

Jaringan Transmisi Gardu Induk Sekayu 150 KV

M. Ashof Azria Azka

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

2283200049@untirta.ac.id

Mustofa Abi Hamid

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

abi.mustofa@untirta.ac.id

Alamat: Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten 42117

Korespondensi penulis: abi.mustofa@untirta.ac.id

Abstract. A substation is a transmission installation that distributes power to a load in a certain area. The Sekayu 150 KV Substation is the center for controlling electrical power load requirements and functions as a center for securing electrical power system equipment and as a center for the normalization process for disturbances in the Sekayu transmission area. The electrical power distribution system does not rule out the possibility of disturbances, especially disturbances caused by nature. If there is an unpredictable disturbance, appropriate and reliable safety equipment (protection system) is needed to be able to increase the distribution of electrical power to the load (consumer).

Keywords: Sekayu Main Substation.

Abstrak. Gardu induk merupakan suatu instalasi transmisi yang menyalurkan suatu daya ke suatu beban ke wilayah wilayah tertentu. Gardu Induk 150 KV Sekayu merupakan pusat pengatur kebutuhan beban daya listrik dan berfungsi sebagai pusat pengamanan peralatan-peralatan sistem daya listrik dan sebagai pusat proses penormalan terhadap gangguan-gangguan yang ada diarea transmisi Sekayu. Sistem penyaluran daya listrik tersebut tidak menutup kemungkinan terjadi gangguan, terutama gangguan yang disebabkan oleh alam. Adanya gangguan yang tidak dapat diprediksi maka diperlukan suatu peralatan pengaman (sistem proteksi) yang tepat dan dapat diandalkan agar mampu meningkatkan penyaluran daya listrik ke beban (konsumen).

Kata kunci: Gardu, Induk, Sekayu.

LATAR BELAKANG

Gardu Induk (GI) Sekayu Berada di kecamatan sekayu kabupaten musi banyuasin provinsi sumatera selatan. GI ini memiliki dua busbar yaitu busbar Betung 1 dan busbar Betung 2. Busbar Betung 1 mendapat suplai dari GI Betung yang berjarak 38,9 km dari GI Sekayu sehingga ada kemungkinan terjadi jatuh tegangan di sepanjang jaringan. Pada busbar Betung 1 yang memiliki tegangan nominal 150 kV pernah mencapai nilai tegangan 145 kV atau bisa dikatakan mengalami jatuh tegangan sebesar 4,13%. Menurut jatuh tegangan yang besar menyebabkan kualitas pelayanan menjadi turun. Jatuh tegangan pada tingkat tegangan 20 kV dan 150 kV harus selalu dijaga pada batasan -10% s/d +5% dari tegangan nominal agar dapat selalu berada sesuai pada standar Permen ESDM No. 20 Tahun 2020.

Gardu Induk Sekayu 150 kV merupakan fasilitas penting dalam jaringan distribusi listrik di Indonesia, khususnya di wilayah Sekayu, Sumatera Selatan. Gardu induk ini berfungsi sebagai titik penyaluran dan distribusi tenaga listrik yang diterima dari pembangkit listrik sebelum disalurkan ke konsumen akhir melalui jaringan distribusi yang lebih kecil. Berikut adalah latar belakang singkat mengenai Gardu Induk Sekayu 150 kV:

1. **Peningkatan Kebutuhan Energi:** Wilayah Sekayu dan sekitarnya mengalami peningkatan kebutuhan listrik seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan infrastruktur. Kenaikan jumlah penduduk dan perkembangan industri di wilayah ini menuntut suplai listrik yang lebih besar dan stabil.
2. **Pengembangan Infrastruktur Listrik:** Untuk memenuhi kebutuhan listrik yang meningkat, PLN (Perusahaan Listrik Negara) mengembangkan dan memperluas jaringan distribusi dan transmisi listrik. Pembangunan Gardu Induk Sekayu 150 kV merupakan bagian dari upaya ini, dengan tujuan meningkatkan kapasitas dan keandalan penyaluran listrik di wilayah tersebut.
3. **Peningkatan Keandalan Sistem:** Gardu Induk bertegangan 150 kV ini dibangun untuk meningkatkan keandalan sistem kelistrikan, mengurangi risiko pemadaman, dan memastikan kontinuitas pasokan listrik. Gardu induk ini berperan dalam mengurangi beban pada gardu induk lain yang sudah ada, sehingga distribusi listrik dapat berjalan lebih efisien.
4. **Integrasi dengan Jaringan Nasional:** Gardu Induk Sekayu 150 kV juga merupakan bagian dari upaya integrasi jaringan listrik nasional yang lebih besar. Dengan adanya gardu induk ini, pasokan listrik dari pembangkit di berbagai wilayah dapat disalurkan dengan lebih efisien ke daerah-daerah yang membutuhkan.
5. **Peningkatan Kualitas Pelayanan:** Dengan adanya gardu induk ini, diharapkan kualitas pelayanan listrik kepada pelanggan di wilayah Sekayu dan sekitarnya dapat ditingkatkan. Hal ini termasuk stabilitas tegangan, pengurangan gangguan, dan penanganan yang lebih cepat terhadap masalah yang terjadi pada jaringan listrik.

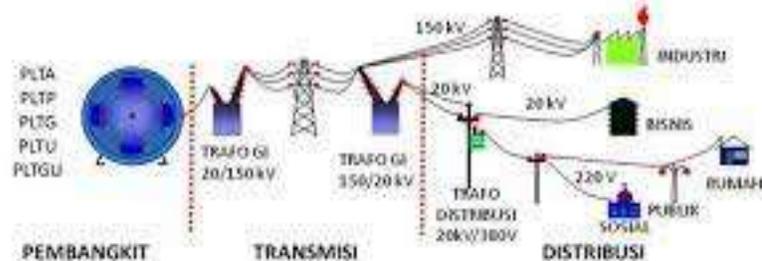
Pembangunan dan pengoperasian Gardu Induk Sekayu 150 kV mencerminkan komitmen PLN untuk terus meningkatkan infrastruktur kelistrikan di Indonesia, guna mendukung pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui penyediaan listrik yang andal dan berkualitas.

KAJIAN TEORITIS

Jaringan transmisi adalah sistem yang menghubungkan berbagai gardu listrik, pembangkit listrik, dan pelanggan listrik dalam suatu wilayah. Fungsi utamanya adalah untuk mentransmisikan listrik dari pembangkit ke gardu-gardu distribusi yang lebih kecil, yang kemudian mengirimkan listrik tersebut ke rumah-rumah, bisnis, dan industri.

Gardu induk adalah fasilitas penting dalam jaringan transmisi. Gardu induk adalah tempat di mana listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik diubah tegangan dan arusnya untuk distribusi lebih lanjut ke gardu-gardu distribusi. Gardu induk juga dapat berfungsi sebagai titik penyimpanan sementara listrik sebelum didistribusikan lebih lanjut. Gardu induk sering kali dilengkapi dengan peralatan pengendalian dan pemantauan yang canggih untuk memastikan ketersediaan dan keandalan pasokan listrik. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan manusia yang sangat penting dan vital yang tidak dapat dilepaskan dari keperluan sehari-hari. Energi listrik sangat berperan penting dalam menunjang kegiatan dan aktifitas masyarakat dan industri di era modern ini, karena peralatan penunjang aktifitas masyarakat dan industri membutuhkan energi listrik agar dapat beroperasi (Anwar. 2019).

Gardu induk merupakan sebuah rangkaian instalasi yang tidak dapat terpisahkan dari jalur transmisi dan distribusi tenaga listrik. Sistem transmisi adalah penyaluran energi listrik dari pembangkit listrik ke gardu induk dan didistribusikan kepada konsumen. Berikut ini adalah gambar system transmisi dari pembangkit hingga sampai pada konsumen.



Gambar1. Saluran Distribusi Listrik

Pembangkitan adalah proses menghasilkan listrik dari berbagai sumber energi seperti air, uap panas, dan bahan bakar minyak. Prinsipnya melibatkan turbin yang menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik. Tegangan listrik awalnya sekitar 12 kV - 20 kV dan dinaikkan sebelum disalurkan melalui transmisi.

