

Memperbaiki Drop Tegangan dengan Simulasi Rekonfigurasi Jaringan Sistem 20 kV

Surya Ekanugraha¹, Ali Basrah Pulungan²

¹PT. PLN (Persero) UP3 Solok

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang, 35132, Indonesia

suryaekanugraha2@gmail.com, alibasrahpulungan@ft.unp.ac.id

Abstrak

Gardu Hubung (GH) yang menggunakan satu Penyulang Express akan mengakibatkan kurang handalnya sistem 20 kV sehingga sangat berdampak pada drop tegangan pada sistem 20 kV. Drop tegangan yang terjadi mempengaruhi penjualan energi listrik. Penjualan energi listrik yang tidak maksimal akan menyebabkan menurunnya citra PT. PLN (Persero) di mata masyarakat. Permasalahan drop tegangan dapat di atasi dengan melakukan rekonfigurasi jaringan. Penelitian ini dilakukan pada GH Balitan yang terletak di Kabupaten Dhamasraya. Rekonfigurasi jaringan dilakukan menggunakan metode simulasi dengan menambahkan satu Incoming dari Penyulang Express Baru dari Gardu Induk (GI) Sungai Rumbai Trafo Daya (TD) satu untuk menyuplay sebagian beban GH Balitan. Rekonfigurasi ini bertujuan untuk menaikkan tegangan di GH Balitan. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh nilai tegangan naik di GH Balitan dari 18.60 kV menjadi 20.14 kV. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rekonfigurasi jaringan dapat memperbaiki nilai tegangan. Perbaikan drop tegangan ini menunjukkan terjadinya peningkatan keandalan sistem 20 kV GH Balitan.

INFO.

Info. Artikel:

No. 231

Received May 17, 2022

Revised. May 23, 2022

Accepted. May 27, 2022

Page. 249-256

Kata kunci:

✓ Drop Tegangan

✓ Rekonfigurasi

✓ Jaringan

Abstract

The Gardu Hubung (GH) that uses one Express Refiner will result in a lack of reliable 20 kV system so that it greatly impacts the voltage drop in the 20 kV system. The voltage drop that occurs affects the magnitude of sale of electrical energy. The sale of electrical energy that is not maximal will cause a decrease in the image of PT. PLN (Persero) in the eyes of the community. Voltage drop problems can be overcome by reconfiguring the network. This research was conducted on GH Balitan located in Dhamasraya Regency. Network reconfiguration is carried out using a simulation method by adding one Incoming from the New Express Refiner from Gardu Induk (GI) Sungai Rumbai Trafo Daya (TD) one to play some of the GH Balitan load. This reconfiguration aims to increase the voltage in GH Balitan. Based on the simulation results, the voltage value rose in GH Balitan from 18.60 kV to 20.14 kV. The results obtained show that network reconfiguration can improve the voltage value. This voltage drop improvement indicates an increase in the reliability of the 20 kV GH Balitan system.

PENDAHULUAN

Tenaga listrik merupakan bentuk energi sekunder yang dibangkitkan, ditransmisikan dan didistribusikan kepada pelanggan/konsumen untuk segala macam keperluan [1]. Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang mensuplai daya listrik ke beban [2]. Energi listrik merupakan energi yang sangat bermanfaat [3].

Sistem tenaga listrik merupakan rangkaian instalasi tenaga listrik yang terdiri dari sistem pembangkitan, sistem transmisi dan sistem distribusi yang saling terintegrasi dan berfungsi untuk memenuhi kebutuhan energi listrik bagi semua orang [4]. Secara umum, baik buruknya sistem

penyaluran dan distribusi tenaga listrik terutama adalah ditinjau dari kualitas tegangan yang diterima oleh konsumen [5].

Jaringan distribusi adalah semua bagian dari suatu sistem yang menunjang pendistribusian tenaga listrik yang berasal dari gardu-gardu induk [6]. Sedangkan komponen-komponen jaringan distribusi adalah jaringan distribusi primer (suatu jaringan dengan sistem 20 KV), gardu distribusi (suatu sistem dengan peralatan utama trafo untuk menurunkan tagangan), jaringan distribusi sekunder (suatu jaringan dengan sistem tegangan 110V, 220V, 380V) [6].

