grafik di atas, tegangan bus pada Penyulang Sejangkung setelah dilakukannya pemasangan DG pada Cabang G dengan kapasitas DG sebesar 1226.38 kW dan 403.09 kVAR, tegangan terima pada penyulang terus mengalami peningkatan mulai dari bus 5 yang terletak dekat dari sumber listrik hingga bus 103 yang terletak berada di ujung saluran. nilai tegangan terima mengalami peningkatan dimana nilai tegangan terima paling rendah terjadi pada bus 103 dengan nilai tegangan bus sebesar 18.62 kV, dimana bus 103 merupakan bus dengan jarak terjauh dari sumber listrik dibandingkan dengan bus lainnya seperti yang terdapat pada gambar 4.1.

#### **4.1.4 Skenario 3**

Berdasarkan tabel 4.1 diketahui terdapat beberapa bus pada Penyulang Sejangkung yang mengalami jatuh tegangan yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh SPLN No.72 Tahun 1987 dimana jatuh tegangan pada jaringan tegangan menengah yang diizinkan ialah tidak lebih dari 5%. Apabila jatuh tegangan melebihi nilai standar yang telah ditentukan maka kualitas tegangan terima yang diterima oleh pelanggan mengalami penurunan, hal tersebut tentu saja merugikan konsumen. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan pemasangan DG pada beberapa bus. Pada skenario 3 dilakukan pemasangan DG pada Cabang K, Karna pada Cabang tersebut terdapat bus-bus yang memiliki presentase pembebanan yang melebihi 80% dari kapasitas trafo dan memiliki jatuh tegangan melebihi standar yang di tentukan.

Kapasitas DG yang dipasang sebesar 60% dari total beban aktif dan total beban reaktif yaitu sebesar 1471.66 kW 483.71 kVAR. Adapun single line diagram setelah pemasangan DG sebagai berikut :



**Gambar 4. 9** *Single Line Diagram* Penulang Sejangkung Setelah pemasangan DG skenario 3

Dengan menggunakan nilai tegangan dasar 20 kV, daya dasar 1 MVA, dan akurasi 0.00001. Tegangan setiap bus dari hasil running program MATLAB perhitungan analisis aliran daya dengan menggunakan metode *Backward Forward Sweep Method* setelah dilakukannya pemasangan DG pada cabang K dengan kapasitas DG sebesar 1471.66 kV 483.71 kVAR. ditampilkan ke dalam tabel di bawah ini :

**Tabel 4. 11** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Skenario 3

No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAr]	P_DG [kW]	Jatuh Tegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
1	20	0	0	0	0	0	MEMENUHI
2	19.98	-0.05	2.72	0.89	0	0.105	MEMENUHI
3	19.96	-0.09	6.44	2.12	0	0.205	MEMENUHI
4	19.93	-0.15	24.27	7.98	0	0.342	MEMENUHI
5	19.92	-0.18	32.85	10.8	0	0.407	MEMENUHI
6	19.9	-0.21	0	0	0	0.488	MEMENUHI
7	19.88	-0.26	25.11	8.25	0	0.6	MEMENUHI
8	19.84	-0.36	16.69	5.49	0	0.814	MEMENUHI
9	19.83	-0.37	15.02	4.94	0	0.837	MEMENUHI
10	19.81	-0.41	8.19	2.69	0	0.928	MEMENUHI
11	19.79	-0.45	12.14	3.99	0	1.034	MEMENUHI
12	19.78	-0.48	0	0	0	1.089	MEMENUHI
13	19.77	-0.5	6.11	2.01	0	1.148	MEMENUHI
14	19.74	-0.57	95.4	31.36	0	1.298	MEMENUHI
15	19.72	-0.61	54.08	17.78	0	1.382	MEMENUHI
16	19.71	-0.64	73.58	24.18	0	1.46	MEMENUHI
17	19.7	-0.67	15.66	5.15	0	1.521	MEMENUHI
18	19.68	-0.69	18.05	5.93	0	1.576	MEMENUHI
19	19.66	-0.74	0	0	0	1.683	MEMENUHI
20	19.65	-0.77	18.38	6.04	0	1.75	MEMENUHI
21	19.63	-0.82	45.21	14.86	0	1.865	MEMENUHI
22	19.62	-0.83	15.56	5.11	0	1.88	MEMENUHI
23	19.61	-0.86	20.82	6.84	0	1.957	MEMENUHI
24	19.58	-0.92	15.73	5.17	0	2.09	MEMENUHI
25	19.56	-0.96	24.1	7.92	0	2.18	MEMENUHI
26	19.56	-0.98	66.59	21.89	0	2.221	MEMENUHI
27	19.54	-1.02	26.65	8.76	0	2.314	MEMENUHI
28	19.54	-1.02	41.1	13.51	0	2.325	MEMENUHI
29	19.52	-1.05	0	0	0	2.379	MEMENUHI
30	19.52	-1.06	54.08	17.78	0	2.401	MEMENUHI
31	19.51	-1.08	33.72	11.08	0	2.458	MEMENUHI

**Tabel 4. 12** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Skenario 3.  
(Lanjutan)

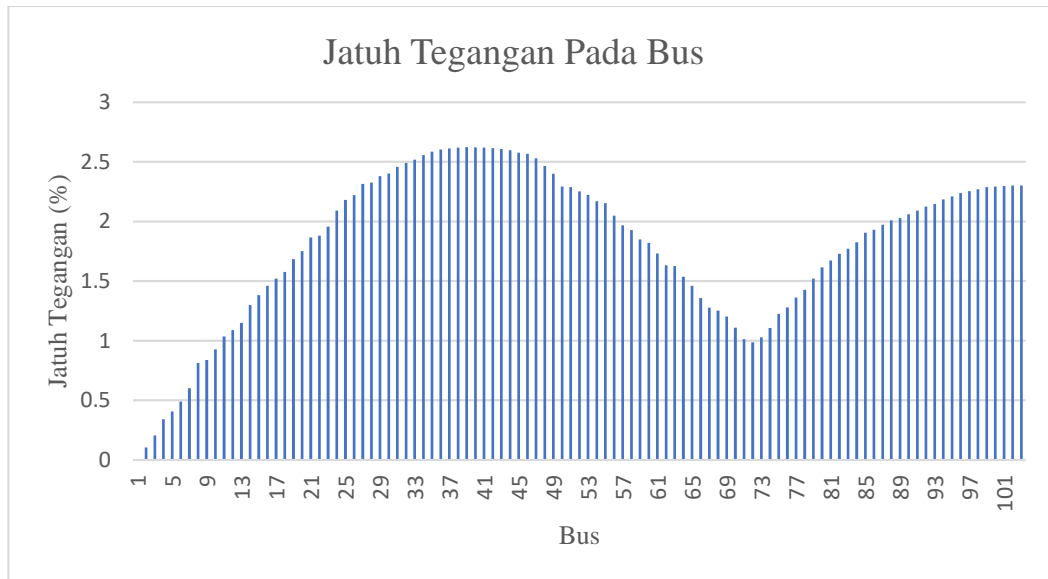
No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAr]	P_DG [kW]	Jatuh Tegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
32	19.5	-1.09	21.38	7.03	0	2.49	MEMENUHI
33	19.5	-1.1	17.83	5.86	0	2.518	MEMENUHI
34	19.49	-1.12	37.38	12.29	0	2.557	MEMENUHI
35	19.48	-1.13	11.66	3.83	0	2.586	MEMENUHI
36	19.48	-1.14	22.08	7.26	0	2.602	MEMENUHI
37	19.48	-1.14	73.58	24.18	0	2.612	MEMENUHI
38	19.48	-1.14	18.97	6.24	0	2.618	MEMENUHI
39	19.48	-1.14	53.95	17.73	0	2.623	MEMENUHI
40	19.48	-1.14	0	0	0	2.621	MEMENUHI
41	19.48	-1.14	15.66	5.15	0	2.619	MEMENUHI
42	19.48	-1.14	0	0	0	2.613	MEMENUHI
43	19.48	-1.13	17.6	5.78	0	2.607	MEMENUHI
44	19.48	-1.12	52.63	17.3	0	2.596	MEMENUHI
45	19.48	-1.11	13.51	4.44	0	2.576	MEMENUHI
46	19.49	-1.11	62.22	20.45	0	2.567	MEMENUHI
47	19.49	-1.09	95.4	31.36	0	2.53	MEMENUHI
48	19.51	-1.05	0	0	0	2.465	MEMENUHI
49	19.52	-1.02	52.16	17.14	0	2.399	MEMENUHI
50	19.54	-0.97	39.16	12.87	0	2.291	MEMENUHI
51	19.54	-0.96	1.48	0.49	0	2.288	MEMENUHI
52	19.55	-0.95	33.72	11.08	0	2.252	MEMENUHI
53	19.56	-0.93	20.55	6.75	0	2.223	MEMENUHI
54	19.57	-0.9	60.69	19.95	0	2.17	MEMENUHI
55	19.57	-0.9	0	0	0	2.154	MEMENUHI
56	19.59	-0.85	3.67	1.21	0	2.049	MEMENUHI
57	19.61	-0.81	42.37	13.93	0	1.968	MEMENUHI
58	19.61	-0.79	22.24	7.31	0	1.927	MEMENUHI
59	19.63	-0.75	54.08	17.78	0	1.848	MEMENUHI
60	19.64	-0.74	0	0	0	1.821	MEMENUHI
61	19.65	-0.69	45.21	14.86	0	1.731	MEMENUHI
62	19.67	-0.65	16.39	5.39	0	1.633	MEMENUHI
63	19.67	-0.64	0	0	0	1.625	MEMENUHI
64	19.69	-0.6	14.5	4.77	0	1.536	MEMENUHI
65	19.71	-0.56	34.63	11.38	0	1.46	MEMENUHI
66	19.73	-0.51	41.42	13.61	0	1.358	MEMENUHI
67	19.74	-0.48	0	0	0	1.276	MEMENUHI
68	19.75	-0.46	108.4	35.63	0	1.251	MEMENUHI
69	19.76	-0.44	13.42	4.41	0	1.203	MEMENUHI
70	19.78	-0.4	16.05	5.28	0	1.109	MEMENUHI

**Tabel 4. 13** Tegangan Bus dan Beban Penyulang Sejangkung Skenario 3.  
(Lanjutan)

No Bus	Tegangan [kV]	Sudut [Degree]	Pload [kW]	Qload [kVAr]	P_DG [kW]	Jatuh Tegangan [%]	Memenuhi SPLN NO.72 1987
71	19.8	-0.35	3.23	1.06	0	1.013	MEMENUHI
72	19.8	-0.34	0	0	1471.66	0.986	MEMENUHI
73	19.79	-0.36	6.41	2.11	0	1.027	MEMENUHI
74	19.78	-0.39	0	0	0	1.106	MEMENUHI
75	19.76	-0.45	8.73	2.87	0	1.224	MEMENUHI
76	19.74	-0.47	14.35	4.72	0	1.279	MEMENUHI
77	19.73	-0.51	9.83	3.23	0	1.362	MEMENUHI
78	19.71	-0.54	10.17	3.34	0	1.427	MEMENUHI
79	19.7	-0.59	40.19	13.21	0	1.521	MEMENUHI
80	19.68	-0.63	0	0	0	1.614	MEMENUHI
81	19.67	-0.66	17.72	5.82	0	1.673	MEMENUHI
82	19.65	-0.68	22.28	7.32	0	1.728	MEMENUHI
83	19.65	-0.7	48.24	15.86	0	1.77	MEMENUHI
84	19.63	-0.73	8.19	2.69	0	1.825	MEMENUHI
85	19.62	-0.76	9.32	3.06	0	1.906	MEMENUHI
86	19.61	-0.77	8.19	2.69	0	1.93	MEMENUHI
87	19.61	-0.79	30.85	10.14	0	1.973	MEMENUHI
88	19.6	-0.81	35.17	11.56	0	2.007	MEMENUHI
89	19.59	-0.82	25.76	8.47	0	2.028	MEMENUHI
90	19.59	-0.83	3.67	1.21	0	2.059	MEMENUHI
91	19.58	-0.85	25.05	8.23	0	2.09	MEMENUHI
92	19.58	-0.86	0	0	0	2.124	MEMENUHI
93	19.57	-0.88	24.27	7.98	0	2.146	MEMENUHI
94	19.56	-0.89	32.73	10.76	0	2.185	MEMENUHI
95	19.56	-0.9	20.82	6.84	0	2.209	MEMENUHI
96	19.55	-0.92	32.17	10.57	0	2.238	MEMENUHI
97	19.55	-0.93	24.99	8.21	0	2.255	MEMENUHI
98	19.55	-0.93	0	0	0	2.27	MEMENUHI
99	19.54	-0.94	40.87	13.43	0	2.287	MEMENUHI
100	19.54	-0.94	20.33	6.68	0	2.292	MEMENUHI
101	19.54	-0.95	2.57	0.84	0	2.296	MEMENUHI
102	19.54	-0.95	11.38	3.74	0	2.301	MEMENUHI
103	19.54	-0.95	13.05	4.29	0	2.302	MEMENUHI