Transmisi adalah proses penyaluran listrik dari pembangkitan ke konsumen melalui saluran udara atau bawah tanah. Tegangan dinaikkan untuk mengurangi rugi daya. Saluran transmisi terdiri dari SUTT/SUTET dan SKTT.

Distribusi adalah penyaluran listrik dari transmisi ke konsumen. Terbagi menjadi distribusi primer (20 kV) dan distribusi sekunder (380/220 Volt). Trafo step-down digunakan untuk menurunkan tegangan sebelum mencapai konsumen. Sistem distribusi adalah penyaluran energi listrik dari suatu gardu induk sampai ke konsumen. Pada saat menyalurkan energi listrik ke suatu sistem transmisi atau sistem distribusi, akan terjadi penurunan tegangan di sepanjang saluran yang ditransmisikan. Faktor-faktor yang menyebabkan hal ini antara lain panjang saluran, luas penampang, jenis hambatan, buruknya sambungan, kualitas arus yang mengalir pada penghantar dan faktor beban (Hakim. 2023).

Konsumen dibagi berdasarkan tegangan yang digunakan: TR (380/220 Volt) untuk rumah tinggal atau kantor, TM (tegangan menengah) untuk bisnis dan industri menengah, dan TT (tegangan tinggi) untuk industri besar.

Pembangunan jaringan transmisi gardu induk betung gardu induk sekayu di Desa Teladan, kabupaten Musi banyuasin, Sumatera Selatan akhirnya bisa di selesaikan PT PLN dengan baik dan dioperasikan juni 2017. Gardu Induk 150 KV Sekayu merupakan pusat pengatur kebutuhan beban tenaga listrik dan berfungsi sebagai pusat pengamanan peralatan-peralatan sistem tenaga listrik dan sebagai pusat proses penormalan terhadap gangguan-gangguan yang ada di wilayah Sekayu. Sistem penyaluran tenaga listrik tersebut tidak menutup kemungkinan terjadi gangguan, terutama gangguan yang disebabkan oleh alam. Adanya gangguan yang tidak dapat diprediksi maka diperlukan suatu peralatan pengaman (sistem proteksi) yang tepat dan dapat diandalkan agar mampu meningkatkan penyaluran tenaga listrik ke beban (konsumen)(Aryanto.2013).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan penulis dalam penyusunan laporan ini adalah sebagai berikut:

1.1 Studi Literatur

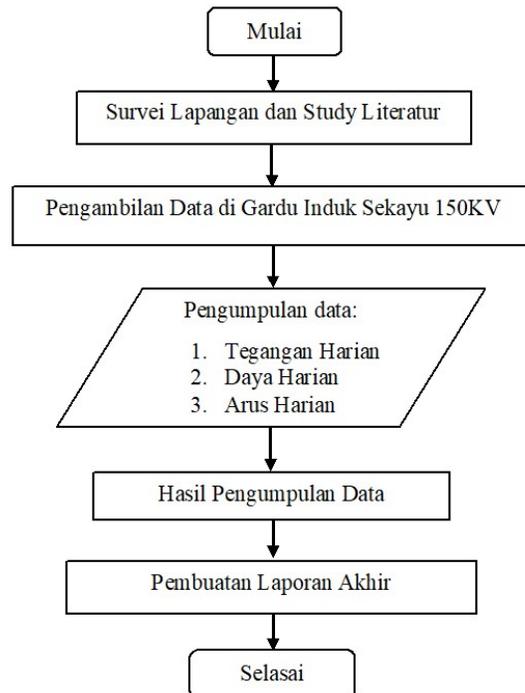
Langkah pertama pada penulisan laporan kerja praktik ini adalah study literatur, dimana data-data studi kepustakaan yang penulis dapatkan dari literatur dan sumber tertulis lainnya baik dari dalam perusahaan, buku perpustakaan, laporan atau jurnal penulisan yang pernah dibuat maupun dari media internet yang terkait dengan topic penulisan laporan kerja praktek ini.

1.2 Pengamatan dan wawancara

Langkah kedua pada penulisan laporan kerja praktik ini, diambil melalui wawancara dengan operator gardu induk sekayu dan juga Team Leader Jaringan dan gardu induk sekayu.

