

Sinkronisasi Penyulang *Incoming* GH Terban Untuk Peningkatan Keandalan dan Perbaikan Susut Teknik Pada PT. PLN (PERSERO) ULP Kuala Simpang

Muhammad Alfaoqi^{*)}

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan
Jln. Jend. Gatot Subroto Km 4,5, Sei Sikambing, Medan, Sumatera Utara 20122, Indonesia
email: alfafoqi222@gmail.com

Abstract — *In channeling electrical energy from the power plant to the customers, a distribution system called the Electric Power Distribution System is required. The Electric Power Distribution System consists of high voltage lines, medium voltage lines, and low voltage lines. In the medium voltage system, the electrical network is designed in such a way to achieve reliability and good voltage quality when it reaches the customers. The aim of this journal is to analyze the operating pattern of the medium voltage network at PT PLN (Persero) ULP Kuala Simpang at the Terban Grounding Substation, by synchronizing 2 incoming feeders, namely feeder TC05 and TC12, through the coupling cubicle of the Terban Grounding Substation. The synchronization of these feeders aims to improve system reliability and reduce technical losses on the feeder side.*

Abstrak Dalam menyalurkan energi listrik dari pembangkit sampai ke pelanggan memerlukan sebuah sistem penyaluran yang disebut Sistem distribusi tenaga listrik. Sistem distribusi tenaga listrik terdiri dari saluran tegangan tinggi, saluran tegangan menengah dan saluran tegangan rendah. Dalam Sistem tegangan menengah, bentuk jaringan listrik dibuat sedemikian rupa untuk mendapatkan keandalan dan nilai mutu tegangan yang bagus saat sampai di pelanggan. Tujuan dari jurnal ini adalah melakukan analisa terhadap pola pengoperasian jaringan tegangan menengah di PT PLN (Persero) ULP Kuala simpang pada Gardu Hubung Tanah Terban, dengan cara melakukan sinkronisasi 2 penyulang *Incoming* yaitu penyulang TC05 dan TC12 melalui kubikel coupling Gardu Hubung Tanah Terban. Sinkronisasi penyulang ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan sistem dan memperbaiki susut teknis disisi penyulang.

Kata Kunci – Total kWh (Konsumsi Listrik), kWh Terpasang, Kalkulasi, Faktor Pengali.

***) penulis korespondensi: Muhammad Alfaoqi**

Email: alfafoqi222@gmail.com

I.PENDAHULUAN

Dalam melayani pelanggan, PT PLN (Persero) ULP Kuala simpang memiliki 3 gardu hubung salah satunya Gardu Hubung Tanah Terban. Gardu hubung Tanah terban terdiri dari dua penyulang *incoming* yaitu TC05 dan TC12, 4 Penyulang *outgoing* yaitu TB02, TB04, TB06, TB08 dan 1 kubikel coupling [1]. Pola pengoperasian GH Tanah Terban, dua penyulang *incoming* masing-masing diberi beban dua penyulang *outgoing*. Tetapi dalam pembebanannya memiliki ketimbangan besaran beban yakni beban penyulang TC12 jauh lebih tinggi dibandingkan dengan penyulang TC05 dikarenakan bentuk topologi beban dan jaringan. Kondisi beban penyulang TC12 yang sudah terlalu tinggi akan berdampak pada :

1. Kualitas tegangan yang disalurkan
2. Keandalan Sistem distribusi energi listrik
3. Daya tahan material Sistem distribusi energi listrik
4. Susut energi listrik

Penyulang TC12 melayani daerah perkotaan dimana tingkat penambahan beban lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang dilayani oleh Penyulang TC05 yang cenderung minim penambahan beban karena melayani daerah perkampungan. Berdasarkan kondisi ini penulis melakukan penelitian dan mengangkat judul “Analisa Sinkronisasi Penyulang *Incoming* Gardu Hubung Tanah Terban Untuk Meningkatkan Keandalan dan Mengurangi Susut Teknis” sebagai jurnal. Dalam melakukan analisa, penulis menggunakan Aplikasi ETAP sebagai aplikasi untuk melakukan simulasi analisa rakayasa jaringan yang akan dilakukan.