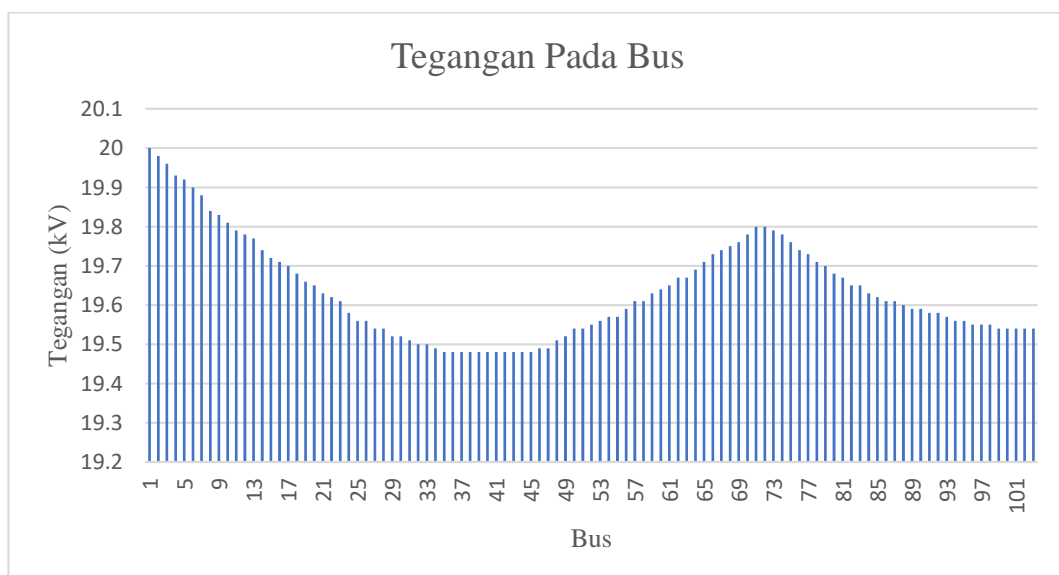
Sumber :Data Olahan (2022)

Hasil tampilan grafik tegangan bus dan jatuh tegangan berdasarkan hasil simulasi aliran daya dengan menggunakan metode *Backward Forward Sweep Method* setelah dilakukannya pemasangan DG cabang K, dengan kapasitas bus sebesar 1471.66 kW 483.71 kVAR, ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



**Gambar 4. 10** Grafik Jatuh Tegangan Pada Bus Penyulang Sejangkung Skenario 3  
*Sumber : Hasil Simulasi Aliran Daya (2022)*

Berdasarkan gambar grafik di atas, terlihat bahwa jatuh tegangan pada Penyulang Sejangkung setelah dilakukannya pemasangan DG pada pada bus 18, bus 47 dan 72 dengan kapasitas masing-masing sebesar 708,55 kW dan 232,88 kVAR, nilai jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang mengalami penurunan, dimana nilai jatuh tegangan terbesar terjadi pada bus 102 yang terletak di ujung saluran dengan nilai jatuh tegangan sebesar 1.881%. Adapun hasil grafik tegangan bus ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



**Gambar 4. 11** Grafik Tegangan Pada Bus Penyulang Sejangkung Skenario 3  
*Sumber : Hasil Simulasi Aliran Daya (2022)*

Berdasarkan gambar grafik di atas, tegangan bus pada Penyulang Sejangkung setelah dilakukannya pemasangan DG pada cabang K dengan kapasitas DG sebesar 1471.66 kV 483.71 kVAR, tegangan terima pada penyulang terus mengalami peningkatan mulai dari bus 5 yang terletak dekat dari sumber listrik hingga bus 103 yang terletak berada di ujung saluran. nilai tegangan terima mengalami peningkatan dimana nilai tegangan terima paling rendah terjadi pada bus 103 dengan nilai tegangan bus sebesar 19, 54 kV, dimana bus 103 merupakan bus dengan jarak terjauh dari sumber listrik dibandingkan dengan bus lainnya seperti yang terdapat pada gambar 4.1.

## 4.2 Analisa

Berdasarkan tabel 4.1 sebelum dilakukannya pemasangan DG, diketahui terdapat beberapa bus yang memiliki nilai jatuh tegangan yang melebihi standar yang telah ditentukan. Adapun upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut ialah dengan melakukan pemasangan DG dengan harapan dapat memperbaiki jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang. Pada penelitian ini dilakukan 3 skenario pemasangan DG pada beberapa cabang. Pada skenario pertama dilakukan pemasangan DG pada cabang D dengan kapasitas 25% dari total beban aktif dan total beban reaktif sebesar 708,55 kW dan 232,88 kVAR. Pada skenario kedua dilakukan pemasangan DG pada cabang G dengan kapasitas 50% dari total beban aktif dan total beban reaktif, kapasitas DG yang dipasang sebesar 1226.385 kW dan 403.09 kVAR. Pada skenario ketiga dilakukan dilakukannya pemasangan DG pada cabang K dengan kapasitas 60% dari total beban aktif dan total beban reaktif masing-masing DG sebesar 1471.66 kV 483.71 kVAR. Pada penelitian ini dilakukan skenario pemasangan DG pada jaringan tegangan menengah terhadap profil tegangan dan jatuh tegangan dengan menggunakan studi aliran daya. Perhitungan aliran daya dilakukan dengan menggunakan metode *Backward Forward Sweep Method* untuk mengetahui besarnya tegangan bus dan jatuh tegangan pada saluran yang dapat dilihat pada tabel 4.1 sampai dengan tabel 4.4 di atas. Adapun perbandingan profil tegangan pada setiap skenario berdasarkan hasil simulasi aliran daya ditunjukkan pada tabel di bawah ini :

**Tabel 4. 14** Perbandingan Tegangan Bus Setiap Skenario Pada Penyulang Sejangkung

<b>NO Bus</b>	<b>Tanpa DG (kV)</b>	<b>Skenario 1 (kV)</b>	<b>Skenario 2 (kV)</b>	<b>Skenario 3 (kV)</b>
1	20	20	20	20
2	19.94	19.96	19.97	19.98
3	19.88	19.92	19.95	19.96
4	19.8	19.86	19.91	19.93
5	19.76	19.84	19.9	19.92
6	19.72	19.8	19.88	19.9
7	19.65	19.76	19.85	19.88
8	19.52	19.67	19.79	19.84
9	19.5	19.66	19.79	19.83
10	19.45	19.62	19.76	19.81
11	19.38	19.57	19.73	19.79
12	19.34	19.55	19.72	19.78
13	19.31	19.52	19.7	19.77
14	19.21	19.46	19.66	19.74
15	19.15	19.42	19.64	19.72
16	19.1	19.38	19.62	19.71
17	19.05	19.35	19.6	19.7
18	19.01	19.32	19.59	19.68
19	18.92	19.26	19.56	19.66
20	18.86	19.23	19.54	19.65
21	18.77	19.17	19.5	19.63
22	18.76	19.16	19.5	19.62
23	18.69	19.11	19.48	19.61
24	18.56	19.03	19.44	19.58
25	18.48	18.98	19.41	19.56
26	18.44	18.95	19.4	19.56
27	18.33	18.89	19.36	19.54
28	18.32	18.88	19.36	19.54
29	18.25	18.84	19.34	19.52
30	18.22	18.81	19.33	19.52
31	18.14	18.73	19.31	19.51
32	18.08	18.68	19.3	19.5
33	18.03	18.63	19.28	19.5
34	17.96	18.55	19.27	19.49
35	17.89	18.49	19.25	19.48
36	17.85	18.45	19.24	19.48
37	17.82	18.42	19.24	19.48
38	17.77	18.38	19.23	19.48
39	17.73	18.34	19.22	19.48



**Tabel 4. 15** Perbandingan Tegangan Bus Setiap Skenario Pada Penyulang Sejangkung. (Lanjutan)

<b>NO Bus</b>	<b>Tanpa DG (kV)</b>	<b>Skenario 1 (kV)</b>	<b>Skenario 2 (kV)</b>	<b>Skenario 3 (kV)</b>
40	17.71	18.32	19.22	19.48
41	17.66	18.27	19.21	19.48
42	17.61	18.22	19.21	19.48
43	17.54	18.16	19.2	19.48
44	17.47	18.09	19.19	19.48
45	17.41	18.03	19.18	19.48
46	17.39	18.01	19.18	19.49
47	17.33	17.95	19.18	19.49
48	17.26	17.89	19.18	19.51
49	17.19	17.82	19.18	19.52
50	17.11	17.74	19.19	19.54
51	17.11	17.74	19.19	19.54
52	17.08	17.71	19.19	19.55
53	17.06	17.7	19.19	19.56
54	17.03	17.67	19.2	19.57
55	17.02	17.66	19.2	19.57
56	16.98	17.61	19.15	19.59
57	16.94	17.57	19.12	19.61
58	16.92	17.56	19.11	19.61
59	16.89	17.53	19.08	19.63
60	16.88	17.52	19.07	19.64
61	16.85	17.49	19.04	19.65
62	16.82	17.47	19.02	19.67
63	16.82	17.46	19.02	19.67
64	16.8	17.44	19	19.69
65	16.78	17.42	18.98	19.71
66	16.75	17.4	18.96	19.73
67	16.73	17.38	18.94	19.74
68	16.73	17.37	18.94	19.75
69	16.72	17.37	18.93	19.76
70	16.71	17.35	18.92	19.78
71	16.69	17.34	18.9	19.8
72	16.69	17.34	18.9	19.8
73	16.68	17.33	18.89	19.79
74	16.66	17.31	18.88	19.78
75	16.63	17.28	18.85	19.76
76	16.62	17.27	18.84	19.74
77	16.6	17.25	18.82	19.73
78	16.58	17.23	18.81	19.71

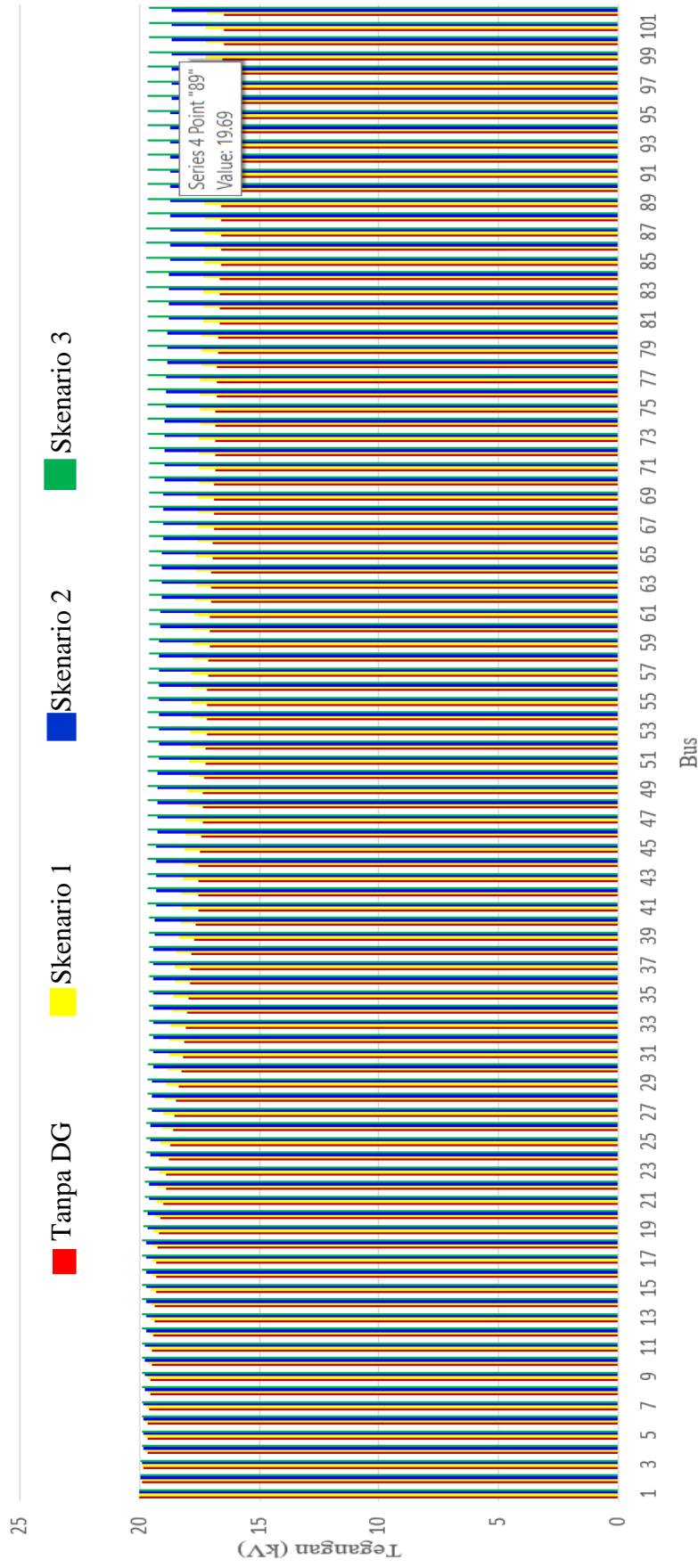
**Tabel 4. 16** Perbandingan Tegangan Bus Setiap Skenario Pada Penyulang Sejangkung. (Lanjutan)