1.3 Analisis Data

Langkah ketiga pada penulisan laporan kerja praktik ini yaitu melaksanakan pengkajian data tegangan, beban dan daya pada gardu induk sekayu. Sesudah semua data yang diperlukan sudah terakumulasi. Data yang diperoleh digunakan sebagai laporan hasil kerja praktik yang sudah dilakukan.



FUNGSI GARDU INDUK

Gardu induk adalah suatu instalasi atau fasilitas dalam sistem tenaga listrik yang memiliki beberapa fungsi penting dalam mentransmisikan dan mendistribusikan daya listrik dari pembangkit listrik hingga berakhir ke pelanggan. Sistem transmisi tenaga listrik merupakan hal yang sangat penting dalam proses penyaluran tenaga listrik. Oleh karena itu, keselamatan saluran listrik harus diperhatikan dalam perencanaan. Sistem transmisi adalah sistem yang kompleks dan dinamis yang parameter dan kondisi sistemnya terus berubah. Pada sistem transmisi tenaga listrik terdapat suatu alat proteksi berupa relai jarak jauh yang digunakan sebagai alat pengaman pada saluran transmisi karena kemampuannya dalam menghilangkan gangguan dengan baik dan cepat (Sanusi.2017). Beberapa fungsi utama gardu induk antara lain:

1. **Pengukuran dan Pemantauan:** Gardu induk dilengkapi dengan peralatan pengukuran yang digunakan untuk memantau arus listrik, tegangan, daya, dan faktor daya. Informasi ini penting untuk mengelola dan mengendalikan distribusi daya listrik.
2. **Transformasi Tegangan:** Gardu induk biasanya dilengkapi dengan transformator yang digunakan untuk mengubah tegangan listrik dari tingkat pembangkit (tinggi tegangan) menjadi tingkat distribusi (tegangan menengah atau rendah) sehingga dapat didistribusikan lebih efisien ke pelanggan.
3. **Pemutusan dan Pengendalian Aliran Listrik:** Gardu induk dilengkapi dengan peralatan pemutus sirkuit (circuit breakers) yang berfungsi untuk memutus aliran listrik jika terjadi gangguan atau kelebihan beban yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan atau jaringan listrik.
4. **Penyimpanan Energi Sementara:** Beberapa gardu induk dilengkapi dengan kapasitor atau sistem penyimpanan energi lainnya untuk membantu dalam mengatasi fluktuasi beban atau meningkatkan faktor daya sistem.
5. **Koneksi dan Pengaturan Jaringan:** Gardu induk berfungsi sebagai titik koneksi antara pembangkit listrik dan jaringan distribusi. Di sini, arus listrik dari berbagai pembangkit dapat diarahkan ke jaringan distribusi sesuai kebutuhan.
6. **Proteksi dan Keamanan:** Gardu induk dilengkapi dengan sistem proteksi untuk mendeteksi dan merespon adanya gangguan atau kegagalan dalam jaringan listrik. Ini termasuk perlindungan terhadap lonjakan tegangan, arus lebih, atau gangguan lainnya yang dapat merusak peralatan atau mengganggu pasokan listrik.

7. **Pengaturan Faktor Daya:** Beberapa gardu induk dilengkapi dengan peralatan untuk mengendalikan faktor daya dan meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik.

Gardu induk memainkan peran kunci dalam menjaga kehandalan, keamanan, dan efisiensi jaringan distribusi listrik, serta memastikan bahwa daya listrik dapat disalurkan dengan baik ke pelanggan akhir.

Inspeksi Cbm

Inspeksi CBM adalah kegiatan monitoring pada peralatan gardu induk. Berikut adalah gambar pada saat melakukan inspeksi CBM pada gardu induk.



