

ANALISIS RUGI DAYA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER PT. PLN ULP SENGGKANG SULAWESI SELATAN

Asfihanuddin Muhtar¹, Iwan², Dr. Ir. H. Antarissubhi³, Suryani⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

e-mail : asfihanuddin@gmail.com¹, Iwanmakassar7@gmail.com²,
antarissubhi@unismuh.ac.id³, suryani_basri@unismuh.ac.id⁴

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara mengatasi rugi daya pada jaringan distribusi primer pada PT. PLN (PERSERO) ULP SENGGKANG gardu induk Patila. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengumpulan data berdasarkan pengukuran dalam yang dilakukan dalam penelitian ini yang mana hasil dari pengukuran itu diselesaikan dalam bentuk matematis dan melakukan analisis penelitian berdasarkan data pengukuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil perhitungan rugi daya (*losses*) JTM pada penyulang atau *feeder*, besar rugi daya dan total yang terjadi pada bulan (Juni – November 2021) sebesar 52.388.198,28 kWh dengan persentase tiap bulannya (Juni – November 2021) rata-rata 0,82 %.

Kata Kunci: Jaringan distribusi, Rugi-rugi daya.

ABSTRACT

This Study Determine How To Overcome The Power Loss in The Primary Distribution Network At Pt. Pln (Persero) Sengkang Patila Substantion. The Method Used In This Study Is Tocolled Data Based On Internal Measurements Carried Out In This Study Where The Results Of The Measurements Are completed In Mathematical Form And Conduction Research Analysis Based On Measurement Data, The Amount Of Power Loss And The Total That Occurred In The Month (June-November 2021) Amounted To 52,388,198,24 kWh With The Percentage Each Month (June-November 2021) An Average Of 0,82%.

Keywords: Disribution network, Power losses.

I. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat pada zaman modern. Hampir seluruh peralatan-peralatan yang digunakan untuk membantu kehidupan manusia menggunakan energi listrik. Konsumen energi listrik bukan saja merupakan kalangan rumah tangga tetapi juga kalangan industri, komersial, maupun pelayanan umum dan jasa. Untuk memenuhi kebutuhan energy listrik diperlukan sistem yang baik untuk menyalurkan energi listrik dari penyedia sampai ke konsumen energy listrik. Secara umum sistem tenaga listrik diawali dari unit pembangkit energy listrik, kemudian disalurkan melalui sistem transmisi tegangan tinggi dan kemudian melalui sistem distribusi disalurkan kepada konsumen. Sistem distribusi berhubungan langsung dengan konsumen, sehingga disinilah dituntut kendala dalam sistem yang harus diperhatikan oleh penyedia energi listrik. Energi yang disalurkan harus memenuhi tuntutan yang diminta yaitu adanya kuantitas dan kualitas daya yang baik, kontinuitas pelayanan, sertategangan, faktor daya, dan frekuensi sistem yang berkualitas [1].

Sistem ketenaga listrikan terdapat banyak kasus yang dihadapi, baik dalam segiteknis maupun non teknis. Gangguan-gangguan tersebut bermula dari area pembangkitan listrik, penyaluran transmisi hingga penyaluran distribusi. Gangguan inisudah pasti merugikan konsumen bahkan pihak penyuplai listrik PT PLN (Persero) secara global akan mendapat kerugian yang sangat besar [2]

Permasalahan yang dihadapi PLN saat ini khususnya untuk bidang distribusi adalah besarnya rugi energi, baik secara teknis ataupun nonteknis. Rugi energi listrik merupakan persoalan krusial, rugi-rugi adalah selisih antara energi listrik yang dibangkitkan dengan jumlah energi listrik yang telah dipakai pelanggan. Rugi daya listrik distribusi