<b>NO Bus</b>	<b>Tanpa DG (kV)</b>	<b>Skenario 1 (kV)</b>	<b>Skenario 2 (kV)</b>	<b>Skenario 3 (kV)</b>
79	16.56	17.21	18.79	19.7
80	16.54	17.19	18.77	19.68
81	16.52	17.18	18.76	19.67
82	16.51	17.16	18.75	19.65
83	16.5	17.16	18.74	19.65
84	16.49	17.14	18.72	19.63
85	16.47	17.12	18.71	19.62
86	16.46	17.12	18.7	19.61
87	16.45	17.11	18.69	19.61
88	16.44	17.1	18.69	19.6
89	16.44	17.1	18.68	19.59
90	16.43	17.09	18.68	19.59
91	16.42	17.08	18.67	19.58
92	16.42	17.07	18.66	19.58
93	16.41	17.07	18.66	19.57
94	16.4	17.06	18.65	19.56
95	16.4	17.05	18.64	19.56
96	16.39	17.05	18.64	19.55
97	16.39	17.04	18.63	19.55
98	16.38	17.04	18.63	19.55
99	16.38	17.04	18.63	19.54
100	16.38	17.04	18.63	19.54
101	16.38	17.03	18.63	19.54
102	16.37	17.03	18.62	19.54
103	16.37	17.03	18.62	19.54

Sumber : Data Olahan (2022)

Hasil tampilan grafik perbandingan tegangan pada skenario tanpa pemasangan DG, skenario pemasangan DG pada cabang D, skenario pemasangan DG pada cabang G dan skenario pemasangan DG pada cabang K. Berdasarkan hasil simulasi aliran daya dengan menggunakan metode *Backward Forward Sweep Method* ditunjukkan pada gambar di bawah ini :

Profil Tegangan Penyulang Sejangkung



Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Tegangan Penyulang Sejangkung

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa nilai tegangan terima pada setiap skenario memiliki nilai yang berbeda-beda. Dimana nilai tegangan bus yang memiliki nilai tegangan terima paling rendah terjadi pada bus 103 yang berada pada ujung saluran. Berdasarkan hasil simulasi pada skenario 1 yang telah dilakukan diketahui setelah dilakukannya pemasangan DG pada cabang D dengan kapasitas DG sebesar 700 kW dan 250 kVAR, nilai tegangan terima pada bus 103 menjadi lebih besar yaitu sebesar 17.03 kV. Pada hasil simulasi skenario 2 yang telah dilakukan diketahui setelah dilakukannya pemasangan DG pada cabang G dengan kapasitas DG sebesar 1226.385 kW dan 403.09 kVAR, nilai tegangan terima pada bus 103 menjadi lebih besar yaitu sebesar 18.62 kV. Pada hasil simulasi skenario 3 yang telah dilakukan diketahui setelah dilakukannya pemasangan DG pada cabang K dengan kapasitas DG sebesar 1471.66 kW dan 483.71 kVAR, nilai tegangan terima pada bus 103 ialah sebesar 19.54 kV. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa lokasi pemasangan DG dan kapasitas DG yang dipasang pada suatu penyulang memengaruhi nilai tegangan terima pada sisi pelanggan. Dimana semakin besar kapasitas DG yang dipasang pada suatu saluran maka nilai tegangan terima pada sisi pelanggan semakin mengalami peningkatan dan memengaruhi nilai tegangan terima pada bus beban. Apabila pemasangan DG dilakukan pada bus beban maka tegangan terima pada bus tersebut mengalami peningkatan. Hal tersebut dikarenakan bus tersebut mendapat suplai daya dari DG yang terpasang. Berikut merupakan tabel perbandingan nilai jatuh tegangan sebelum dan sesudah dilakukannya pemasangan DG pada setiap skenario :

**Tabel 4. 17** Persentase Perbandingan Jatuh Tegangan Pada Penyulang Sejangkung

NO Bus	Tanpa DG (%)	Skenario 1 (%)	skenario 2 (%)	skenario 3 (%)
1	0	0	0	0
2	0.304	0.211	0.133	0.105
3	0.591	0.411	0.260	0.205
4	0.989	0.688	0.434	0.342
5	1.18	0.82	0.517	0.407
6	1.425	0.989	0.622	0.488
7	1.763	1.223	0.766	0.6
8	2.415	1.671	1.043	0.814
9	2.486	1.72	1.072	0.837

**Tabel 4. 18** Persentase Perbandingan Jatuh Tegangan Pada Penyulang Sejangkung. (Lanjutan)

<b>NO Bus</b>	<b>Tanpa DG (%)</b>	<b>Skenario 1 (%)</b>	<b>skenario 2 (%)</b>	<b>skenario 3 (%)</b>
10	2.773	1.916	1.192	0.928
11	3.104	2.143	1.330	1.034
12	3.278	2.262	1.402	1.089
13	3.466	2.39	1.480	1.148
14	3.943	2.716	1.677	1.298
15	4.231	2.91	1.790	1.382
16	4.515	3.099	1.898	1.46
17	4.754	3.256	1.984	1.521
18	4.973	3.399	2.063	1.576
19	5.408	3.683	2.217	1.683
20	5.678	3.859	2.313	1.75
21	6.156	4.17	2.481	1.865
22	6.219	4.211	2.502	1.88
23	6.57	4.436	2.620	1.957
24	7.183	4.829	2.822	2.09
25	7.608	5.1	2.960	2.18
26	7.811	5.229	3.025	2.221
27	8.331	5.555	3.180	2.314
28	8.392	5.592	3.198	2.325
29	8.741	5.807	3.295	2.379
30	8.887	5.947	3.336	2.401
31	9.313	6.357	3.446	2.458
32	9.588	6.621	3.514	2.49
33	9.844	6.867	3.575	2.518
34	10.222	7.23	3.663	2.557
35	10.566	7.561	3.739	2.586
36	10.772	7.76	3.783	2.602
37	10.915	7.897	3.812	2.612
38	11.132	8.106	3.850	2.618
39	11.356	8.321	3.887	2.623
40	11.452	8.413	3.900	2.621
41	11.711	8.662	3.936	2.619
42	11.968	8.909	3.970	2.613
43	12.291	9.219	4.012	2.607
44	12.626	9.542	4.053	2.596
45	12.932	9.836	4.081	2.576
46	13.056	9.956	4.092	2.567
47	13.364	10.251	4.106	2.53
48	13.689	10.564	4.100	2.465

**Tabel 4. 19** Persentase Perbandingan Jatuh Tegangan Pada Penyulang Sejangkung. (Lanjutan)

<b>NO Bus</b>	<b>Tanpa DG (%)</b>	<b>Skenario 1 (%)</b>	<b>skenario 2 (%)</b>	<b>skenario 3 (%)</b>
49	14.026	10.888	4.094	2.399
50	14.46	11.305	4.069	2.291
51	14.473	11.318	4.068	2.288
52	14.596	11.436	4.056	2.252
53	14.687	11.523	4.045	2.223
54	14.839	11.67	4.023	2.17
55	14.875	11.704	4.016	2.154
56	15.125	11.944	4.235	2.049
57	15.315	12.127	4.402	1.968
58	15.398	12.207	4.475	1.927
59	15.55	12.353	4.609	1.848
60	15.595	12.396	4.648	1.821
61	15.743	12.538	4.778	1.731
62	15.885	12.675	4.903	1.633
63	15.896	12.685	4.913	1.625
64	16.02	12.805	5.022	1.536
65	16.12	12.901	5.110	1.46
66	16.244	13.02	5.219	1.358
67	16.332	13.105	5.297	1.276
68	16.359	13.131	5.320	1.251
69	16.397	13.167	5.354	1.203
70	16.47	13.237	5.417	1.109
71	16.54	13.305	5.479	1.013
72	16.56	13.323	5.496	0.986
73	16.608	13.37	5.539	1.027
74	16.703	13.461	5.622	1.106
75	16.844	13.597	5.746	1.224
76	16.91	13.66	5.804	1.279
77	17.009	13.755	5.891	1.362
78	17.086	13.83	5.959	1.427
79	17.198	13.937	6.057	1.521
80	17.309	14.044	6.155	1.614
81	17.38	14.112	6.217	1.673
82	17.445	14.175	6.275	1.728
83	17.495	14.223	6.318	1.77
84	17.561	14.286	6.377	1.825
85	17.658	14.379	6.462	1.906
86	17.687	14.407	6.487	1.93
87	17.738	14.456	6.532	1.973

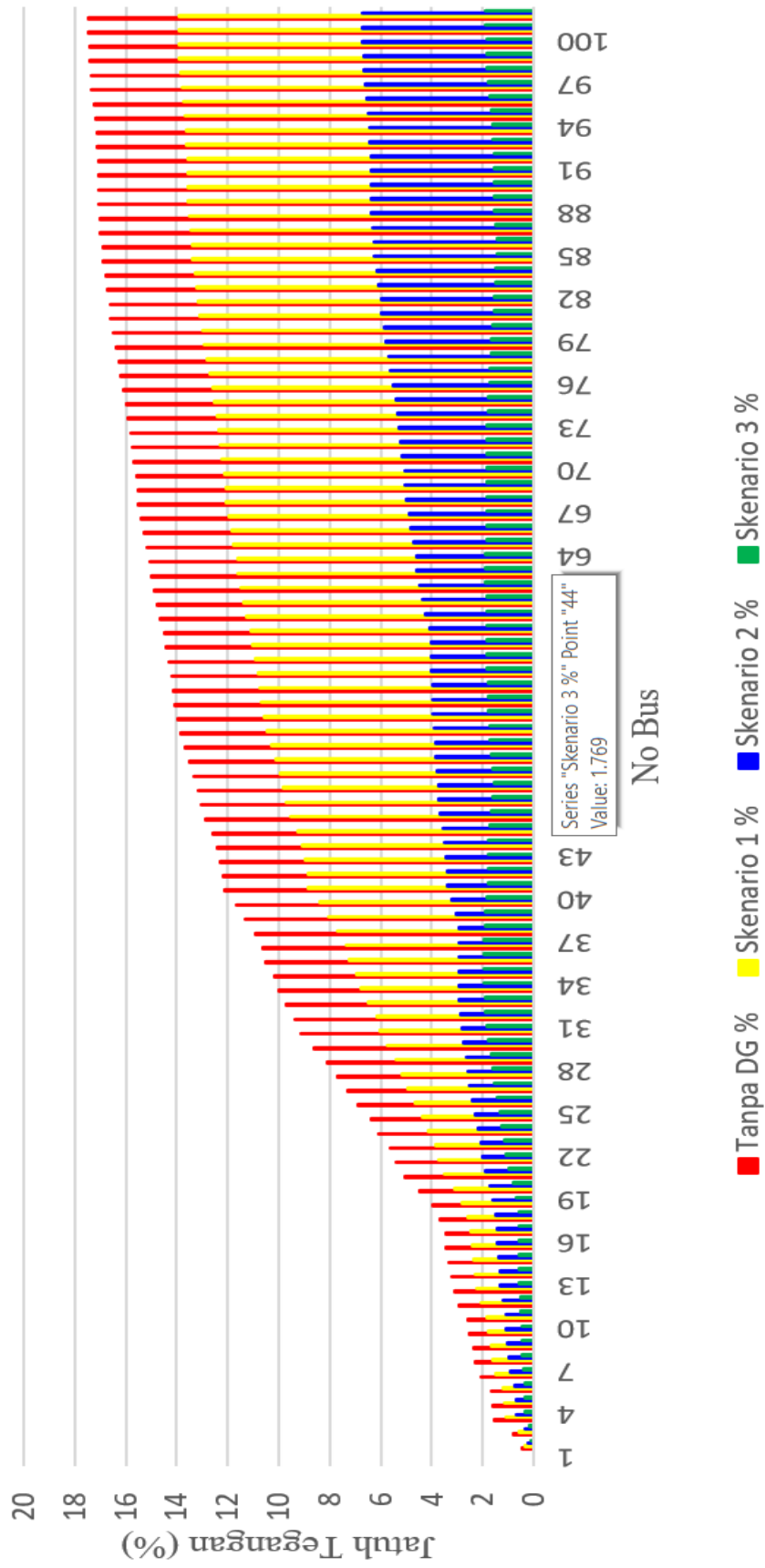
**Tabel 4. 20** Persentase Perbandingan Jatuh Tegangan Pada Penyulang Sejangkung. (Lanjutan)