Gambar2. Kegiatan Inspeksi CBM

kegiatan ini dilakukan oleh operator gardu induk setiap harinya guna memastikan semua peralatan pada gardu induk dalam keadaan aman, baik dari kondisi atau system kerja peralatan ataupun aman dari gangguan anomaly yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada system transmisi pada gardu induk. Gardu induk dilengkapi dengan berbagai peralatan untuk menjalankan fungsinya dalam mendistribusikan daya listrik. Berikut adalah beberapa peralatan umum yang dapat ditemukan di gardu induk:

1. **Transformator:** Transformator adalah peralatan utama di gardu induk. Ini digunakan untuk mengubah tegangan listrik dari tingkat pembangkit (tinggi tegangan) menjadi tingkat distribusi (tegangan menengah atau rendah) sehingga daya listrik dapat disalurkan secara efisien. Pada Jaringan Transmisi umumnya menggunakan jaringan

tegangan tinggi untuk menyalurkan daya listrik dari pembangkit (generator) ke pusat beban yang jaraknya cukup jauh maka diperlukan suatu trafo daya (Syaputra.2020).

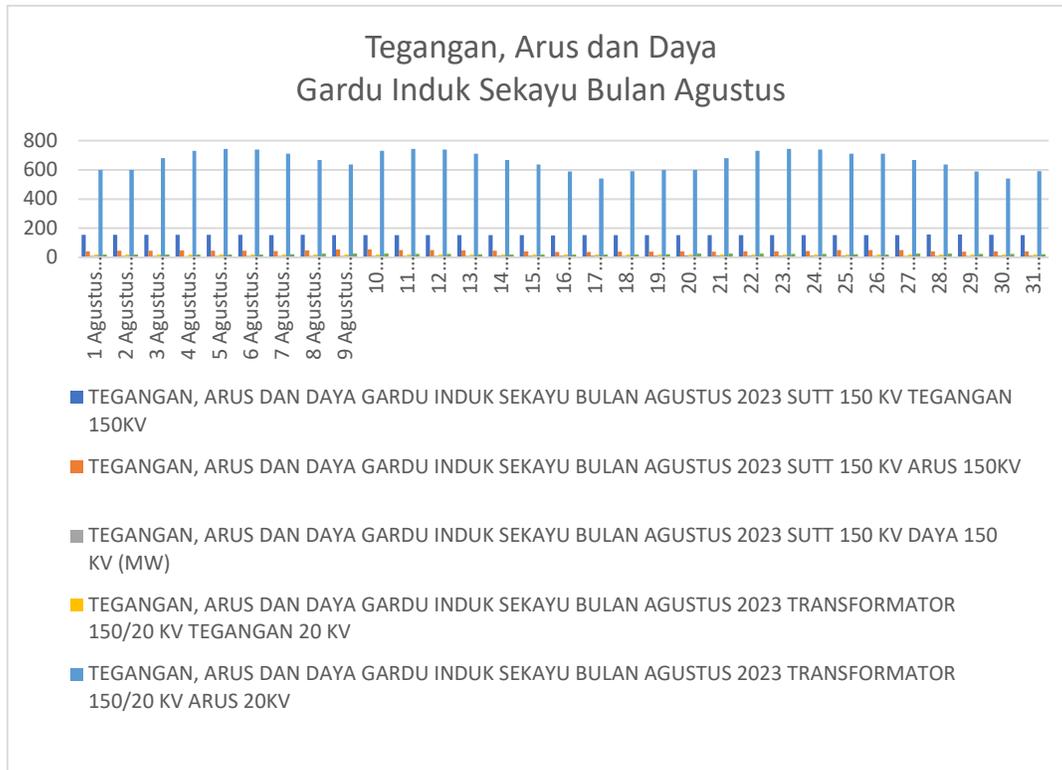
2. Circuit Breaker (Pemutus Sirkuit)/ Pemutus (PMT): Pemutus sirkuit digunakan untuk memutus aliran listrik dalam kondisi darurat atau jika terjadi gangguan pada jaringan listrik. Ini membantu melindungi peralatan dan sistem dari kerusakan yang disebabkan oleh kelebihan arus atau gangguan lainnya (Yusniati.2019).
3. Disconnecting switch (DC)/ Pemisah PMS): DS adalah peralatan pemisah yang berfungsi untuk memisahkan rangkaian listrik dalam keadaan tidak berbeban. Disconnecting switch atau sering disebut juga PMS pada gardu induk merupakan salah satu komponen yang penting. Walaupun struktur dan juga prinsip kerjanya PMS ini relative sederhana, namun pemisah mempunyai peran penting di gardu induk dalam hal desain, konstruksi dan operasi yang aman (Randi. 2020).
4. Isolator (Switch): Isolator digunakan untuk memisahkan bagian-bagian dari jaringan listrik untuk pemeliharaan atau perbaikan. Ini membantu dalam menjaga keamanan pekerja yang bekerja di gardu induk.
5. Current Voltage Transformer (CVT): Peralatan pengukuran termasuk alat ukur arus, tegangan, daya, dan faktor daya. Ini digunakan untuk memantau dan mengukur parameter-parameter listrik yang penting untuk pengelolaan jaringan.
6. Kapasitor Bank: Kapasitor dapat digunakan untuk meningkatkan faktor daya dan efisiensi jaringan. Kapasitor bank dapat dihubungkan atau diputuskan sesuai dengan kebutuhan untuk meningkatkan kualitas daya.
7. Relay Proteksi: Relay proteksi mendeteksi adanya gangguan atau kelebihan beban dalam jaringan dan memicu pemutusan sirkuit atau tindakan perlindungan lainnya untuk melindungi peralatan dan sistem.
8. Peralatan Pengukuran Tanah (Grounding Equipment): Ini termasuk sistem grounding untuk melindungi terhadap lonjakan tegangan, memastikan keamanan pekerja, dan membantu dalam pemulihan setelah gangguan.