Jatuh tegangan dapat juga terjadi karena penghantar yang digunakan mempunyai tahanan [6]. Oleh karena itu, penyaluran jarak jauh sangat memungkinkan terjadinya jatuh tegangan, sehingga tegangan dan arus listrik banyak yang hilang [7]. Persyaratan penting dalam merencanakan suatu jaringan harus diperhatikan masalah kualitas saluran, dan kontinuitas pelayanan yang baik terhadap konsumen [7].

Tegangan jatuh adalah besar penurunan atau kehilangan nilai tegangan listrik pada suatu penghantar dari nilai tegangan normalnya [8]. Tegangan jatuh adalah selisih antara tegangan ujung pengiriman dan tegangan ujung penerimaan, jatuh tegangan disebabkan oleh hambatan dan arus, pada saluran bolak balik besarnya tergantung dari impedansi dan admitansi saluran serta pada beban faktor daya [9].

Rekonfigurasi jaringan distribusi merupakan mengatur ulang konfigurasi jaringan distribusi dengan melakukan penambahan switch yang terdapat pada jaringan distribusi dengan pensakelaran terkontrol jarak jauh untuk menurunkan rugi-rugi daya pada jaringan distribusi dan untuk meningkatkan keandalan sistem distribusi [10].

PT. PLN (Persero) ULP Sitiung pada GH Balitan memiliki 1 sumber yaitu GI Sungai Lansek dengan jaringan radial yang memiliki jarak yang terbilang jauh dan beban yang cukup tinggi, sehingga tidak maksimalnya penyaluran energi sistem 20 kV dan membuat rendahnya nilai tegangan 20 kV pada GH Balitan. Oleh karena itu, diperlukan rekonfigurasi jaringan pada GH Balitan agar maksimalnya penyaluran energi sistem 20 kV.

Berbagai penelitian yang berhubungan dengan rekonfigurasi jaringan telah diusulkan dalam literatur, misalnya penelitian tentang Analisa pemindahan beban penyulang sungai saph ke penyulang siteba terhadap drop tegangan di PT. PLN (Persero) Rayon Kuranji [7]. Rekonfigurasi jaringan distribusi daya listrik dengan metode algoritma genetika [10].

Ada pun penelitian dilakukan dengan menggunakan berbagai aplikasi, misalnya penelitian tentang analisis perbaikan tegangan ujung pada jaringan tegangan 20 kV express trienggadeng daerah kerja PT. PLN(Persero) area sigli rayon meureudu dengan simulasi E-TAP [11]. Perancangan Jaringan Distribusi 20 kV Pada PT Bukit Asam (Persero), Tbk [12].

Untuk itu penulis membuat simulasi rekonfigurasi jaringan 20 kV menggunakan softwate Etap 19.0.1 dengan bertujuan untuk memperbaiki drop tegangan pada GH Balitan. Analisanya dilakukan membandingkan sebelum dan sesudah dilakukan rekonfigurasi jaringan.

METODE PENELITIAN

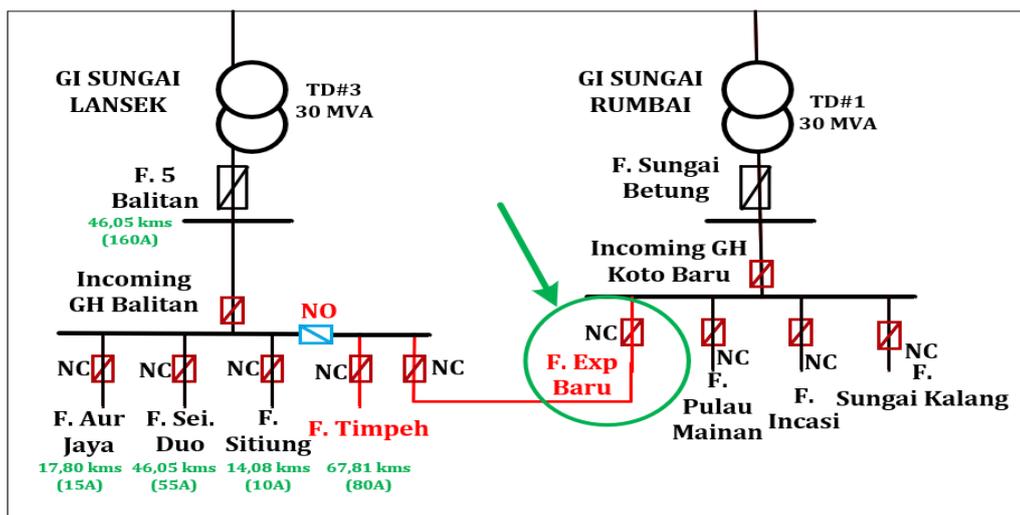
Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan simulasi ETAP 19.0.1. Electric Transient and Analysis Program (ETAP) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik [13].