<b>NO Bus</b>	<b>Tanpa DG (%)</b>	<b>Skenario 1 (%)</b>	<b>skenario 2 (%)</b>	<b>skenario 3 (%)</b>
88	17.778	14.495	6.567	2.007
89	17.803	14.519	6.589	2.028
90	17.84	14.554	6.622	2.059
91	17.877	14.59	6.654	2.09
92	17.918	14.629	6.690	2.124
93	17.945	14.655	6.714	2.146
94	17.99	14.698	6.754	2.185
95	18.019	14.727	6.779	2.209
96	18.054	14.76	6.810	2.238
97	18.074	14.78	6.828	2.255
98	18.092	14.797	6.843	2.27
99	18.112	14.816	6.861	2.287
100	18.119	14.822	6.867	2.292
101	18.123	14.826	6.871	2.296
102	18.129	14.832	6.876	2.301
103	18.13	14.834	6.877	2.302

Sumber : Data hasil olahan (2022)

Hasil tampilan grafik perbandingan jatuh tegangan pada skenario tanpa pemasangan DG, skenario 1, skenario 2 dan skenario 3 berdasarkan hasil simulasi aliran daya dengan menggunakan metode *Backward Forward Sweep Method* ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

Perbandingan Jatuh Tegangan Penyulang Sejangkung



Gambar 4. 13 Grafik Perebandingan Jatuh Tegangan Penyulang Sejangkung



Berdasarkan grafik diatas sebelum dilakukannya pemasangan DG, terdapat beberapa bus yang memiliki nilai jatuh tegangan yang melebihi standar yang telah ditentukan oleh SPLN No.72 tahun 1987 yaitu bus dengan nilai jatuh tegangan lebih dari 5% yaitu mulai dari bus 19 hingga bus 103. Setelah dilakukannya pemasangan DG dengan berbagai skenario, nilai jatuh tegangan mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan beban sistem mendapat suplai daya dari DG yang terpasang dimana suplai daya yang berasal GI dengan jarak yang cukup jauh dari beban dapat dikurangi sehingga dapat memperkecil nilai jatuh tegangan. Berdasarkan hasil simulasi dari ketiga skenario pemasangan DG yang dilakukan, adapun skenario yang memiliki hasil paling baik ialah pada skenario 3. Dimana dilakukan pemasangan DG pada cabang K dengan kapasitas DG sebesar 1471.66 kV 483.71 kVAR, memiliki nilai tegangan terima paling mendekati nilai tegangan sumber sehingga jatuh tegangan yang terjadi pada skenario tersebut juga semakin kecil.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan studi aliran daya yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Sebelum dilakukannya Pemasangan Distributed Generation (DG) pada Penyulang Sejangkung terdapat 85 bus dengan nilai jatuh tegangan yang melebihi standar yang telah ditentukan oleh SPLN No.72 Tahun 1987. Dengan nilai jatuh tegangan tertinggi sebesar 18.13% yang berada di ujung saluran yaitu bus 103.
2. Setelah dilakukannya skenario 1 dengan memasang DG pada cabang D di Penyulang Sejangkung, diketahui nilai jatuh tegangan pada bus 103 ialah sebesar 14.834%, nilai jatuh tegangan pada bus 103.
3. Setelah dilakukannya skenario 2 dengan memasang DG pada cabang G di Penyulang Sejangkung, diketahui nilai jatuh tegangan pada bus 103 ialah sebesar 6,877%, nilai jatuh tegangan pada bus 103.
4. Setelah dilakukannya skenario 3 dengan memasang DG pada cabang K di Penyulang Sejangkung, diketahui nilai jatuh tegangan pada bus 103 ialah sebesar 2,302%, nilai jatuh tegangan pada bus 103.
5. Lokasi penempatan DG dan besarnya kapasitas DG memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap perbaikan profil tegangan. semakin besar kapasitas DG yang di pasang dan penempatan yang tepat pada suatu penyulang, maka profil tegangan akan semakin baik.

## **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan sebagai pengembangan dari tugas akhir ini ialah sebagai berikut :

1. Melakukan studi kestabilan tegangan terhadap jaringan yang terhubung dengan banyak DG.
2. Melakukan studi optimasi titik interkoneksi DG untuk meningkatkan kestabilan tegangan sistem.
3. Melakukan studi ekonomis terkait pemasangan DG pada jaringan

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budi Santoso, Dkk. 2017. Perbaikan tegangan pada Jaringan Tegangan menengah 20 kv Penyulang Tomat Gardu Induk Mariana Sumatra Selatan.
- [2] Dian Bhudi Santoso, Dkk. 2017. Algoritma Daya dengan Metode Backward/Forward Sweep pada Sistem Distribusi Radial, Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- [3] Fitrizawati, Suharyanto, Isnaeni, "Pengaruh Pemasangan Distributed Generation Terhadap Profil Tegangan Pada Jaringan Distribusi," vol. 13, 2012.
- [4] P. S.F, Analisa Pengaruh Pemasangan Distributed Generation Jaringan Distribusi Pusdiklat Migas Cepu, Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016.
- [5] D. Siregar, "STUDI PEMANFAATAN DISTRIBUTED GENERATION (DG)," 2011.
- [6] B. Sirait, Diktat Kuliah Sistem Distribusi, Pontianak: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, 2012.
- [7] Thomas Ackermann, Göran Andersson, Lennart Söder, "Electric Power Systems Research," in Distributed Generation: A Definition, Stockholm, Zurich, 2001, pp. 195-204.
- [8] B. Huang, Stability of Distribution System with a Large Penetration of Distributed Generation, Dissertation, 2006.
- [9] PT. PLN (Persero), SPLN No. 72 Tahun 1987 Tegangan-Tegangan Standar, Jakarta: Standar Perusahaan Listrik Negara.
- [10] Mucharomah, Perbaikan Drop Tegangan Di Wilayah Taman Teuku Umar Jatingaleh Semarang, Semarang: Politeknik Negeri Semarang, 2016.
- [11] B. Sirait, Diktat Kuliah Analisa Sistem Tenaga, Pontianak: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, 2017.
- [12] H. Saadat, Power System Analysis, New York: McGraw-Hill, 1999.

- [13] B. Kroposki, *DG Power Quality, Protection and Reliability Case Studies*, New York, 2003.
- [14] J.-H. Teng, "Modelling Distributed Generations in Three-Phase Distribution Load Flow," *IET Generation, Transmission & Distribution*, 19 April 2007.
- [15] J. F. K. Anne Marie Borbely, *Distributed Generation: The Power Paradigm for The New Millenium*, London: CRC Press, 2001.
- [16] S. N. Singh, "Distributed Generation in Power Systems: An Overview and Key Issues," *Indian Engineering Congress*, vol. 24, pp. 10-13, 2009.
- [17] A. Hasibuan, "Effect of Distributed Generation Installation on Power Loss using Genetic Algorithm Method," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018.
- [18] J. S\*, "Effects of Distributed Generation on Electrical Power Network and Protection," *Electrical & Electronic Systems*, 2019.
- [19] Syamsyarief Baqaruzi, Ali Muhtar, "Analisis Jatuh Tegangan dan Rugi-Rugi Akibat Pengaruh Penggunaan Distributed Generation Pada Sistem Distribusi 20 KV," *E-JOINT*, vol. 1 No. 1, pp. 20-26, 2020.

## LAMPIRAN

### Pembentukan Matrix admittansi Bus

```
% Simulasi Radial_Loadflow
%
%mengidentifikasi kolom tabel data
j=sqrt(-1); i=sqrt(-1);
branch=linedata(:,1); ns = linedata(:,2); nr = linedata(:,3); R =
linedata(:,4);
X = linedata(:,5);KHA = linedata(:,6);nbr =length(linedata(:,1));bus =
busdata(:,1);
nbus = max(max(ns),max(nr));
Zdasar=(KVdasar^2)/MVAdasar; %Impedansi Dasar
Z = R + j*X; %Impedansi Saluran

%pembentukan topologi jaringan radial
line=zeros(nbr,nbus-1);
for k=1:nbr %formasi diagonal
    if ns(k)==nr(k)-1
        line(ns(k),ns(k))=Z(k);
    elseif ns(k)~=nr(k)-1 %formasi off diagonal
        line(ns(k),nr(k)-1)=Z(k);
    else, end
end
line =line/Zdasar; %Saluran dalam p.u
P = busdata(:,2); Q = busdata(:,3); P_DG = busdata(:,4);Q_DG =
busdata(:,5);
S = P + j*Q;
for i =1:nbus
    S(i) = (P(i) - P_DG(i))+ j*(Q(i) - Q_DG(i));
    load_power(i) = S(i)/1000; %Beban dalam MVA
end
load_power=(load_power)/MVAdasar; %Beban dalam p.u test
```

### Aliran Daya *Fotrward Sweep*

#### %Pembentukan matrik BIBC (Bus Injeksi ke Arus Cabang)

```
BIBC=zeros(nbr,nbus-1);
for i=1:nbr
    for j=1:nbus-1
        if line(i,j)~= 0
            B=j;
            if i==1 & j==1
                BIBC(i,j)=1;
            else
                BIBC(:,j)=BIBC(:,i-1);
                BIBC(B,j)=1;
            end
        end
    end
end
for i=2:nbus
    if load_power(1,i)== 0
        BIBC(:,i-1)=0;
    end
end
```

## Aliran Daya *Bacward Sweep*

```
%Pembentukan matrik BCBV (Arus Cabang ke Tegangan Bus)
BCBV=zeros(nbr,nbus-1);
for i=1:nbr
    for j=1:nbus-1
        if line(i,j)~= 0
            B=j;
            if i==1 & j==1
                BCBV(i,j)=line(i,j);
            else
                BCBV(j,:)=BCBV(i-1,:);
                BCBV(B,j)=line(i,j);
            end
        end
    end
end
end
DV=BCBV*BIBC;
V1=ones(nbus-1,1);      %Tegangan referensi (sumber) 1 pu
V_bus=ones(nbus-1,1);  %Tegangan bus iterasi k=1
I=zeros(nbus-1,1);

%Proses iterasi
i=1;
tol=1;
while i<iter    %Iterasi maksimum
    for j=1:nbus-1
        I(j,1)=conj(load_power(1,j+1)/V_bus(j,1)); %Arus Injeksi
    end
    I_test(:,i)=I; %data arus injeksi per iterasi
    V_bus= V1-(DV*I); %Update tegangan bus
    V_test(:,i)=V_bus; %Data tegangan bus per iterasi

%Konvergen
if i<=1
    tol= 1;
else
    tol= abs(I_test(nbr,i))-abs(I_test(nbr,i-1)); %Cek konvergensi
end
if abs(tol) <= akurasi
    break
end
i=i+1; %iterasi
end
n_iter=i;
V_bus_size=size(V_bus);
v_bus_shift=zeros(V_bus_size(1,1)+1,1);
v_bus_shift(1,1)=1;          %Tegangan bus 1 = 1 p.u

for i=2: V_bus_size(1,1)+1
    v_bus_shift(i,1)=V_bus(i-1,1);
end
V_bus=v_bus_shift;          %Tegangan Bus

% Aliran daya
Idasar=(1000*MVAdasar)/(sqrt(3)*KVdasar);% Tiga fasa
Z = Z/Zdasar; %Impedansi dalam pu
```

```

R =R/Zdasar; %resistansi dalam pu
X =X/Zdasar; %reaktansi dalam pu
y = 1./Z; %Admitansi saluran
TotalPloss = 0;
TotalQloss = 0;
TotalPlossNR = 0;
TotalQlossNR = 0;
for k=1:nbr
    Pflow(k) = real(V_bus(ns(k))*conj((V_bus(ns(k))-
V_bus(nr(k)))*y(k)))*1000*MVAdasar; % Aliran Daya Aktif antar bus
    Qflow(k) = imag(V_bus(ns(k))*conj((V_bus(ns(k))-
V_bus(nr(k)))*y(k)))*1000*MVAdasar; % Aliran Daya Reaktif antar bus
    Pflow1(k) = real(V_bus(nr(k))*conj((V_bus(nr(k))-
V_bus(ns(k)))*y(k)))*1000*MVAdasar; % Aliran Daya Aktif antar bus
    Qflow1(k) = imag(V_bus(nr(k))*conj((V_bus(nr(k))-
V_bus(ns(k)))*y(k)))*1000*MVAdasar; % Aliran Daya Reaktif antar bus
    Icab(k)=(V_bus(ns(k))-V_bus(nr(k)))*y(k); %Arus cabang dalam pu
    Arus(k) = abs(Icab(k));%Arus cabang pu
    Arus2(k)=Arus(k).*Idasar;
    V_drop(k) = ((abs(V_bus(ns(k)))-
abs(V_bus(nr(k))))/abs(V_bus(1)))*100;
    Plosses(k)=(abs(Icab(k)).^2*R(k))*1000*MVAdasar;
    Qlosses(k)=(abs(Icab(k)).^2*X(k))*1000*MVAdasar;
    TotalPloss = TotalPloss + Plosses(k);
    TotalQloss = TotalQloss + Qlosses(k);
    TotalPlossNR = TotalPlossNR + Pflow(k)+ Pflow1(k);
    TotalQlossNR = TotalQlossNR + Qflow(k)+ Qflow1(k);
    %%%%%%%%%%%
    FSR(nr(k)) = 2*imag(load_power(nr(k)))*R(k)/abs(V_bus(nr(k))).^2;
    %%%%%%%%%%%
end
%fprintf('\n\n');
for i =1:nbus
    VNorm(i) = abs(V_bus(i))/0.95;
    if VNorm(i) < 1.01
        Cap_bus(i)=i;
        % fprintf(' Bus( %2g )', Cap_bus(i)); fprintf(' Nilai Norm %7.4f
\n', VNorm(i));
    else
        % fprintf(' VNorm >= 1.01 Good ; ');
        Cap_bus(i)=i;
        % fprintf(' Bus( %2g )', Cap_bus(i)); fprintf(' Nilai Norm %7.4f
\n', VNorm(i));
    end
    if FSR(i) > 0.0002
        % fprintf(' Bus( %2g )', i); fprintf(' Nilai FSR %9.5f \n',
FSR(i));
    end
end
fprintf('\n\n');
Pgen = Pflow(1);%Total Daya aktif yang dibangkitkan
Qgen = Qflow (1);%Total Daya reaktif yang dibangkitkan