II.LANDASAN TEORI

A. Karakteristik Konduktor

Karakteristik Mekanik, menunjukkan keadaan fisik dari konduktor dan menyatakan kekuatan tarik dari pada konduktor saat dilakukan pemasangan jaringan. Konduktor harus memiliki kekuatan saat dilakukan penarikan tanpa mengurangi kemampuan menghantarkan arus listriknya [2].

Karakteristik Listrik, menunjukkan kemampuan konduktor dilewati arus listrik yang mengalirinya, (dari SPLN 41-10:1991, untuk konduktor 70 mm² berselubung atau AAAC-S pada suhu sekitar 300 C maka kemampuan maksimum konduktor menghantarkan arus listrik adalah 275 A) [3].

B. Sifat Bahan Konduktor

1. Daya Hantar Listrik

Arus yang mengalir dalam setiap penghantar pasti mengalami hambatan, besarnya hambatan tergantung pada jenis penghantar itu sendiri atau disebut dengan hambatan jenis penghantar [4].

2. Koefisien Temperatur Hambatan

Koefisien temperatur hambatan adalah kestabilan suatu bahan konduktor terhadap perubahan suhu yang terjadi pada konduktor, karena setiap konduktor saat dialiri listrik dan menimbulkan panas akan terjadi perubahan bentuk seiring dengan perubahan panas itu sendiri, akan memuai jika suhu naik dan akan menyusut saat suhu turun [5].

Pengaruh panas terhadap hambatan dapat dihitung dengan rumus :

$$R_2 = R_1(1 + \alpha \cdot (T_2 - T_1))$$

R₁ : Hambatan awal

R₂ : Hambatan Akhir

α : Koefisien Hambat Jenis

T₂ : Suhu Akhir

T1 : Suhu Awal

3. Daya Hantar Panas

Daya hantar panas adalah jumlah panas yang melewati lapisan bahan tiap satuan waktu. Diperhitungkan dalam satuan Kkal/Jam 0oC.

4. Daya Tegangan Tarik

Sifat mekanik bahan konduktor adalah hal yang sangat penting, terutama untuk saluran udara yang dalam konstruksinya harus melakukan tarikan pada konduktor.

5. Hukum Ohm

Hukum ohm merupakan salah satu ilmu dasar dari elektronika. Ilmu yang satu ini sangat berguna untuk membantu kita dalam menghitung arus, tegangan, atau resistansi dari suatu rangkaian listrik. Dimana hukum ohm menyatakan hubungan antara matematis dan arus, tegangan, dan juga resistansi jaringan.

Hukum Ohm terdiri dari dua bagian. Bagian yang pertama yaitu definisi dari hambatan yaitu $V = IR$. Hubungan tersebut seringkali dinamai dengan Hukum Ohm. Namun, Ohm juga mengatakan bahwa R merupakan suatu konstanta yang tidak bergantung pada V ataupun I. Hubungan $V = IR$ bisa diterapkan di dalam resistor apapun, yang mana V adalah beda potensial antara kedua ujung hambatan dan I adalah arus yang mengalir di dalamnya. Sementara R adalah hambatan ataupun resistansi resistor itu. Hukum Ohm sendiri berbunyi, "Kuat arus yang mengalir dalam suatu penghantar atau hambatan besarnya sebanding dengan beda potensial atau tegangan antara ujung-ujung penghantar tersebut. Pernyataan itu bisa dituliskan sebagai berikut yaitu $I \propto V$ ".

6. Daya Listrik

Pengertian daya listrik Daya memiliki arti sebagai energi per satuan waktu (Von Meier Alexander, 2006). Daya merupakan jumlah energi listrik yang digunakan untuk melakukan usaha di dalam sistem tenaga listrik. Satuan untuk daya listrik umumnya adalah Waatt. Daya pada suatu sistem tegangan bolak-bali (AC) dikenal dengan tiga macam yaitu daya aktif (nyata) dengan simbol (P) satuannya adalah Watt (W), daya reaktif dengan simbol (Q) satuannya adalah volt ampere reactive (VAR) dan daya semu dengan simbol (S) satuannya adalah volt ampere (VA).