meliputi jaringan tegangan menengah hingga jaringan tegangan rendah yang terdiri dari rugi teknis dan nonteknis (20kV/380V) Rayon Padalarang. Rugi energi menjadi pembahasan penting pada saat ini karena terkait dengan kualitas daya yang akan dihantarkan kepada pelanggan serta membuka potensi pendapatan bagi perusahaan karena susut yang terjadi akan mengurangi potensi penjualan daya oleh perusahaan. Ketersediaan energi listrik merupakan bagian yang tidak terpisahkan bagi kehidupan saat ini. Kebutuhan energi listrik sangat dominan bagi manusia, dimulai dari kebutuhan di dalam rumah tangga, bisnis, pemerintahan, industri rumah tangga hingga industri besar serta seluruh aspek kehidupan lainnya, ini berarti bahwa ketersediaan energi listrik kini sangat penting dan sangat berpengaruh dalam meningkatkan laju pertumbuhan kualitas social ekonomi masyarakat secara umum sehingga Permintaan listrik di Indonesia mening secara terus menerus, Namun pasokan listrik Indonesia yang dihasilkan oleh pembangkit belum dapat memenuhi kebutuhan listrik seluruh rakyat Indonesia [3]

Terbatasnya kapasitas pembangkit listrik yang ada saat ini tentu saja tidak mampu mengikuti laju kebutuhan konsumsi listrik kita, apalagi bila penggunaannya boros. Konsumsi listrik yang boros berdampak pada berkurangnya pasokan listrik sehingga terjadi pemadaman bergilir. Selain itu, tidak banyak yang menyadari bahwa saat ini pasokan listrik di Indonesia belum tersebar merata. Misalnya masih ada sekitar 45 persen penduduk Indonesia yang belum menikmati listrik. Ironisnya, mereka yang punya akses listrik, melakukan gaya hidup boros tanpa menyadari bahwa listrik adalah komoditas yang seharusnya dibagi rata dengan banyak orang di seluruh Indonesia sehingga Tuntutan-tuntutan tersebut harus dipenuhi oleh penyedia tenaga listrik, yang dalam hal ini adalah PLN [4]

Pada PT.PLN (Persero) ULP Sengkang sebagai penyuplai energi listrik pada wilayah Wajo dan sekitarnya sering mengalami masalah *losses*, yaitu adanya energi yang hilang baik secara teknis maupun non teknis. Pada saat ini untuk mengurangi *losses* yang ada, PLN (Persero) ULP Sengkang telah terinterkoneksi dengan sistem kelistrikan diberbagai area Wajo. Dengan adanya sistem yang terinterkoneksi perlu dilakukan pengkajian tentang susut daya saat isolated dan interkoneksi, agar dapat memetakan bagaimana efektifitas sistem interkoneksi dalam penurunan susut daya jaringan tegangan menengah.

Sehingga untuk focus melihat angka susut daya lebih efektif yaitu dengan memisahkan susut antara teknis dan nonteknis. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk meneliti pada bagian rugi daya pada jaringan distribusi primer pada PT. PLN (Persero) ULP Sengkang.

II. LANDASAN TEORI

Sistem Distribusi

Distribusi adalah semua bagian yang termasuk dalam peralatan sistem tenaga listrik yang mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk hingga ke kWh meter pada konsumen melalui system jaringan tegangan menengah dan sistem jaringan tegangan rendah. Sistem tenaga listrik dikatakan sebagai kumpulan atau gabungan yang terdiri dari komponen-komponen atau alat-alat listrik seperti generator, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban yang saling berhubungan dan merupakan satu kesatuan sehingga membentuk suatu sistem. Dalam kelistrikan, seringkali timbul persoalan-persoalan teknis, dimana tenaga listrik pada umumnya dibangkitkan pada tempat-tempat tertentu yang jauh dari kumpulan pelanggan, sedangkan pemakai tenaga listrik atau pelanggan tenaga listrik tersebar disegala penjuru tempat. Dengan demikian maka penyaluran tenaga listrik dari pusat tenaga listrik sampai ketempat pelanggan memerlukan berbagai penanganan teknis. Pada jaringan distribusi biasanya menggunakan tegangan yang lebih rendah dari tegangan saluran transmisi [5]