```



## Keluaran Hasil simulasi

```

%Tabel Tegangan Bus
fprintf('\n\n');
fprintf('Tegangan Dasar : %4.2f KV \n', KVdasar);
fprintf('Daya Dasar : %3.0f MVA \n', MVAdasar);
fprintf('Iterasi Maks : %3.0f \n', iter);
fprintf('Akurasi : %7.6f \n', akurasi);
fprintf(' \n');
fprintf(' \n');
fprintf('TEGANGAN BUS DAN BEBAN \n');
fprintf('%s \n', Sistem)
    head
    =['=====
=====']
        ' No Tegangan Sudut Pload Qload P_DG Jatuh
Tegangan Status '
        ' Bus [kV] [Degree] [kW] [kVAr] [kW]
[%] <= 5% '
    '=====
====='];
% head
    =['=====
=====']
% ' No Tegangan Sudut Pload Qload Kapasitor
Jatuh Tegangan Status '
% ' Bus [kV] [Degree] [kW] [kVAr] [kVAr]
[%] <= 5% '
%
%
    '=====
====='];
disp(head)
%V_bus=abs(V_bus);

for k=1:nbus;
    P_DG(k) = (P_DG(k)/1000)/MVAdasar; %dalam pu;
% Qcap = (Qc(k)/1000)/MVAdasar; %dalam pu;
Vm =abs(V_bus(k)); %Tegangan magnitude
delta=angle(V_bus(k))*(180/pi); % Sudut Tegangan Bus
Pload=(P(k)/1000)/MVAdasar; %dalam pu
Qload=(Q(k)/1000)/MVAdasar; %dalam pu
% Vdrop = ((abs(V_bus(1))-abs(V_bus(k)))/abs(V_bus(1)))*100;
Vdrop(k) = ((abs(V_bus(1))-abs(V_bus(k)))/abs(V_bus(1)))*100;
if Vdrop(k)> 5.0
    status = 'TDK MEMENUHI';
elseif Vdrop(k) <= 5.0
    status = 'MEMENUHI';
else, end
    fprintf(' %3.0f %5.2f % 6.2f %9.2f %9.2f %9.3f %9.3f
%14s\n', k , Vm*KVdasar, delta, Pload*1000,
Qload*1000,P_DG(k)*1000,Vdrop(k), status);
end
fprintf('=====
===== \n');
fprintf('Toleransi = %3.0g \n',tol)
i=n_iter;

```

```

fprintf('Jumlah Iterasi = %g \n',i)
fprintf('\n');
%
%fprintf('DROP TEGANGAN PADA SEGMENT JARINGAN \n');
%fprintf('%s \n',Sistem)
% head =['=====
%       ' No      Nomor  Drop Tegangan'
%       ' CABANG ns -->nr   [0/0]   '
%       '====='];
%disp(head)
%for k=1:nbr;
%   V_drop(k) = ((abs(V_bus(ns(k)))-
abs(V_bus(nr(k))))/abs(V_bus(1)))*100;
%   fprintf(' %2.0f %6g %3g %9.3f \n', k ,ns(k), nr(k), V_drop(k));
%end
%fprintf('===== \n\n');
%
%Tabel Aliran Daya

fprintf('ALIRAN DAYA DAN RUGI-RUGI\n')
fprintf('%s          \n',Sistem)
head =
['=====
' No  --Bus--  --Aliran Daya--  Arus Mag  Arus Mag  Kondisi
,
'Cab. Dari  Ke  [KW]      [KVAr]      [pu]      [Ampere]
Pembebanan'
'====='];
disp(head)
for n=1:nbr
if Arus2(n)> KHA(n)
status = 'over load';
elseif Arus2(n) <= KHA(n)
status = 'Normal';
else, end
% fprintf('%2.0f %2.0f %2.0f %7.2f %7.2f %7.3f %7.3f %g
\n', n, ns(n), nr(n), Pflow(n), Qflow(n), Arus(n),Arus2(n), status(n));
fprintf('%3.0f %3.0f %3.0f %7.2f %8.2f %7.3f %7.3f %s \n',
n, ns(n), nr(n), Pflow(n), Qflow(n), Arus(n),Arus2(n), status);
end
fprintf('=====
=\n\n')

Pgen = Pflow(1);%Total Daya aktif yang dibangkitkan
Qgen = Qflow (1);%Total Daya reaktif yang dibangkitkan
Pload = real(sum (S));%Total Daya aktif beban
Qload = imag(sum(S));%Total Daya reaktif beban
Ploss = real(V_bus(1)*conj((V_bus(1)-V_bus(2))*y(1)))*100*MVAdasar-
Pload;%Total rugi daya aktif
Qloss = imag(V_bus(1)*conj((V_bus(1)-V_bus(2))*y(1)))*100*MVAdasar-
Qload;%Total rugi daya reaktif

fprintf('Total daya aktif yang dibangkitkan oleh GH : %7.3f [KW] \n',
Pgen);

```

```

fprintf('Total daya reaktif yang dibangkitkan oleh GH : %7.3f [KVAR]
\n', Qgen);
fprintf('Total daya aktif beban sistem           : %7.3f [KW] \n',
Pload);
fprintf('Total daya reaktif beban sistem         : %7.3f [KVAR]
\n', Qload);
fprintf('Total rugi daya aktif sistem           : %7.3f [KW] \n',
Ploss);
fprintf('Total rugi daya reaktif sistem         : %7.3f [KVAR]
\n', Qloss);
fprintf('Persentase Total rugi daya aktif sistem   : %7.3f [o/o] \n',
(Ploss/Pgen)*100);

```

## Keluaran Grafik Simulasi

```

%grafik tegangan bus
V_bus=abs(V_bus);
for i = 1:nbus
    bus(i);
    V_bus(i);
    Vdrop(i);
end
figure(1); plot(bus, V_bus, 'r-*', 'Linewidth',2), grid
xlabel('BUS'), ylabel('TEGANGAN [pu]')
title('GRAFIK TEGANGAN BUS');
%
figure(2); plot(bus, Vdrop, 'b-o', 'Linewidth',2), grid
xlabel('BUS'), ylabel('drop TEGANGAN [%]')
title('GRAFIK DROP TEGANGAN BUS');
%
for k = 1:nbr
    branch(k);
    Pflow(k);
    Qflow(k);
    Arus(k);
%    V_drop(k);
end
%grafik aliran daya aktif
figure(3); plot(branch, Pflow, 'm-', 'Linewidth',2), grid
xlabel('CABANG '), ylabel('DAYA AKTIF [KW]');
title('GRAFIK ALIRAN DAYA AKTIF');
%grafik aliran daya reaktif
figure(4); plot(branch, Qflow, 'c-', 'Linewidth',3), grid
xlabel('CABANG '), ylabel('DAYA REAKTIF [KVAR]');
title('GRAFIK ALIRAN DAYA REAKTIF');
%grafik Arus magnitude
figure(5); plot(branch, Arus2, 'g-', 'Linewidth',3), grid
xlabel('CABANG '), ylabel('ARUS [Ampere]');
title('GRAFIK ARUS PADA CABANG');
%
%figure(5); plot(branch, V_drop, 'g-', 'Linewidth',2), grid
%xlabel('CABANG '), ylabel('Vdop [o/o]');
%title('GRAFIK Vdrop PADA CABANG');
%

```

```
Pf=Pflow/(1000*MVAdasar);
Qf=Qflow/(1000*MVAdasar);
%grafik perbandingan aliran daya aktif dan reaktif
figure(6); plot(branch, Pf,'r-',branch, Qf,'b-','LineWidth',2), grid
xlabel('CABANG '), ylabel('DAYA AKTIF DAN REAKTIF [pu]');
title('GRAFIK PERBANDINGAN ALIRAN DAYA AKTIF DAN REAKTIF');
legend('DAYA AKTIF', 'DAYA REAKTIF');
grid on
```

## Penyulang Sejangkung

### 1. Skenario Tanpa DG

```
clc
clear all
Sistem = 'PENYULANG SEJANGKUNG'; %Nama Sistem
KVdasar = 20; %Tegangan Dasar
MVAdasar = 1; %Daya Dasar
iter = 100; %Iterasi Maksimum
akurasi = 0.00001; %Nilai Akurasi
% Data Saluran
% No Bus R X KHA
% Cab ns nr [ohm] [ohm] [A]
linedata=[ 11 2 0.2703 0.4131 300
          2 2 3 0.2562 0.3916 300
          3 3 4 0.3563 0.5447 300
          4 4 5 0.1725 0.2637 300
          5 5 6 0.2238 0.3421 300
          6 6 7 0.3096 0.4733 300
          7 7 8 0.6043 0.9238 300
          8 8 9 0.0662 0.1011 300
          9 9 10 0.2692 0.4115 300
         10 10 11 0.3124 0.4776 300
         11 11 12 0.1652 0.2525 300
         12 12 13 0.1782 0.2723 300
         13 13 14 0.4547 0.6950 300
         14 14 15 0.2856 0.4366 300
         15 15 16 0.2869 0.4386 300
         16 16 17 0.2499 0.3821 300
         17 17 18 0.2307 0.3526 300
         18 18 19 0.4622 0.7066 300
         19 19 20 0.2871 0.4389 300
         20 20 21 0.5137 0.7853 300
         21 21 22 0.0694 0.1061 300
         22 22 23 0.3877 0.5926 300
         23 23 24 0.6864 1.0493 300
         24 24 25 0.4808 0.7350 300
         25 25 26 0.2326 0.3556 300
         26 26 27 0.6164 0.9423 300
         27 27 28 0.0722 0.1104 300
         28 28 29 0.4296 0.6567 300
         29 29 30 0.1797 0.2747 300
         30 30 31 0.5396 0.8249 300
         31 31 32 0.3548 0.5424 300
         32 32 33 0.3355 0.5129 300
         33 33 34 0.4996 0.7638 300
         34 34 35 0.4661 0.7126 300
         35 35 36 0.2826 0.4320 300
         36 36 37 0.1974 0.3018 300
         37 37 38 0.3150 0.4815 300
         38 38 39 0.3293 0.5034 300
         39 39 40 0.1457 0.2228 300
         40 40 41 0.3941 0.6025 300
         41 41 42 0.3961 0.6055 300
```