C. Jenis Daya Listrik

1. Daya Aktif Daya aktif

Adalah daya rata-rata yang sesuai dengan kekuatan sebenarnya ditransmisikan atau dikonsumsi oleh beban (Von Meier Alexander, 2006). Beberapa contoh dari daya aktif adalah energi panas, energi mekanik, cahaya dan daya aktif memiliki satuan berupa watt (W). Berikut ini merupakan persamaan daya aktif menurut Von Meier Alexander : $P = V \cdot I \cdot \cos \phi$ (1 phasa) $P = 3 \cdot VL \cdot IL \cdot \cos \phi$ (3 phasa) Dimana : P = Daya aktif (watt) V = Tegangan (volt) I = Arus (ampere) $\cos \phi$ = Faktor daya VL = Tegangan jaringan (volt) IL = arus jaringan (ampere)

2. Daya Reaktif Daya reaktif

Adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet (Von Meier Alexander, 2006). Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Daya reaktif memiliki satuan berupa volt ampere reactive (VAR). Berikut

ini merupakan persamaan daya reaktif menurut Von Meier Alexander : $Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$ (1phasa) $Q = 3 \cdot VL \cdot IL \cdot \sin \phi$ (3phasa) Dimana : Q = Daya Reaktif (VAR) V = Tegangan (Volt) I = Arus (Ampere) VL = Tegangan jaringan (Volt) IL = Arus jaringan (ampere) [6].

3. Daya Semu Daya Semu

Adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan (Von Meier Alexander, 2006) atau daya yang merupakan hasil penjumlahan 8 trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Daya semu ialah daya yang dikeluarkan sumber alternation current (AC) atau di serap oleh beban. Satuan dari daya semu yaitu volt ampere (VA). Berikut persamaan dari daya semu : $S = V \cdot I$ Dimana : S = Daya Semu (VA) V = Tegangan (Volt) I = Arus (Ampere) [7].

4. Aplikasi ETAP

ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan data real-time atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara real time. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik.

Analisa tenaga listrik yang dapat dilakukan ETAP antara lain :

- Analisa aliran daya (*Load Flow*)
- Analisa hubung singkat (*Short Circuit*)
- Arc Flash Analysis*
- Analisa kestabilan transien, dll.

Dalam menganalisa tenaga listrik, suatu diagram saluran tunggal (*single line diagram*) merupakan notasi yang disederhanakan untuk sebuah sistem tenaga listrik tiga fasa. Sebagai ganti dari representasi saluran tiga fasa yang terpisah, digunakanlah sebuah konduktor. Hal ini memudahkan dalam pembacaan diagram maupun dalam analisa rangkaian. Elemen elektrik seperti misalnya pemutus rangkaian, transformator, kapasitor, bus bar maupun konduktor lain dapat ditunjukkan dengan menggunakan simbol yang telah distandardisasi untuk diagram saluran tunggal. Elemen pada diagram tidak mewakili ukuran fisik atau lokasi dari peralatan listrik, tetapi merupakan konvensi umum untuk mengatur diagram dengan urutan kiri-ke-kanan yang sama, atas-ke-bawah, sebagai saklar atau peralatan lainnya diwakili [8].

ETAP memiliki 2 macam standar yang digunakan untuk melakukan analisa kelistrikan, ANSI dan IEC. Pada dasarnya perbedaan yang terjadi di antara kedua standar tersebut adalah frekuensi yang digunakan, yang berakibat pada perbedaan spesifikasi peralatan yang sesuai dengan frekuensi tersebut. Simbol elemen listrik yang digunakan dalam analisa dengan menggunakan ETAP pun berbeda [9].



Gbr. 1 Elemen standar ANSI

III. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian yang digunakan dalam Jurnal Tugas Akhir ini adalah metode Kuantitatif. Metode kuantitatif adalah sebuah metode yang lebih menekankan pada aspek pengukuran secara obyektif terhadap fenomena yang terjadi.