Hal ini karena daya yang didistribusikan oleh masing-masing jaringan distribusi biasanya relatif kecil disbanding dengan daya yang disalurkan saluran transmisi, dan juga menyesuaikan dengan tegangan pelanggan atau pengguna energi listrik. Level tegangan jaringan distribusi yang sering digunakan ada dua macam, yaitu 20kV untuk jaringan tegangan menengah (JTM) dan 220V untuk jaringan tegangan rendah (JTR). Dengan demikian diperlukan gardu induk yang berisi trafo penurun tegangan untuk menurunkan tegangan dari saluran transmisi ketegangan distribusi 20kV. Diperlukan juga trafo distribusi untuk menurunkan tegangan dari 20kV ke 220V sesuai tegangan pelanggan. Pada jaringan distribusi terdapat beberapa struktur jaringan yaitu Jaringan Distribusi Radial, Jaringan Distribusi Lingkaran (*Loop*), Jaringan Distribusi Spinde, Jaringan Distribusi Kluster. [6]

Saluran Distribusi energi listrik 20 kV di *busbar* gardu induk, disalurkan melalui *feeder-feeder*

(penyulang) distribusi ke gardu hubung atau dapat langsung di hubungkan ke konsumen. Dari gardu hubung, energi listrik disalurkan ke gardu-gardu distribusi. Dimana Gardu Distribusi merupakan gardu tempat mengubah tegangan primer menjadi tegangan sekunder dan selanjutnya disalurkan kesetiap titik pelanggan. Gardu Distribusi berfungsi melayani konsumen dimana tegangan 20kV diturunkan tegangannya menjadi 380/220volt pada trafo-trafo distribusi, untuk kemudian disalurkan pada konsumen melalui jaringan tegangan rendah (jaringan distribusi sekunder) [7]

Sistem Jaringan Distribusi Primer

Sistem jaringan distribusi primer adalah bagian dari sistem tenaga listrik terletak antara gardu induk dan gardu distribusi. Jaringan distribusi primer ini umumnya terdiri dari jaringan tiga fasa yang jumlah kawatnya tiga atau empat kawat. Untuk menyalurkan tenaga listrik pada jaringan distribusi primer digunakan saluran kawat udara, saluran kabel udara atau sistem kabel tanah, dimana penggunaannya disesuaikan dengan tingkat kendalan yang dibutuhkan. Saluran distribusi primer ini dibentangkan sepanjang daerah yang disuplai tenaga listrik sampai pada pusat beban ujung akhir.

Sistem jaringan distribusi primer dikenal beberapa macam tipe jaringan distribusi primer, dimana masing-masing system mempunyai karakteristik-karakteristik yang berbeda-beda serta mempunyai keuntungan dan kerugian yang tergantung pada kebutuhan. Dasar pemilihan suatu sistem tergantung dari tingkat kepentingan konsumen/pusat beban itu sendiri. [8]

Rugi-rugi pada Sistem Tenaga Listrik

Rugi-rugi daya merupakan rugi-rugi yang terjadi akibat adanya daya yang hilang pada jaringan seperti daya aktif dan daya reaktif. Semakin panjang saluran yang ada maka nilai tahanan dan reaktansi jaringan akan semakin besar, sehingga rugi-rugi bertambah besar baik itu pada rugi-rugi daya aktif maupun rugi-rugi daya reaktif.

Rugi daya adalah gangguan dalam sistem dimana sejumlah energi yang hilang dalam proses pengaliran listrik mulai dari gardu induk sampai dengan konsumen. Apabila tidak terdapat gardu induk, rugi daya dimulai dari gardu distribusi sampai dengan konsumen.” Darisurat keputusan menteri keuangan tersebut menjelaskan bahwa Ketika terjadi rugi daya maka sistem pendistribusian listrik tidak bekerja secara

efisien (Surat Keputusan Menteri Keuangan Nomor: 431/KMK.06/2002 (2002:4)).

Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa rugi daya (*losses*) adalah suatu bentuk kehilangan energi listrik yang berasal dari sejumlah energi listrik yang disediakan PLN dengan sejumlah energi yang terjual kekonsumen dan mengganggu efisiensi sistem distribusi listrik. [9]

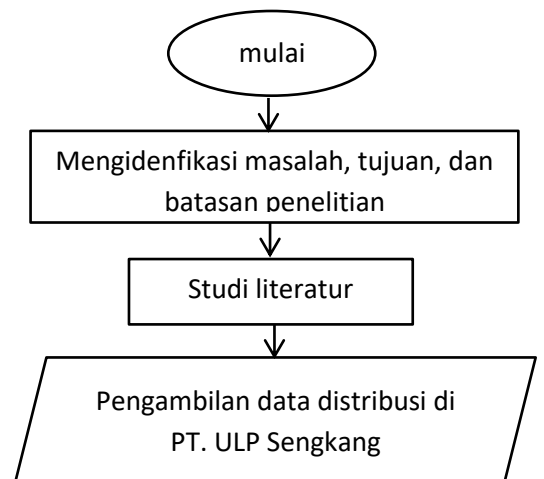
Rugi daya yang terjadi pada sistem distribusi listrik disebabkan karena penghantar dialiri beberapa hal. Rugi daya disebabkan karena saluran distribusi mempunyai tahanan, induktansi dan kapasitansi. Karena saluran distribusi primer atau sekunder berjarak pendek maka kapasitas dapat diabaikan.

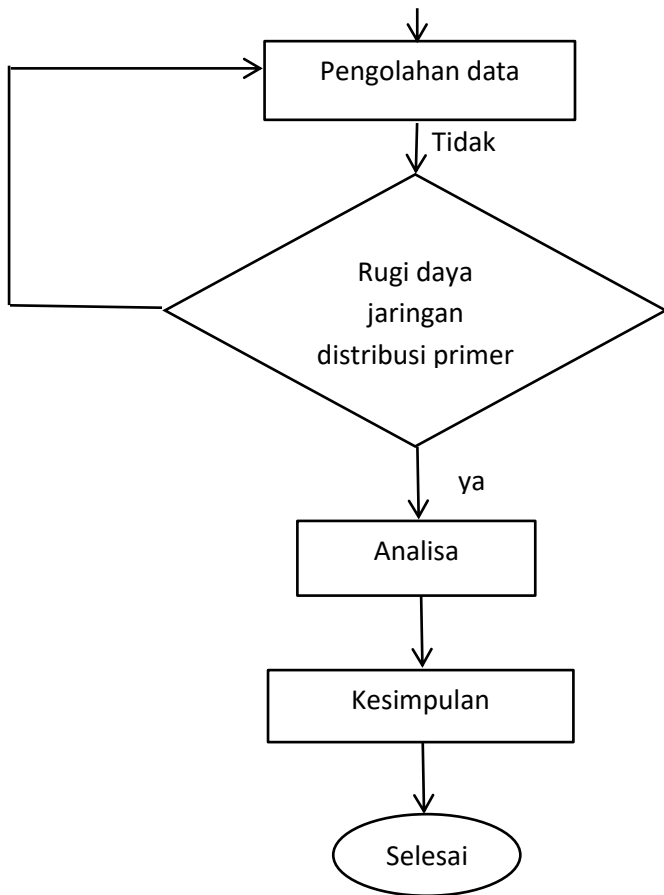
$$P_{\text{loses}} = I^2.R \dots\dots\dots$$

III. METODE PENELITIAN

Penelitian tentang “Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer PT. PLN (Persero) ULP Sengkang Sulawesi Selatan” penulis menggunakan jenis penelitian kuantitatif dan kualitatif. Kuantitatif adalah melakukan pengumpulan data berdasarkan pengukuran dalam yang dilakukan dalam penelitian ini yang mana hasil dari pengukuran itu diselesaikan dalam bentuk matematis sedangkan jenis penelitian kualitatif adalah melakukan analisis penelitian berdasarkan data pengukuran kuantitatif.

Teknik pengolahan data yang dilakukan adalah data sampel yaitu data yang diperoleh dari berbagai literature untuk mendukung penelitian ini, agar data sampel dan data hasil penelitian yang akan diperoleh dapat disikronkan satu sama lain. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari beberapa penjelasan informan (pegawai PT. PLN (Persero) Rayon Sengkang) yang mampu menjelaskan mengenai rugi daya jaringan industry primer.