42	42	43	0.4975	0.7605	300
43	43	44	0.5252	0.8028	300
44	44	45	0.4975	0.7605	300
45	45	46	0.2041	0.3120	300
46	46	47	0.5299	0.8101	300
47	47	48	0.6043	0.9238	300
48	48	49	0.6272	0.9588	300
49	49	50	0.8456	1.2926	300
50	50	51	0.0270	0.0413	300
51	51	52	0.2482	0.3794	300
52	52	53	0.1907	0.2915	300
53	53	54	0.3245	0.4961	300
54	54	55	0.0813	0.1243	300
55	55	56	0.5645	0.8629	300
56	56	57	0.4326	0.6613	300
57	57	58	0.1970	0.3011	300
58	58	59	0.3721	0.5688	300
59	59	60	0.1155	0.1765	300
60	60	61	0.3833	0.5860	300
61	61	62	0.3896	0.5956	300
62	62	63	0.0301	0.0459	300
63	63	64	0.3485	0.5328	300
64	64	65	0.2856	0.4366	300
65	65	66	0.3686	0.5635	300
66	66	67	0.2800	0.4280	300
67	67	68	0.0848	0.1296	300
68	68	69	0.1433	0.2191	300
69	69	70	0.2783	0.4254	300
70	70	71	0.2780	0.4250	300
71	71	72	0.0765	0.1170	300
72	72	73	0.1916	0.2928	300
73	73	74	0.3812	0.5827	300
74	74	75	0.5669	0.8666	300
75	75	76	0.2700	0.4128	300
76	76	77	0.4153	0.6349	300
77	77	78	0.3336	0.5100	300
78	78	79	0.4882	0.7463	300
79	79	80	0.5290	0.8087	300
80	80	81	0.3364	0.5143	300
81	81	82	0.3250	0.4967	300
82	82	83	0.2584	0.3950	300
83	83	84	0.3909	0.5975	300
84	84	85	0.5840	0.8927	300
85	85	86	0.1777	0.2717	300
86	86	87	0.3224	0.4928	300
87	87	88	0.2826	0.4320	300
88	88	89	0.1974	0.3018	300
89	89	90	0.3150	0.4815	300
90	90	91	0.3293	0.5034	300
91	91	92	0.3941	0.6025	300
92	92	93	0.2633	0.4026	300
93	93	94	0.4975	0.7605	300
94	94	95	0.3833	0.5860	300
95	95	96	0.5252	0.8028	300
96	96	97	0.3915	0.5985	300
97	97	98	0.4376	0.6689	300
98	98	99	0.4975	0.7605	300

```

99 99 100 0.2873 0.4392 300
100 100 101 0.3576 0.5467 300
101 101 102 0.5061 0.7737 300
102 102 103 0.2904 0.4439 300];

```

```
%
%
```

```
Data beban Bus
```

```
% No-----Beban----- Injected DG
% Bus P(KW) Q(KVAR) P_DG(KW) Q_DG(KVAR)
```

```

busdata=[ 1 0.00 0.00 0.000 0.000
2 2.72 0.89 0.000 0.000
3 6.44 2.12 0.000 0.000
4 24.27 7.98 0.000 0.000
5 32.85 10.8 0.000 0.000
6 0 0 0.000 0.000
7 25.11 8.25 0.000 0.000
8 16.69 5.49 0.000 0.000
9 15.02 4.94 0.000 0.000
10 8.19 2.69 0.000 0.000
11 12.14 3.99 0.000 0.000
12 0 0 0.000 0.000
13 6.11 2.01 0.000 0.000
14 95.4 31.36 0.000 0.000
15 54.08 17.78 0.000 0.000
16 73.58 24.18 0.000 0.000
17 15.66 5.15 0.000 0.000
18 18.05 5.93 0.000 0.000
19 0 0 0.000 0.000
20 18.38 6.04 0.000 0.000
21 45.21 14.86 0.000 0.000
22 15.56 5.11 0.000 0.000
23 20.82 6.84 0.000 0.000
24 15.73 5.17 0.000 0.000
25 24.1 7.92 0.000 0.000
26 66.59 21.89 0.000 0.000
27 26.65 8.76 0.000 0.000
28 41.1 13.51 0.000 0.000
29 0 0 0.000 0.000
30 54.08 17.78 0.000 0.000
31 33.72 11.08 0.000 0.000
32 21.38 7.03 0.000 0.000
33 17.83 5.86 0.000 0.000
34 37.38 12.29 0.000 0.000
35 11.66 3.83 0.000 0.000
36 22.08 7.26 0.000 0.000
37 73.58 24.18 0.000 0.000
38 18.97 6.24 0.000 0.000
39 53.95 17.73 0.000 0.000
40 0 0 0.000 0.000
41 15.66 5.15 0.000 0.000
42 0 0 0.000 0.000
43 17.6 5.78 0.000 0.000
44 52.63 17.3 0.000 0.000
45 13.51 4.44 0.000 0.000
46 62.22 20.45 0.000 0.000
47 95.4 31.36 0.000 0.000
48 0 0 0.000 0.000

```

49	52.16	17.14	0.000	0.000
50	39.16	12.87	0.000	0.000
51	1.48	0.49	0.000	0.000
52	33.72	11.08	0.000	0.000
53	20.55	6.75	0.000	0.000
54	60.69	19.95	0.000	0.000
55	0	0	0.000	0.000
56	3.67	1.21	0.000	0.000
57	42.37	13.93	0.000	0.000
58	22.24	7.31	0.000	0.000
59	54.08	17.78	0.000	0.000
60	0	0	0.000	0.000
61	45.21	14.86	0.000	0.000
62	16.39	5.39	0.000	0.000
63	0	0	0.000	0.000
64	14.5	4.77	0.000	0.000
65	34.63	11.38	0.000	0.000
66	41.42	13.61	0.000	0.000
67	0	0	0.000	0.000
68	108.4	35.63	0.000	0.000
69	13.42	4.41	0.000	0.000
70	16.05	5.28	0.000	0.000
71	3.23	1.06	0.000	0.000
72	0	0	0.000	0.000
73	6.41	2.11	0.000	0.000
74	0	0	0.000	0.000
75	8.73	2.87	0.000	0.000
76	14.35	4.72	0.000	0.000
77	9.83	3.23	0.000	0.000
78	10.17	3.34	0.000	0.000
79	40.19	13.21	0.000	0.000
80	0	0	0.000	0.000
81	17.72	5.82	0.000	0.000
82	22.28	7.32	0.000	0.000
83	48.24	15.86	0.000	0.000
84	8.19	2.69	0.000	0.000
85	9.32	3.06	0.000	0.000
86	8.19	2.69	0.000	0.000
87	30.85	10.14	0.000	0.000
88	35.17	11.56	0.000	0.000
89	25.76	8.47	0.000	0.000
90	3.67	1.21	0.000	0.000
91	25.05	8.23	0.000	0.000
92	0	0	0.000	0.000
93	24.27	7.98	0.000	0.000
94	32.73	10.76	0.000	0.000
95	20.82	6.84	0.000	0.000
96	32.17	10.57	0.000	0.000
97	24.99	8.21	0.000	0.000
98	0	0	0.000	0.000
99	40.87	13.43	0.000	0.000
100	20.33	6.68	0.000	0.000
101	2.57	0.84	0.000	0.000
102	11.38	3.74	0.000	0.000
103	13.05	4.29	0.000	0.000

];

%



```

Hasan_simulasi_Jaringan_Distribusi_radial_2022
Hasan_bus_out_Sisip_DG_Jaringan_radial_2022;           %Keluaran profile
tegangan, aliran daya, dan total rugi-rugi aktif
Hasan_grafik_keluaran_Radial_loadflow_2022;           %Keluaran grafik
profile tegangan bus

```

2. Skenario 1 ( DG di pasang pada bus 32 sebesar 708,55 kW & 232,88 kVAR )

```
clc
```

```
clear all
```

```
Sistem = 'PENYULANG SEJANGKUNG'; %Nama Sistem
```

```
KVdasar = 20; %Tegangan Dasar
```

```
MVAdasar = 1; %Daya Dasar
```

```
iter = 100; %Iterasi Maksimum
```

```
akurasi = 0.00001; %Nilai Akurasi
```

```
% Data Saluran
```

	% No Bus	R	X	KHA		
	% Cab	ns	nr	[ohm]	[ohm]	[A]
linedata=[	1	1	2	0.2703	0.4131	300
	2	2	3	0.2562	0.3916	300
	3	3	4	0.3563	0.5447	300
	4	4	5	0.1725	0.2637	300
	5	5	6	0.2238	0.3421	300
	6	6	7	0.3096	0.4733	300
	7	7	8	0.6043	0.9238	300
	8	8	9	0.0662	0.1011	300
	9	9	10	0.2692	0.4115	300
	10	10	11	0.3124	0.4776	300
	11	11	12	0.1652	0.2525	300
	12	12	13	0.1782	0.2723	300
	13	13	14	0.4547	0.6950	300
	14	14	15	0.2856	0.4366	300
	15	15	16	0.2869	0.4386	300
	16	16	17	0.2499	0.3821	300
	17	17	18	0.2307	0.3526	300
	18	18	19	0.4622	0.7066	300
	19	19	20	0.2871	0.4389	300
	20	20	21	0.5137	0.7853	300
	21	21	22	0.0694	0.1061	300
	22	22	23	0.3877	0.5926	300
	23	23	24	0.6864	1.0493	300
	24	24	25	0.4808	0.7350	300
	25	25	26	0.2326	0.3556	300
	26	26	27	0.6164	0.9423	300
	27	27	28	0.0722	0.1104	300

28	28	29	0.4296	0.6567	300
29	29	30	0.1797	0.2747	300
30	30	31	0.5396	0.8249	300
31	31	32	0.3548	0.5424	300
32	32	33	0.3355	0.5129	300
33	33	34	0.4996	0.7638	300
34	34	35	0.4661	0.7126	300
35	35	36	0.2826	0.4320	300
36	36	37	0.1974	0.3018	300
37	37	38	0.3150	0.4815	300
38	38	39	0.3293	0.5034	300
39	39	40	0.1457	0.2228	300
40	40	41	0.3941	0.6025	300
41	41	42	0.3961	0.6055	300
42	42	43	0.4975	0.7605	300
43	43	44	0.5252	0.8028	300
44	44	45	0.4975	0.7605	300
45	45	46	0.2041	0.3120	300
46	46	47	0.5299	0.8101	300
47	47	48	0.6043	0.9238	300
48	48	49	0.6272	0.9588	300
49	49	50	0.8456	1.2926	300
50	50	51	0.0270	0.0413	300
51	51	52	0.2482	0.3794	300
52	52	53	0.1907	0.2915	300
53	53	54	0.3245	0.4961	300
54	54	55	0.0813	0.1243	300
55	55	56	0.5645	0.8629	300
56	56	57	0.4326	0.6613	300
57	57	58	0.1970	0.3011	300
58	58	59	0.3721	0.5688	300
59	59	60	0.1155	0.1765	300
60	60	61	0.3833	0.5860	300
61	61	62	0.3896	0.5956	300
62	62	63	0.0301	0.0459	300
63	63	64	0.3485	0.5328	300
64	64	65	0.2856	0.4366	300
65	65	66	0.3686	0.5635	300
66	66	67	0.2800	0.4280	300
67	67	68	0.0848	0.1296	300
68	68	69	0.1433	0.2191	300
69	69	70	0.2783	0.4254	300
70	70	71	0.2780	0.4250	300
71	71	72	0.0765	0.1170	300
72	72	73	0.1916	0.2928	300
73	73	74	0.3812	0.5827	300
74	74	75	0.5669	0.8666	300
75	75	76	0.2700	0.4128	300
76	76	77	0.4153	0.6349	300
77	77	78	0.3336	0.5100	300
78	78	79	0.4882	0.7463	300
79	79	80	0.5290	0.8087	300

80	80	81	0.3364	0.5143	300
81	81	82	0.3250	0.4967	300
82	82	83	0.2584	0.3950	300
83	83	84	0.3909	0.5975	300
84	84	85	0.5840	0.8927	300
85	85	86	0.1777	0.2717	300
86	86	87	0.3224	0.4928	300
87	87	88	0.2826	0.4320	300
88	88	89	0.1974	0.3018	300
89	89	90	0.3150	0.4815	300
90	90	91	0.3293	0.5034	300
91	91	92	0.3941	0.6025	300
92	92	93	0.2633	0.4026	300
93	93	94	0.4975	0.7605	300
94	94	95	0.3833	0.5860	300
95	95	96	0.5252	0.8028	300
96	96	97	0.3915	0.5985	300
97	97	98	0.4376	0.6689	300
98	98	99	0.4975	0.7605	300
99	99	100	0.2873	0.4392	300
100	100	101	0.3576	0.5467	300
101	101	102	0.5061	0.7737	300
102	102	103	0.2904	0.4439	300];