Penelitian ini dilakukan di wilayah kerja PT. PLN(Persero) ULP Sitiung yang mana fokus utama terletak pada tegangan jatuh GH Balitan. Simulasi rekonfigurasi ini dilakukan dengan menambahkan satu incoming penyulang express baru dari GI Sungai Rumbai yang nantinya akan menyuplai sebagian beban GH Balitan. Perhitungan drop tegangan dilakukan dengan membandingkan sebelum dan sesudah dilakukan rekonfigurasi jaringan 20 kV.

Deskripsi Data

Tabel 1. Data Saluran Penyulang Gardu Hubung Balitan

No	Feeder	Beban (Ampere)	Panjang (kms)	Jenis Saluran	Ukuran Kawat	Bahan Kawat
1	F. Timpeh	65	67,81	AAACS	150	Alluminium
2	F. Aur Jaya	30	17,8	AAACS	150	Alluminium
3	F. Sungai Duo	45	46,05	AAACS	150	Alluminium
4	F. Sitiung	40	31,7	AAACS	150	Alluminium



Gambar 1. SLD GH Balitan (kondisi rekonfigurasi)

Perubahan konfigurasi jaringan dilakukan dengan pembangunan express feeder baru untuk membagi 4 outgoing feeder menjadi dua kelompok beban feeder. Dengan pembangunan express feeder baru maka rencana perubahan pola operasi dilakukan sebagai berikut :

1. Feeder 5 Balitan dari TD 3 GI Sungai Lansek memikul beban feeder Aur Jaya, Sungai Duo dan Sitiung.
2. Feeder Express Baru dari TD 2 GI Sungai Rumbai memikul beban feeder Timpeh.
3. Kedua Bus terpisah dan dapat saling manuver beban melalui panel kopel Bus jika terjadi Gangguan dan rencana Pemeliharaan.

Selain untuk memperbaiki drop tegangan, rekonfigurasi jaringan ini juga dapat menjadi opsi tambahan jika terjadi Gangguan pada salah satu incoming GH Balitan, sehingga prosedur manuver dilakukan sebagai berikut :