Flowchart Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Besar penyusutan daya pada jaringan merupakan selisih antara besar daya yang tersalurkan dengan besar daya yang terpakai atau terjual pada pelanggan yang terukur atau dihitung mulai dari keluaran gardu induk sampai pada keluaran trafo distribusi atau input pada gardu distribusi yang dikenal dengan jaringan distribusi sisi primer. Untuk studi susut daya pada tegangan menengah ini, data yang digunakan adalah data pada tahun 2021.

Dari hasil observasi yang dilakukan di lapangan dan pengumpulan data pada penyulang maka dirampungkan data hasil perhitungan jatuh tegangan dan susut daya sebagai berikut.

Untuk menghitung susut daya, selain data beban

trafo diperlukan juga data penghantar yang digunakan penyulang tersebut seperti jenis penghantar, jumlah penampang dan panjang penghantar tersebut.

Pengolahan Data

1. Secara Umum-

Analisa rugi-rugi daya yang dibahas adalah rugi daya pada penyulang yang melayani kecamatan Tempe yang diasuh oleh GI Patila. Sistem jaringan distribusi tersebut dengan tegangan menengah 20 kV penyulangnya bertipe ring.

2. Prosedur Pengolahan Data

Perhitungan rugi-rugi daya (*losses*) JTM dilakukan mulai dari gardu induk Patila sampai pada ujung penyulang. Dimana penyulang akan dihitung besarnya tahanan saluran, rugi-rugi daya (*losses*) serta besarnya persentase *losses* JTM selama satu tahun. Dalam perhitungan rugi-rugi daya pada *feeder*/penyulang menggunakan metode perhitungan seperti yang terdapat pada tinjauan pustaka dimana data bersumber dari PLN yaitu evaluasi rugi-rugi di jaringan distribusi primer.

a) Perhitungan Besaran Tahanan Penampang perhitungan tahanan penampang pada penyulang yang melayani kecamatan Tempe menggunakan persamaan (1), yaitu:

$$R = P \frac{l}{A}$$

a) Diketahui: Untuk Penampang 150 mm²
 $\rho = 0,032 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$

$$l = 3377 \text{ m}$$

$$A = 150\text{mm}^2$$

$$R = 0,032 \frac{3377}{150} = 0,7204 \Omega$$

Sehingga total besar tahanan pada penampang untuk penyulang yang melayani kecamatan Tempe adalah 0,7204Ω.

b) Perhitungan daya hilang

$$P_{\text{losses}} = I^2 \cdot R$$

Dik: $I = 3377$

$$R = 0,7204 \Omega$$

$$P_{\text{losses}} = 3377^2 \times 0,7204$$

$$= 8,0102 \text{ Watt}$$

c) Perhitungan Besaran Rugi Daya Pada Penyulang

Berdasarkan data tabel 4.4 dan tahanan saluran telah diketahui maka besarnya rugi daya dan persentase rugi daya pada penyulang Sengkang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) dan persamaan (3), untuk bulan Juni yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Juni: } \Delta P_{\text{Siang}} &= 3 \times 54^2 \times \\ &0,7204 = \\ &6.302.59,2 \text{ Watt} \\ &= 6.302.592 \text{ Watt} \times 372 \text{ jam} \\ &= 2.344.540,788 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{Malam}} &= 3 \times 60^2 \times 0,7204 \\ &= 7.780,32 \text{ watt} \\ &= 7.780,32 \text{ Watt} \times 372 \text{ jam} \\ &= 2.894.279,04 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Ket: 372 jam itu di

Di dapat dari 12 jam
kali 31 hari

$$\Delta P_{\text{Siang}} + \Delta P_{\text{Malam}} = 5.238.819,828 \text{ KWH}$$

$$\text{Rugi daya Juni (4minggu)} = 5.238.819,828 \text{ kWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Energi KWH Januari} \\ &= 2.791.857,0 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total daya yang disalurkan} &= \\ &5.238.819,828 + 2.791.857,0 \\ &= 8.030.664,28 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase rugi daya bulan juni} &= \\ &\frac{5.238.819,828}{8.030.664,28} \times 100\% \\ &= 0.652 \% = 0.65 \% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan terendah daya pada jaringan terlihat pada bulan juni tahanan penyuluhan 0,7204 (Ohm), siang 54 (Amp), AP siang 2344540788 (kWh), malam (Amp) AP malam 289427904 (kWh) dengan total 52388,19828 sedangkan perhitungan tertinggi

terlihat pada bulan November tahanan penyuluhan 0,7204 (Ohm), siang 188 (Amp), AP siang 284153884416 kWh, malam 130 (Amp), AP malam 1358703216 (kWh) dengan total 420027100416.