A. Deskripsi Data

Lokasi penelitian berada di Kantor PT PLN (Persero) ULP Kuala Simpang UP3 Langsa. Pengumpulan data dilakukan saat waktu beban puncak (WBP) dan luar waktu beban puncak (LWBP) dan dilakukan selama 1 bulan. Penelitian dilakukan di Gardu Hubung Tanah Terban, penyulang yang diteliti merupakan penyulang dengan tipe jaringan radial dengan penghantar kabel SUTM AAAC 3x240 mm² dan AAAC-S 240 mm² yang bersumber dari trafo daya yang sama.

B. Perencanaan Penelitian

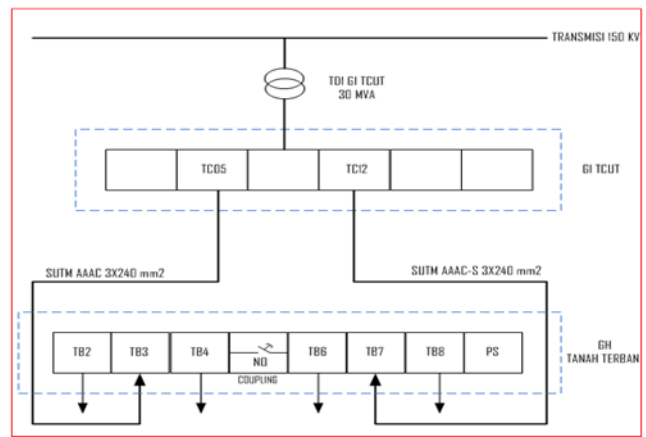
Pada penelitian ini perlu dilakukan penyeimbangan beban 2 penyulang dengan cara melakukan sinkronisasi penyulang via kubikel coupling Gardu Hubung Tanah Terban.

C. Cara Analisis

Dalam penelitian ini teknik analisis data yang digunakan adalah analisis sistematis untuk mendapatkan hasil penelitian. Analisis ini adalah melakukan perhitungan berdasarkan rumus yang berlaku untuk mendapatkan perhitungan perbaikan kualitas tegangan setelah dilakukan sinkron penyulang.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada Gardu Hubung Tanah terban yang disuplai dari Gardu Induk Tualang Cut pada Trafo Daya 1, melalui dua penyulang yaitu TC5 dan TC12 dengan pola jaringan radial seperti gambar berikut :



Gbr. 2 Single Line Diagram GH Tanah Terban

Dari gambar di atas nampak bahwa pada Gardu Hubung Tanah Terban terdapat satu kubikel Coupling, dari kubikel coupling inilah titik sinkron penyulang kita lakukan.

TABEL I
TABEL PENGUKURAN LWBP SEBELUM SINKRONISASI

No	Jenis Besaran	Hasil Ukur		Satuan
		Penyulang	Penyulang	
		TC05	TC12	
1	Tegangan R-S	20556	20234	Volt
2	Tegangan R-T	20548	20139	Volt
3	Tegangan S-T	20567	20149	Volt
4	Arus R	34	125	Ampere
5	Arus S	34	124	Ampere
6	Arus T	35	125	Ampere

TABEL II
TABEL PENGUKURAN WBP SEBELUM SINKRONISASI

No	Jenis Besaran	Hasil Ukur		Satuan
		Penyulang	Penyulang	
		TC05	TC12	
1	Tegangan R-S	20446	20045	Volt
2	Tegangan R-T	20468	20049	Volt
3	Tegangan S-T	20461	20056	Volt
4	Arus R	55	139	Ampere
5	Arus S	54	138	Ampere
6	Arus T	55	138	Ampere

Dari tabel tegangan dan arus di atas dapat kita lihat perbedaan beban pada dua penyulang sangat jauh, akibat perbedaan beban ini berdampak pada turunnya tegangan terima pada penyulang TC12. Tegangan kirim dari Gardu Induk Tualang Cut selalu konstan di 21.000 Volt saat waktu beban puncak ataupun diluar waktu beban puncak.

Sebelum melakukan sinkron terlebih dahulu dipastikan bahwa kedua penyulang wajib se-fasa, untuk memastikan dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan pada titik uji tegangan di kubikel.