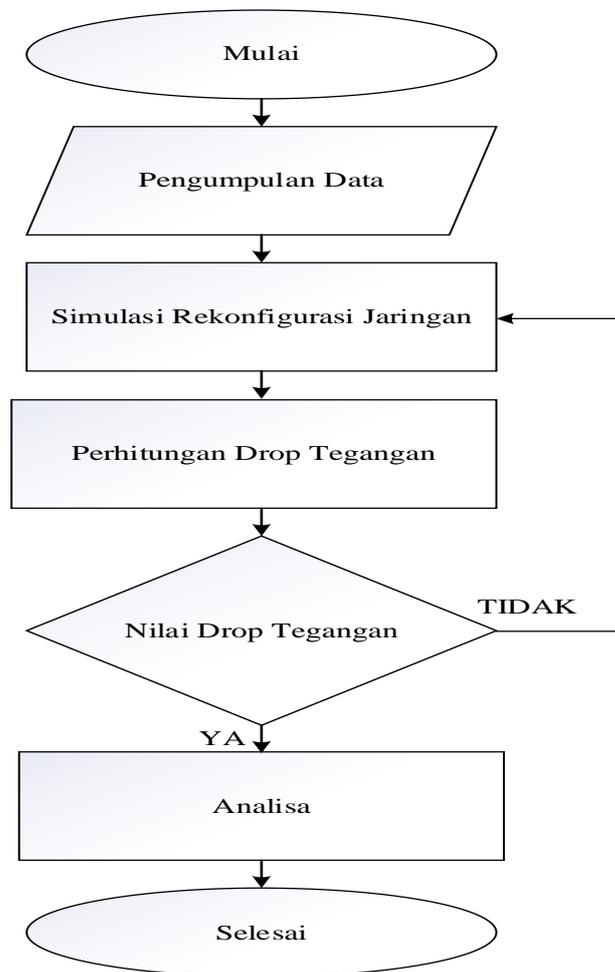
A. Manuver Gangguan

1. Feeder 5 Balitan terganggu (lepas dari GI Sungai Lansek).
2. Lepaskan Incoming dari feeder 5 Balitan dan semua outgoingnya, kemudian masukan kopel PMT Busbar di GH Balitan, untuk manuver ke GI Sungai Rumbai melalui jaringan Express feeder baru.
3. Masukan outgoing feeder satu per satu hingga menyala.

B. Normalisasi Jaringan

1. Masukan PMT feeder 5 Balitan di GI Sungai Lansek
2. Masukan PMT Incoming feeder 5 Balitan di GH Balitan dan Lepaskan PMT Kopel Bus GH Balitan.

Flowchart



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Menggunakan Software ETAP 19.0.1

Software ETAP merupakan suatu perangkat lunak yang dapat melakukan penggambaran single line diagram secara grafis dan mengadakan beberapa analisa atau studi yaitu Load Flow (aliran daya), Short Circuit (hubung singkat), motor starting, harmonisa transient stability, protective device coordination, dan cable derating [14]. Hal ini memudahkan dalam pembacaan diagram maupun dalam analisa rangkaian [15].

Aliran daya pada suatu sistem tenaga listrik secara garis besar adalah suatu peristiwa daya yang mengalir berupa daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) dari suatu sistem pembangkit (sisi pengirim) melalui suatu saluran atau jaringan transmisi hingga sampai ke sisi beban (sisi penerima) [15]. Pada kondisi ideal, maka daya yang diberikan oleh sisi pengirim akan sama dengan daya yang diterima beban. Namun pada kondisi real, daya yang dikirim sisi pengirim tidak akan sama dengan yang diterima beban [15]. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa hal:

1. Impedansi di saluran transmisi.

Impedansi di saluran transmisi dapat terjadi karena berbagai hal dan sudah mencakup resultan antara hambatan resistif, induktif dan kapasitif. Hal ini yang menyebabkan rugi-rugi daya karena terkonversi atau terbuang menjadi energi lain dalam transfer energi.

2. Tipe beban yang tersambung jalur [15].

Ada 3 tipe beban, yaitu resistif, induktif, dan kapasitif. Resultan antara besaran hambatan kapasitif dan induktif akan mempengaruhi P.F. sehingga mempengaruhi perbandingan antara besarnya daya yang ditransfer dengan yang diterima [15].

Perhitungan Manual Drop Tegangan

Dalam suatu sistem distribusi, drop tegangan yang terjadi harus diupayakan sekecil kecil nya agar tidak merugikan konsumen. Berdasarkan penjelasan, maka besar rugi tegangan pada saluran tiga fasa dapat ditentukan dengan rumus:

$$VD_{3\phi} = \sqrt{3} I \ell (R \cos\phi + jX \sin\phi)$$

$$\text{Atau } VD_{3\phi} = (\sqrt{3} \times \rho \times \ell \times I \times \cos\phi) / A$$

$$\text{Atau drop tegangan dalam persen adalah: } \%VD = VD / V_k \times 100\%$$

$$\text{Atau } \%VD = (V_k - V_t) / V_k \times 100\%$$

Sedangkan untuk sisi tegangan penerima dapat dicari dengan rumus:

$$V_t = V_k - V_d$$

Dimana :