9. Voltage Regulator: Voltage regulator digunakan untuk menjaga tegangan listrik dalam batas yang diinginkan. Ini membantu dalam mempertahankan kualitas daya yang konsisten.
10. Gedung Ruang Kontrol: Ruang control ini mencakup perangkat keras dan perangkat lunak untuk memantau dan mengontrol operasi gardu induk secara keseluruhan. Ini dapat mencakup sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) untuk pemantauan jarak jauh dan pengendalian.
11. Sistem Pemanas dan Ventilasi: Gardu induk sering dilengkapi dengan sistem pemanas dan ventilasi untuk menjaga suhu peralatan dalam batas yang aman dan optimal.

Peralatan di gardu induk dirancang untuk bekerja bersama untuk menjaga keandalan dan keamanan sistem distribusi listrik. Kombinasi peralatan ini membantu dalam mengelola distribusi daya listrik dari sumbernya hingga ke pelanggan akhir.

Tegangan, Daya Dan Arus Pada Gardu Induk Sekayu

Gardu Induk (GI) Sekayu Berada di kecamatan sekayu kabupaten musi banyuasin provinsi sumatera selatan. GI ini memiliki dua busbar yaitu busbar Betung 1 dan busbar Betung 2. Busbar Betung 1 mendapat suplai dari GI Betung yang berjarak 38,9 km dari GI Sekayu sehingga ada kemungkinan terjadi jatuh tegangan di sepanjang jaringan. Pada busbar Betung 1 yang memiliki tegangan nominal 150 kV pernah mencapai nilai tegangan 145 kV atau bisa dikatakan mengalami jatuh tegangan sebesar 3,33%. Menurut jatuh tegangan yang besar menyebabkan kualitas pelayanan menjadi turun. Jatuh tegangan pada tingkat tegangan 20 kV dan 150 kV harus selalu dijaga pada batasan -10% s/d +5% dari tegangan nominal agar dapat selalu berada sesuai pada standar Permen ESDM No. 20 Tahun 2020



Tegangan 150 KV adalah tegangan betung ke gardu induk sekayu.

Dapat dilihat dari diagram di atas bahwasannya tegangan harian pada gardu induk sekayu setiap jam berubah, ada kalanya naik dan ada kalanya turun, hal inilah yang membuat perlunya pengontrolan pada tegangan agar tidak terlalu rendah ataupun terlalu tinggi. Dampak dari Tegangan listrik yang terlalu rendah atau terlalu tinggi pada gardu induk dapat memiliki dampak serius pada sistem distribusi listrik dan peralatan yang terhubung ke dalamnya. Berikut adalah beberapa dampak yang mungkin terjadi:

1. Tegangan Terlalu Rendah (Undervoltage):

1.1. Kerugian Daya: Tegangan yang terlalu rendah dapat menyebabkan kerugian daya karena peralatan mungkin tidak beroperasi secara efisien pada tegangan yang rendah.