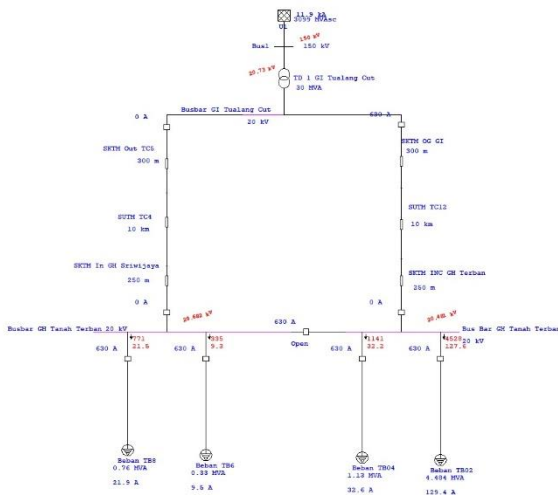
Gbr. 3 Terminal Uji Tegangan Kubikel

Saat pengujian dieproleh hasil sebagai berikut :

TABEL III
HASIL PENGUKURAN TEGANGAN

Titik Pengujian	TC12.Terminal 1	TC12.Terminal 2	TC12.Terminal 3
TC5.Terminal 1	8 Volt	97 Volt	99 Volt
TC5.Terminal 2	99 Volt	7 Volt	100 Volt
TC5.Terminal 3	100 Volt	99 Volt	8 Volt

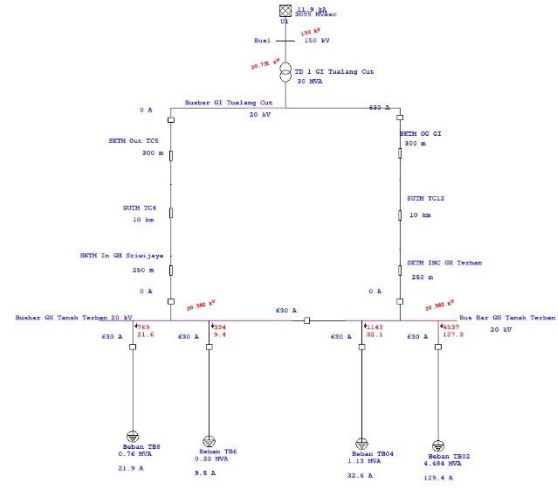
Nilai Terkecil dari pengujian menyatakan bahwa titik ukur terminal tegangan merupakan fasa yang sama di dua penyulang berbeda yang diuji. Dapat dinyatakan bahwa penyulang TC5 dan TC12 Gardu hubung tanah terban sudah sama fasa dan sudah bisa kita lakukan proses sinkron penyulang. Sebelum melakukan kegiatan sinkronisasi dilakukan terlebih dahulu simulasi rekayasa jaringan dengan menggunakan Aplikasi ETAP. Dalam membuat simulasi ETAP digunakan Standar IEC sebagai berikut :



Gbr. 4 Simulasi ETAP Sebelum Sinkronisasi

TABEL IV
PARAMETER HASIL SIMULASI SEBELUM SINKRONISASI

No	Jenis Besaran	Hasil Simulasi		Satuan
		Penyulang TC05	Penyulang TC12	
1	Tegangan Phase - Phase	20682	20481	Volt
2	Arus Rata-Rata Keluaran Penyulang	30,8	159,8	Ampere



Gbr. 5 Simulasi ETAP Setelah Sinkronisasi

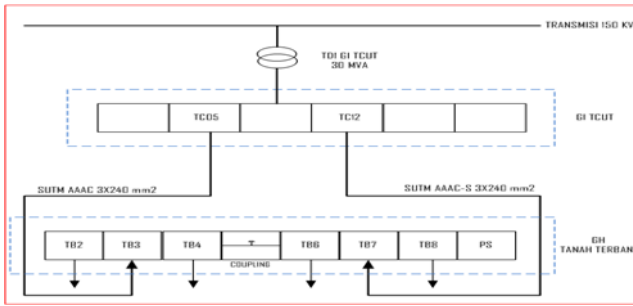
TABEL V
PARAMETER HASIL SIMULASI SETELAH SINKRONISASI