I = Arus (Ampere)

VD = Drop Tegangan (Volt)

A = Luas Penampang

ρ = Tahanan Jenis Kabel (rho)(ohm.mm²/Meter)

Φ = Sudut phasa

ℓ = Panjang saluran (Meter)

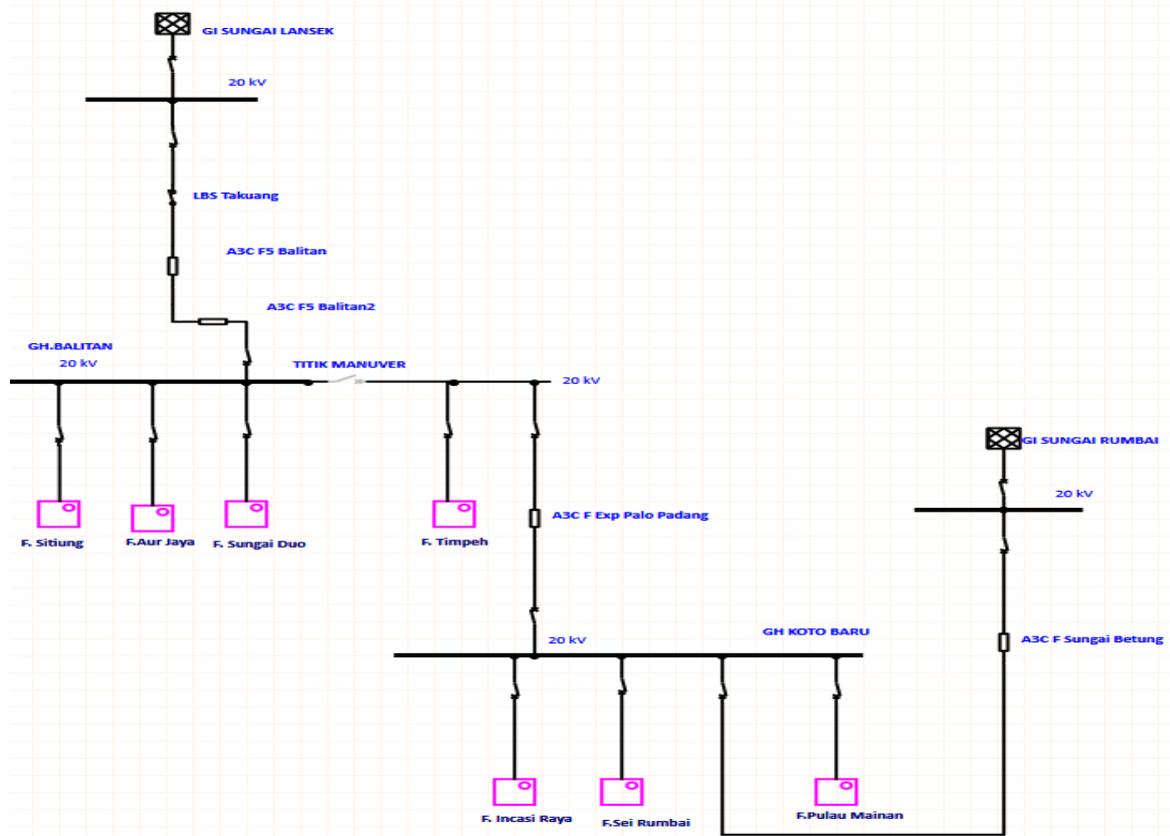
%VD = Drop tegangan dalam persen

V_k = Tegangan kirim (Volt)

V_t = Tegangan terima (Volt)