%  
%

#### Data beban Bus

% Bus	% No-----Beban-----		Injected DG	
	P(KW)	Q(KVAR)	P_DG(KW)	Q_DG(KVAR)
busdata=[ 1	0.00	0.00	0.000	0.000
2	2.72	0.89	0.000	0.000
3	6.44	2.12	0.000	0.000
4	24.27	7.98	0.000	0.000
5	32.85	10.8	0.000	0.000
6	0	0	0.000	0.000
7	25.11	8.25	0.000	0.000
8	16.69	5.49	0.000	0.000
9	15.02	4.94	0.000	0.000
10	8.19	2.69	0.000	0.000
11	12.14	3.99	0.000	0.000
12	0	0	0.000	0.000
13	6.11	2.01	0.000	0.000
14	95.4	31.36	0.000	0.000
15	54.08	17.78	0.000	0.000
16	73.58	24.18	0.000	0.000
17	15.66	5.15	0.000	0.000
18	18.05	5.93	0.000	0.000
19	0	0	0.000	0.000
20	18.38	6.04	0.000	0.000
21	45.21	14.86	0.000	0.000
22	15.56	5.11	0.000	0.000
23	20.82	6.84	0.000	0.000
24	15.73	5.17	0.000	0.000
25	24.1	7.92	0.000	0.000

26	66.59	21.89	0.000	0.000
27	26.65	8.76	0.000	0.000
28	41.1	13.51	0.000	0.000
29	0	0	0.000	0.000
30	54.08	17.78	0.000	0.000
31	33.72	11.08	0.000	0.000
32	21.38	7.03	0.000	0.000
33	17.83	5.86	0.000	0.000
34	37.38	12.29	0.000	0.000
35	11.66	3.83	0.000	0.000
36	22.08	7.26	0.000	0.000
37	73.58	24.18	0.000	0.000
38	18.97	6.24	0.000	0.000
39	53.95	17.73	0.000	0.000
40	0	0	0.000	0.000
41	15.66	5.15	0.000	0.000
42	0	0	0.000	0.000
43	17.6	5.78	0.000	0.000
44	52.63	17.3	0.000	0.000
45	13.51	4.44	0.000	0.000
46	62.22	20.45	0.000	0.000
47	95.4	31.36	0.000	0.000
48	0	0	0.000	0.000
49	52.16	17.14	0.000	0.000
50	39.16	12.87	0.000	0.000
51	1.48	0.49	0.000	0.000
52	33.72	11.08	0.000	0.000
53	20.55	6.75	0.000	0.000
54	60.69	19.95	0.000	0.000
55	0	0	1226.38	403.09
56	3.67	1.21	0.000	0.000
57	42.37	13.93	0.000	0.000
58	22.24	7.31	0.000	0.000
59	54.08	17.78	0.000	0.000
60	0	0	0.000	0.000
61	45.21	14.86	0.000	0.000
62	16.39	5.39	0.000	0.000
63	0	0	0.000	0.000
64	14.5	4.77	0.000	0.000
65	34.63	11.38	0.000	0.000
66	41.42	13.61	0.000	0.000
67	0	0	0.000	0.000
68	108.4	35.63	0.000	0.000
69	13.42	4.41	0.000	0.000
70	16.05	5.28	0.000	0.000
71	3.23	1.06	0.000	0.000
72	0	0	0.000	0.000
73	6.41	2.11	0.000	0.000
74	0	0	0.000	0.000
75	8.73	2.87	0.000	0.000
76	14.35	4.72	0.000	0.000
77	9.83	3.23	0.000	0.000

78	10.17	3.34	0.000	0.000
79	40.19	13.21	0.000	0.000
80	0	0	0.000	0.000
81	17.72	5.82	0.000	0.000
82	22.28	7.32	0.000	0.000
83	48.24	15.86	0.000	0.000
84	8.19	2.69	0.000	0.000
85	9.32	3.06	0.000	0.000
86	8.19	2.69	0.000	0.000
87	30.85	10.14	0.000	0.000
88	35.17	11.56	0.000	0.000
89	25.76	8.47	0.000	0.000
90	3.67	1.21	0.000	0.000
91	25.05	8.23	0.000	0.000
92	0	0	0.000	0.000
93	24.27	7.98	0.000	0.000
94	32.73	10.76	0.000	0.000
95	20.82	6.84	0.000	0.000
96	32.17	10.57	0.000	0.000
97	24.99	8.21	0.000	0.000
98	0	0	0.000	0.000
99	40.87	13.43	0.000	0.000
100	20.33	6.68	0.000	0.000
101	2.57	0.84	0.000	0.000
102	11.38	3.74	0.000	0.000
103	13.05	4.29	0.000	0.000];

%

%

Hasan\_simulasi\_Jaringan\_Distribusi\_radial\_2022

Hasan\_bus\_out\_Sisip\_DG\_Jaringan\_radial\_2022; %Keluaran profile tegangan,  
aliran daya, dan total rugi-rugi aktif

Hasan\_grafik\_keluaran\_Radial\_loadflow\_2022; %Keluaran grafik profile  
tegangan bus

3. Skenario 2 ( DG di pasang pada bus 38 dan bus 58, Dengan kapasitas masing-masing sebesar 708,55 kW & 232,88 kVAR )

```

Sistem = 'PENYULANG SEJANGKUNG'; %Nama Sistem
KVdasar = 20; %Tegangan Dasar
MVAdasar = 1; %Daya Dasar
iter = 100; %Iterasi Maksimum
akurasi = 0.00001; %Nilai Akurasi

% Data Saluran

      % No   Bus      R      X      KHA
      % Cab ns nr   [ohm] [ohm]  [A]
linedata=[ 1      1      2      0.2703 0.4131 300
           2      2      3      0.2562 0.3916 300
           3      3      4      0.3563 0.5447 300
           4      4      5      0.1725 0.2637 300
           5      5      6      0.2238 0.3421 300
           6      6      7      0.3096 0.4733 300
           7      7      8      0.6043 0.9238 300
           8      8      9      0.0662 0.1011 300
           9      9     10      0.2692 0.4115 300
          10     10     11      0.3124 0.4776 300
          11     11     12      0.1652 0.2525 300
          12     12     13      0.1782 0.2723 300
          13     13     14      0.4547 0.6950 300
          14     14     15      0.2856 0.4366 300
          15     15     16      0.2869 0.4386 300
          16     16     17      0.2499 0.3821 300
          17     17     18      0.2307 0.3526 300
          18     18     19      0.4622 0.7066 300
          19     19     20      0.2871 0.4389 300
          20     20     21      0.5137 0.7853 300
          21     21     22      0.0694 0.1061 300
          22     22     23      0.3877 0.5926 300
          23     23     24      0.6864 1.0493 300
          24     24     25      0.4808 0.7350 300
          25     25     26      0.2326 0.3556 300
          26     26     27      0.6164 0.9423 300
          27     27     28      0.0722 0.1104 300
          28     28     29      0.4296 0.6567 300
          29     29     30      0.1797 0.2747 300
          30     30     31      0.5396 0.8249 300
          31     31     32      0.3548 0.5424 300
          32     32     33      0.3355 0.5129 300
          33     33     34      0.4996 0.7638 300
          34     34     35      0.4661 0.7126 300
          35     35     36      0.2826 0.4320 300
          36     36     37      0.1974 0.3018 300
          37     37     38      0.3150 0.4815 300
          38     38     39      0.3293 0.5034 300

```

39	39	40	0.1457 0.2228 300
40	40	41	0.3941 0.6025 300
41	41	42	0.3961 0.6055 300
42	42	43	0.4975 0.7605 300
43	43	44	0.5252 0.8028 300
44	44	45	0.4975 0.7605 300
45	45	46	0.2041 0.3120 300
46	46	47	0.5299 0.8101 300
47	47	48	0.6043 0.9238 300
48	48	49	0.6272 0.9588 300
49	49	50	0.8456 1.2926 300
50	50	51	0.0270 0.0413 300
51	51	52	0.2482 0.3794 300
52	52	53	0.1907 0.2915 300
53	53	54	0.3245 0.4961 300
54	54	55	0.0813 0.1243 300
55	55	56	0.5645 0.8629 300
56	56	57	0.4326 0.6613 300
57	57	58	0.1970 0.3011 300
58	58	59	0.3721 0.5688 300
59	59	60	0.1155 0.1765 300
60	60	61	0.3833 0.5860 300
61	61	62	0.3896 0.5956 300
62	62	63	0.0301 0.0459 300
63	63	64	0.3485 0.5328 300
64	64	65	0.2856 0.4366 300
65	65	66	0.3686 0.5635 300
66	66	67	0.2800 0.4280 300
67	67	68	0.0848 0.1296 300
68	68	69	0.1433 0.2191 300
69	69	70	0.2783 0.4254 300
70	70	71	0.2780 0.4250 300
71	71	72	0.0765 0.1170 300
72	72	73	0.1916 0.2928 300
73	73	74	0.3812 0.5827 300
74	74	75	0.5669 0.8666 300
75	75	76	0.2700 0.4128 300
76	76	77	0.4153 0.6349 300
77	77	78	0.3336 0.5100 300
78	78	79	0.4882 0.7463 300
79	79	80	0.5290 0.8087 300
80	80	81	0.3364 0.5143 300
81	81	82	0.3250 0.4967 300
82	82	83	0.2584 0.3950 300
83	83	84	0.3909 0.5975 300
84	84	85	0.5840 0.8927 300
85	85	86	0.1777 0.2717 300
86	86	87	0.3224 0.4928 300
87	87	88	0.2826 0.4320 300
88	88	89	0.1974 0.3018 300
89	89	90	0.3150 0.4815 300
90	90	91	0.3293 0.5034 300
91	91	92	0.3941 0.6025 300
92	92	93	0.2633 0.4026 300
93	93	94	0.4975 0.7605 300
94	94	95	0.3833 0.5860 300
95	95	96	0.5252 0.8028 300

```

96      96      97      0.3915 0.5985 300
97      97      98      0.4376 0.6689 300
98      98      99      0.4975 0.7605 300
99      99      100     0.2873 0.4392 300
100     100     101     0.3576 0.5467 300
101     101     102     0.5061 0.7737 300
102     102     103     0.2904 0.4439 300];

```

```
%
%
```

```
Data beban Bus
```

```
% No-----Beban-----
```

```
Injected DG
```

```
% Bus P(KW) Q(KVAR)
```

```
P_DG(KW) Q_DG(KVAR)
```

```

busdata=[ 1      0.00  0.00  0.000 0.000
2         2.72  0.89  0.000 0.000
3         6.44  2.12  0.000 0.000
4        24.27  7.98  0.000 0.000
5        32.85 10.8   0.000 0.000
6         0     0     0.000 0.000
7        25.11  8.25  0.000 0.000
8        16.69  5.49  0.000 0.000
9        15.02  4.94  0.000 0.000
10       8.19  2.69  0.000 0.000
11      12.14  3.99  0.000 0.000
12       0     0     0.000 0.000
13       6.11  2.01  0.000 0.000
14      95.4   31.36  0.000 0.000
15     54.08  17.78  0.000 0.000
16     73.58  24.18  0.000 0.000
17     15.66  5.15  0.000 0.000
18     18.05  5.93  0.000 0.000
19       0     0     0.000 0.000
20     18.38  6.04  0.000 0.000
21     45.21 14.86  0.000 0.000
22     15.56  5.11  0.000 0.000
23     20.82  6.84  0.000 0.000
24     15.73  5.17  0.000 0.000
25     24.1   7.92  0.000 0.000
26     66.59 21.89  0.000 0.000
27     26.65  8.76  0.000 0.000
28     41.1   13.51  0.000 0.000
29       0     0     0.000 0.000
30     54.08 17.78  0.000 0.000
31     33.72 11.08  0.000 0.000
32     21.38  7.03  0.000 0.000
33     17.83  5.86  0.000 0.000
34     37.38 12.29  0.000 0.000
35     11.66  3.83  0.000 0.000
36     22.08  7.26  0.000 0.000
37     73.58 24.18  0.000 0.000
38     18.97  6.24  0.000 0.000
39     53.95 17.73  0.000 0.000
40       0     0     0.000 0.000
41     15.66  5.15  0.000 0.000
42       0     0     0.000 0.000
43     17.6   5.78  0.000 0.000
44     52.63 17.3   0.000 0.000
45     13.51  4.44  0.000 0.000
46     62.22 20.45  0.000 0.000