1.2. Kerusakan Motor Listrik: Motor listrik, khususnya motor induksi, mungkin gagal memulai atau mengalami penurunan kinerja pada tegangan yang rendah.

1.3. Flicker dan Gangguan Pada Peralatan Elektronik: Tegangan yang tidak stabil dapat menyebabkan flicker pada lampu dan gangguan pada peralatan elektronik yang sensitif terhadap fluktuasi tegangan.

1.4. Kinerja Alat Elektronik yang Buruk: Beberapa peralatan elektronik dan komputer mungkin tidak berfungsi dengan baik pada tegangan yang terlalu rendah.

2. Tegangan Terlalu Tinggi (Overvoltage):

2.1.Kerusakan pada Peralatan: Tegangan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan elektronik dan elektromekanik, seperti komputer, televisi, atau peralatan rumah tangga.

2.2.Overheating dan Kegagalan Peralatan: Tegangan yang tinggi dapat menyebabkan overheating pada peralatan dan menyebabkan kegagalan peralatan tersebut.

2.3.Peningkatan Konsumsi Energi: Peralatan yang bekerja pada tegangan yang tinggi mungkin mengkonsumsi lebih banyak energi daripada yang diperlukan, meningkatkan biaya operasional.

2.4.Gangguan pada Sistem Proteksi: Tegangan yang tinggi dapat menyebabkan gangguan pada sistem proteksi, membuatnya sulit untuk mendeteksi dan mengatasi gangguan atau kelebihan beban.

3. Dampak Umum:

3.1.Ketidastabilan Sistem: Fluktuasi tegangan dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam sistem distribusi listrik secara keseluruhan.

3.2.Rusaknya Peralatan Transformers: Tegangan yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada transformator, yang dapat menjadi peralatan mahal dan sulit diganti.

3.3.Kerusakan Jaringan: Pada tingkat yang lebih tinggi, tegangan yang tidak stabil dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan distribusi secara keseluruhan.

Untuk menghindari dampak buruk tersebut, sistem distribusi listrik dilengkapi dengan peralatan dan sistem pengendalian yang dirancang untuk menjaga tegangan dalam batas yang aman dan diatur sesuai standar teknis yang berlaku. Jika tegangan di luar rentang yang diinginkan, peralatan otomatis dapat berfungsi untuk memperbaiki atau mengisolasi masalah tersebut.

KESIMPULAN

Gardu Induk (GI) Sekayu 150 kV di Kecamatan Sekayu, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, adalah elemen vital dalam jaringan distribusi listrik di wilayah tersebut. GI Sekayu memiliki dua busbar, yaitu Busbar Betung 1 dan Busbar Betung 2, dengan

suplai utama dari GI Betung yang berjarak 38,9 km. Gardu Induk ini mengalami tantangan berupa jatuh tegangan hingga 4,13%, yang dapat mempengaruhi kualitas pelayanan listrik.

Kesimpulan Utama:

1. **Pentingnya Infrastruktur GI Sekayu:** GI Sekayu 150 kV berfungsi sebagai titik penyaluran dan distribusi listrik yang kritis, memastikan bahwa listrik dari pembangkit dapat disalurkan dengan efisien kepada konsumen akhir.
2. **Peningkatan Kebutuhan Energi:** Pertumbuhan ekonomi dan infrastruktur di Sekayu dan sekitarnya menuntut peningkatan kapasitas dan keandalan pasokan listrik, yang dijawab oleh pengembangan GI ini.
3. **Keandalan Sistem dan Pelayanan:** Pembangunan GI Sekayu bertujuan untuk meningkatkan keandalan sistem kelistrikan, mengurangi risiko pemadaman, dan menjaga kontinuitas pasokan listrik.
4. **Integrasi dengan Jaringan Nasional:** GI Sekayu merupakan bagian dari upaya integrasi jaringan listrik nasional, memungkinkan penyaluran listrik dari berbagai pembangkit dengan lebih efisien ke wilayah-wilayah yang membutuhkan.
5. **Penurunan Kualitas Pelayanan karena Jatuh Tegangan:** Jatuh tegangan yang signifikan dapat mengurangi kualitas pelayanan listrik. Jatuh tegangan pada tingkat tegangan 150 kV di GI Sekayu harus dijaga sesuai dengan standar yang diatur dalam Permen ESDM No. 20 Tahun 2020, yaitu antara -10% hingga +5% dari tegangan nominal.
6. **Fungsi dan Peralatan di Gardu Induk:** Gardu induk dilengkapi dengan peralatan penting seperti transformator, pemutus sirkuit, relay proteksi, dan alat pengukuran untuk memastikan transmisi dan distribusi listrik yang aman dan efisien.
7. **Dampak Fluktuasi Tegangan:** Tegangan yang terlalu rendah dapat menyebabkan kerugian daya, kerusakan motor listrik, dan gangguan pada peralatan elektronik. Sebaliknya, tegangan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan peralatan, overheating, dan gangguan pada sistem proteksi.

DAFTAR REFERENSI

ANTARA SUMSEL. Gardu Induk PLN Musi Banyuasin segera beroperasi. (<https://sumsel.antaranews.com/berita/315059/gardu-induk-pln-musi-banyuasin-segera-beroperasi>). Diakses pada 27 Oktober 2023 Pukul 02.30 WIB.

- Anwar. Baharudin. (2019). PENENTUAN HOT POINT DENGAN MENGGUNAKAN METODE THERMOVISI PADA GARDU INDUK 150 KV PURWODADI. Purwodadi: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- ARTEMA.2020. (<https://artema.co.id/saluran-distribusi-listrik/>). Diakses Pada 20 Januari 2024.
- Aryanto. Tofan, Sutarno Sutarno, Said Sunardiyo. (2013). Frekuensi Gangguan Terhadap Kinerja Sistem Proteksi di Gardu Induk 150 KV Jepara. Jepara: Jurnal Teknik Elektro.
- DATABASE PERATURAN. (2020). Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik (Grilde Code); (<https://peraturan.bpk.go.id/Details/175314/permen-esdm-no-20-tahun-2020>). Diakses pada 1 November 2023.
- Ekonomi.2017.PLN Operasi Gardu Induk & Transmisi 150KVA di Sumatra .(<https://ekonomi.bisnis.com/read/20171030/44/704389/pln-operasikan-gardu-induk-transmisi-150-kva-di-sumatra>). Diakses Pada 01 November 2023.
- Hakim.Muhammad fahmi, Slamet Nurhadi, hanifiyah Darna Fidya Amaral,Satria Luthfi Hermawan. 2023. Kapasitor Shunt Sebagai Korektor Tegangan Bus Gardu Induk ; Vol. 10 No. 1 (2023): ELPOSYS vol.10 no.1 . Malang. ELPOSYS (JURNAL SISTEM KELISTRIKAN).
- PT. Medan Smart Jaya. Gardu Induk Listrik. (<https://www.medansmartjaya.com/gardu-induk-listrik/>). Diakses pada 15 November 2023.
- Randi. Dewa Ardhika. 2020. EVALUASI HASIL PEMELIHARAAN DI GARDU INDUK 150 KV GONDANGREJO.Surakarta:Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sanusi. Muhammad. 2027. ANALISA PROTEKSI RELE JARAK PADA SALURAN UDARATEGANGAN TINGGI 150 KV GARDU INDUK REMBANG BARU KE GARDU INDUK PATI. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Syaputra. Roman, Yusmanto.Y, Ramayulis Nasution, Yusniati. Y. 2020. Pengoperasian Transformator dengan menggunakan Tap Changer Aplikasi Gardu Induk Denai. Medan: JOURNAL of ELECTRICAL TECNOLOGY.
- Yusniati.Y, Elvy Sahnur Nasution, Rizki Indra Pangestu. 2019. ANALISIS KINERJA CIRCUIT BREAKER PADA SISI 150 kV GARDU INDUK LAMHOTMA. Medan. Jurnal Universitas Islam Sumatera Utara.