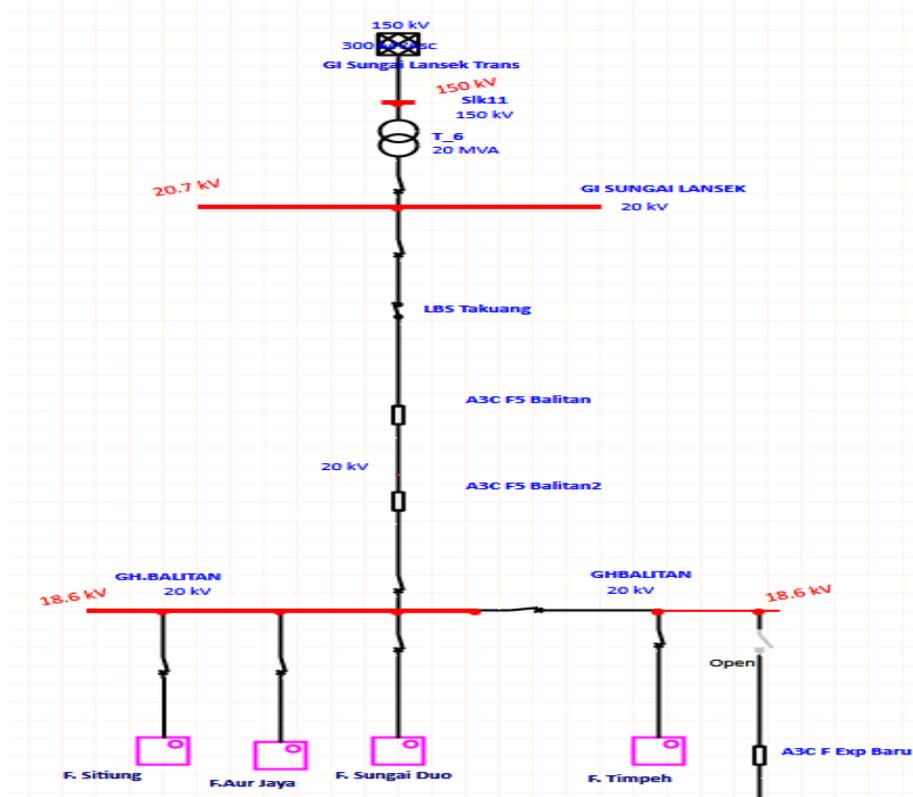
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi Menggunakan Software ETAP 19.0.1