No	Jenis Besaran	Hasil Ukur		Satuan
		Penyulang TC05	Penyulang TC12	
1	Tegangan R-S	20392	20396	Volt
2	Tegangan R-T	20396	20394	Volt
3	Tegangan S-T	20389	20390	Volt
4	Arus R	80	80	Ampere
5	Arus S	79	80	Ampere
6	Arus T	80	81	Ampere

TABEL VI
PARAMETER HASIL SIMULASI SETELAH SINKRONISASI

No	Kondisi Simulasi	Tegangan Hasil Simulasi		Satuan
		Penyulang TC05	Penyulang TC12	
1	Sebelum Sinkronisasi	20682	20481	Volt
2	Setelah Sinkronisasi	20582	20582	Volt

Berikut adalah single line diagram Gardu Hubung Tanah terban setelah dilakukan proses sinkron penyulang dengan cara merubah posisi kubikel *coupling* yang awalnya *Open* menjadi *Close*.



Gbr. 6 Single Line Diagram Gh Tanah Terban Setelah Sinkron Penyulang

TABEL VI

TABEL PENGUKURAN LWBP SEBELUM SINKRONISASI

No	Jenis Besaran	Hasil Ukur		Satuan	
		Tegangan	Penyulang		Penyulang
			TC05	TC12	
1	Tegangan R-S		20235	20236	Volt
2	Tegangan R-T		20237	20234	Volt
3	Tegangan S-T		20240	20241	Volt
4	Arus R		97	96	Ampere
5	Arus S		96	98	Ampere
6	Arus T		96	95	Ampere

TABEL VII

TABEL PENGUKURAN WBP SEBELUM SINKRONISASI

No	Jenis Besaran	Hasil Ukur		Satuan	
		Penyulang	Penyulang		
			TC05	TC12	
1	Tegangan R-S		20392	20396	Volt
2	Tegangan R-T		20396	20394	Volt
3	Tegangan S-T		20389	20390	Volt
4	Arus R		80	80	Ampere
5	Arus S		79	80	Ampere
6	Arus T		80	81	Ampere

Melihat hasil perbandingan tabel sebelum dan sesudah sinkronisasi tampak ada nya perubahan dinilai arus dan tegangan dimasing-masing penyulang seperti tabel berikut :

TABEL VIII

TABEL PERBANDINGAN SEBELUM DAN SESUDAH SINKRON PENYULANG

Dari tabel diatas dapat kita liat bahwa :

1. Arus beban penyulang TC5 dan TC 12 setelah dilakukan skinkron menjadi sama.
2. Tegangan Pada penyulang TC5 dan TC12 setelah sinkron menjadi indetik sama.
3. Daya LWBP dan WBP setelah sinkron lebih besar dari kondisi awal.

Keuntungan dilakukan sinkron penyulang :

a. Perbaikan Susut Distribusi

Perbandingan beban pada LWBP dan WBP sebelum dan sesudah sinkron penyulang terdapat perbedaan yakni Daya setelah sikron lebih besar. Dapat kita hitung jumlah kWh yang

dapat kita peroleh dengan melakukan sinkron penyulang ini, yaitu :

Selisih Daya LWBP :

Daya LWBP Setelah sinkron - Daya LWBP Sebelum sinkron
5654 kVA - 5572 kVA = 72 kVA

Selisih Daya WBP :

Daya WBP Setelah sinkron - Daya WBP Sebelum sinkron
6745 kVA - 6733 kVA = 12 kVA

Dalam perhitungan nya, 1 hari operasi PLN menetapkan zona waktu LWBP adalah 20 Jam sedangkan WBP adalah 4 jam, jika kita hitung selisih perolehan kWh dalam 1 hari adalah :

Daya 1 hari = Daya LWBP + Daya WBP

Daya 1 hari = (72 kVA x 20 Jam) + (12 kVA x 4 Jam)