Presentase hasil perhitungan terendah daya pada jaringan terlihat pada bulan juni, Total Energi yang Terpakai 2.650.793,0 (kWh) Total Rugi Daya Penyulang 52388,19828 Total Daya yang Disalurkan 8.030,66428 Persentase Rugi Daya (%) 0,65 sedangkan Presentase hasil perhitungan tertinggi terlihat pada bulan november Total Energi yang Terpakai 2.917.435,0 (kWh) Total Rugi Daya Penyulang 4200271,00416. Total Daya yang Disalurkan 4492014,50416 Persentase Rugi Daya (%) 0,94 dan total rugi yang terjadi selama 6 bulan (Juni – November) sebesar 81.576.734.100,26 kWh dengan persentase 8,6 %. Dengan presentase.

Besar energi (daya) yang dikirim dari gardu induk Patila 20 kV pada bulan Juni yaitu 8.030.664,28 kWh. Panjang saluran utama penyulang yang melayani kecamatan Tempe ialah 3,377 kms dan melayani 11 buah trafo distribusi serta total energi yang terjual pada bulan Juni 2.791.857,0 kWh. Dari data-data yang ada maka di dapatkan dari hasil perhitungan yaitu rugi daya yang terjadi pada Juni sebesar 52.388.198,28 kWh dengan persentase setiap bulannya (Juni – November) rata-rata 0,82 % dan total rugi yang terjadi selama 6 bulan (Juni – November) sebesar 81.576.734.100,26 kWh dengan persentase 8,6 %.

Sesuai dengan persamaan (2) dan (3) yang digunakan untuk menghitung nilai rugi-rugi daya pada penyulang yang melayani kecamatan Tempe bahwa penyebab terjadinya rugi-rugi daya adalah besar nilai beban dan faktor penghantar yaitu nilai impedansi, luas penampang dan panjang penghantar tersebut. Rugi-rugi (*losses*) berbanding lurus dengan tahanan penghantar dan kuadrat arus beban. Dan faktor lainnya disebabkan adanya pengaruh sifat secara teknis dan non teknis. Sesuai dengan hasil perhitungan di atas didapatkan nilai rugi daya berdasarkan teknis yaitu akibat panas yang timbul pada penghantar dan sambungan, akibat jarak penghantar, dan luas penghantar dan faktor lainnya adalah secara non teknis yaitu adanya pemakaian beban yang tidak dikontrol atau dicatat oleh pihak PLN, sehingga banyak daya yang terbuang dan menyebabkan pihak penyedia listrik yaitu PLN akan mengalami kerugian.

Maka dari itu solusi yang terbaik baik Untuk menjaga tingkat kontinuitas pelayanan yang maksimal pada konsumen, jaringan distribusi primer khususnya

pada penyulang yang melayani kecamatan Tempe perlu diadakan pengawasan dan pemeliharaan secara rutin terhadap semua jenis peralatan yang digunakan termasuk penghantar dan gardu distribusi. Sesuai dengan program PLN saat ini yaitu membentuk tim penganalisa rugi-rugi yang terjadi pada sistem distribusi

Dengan mengacu pada standarisasi PLN yang mengatakan bahwa besar jatuh tegangan dan susut daya maksimum yang diizinkan adalah sebesar 10 % serta bahwa batas toleransi tegangan +5 % dan -10 % dari nominal sehingga dapat dikatakan bahwa penyulang yang melayani kecamatan Tempe sampai saat ini layak.