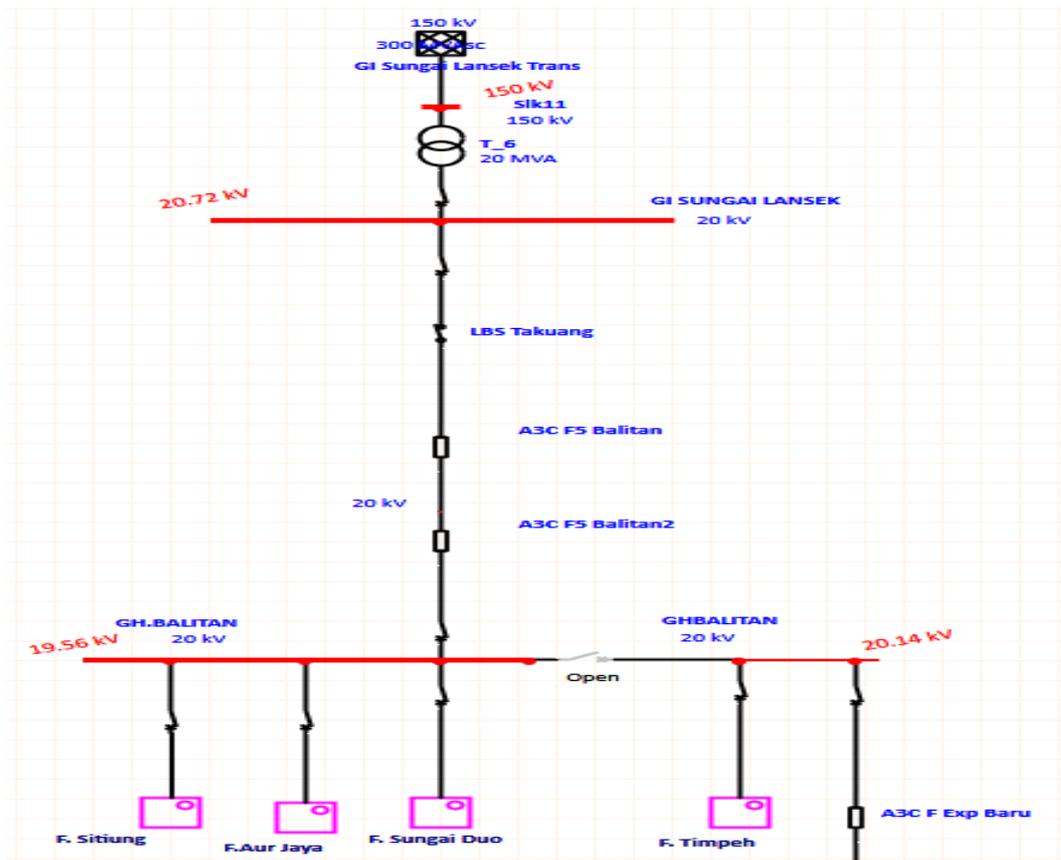


Gambar 3. SLD Simulasi Rekonfigurasi Jaringan

Berdasarkan Gambar 3, terlihat GH Balitan mendapatkan 2 suplai dari GI Sungai Rumbai dan GI Sungai Lansek. Suplai dari GI Sungai Rumbai ini, memikul feeder Timpeh.



Gambar 4. SLD Simulasi Load Flow Tegangan Sebelum Rekonfigurasi Jaringan



Gambar 5. SLD Simulasi Load Flow Tegangan Sesudah Rekonfigurasi Jaringan

Berdasarkan Gambar 4 dan 5 dapat dilihat kenaikan tegangan sebelum dan sesudah dilakukan rekonfigurasi jaringan, yaitu :

1. Nilai tegangan naik di GH Balitan dengan perbandingan sesama di suplai GI Sungai Lansek dari 18.6 kV menjadi 19.56 kV.
2. Nilai tegangan naik di GH Balitan dengan perbandingan di suplai GI Sungai Lansek dengan GI Sungai Rumbai dari 18.6 kV menjadi 20.14 kV.

Perhitungan Drop Tegangan

Tabel 3. Tabel Hasil Perhitungan Drop Tegangan Penghantar Kondisi Eksisting dan Rekonfigurasi Jaringan Pada GH Balitan

No	Feeder	Perhitungan Drop Tegangan Kondisi Eksisting (Vd%)	Perhitungan Drop Tegangan Kondisi Rekonfigurasi (Vd%)
1	F. Timpeh	9.889	9.133
2	F. Aur Jaya	2.297	2.185
3	F. Sungai Duo	1.198	1.139
4	F. Sitiung	4.650	4.421

Tabel 4. Data Perbandingan Tegangan sebelum dan sesudah Rekonfigurasi Jaringan GH Balitan

No	Feeder	Tegangan (kV)		
		Tegangan Sebelum (kV)	Tegangan Sesudah (kV)	
		Suplay GI Sungai Lansek	Suplay GI Sungai Lansek	Suplay GI Sungai Rumbai
1	F.5 Balitan	20.70	20.72	-
2	F. Exp Baru	-	-	20.41
3	Busbar GH Balitan	18.60	19.56	20.14
4	Ujung F. Sitiung	18.48	19.44	-
5	Ujung F. Aur Jaya	18.57	19.53	-
6	Ujung F. Sungai Duo	18.15	19.10	-
7	Ujung F. Timpeh	17.93	-	19.44

Dari tabel di atas dapat dilihat hasil pengukuran tegangan sebelum dilakukan rekonfigurasi jaringan GH Balitan dimana sumber GI Sungai Lansek feeder 5 Balitan dengan kondisi masih memikul semua Outgoing di GH Balitan.

Setelah dilakukan rekonfigurasi jaringan pada GH Balitan dengan kondisi feeder Timpeh di suplai dari GI Sungai Rumbai dan feeder Sitiung, Aur Jaya, dan Sungai Duo di suplai dari GI Sungai Lansek, sehingga diperoleh kenaikan tegangan di semua sisi Outgoing GH Balitan.