Daya 1 hari = 1440 Kwh + 48 Kwh

Daya 1 hari = 1488 Kwh

Jika dihitung dalam 1 bulan diperoleh sebesar 44.640 dari proses Sinkron penyulang ini. Jika kita hitung dalam Rupiah (dianggap rupiah rata-rata per Kwh Rp. 1.000,-) adalah Rp.44.640.000,- dalam 1 bulan. Dengan adanya kelebihan Daya ini akan berdampak pada susut distribusi dan meningkatkan penjualan PLN.

b. Perbaikan Kehandalan

Gardu Hubung Tanah terban yang awal nya disuplai dari dua penyulang dengan Konfigurasi radial menjadi konfigurasi Spindel,

- Konfigurasi Radial : Jika terjadi gangguan pada jaringan distribusi maka sistem akan langsung melepas pada proteksi yang merasakan gangguan, maka beban yang berapada didalam titik proteksi yang melepas akan padam karena tidak ada backup penyulang lain yang mensuplai.

- Konfigurasi Spindel : Jika terjadi gangguan pada jaringan distribusi maka sistem akan melepas pada titik proteksi yang mendeteksi arus gangguan, tapi beban sistem tidak padam karena ada penyulang lain yang langsung mensuplai beban.

V.KESIMPULAN

Tegangan kirim dari Gardu Induk Tualang Cut selalu konstan di 21.000 Volt saat waktu beban puncak ataupun diluar waktu beban puncak.

Sebelum melakukan sinkron terlebih dahulu dipastikan bahwa kedua penyulang wajib se-fasa, untuk memastikan dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan pada titik uji tegangan di kubikel.

Arus beban penyulang TC5 dan TC 12 setelah dilakukan skinkron menjadi sama, Tegangan Pada penyulang TC5 dan TC12 setelah sinkron menjadi indetik sama

Daya LWBP dan WBP setelah sinkron lebih besar dari kondisi awal Sebelum sinkron 5654 kVA - 5572 kVA = 72 kVA dan Daya WBP Setelah sinkron - Daya WBP Sebelum sinkron 6745 kVA - 6733 kVA = 12 kVA.

VI.DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. T. PLN, "Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 473," K/DIR/2010 tentang Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga ..., 2010.
- [2] J. Setiawan, M. Mardiansyah, A. Sunardi, and H. Kusnadi, "ILMU BAHAN LISTRIK." Unpampress, 2022.
- [3] H. MAULANA, "Analisis Karakteristik Termal Kabel NYY Untuk Aplikasi Instalasi Listrik Luar Ruangan." UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA, 2018.
- [4] R. Listiyarini, *Dasar Listrik dan Elektronika*. Deepublish, 2018.

- [5] A. Wulandari, I. A. Putra, and I. M. Rizqi, *Buku Ajar Fisika: Suhu & Kalor, Listrik Statis, dan Listrik Dinamis untuk SMK/MAK Kelas X*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas KH. A. Wahab ..., 2023.
- [6] M. RIDWAN, "ANALISA PERBAIKAN FAKTOR DAYA MENGGUNAKAN PANEL KAPASITOR BANK DI LABORATORIUM POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik OLEH MUHAMAD RIDWAN 0618 3031 1309 POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA PALEMBANG 2021." Politeknik Negeri Sriwijaya, 2021.
- [7] J. Murianto, D. Febrianto, W. Wandy, F. Azmi, and D. Perangin-angin, "Rancang Bangun Alat Uji Pada Perbaikkan Faktor Daya Dengan Capsitor Bank," *J. Electr. Syst. Control Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 53–62, 2020.
- [8] I. Refaldi, Y. Basir, and D. U. Y. Wardhani, "Analisis Fluktuasi Beban Terhadap Efisiensi Generator Sinkron di PT. PEMBANGKIT LISTRIK PALEMBANG JAYA," *J. Ampere*, vol. 6, no. 2, pp. 91–103, 2021.
- [9] Z. Anthony, S. Amalia, and H. F. P. Sari, "Perbaikan Nilai Susut Teknis Jaringan Tegangan Menengah Penyulang 5 Matur PT PLN Rayon Koto Tuo," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 67–72, 2020.