V. KESIMPULAN

Besar energi (daya) yang dikirim dari gardu induk Patila 20 kV pada bulan Juni-november sebesar berkisar antara yang terendah pada bulan juni sebesar 2.650.793,0 (kWH) Total Rugi Daya Penyulang 52388,19828 Total Daya yang Disalurkan 8.030,66428 Persentase Rugi Daya (%) 0,65 dan tertinggi sebesar 2.917.435,0 (kWH) Total Rugi Daya Penyulang 4200271,00416 Total Daya yang Disalurkan 4492014,50416 Persentase Rugi Daya (%) 0,94 total rugi yang terjadi selama 6 bulan (Juni – November) sebesar 81.576.734.100,26 kWH dengan persentase 8,6 % yang disebabkan adanya pengaruh sifat secara teknis dan non teknis. Sehingga adanya pembatasan pemakaian tegangan dari nominal sebelumnya dan penyulang yang melayani kecamatan Tempe sampai saat ini masih layak terpakai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Made. S., Wijaya. A.W., 2010. Rekonfigurasi Jaringan Tegangan Rendah (JTR) Untuk Memperbaiki Drop Tegangan di Daerah Banjar Tulangyuh Klungkung. *Jurnal Teknologi Elektro*. Vol.2. (diakses pada tanggal 15 September 2021 secara online).
- [2] Hontong., Jonal N., 2015. Analisa Rugi-rugi Daya pada Jaringan Distribusi di PT. PLN Palu. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*. Vol.64. (diakses pada tanggal 4 september 2021 secara online).
- [3] Pratama., Sepdy., 2020. *Evaluasi Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral pada Transformatur Gardu Distribusi JS5A 400 kVA di PT.PLN (Persero) UP3 Bekasi*. Jakarta: Institut Teknologi PLN. (diakses pada tanggal 24 September 2021 secara online).
- [4] Indyah. N., 2007. Analisis Pemanfaatan Energi pada Pembangkit Tenaga Listrik di Indonesia. *Ejournal.unsrat.ac.id*. Vol.25. (diakses pada tanggal 24 September 2021 secara online).
- [5] Suhadi., dkk. 2008. Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. (diakses pada tanggal 15 September 2021 secara online).
- [6] Wardoyo.B., Hardianto.D., Mangera.P., 2018. Study Rele Gangguan Tanah Pada Jaringan Distribusi Primer Di PLN(PERSERO) Wilayah Papua Cabang Merauke. *Ejournal.Unmus.ac.id*. Vol.1 (diakses pada 10 september 2021 secara online)
- [7] Marliansyah., Satrio., 2015. *Simulasi Pengalihan Penyulang Melon Gardu Induk Boom Baru ke Penyulang Kikim Gardu Induk Sungai Juaro Menggunakan Software Etap di PT. PLN (Persero) Palembang*. *Journal Teknik Elektro dan Komputer*. Vol.1. (diakses pada tanggal 4 September 2021 secara online).
- [8] Kelompok Kerja Standar Kontruksi Distribusi Jaringan Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Tekonologi. 2010. Buku 4: Standar Kontruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik. Jakarta: PT PLN (PERSERO). (diakses pada tanggal 22 Oktober 2021 online).
- [9] Kelompok Kerja Standar Kontruksi Distribusi Jaringan Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Tekonologi. 2010. Buku 5: Standar Kontruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik. Jakarta: PT PLN (PERSERO). (diakses pada tanggal 22 Oktober 2021 secara online).
- [10] PT. PLN ULP: SENGKANG. 2021. Prosedur penelitian tabel rugi daya data kapasitas trafo yang di asuh penyulang (diakses pada tanggal 3 desember 2021 secara offline)

- [11] PT. PLN ULP: SENGKANG. 2021. Prosedur penelitian tabel rugi daya data jenis, luas, dan Panjang penampang penyulang (diakses pada tanggal 3 desember 2021 secara offline)

- [12] PT. ENERGI SENGKANG. 2021. Prosedur penelitian table rugi daya data KWH bulanan penyulang bulan juni-november (diakses pada tanggal 6 desember 2021 secara offline)

- [13] PT. ENERGI SENGKANG. 2021. Prosedur penelitian table rugi daya data beban penyulang bulan jui-november (diakses pada tanggal 6 desember 2021 secara offline)