KESIMPULAN

1. Rekonfigurasi Jaringan GH Balitan memiliki 2 Suplai dari GI Sungai Lansek dan GI Sungai Rumbai yang dapat memperbaiki drop tegangan di GH Balitan.
2. Rekonfigurasi Jaringan GH Balitan sekaligus menjadi opsi tambahan pilihan manuver dan backup feeder jika terjadi gangguan atau pemeliharaan dapat mempermudah manuver jaringan.
3. Hasil simulasi tegangan naik di GH Balitan dengan perbandingan sesama di suplai GI Sungai Lansek dari 18.60 kV menjadi 19.56 kV.
4. Hasil simulasi tegangan naik di GH Balitan dengan perbandingan di suplai GI Sungai Lansek dengan GI Sungai Rumbai dari 18.6 kV menjadi 20.14 kV
5. Hasil simulasi diperoleh tegangan naik di semua sisi outgoing GH Balitan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Listrik, "Pengantar operasi sistem tenaga listrik".
- [2] S. Daman, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik," *Univ. Indones.*, pp. 1–35, 2010.
- [3] T. D. A. N. Distribusi and R. Syahputra, "How to address the gray market threat using price coordination," *Long Range Plann.*, vol. 28, no. 4, p. 131, 1995, doi: 10.1016/0024-6301(95)94318-s.
- [4] Dasman and Handayani, "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Menggunakan Metode Saidi," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 6, no. 2, p. 173, 2017, [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/0a1c/0f36298394581d93136e7414f92c2ca6366d.pdf>
- [5] Erhaneli and A. Riski, "Pengaruh Penambahan Jaringan Terhadap Drop Tegangan pada SUTM 20 KV Feeder Kersik Tuo Rayon Kersik Tuo Kabupaten Kerinci," *J. Momentum*, vol. 15, no. 2, pp. 19–23, 2013.
- [6] H. Asy and I. B. Rivai, "Perbaikan Tegangan untuk Konsumen," vol. 3, no. 2, pp. 45–49, 2003.
- [7] E. Erhaneli, "Analisa Pemandangan Beban Penyulang Sungai Sapih ke Penyulang Siteba Terhadap Drop Tegangan Di PT. PLN (Persero) Rayon Kuranji," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 7, no. 2, pp. 121–127, 2018, doi: 10.21063/jte.2018.3133718.
- [8] Suprianto, "Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT.PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 64–72, 2018.
- [9] P. Mangera and D. Hardiantono, "Analisis Rugi Tegangan Jaringan Distribusi 20 kV pada PT. PLN (Persero) Cabang Merauke," *Musamus J. Electro Mechanical Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 61–69, 2019, doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3516283>.
- [10] M. Fayyadl, I. T. Sukmadi, and I. B. Winardi, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Daya Listrik Dengan Metode Algoritma Genetika."
- [11] S. Anisah, A. Khaizairani, and F. Sains Dan Teknologi, "Journal of Electrical and System Control Engineering Analisis Perbaikan Tegangan Ujung Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 KV Express Trienggadeng Daerah Kerja PT PLN (Persero) Area Sigli Rayon Meureudu Dengan Simulasi E-Tap Edge Tension Repair Analysis on." [Online]. Available: <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jesce>
- [12] Y. Prastyo, Juningtyastuti, and Karnoto, "Perancangan Jaringan Distribusi 20 Kv Pada Pt Bukit Asam (Persero), Tbk," 2015, [Online]. Available: <http://library.polmed.ac.id/repository/beranda/download/1605033032>
- [13] D. A. Maulana, D. Nugroho, and B. Sukoco, "Analisa susut daya dan drop tegangan terhadap jaringan tegangan menengah 20kV pada Gardu Induk Pandean Lamper Semarang," *Pros. Konstelasi Ilm. Mhs. Unissula Klaster Eng.*, pp. 382–389, 2019.
- [14] "Tegangan Dengan Menggunakan Kapasitor Bank Pada Line 5 Pt Bukit Asam (Persero) TBK (Skripsi) Oleh Windu Nur Hardiranto," 2017.
- [15] M. Lesnanto and R. P. Aridani, "Modul Pelatihan ETAP," *Jur. Tek. Eektro dan Teknol. Informasi; Univ. Gadjah Mad*, p. 58, 2013.