```



47	95.4	31.36	0.000	0.000
48	0	0	0.000	0.000
49	52.16	17.14	0.000	0.000
50	39.16	12.87	0.000	0.000
51	1.48	0.49	0.000	0.000
52	33.72	11.08	0.000	0.000
53	20.55	6.75	0.000	0.000
54	60.69	19.95	0.000	0.000
55	0	0	0.000	0.000
56	3.67	1.21	0.000	0.000
57	42.37	13.93	0.000	0.000
58	22.24	7.31	0.000	0.000
59	54.08	17.78	0.000	0.000
60	0	0	0.000	0.000
61	45.21	14.86	0.000	0.000
62	16.39	5.39	0.000	0.000
63	0	0	0.000	0.000
64	14.5	4.77	0.000	0.000
65	34.63	11.38	0.000	0.000
66	41.42	13.61	0.000	0.000
67	0	0	0.000	0.000
68	108.4	35.63	0.000	0.000
69	13.42	4.41	0.000	0.000
70	16.05	5.28	0.000	0.000
71	3.23	1.06	0.000	0.000
72	0	0	1471.66	483.71
73	6.41	2.11	0.000	0.000
74	0	0	0.000	0.000
75	8.73	2.87	0.000	0.000
76	14.35	4.72	0.000	0.000
77	9.83	3.23	0.000	0.000
78	10.17	3.34	0.000	0.000
79	40.19	13.21	0.000	0.000
80	0	0	0.000	0.000
81	17.72	5.82	0.000	0.000
82	22.28	7.32	0.000	0.000
83	48.24	15.86	0.000	0.000
84	8.19	2.69	0.000	0.000
85	9.32	3.06	0.000	0.000
86	8.19	2.69	0.000	0.000
87	30.85	10.14	0.000	0.000
88	35.17	11.56	0.000	0.000
89	25.76	8.47	0.000	0.000
90	3.67	1.21	0.000	0.000
91	25.05	8.23	0.000	0.000
92	0	0	0.000	0.000
93	24.27	7.98	0.000	0.000
94	32.73	10.76	0.000	0.000
95	20.82	6.84	0.000	0.000
96	32.17	10.57	0.000	0.000
97	24.99	8.21	0.000	0.000
98	0	0	0.000	0.000
99	40.87	13.43	0.000	0.000
100	20.33	6.68	0.000	0.000
101	2.57	0.84	0.000	0.000
102	11.38	3.74	0.000	0.000
103	13.05	4.29	0.000	0.000];

%

Hasan\_simulasi\_Jaringan\_Distribusi\_radial\_2022

Hasan\_bus\_out\_Sisip\_DG\_Jaringan\_radial\_2022; %Keluaran profile tegangan,  
aliran daya, dan total rugi-rugi aktif

Hasan\_grafik\_keluaran\_Radial\_loadflow\_2022; %Keluaran grafik profile  
tegangan bus

4. Skenario 3 ( DG di pasang pada bus 18, bus 48 dan bus 85,Dengan kapasitas masing-masing sebesar 708,55 kV dan 232,88 kVAR.

```
Sistem = 'PENYULANG SEJANGKUNG'; %Nama Sistem
KVdasar = 20; %Tegangan Dasar
MVAdasar = 1; %Daya Dasar
iter = 100; %Iterasi Maksimum
akurasi = 0.00001; %Nilai Akurasi
% Data Saluran
% No Bus R X KHA
% Cab ns nr [ohm] [ohm] [A]
linedata=[ 1 1 2 0.3909 0.5975 300
           2 2 3 0.2326 0.3556 300
           3 3 4 0.6164 0.9423 300
           4 4 5 0.0722 0.1104 300
           5 5 6 0.0363 0.0555 300
           6 6 7 0.3563 0.5447 300
           7 7 8 0.1725 0.2637 300
           8 8 9 0.0662 0.1011 300
           9 9 10 0.1431 0.2188 300
          10 10 11 0.0681 0.1041 300
          11 11 12 0.3124 0.4776 300
          12 12 13 0.1781 0.2723 300
          13 13 14 0.0655 0.1001 300
          14 14 15 0.1401 0.2142 300
          15 15 16 0.0694 0.1061 300
          16 16 17 0.0337 0.0516 300
          17 17 18 0.2307 0.3526 300
          18 18 19 0.2871 0.4389 300
          19 19 20 0.5137 0.7853 300
```

20	20	21	0.6263	0.9575	300
21	21	22	0.3876	0.5926	300
22	22	23	0.2480	0.3791	300
23	23	24	0.4795	0.7330	300
24	24	25	0.3548	0.5424	300
25	25	26	0.5409	0.8269	300
26	26	27	0.4996	0.7638	300
27	27	28	0.4661	0.7126	300
28	28	29	0.5029	0.7687	300
29	29	30	0.6549	1.0011	300
30	30	31	0.6890	1.0533	300
31	31	32	0.2467	0.3771	300
32	32	33	0.4772	0.7294	300
33	33	34	0.4339	0.6633	300
34	34	35	0.3224	0.4928	300
35	35	36	0.4650	0.7109	300
36	36	37	0.2041	0.3120	300
37	37	38	0.5299	0.8101	300
38	38	39	0.6043	0.9237	300
39	39	40	0.6272	0.9588	300
40	40	41	0.8456	1.2926	300
41	41	42	0.0270	0.0413	300
42	42	43	0.2482	0.3794	300
43	43	44	0.1907	0.2915	300
44	44	45	0.3245	0.4961	300
45	45	46	0.5645	0.8629	300
46	46	47	0.4326	0.6613	300
47	47	48	0.1970	0.3011	300
48	48	49	0.3721	0.5688	300
49	49	50	0.3833	0.5860	300
50	50	51	0.3896	0.5956	300
51	51	52	0.3485	0.5328	300
52	52	53	0.2856	0.4366	300

53	53	54	0.3686	0.5635	300
54	54	55	0.0848	0.1296	300
55	55	56	0.1433	0.2191	300
56	56	57	0.2782	0.4254	300
57	57	58	0.2780	0.4250	300
58	58	59	0.1916	0.2928	300
59	59	60	0.5669	0.8666	300
60	60	61	0.2700	0.4128	300
61	61	62	0.4153	0.6349	300
62	62	63	0.3336	0.5100	300
63	63	64	0.0558	0.0853	300
64	64	65	0.5290	0.8087	300
65	65	66	0.3249	0.4967	300
66	66	67	0.2584	0.3949	300
67	67	68	0.3909	0.5975	300
68	68	69	0.1516	0.2317	300
69	69	70	0.1777	0.2717	300
70	70	71	0.3224	0.4928	300
71	71	72	0.2826	0.4320	300
72	72	73	0.1974	0.3017	300
73	73	74	0.3150	0.4815	300
74	74	75	0.3293	0.5034	300
75	75	76	0.3941	0.6025	300
76	76	77	0.4975	0.7605	300
77	77	78	0.3833	0.5860	300
78	78	79	0.5251	0.8028	300
79	79	80	0.3915	0.5985	300
80	80	81	0.4376	0.6689	300
81	81	82	0.2387	0.3649	300
82	82	83	0.5191	0.7935	300
83	83	84	0.2363	0.3612	300
84	84	85	0.6056	0.9257	300
85	85	86	0.0683	0.1044	300
86	86	87	0.4385	0.6705	300

```

87 87 88 0.3487 0.5331 300
88 88 89 0.1533 0.2343 300
89 89 90 0.0675 0.1031 300
90 90 91 0.1325 0.2026 300
91 91 92 0.0867 0.1325 300
92 92 93 0.2357 0.3602 300
93 93 94 0.2837 0.4336 300
94 94 95 0.4988 0.7625 300
95 95 96 0.9777 1.4945 300
96 96 97 0.9710 1.4843 300
97 97 98 0.5193 0.7939 300
98 98 99 0.4352 0.6653 300
99 99 100 0.4337 0.6630 300
100 100 101 0.2880 0.4402 300
101 101 102 0.0653 0.0998 300];

```

%

%

Data beban Bus

% No-----Beban-----

Injected DG

% Bus P(KW) Q(KVAR) P\_DG(KW) Q\_DG(KVAR)

```

busdata=[ 1      0.00  0.00  0.000  0.000
          2      17.83  5.86  0.000  0.000
          3      26.65  8.76  0.000  0.000
          4      73.27 24.08  0.000  0.000
          5      66.59 21.89  0.000  0.000
          6      37.38 12.29  0.000  0.000
          7      39.16 12.87  0.000  0.000
          8      22.63  7.44  0.000  0.000
          9      41.10 13.51  0.000  0.000
         10      35.30 11.60  0.000  0.000
         11      11.66  3.83  0.000  0.000
         12      22.08  7.26  0.000  0.000
         13      33.72 11.08  0.000  0.000
         14      21.38  7.03  0.000  0.000
         15      20.55  6.75  0.000  0.000

```

16	60.69	19.95	0.000	0.000
17	41.42	13.61	0.000	0.000
18	108.40	35.63	708.550	232.880
19	22.28	7.32	0.000	0.000
20	30.85	10.14	0.000	0.000
21	42.37	13.93	0.000	0.000
22	22.24	7.31	0.000	0.000
23	14.50	4.77	0.000	0.000
24	34.63	11.38	0.000	0.000
25	35.17	11.56	0.000	0.000
26	25.76	8.47	0.000	0.000
27	97.26	31.97	0.000	0.000
28	31.13	10.23	0.000	0.000
29	49.39	16.23	0.000	0.000
30	53.95	17.73	0.000	0.000
31	15.66	5.15	0.000	0.000
32	78.59	25.83	0.000	0.000
33	95.40	31.36	0.000	0.000
34	73.58	24.18	0.000	0.000
35	10.72	3.52	0.000	0.000
36	54.08	17.78	0.000	0.000
37	29.66	9.75	0.000	0.000
38	32.17	10.57	0.000	0.000
39	40.87	13.43	0.000	0.000
40	3.67	1.21	0.000	0.000
41	25.05	8.23	0.000	0.000
42	34.70	11.41	0.000	0.000
43	24.27	7.98	0.000	0.000
44	32.85	10.80	0.000	0.000
45	32.17	10.57	0.000	0.000
46	62.22	20.45	0.000	0.000
47	00.00	00.00	0.000	0.000
48	52.16	17.17	708.550	232.880
49	20.33	6.68	0.000	0.000

% 100 MW 70 MVAR

50	2.57	0.84	0.000	0.000
51	11.38	3.74	0.000	0.000
52	13.05	4.29	0.000	0.000
53	13.42	4.41	0.000	0.000
54	16.05	5.28	0.000	0.000
55	32.09	10.55	0.000	0.000
56	20.82	6.84	0.000	0.000
57	17.72	5.82	0.000	0.000
58	40.19	13.21	0.000	0.000
59	48.24	15.86	0.000	0.000
60	18.97	6.24	0.000	0.000
61	24.99	8.21	0.000	0.000
62	14.35	4.72	0.000	0.000
63	9.83	3.23	0.000	0.000
64	6.41	2.11	0.000	0.000
65	10.17	3.34	0.000	0.000
66	8.19	2.69	0.000	0.000
67	15.02	4.94	0.000	0.000
68	8.19	2.69	0.000	0.000
69	9.32	3.06	0.000	0.000
70	8.73	2.87	0.000	0.000
71	18.38	6.04	0.000	0.000
72	16.39	5.39	0.000	0.000
73	45.21	14.86	0.000	0.000
74	10.87	3.57	0.000	0.000
75	16.69	5.49	0.000	0.000
76	1.48	0.49	0.000	0.000
77	3.23	1.06	0.000	0.000
78	2.63	0.86	0.000	0.000
79	4.45	1.46	0.000	0.000
80	24.10	7.92	0.000	0.000
81	5.15	1.69	0.000	0.000
82	10.51	3.45	0.000	0.000
83	28.20	9.27	0.000	0.000

84	52.30	17.19	0.000	0.000
85	10.17	3.34	708.550	232.880
86	21.66	7.12	0.000	0.000
87	17.60	5.78	0.000	0.000
88	52.63	17.30	0.000	0.000
89	22.58	7.42	0.000	0.000
90	26.28	8.64	0.000	0.000
91	00.00	00.00	0.000	0.000
92	12.14	3.99	0.000	0.000
93	18.05	5.93	0.000	0.000
94	13.51	4.44	0.000	0.000
95	6.11	2.01	0.000	0.000
96	15.56	5.11	0.000	0.000
97	2.72	0.89	0.000	0.000
98	15.73	5.17	0.000	0.000
99	6.44	2.12	0.000	0.000
100	25.11	8.25	0.000	0.000
101	35.51	11.67	0.000	0.000
102	85.09	27.97	0.000	0.000];

%

%

Hasan\_simulasi\_Jaringan\_Distribusi\_radial\_2022

Hasan\_bus\_out\_Sisip\_DG\_Jaringan\_radial\_2022;  
tegangan, aliran daya, dan total rugi-rugi aktif

%Keluaran profile

Hasan\_grafik\_keluaran\_Radial\_loadflow\_2022;  
profile tegangan bus

%Keluaran grafik