



Analisis Rugi – Rugi Daya dan Karakteristik Penyulang Pada Jaringan Distribusi 20 Kv di Gardu Induk Sungai Raya

Analysis of Power Loss and Feeder Characteristics in the 20 Kv Distribution Network at Sungai Raya Substation

^{1*)} **Bari Indra Putra**, ²⁾ **M Iqbal Arsyad**, ³⁾ **Fitriah**

¹²³ Universitas Tanjungpura Pontianak, Indonesia

Email: bari300800@gmail.com

*Correspondence: Bari Indra Putra

DOI:

10.59141/comserva.v4i7.2604

ABSTRAK

Untuk menjaga keberlangsungan daya listrik di GI Sungai Raya perlu adanya penanganan terhadap saluran distribusi demi mendapatkan efisiensi. Salah satu faktor penyebab rugi - rugi daya adalah jenis kabel penghantar A3CS yang dapat mengurangi losses. Perhitungan rugi-rugi daya pada penelitian ini menggunakan solusi aliran daya metode Gauss-Seidel dengan menggunakan software matlab. Hasil perhitungan rugi-rugi daya aktif pada Penyulang Raya 10 (Penyulang Adi Sucipto) di GI Sungai Raya sebesar 0,008071 MW, dan total rugi- rugi daya reaktif sebesar 0,012336 MVar. dan SPLN No. 41-10 Tahun 1991 yaitu penghantar aluminimum dengan luas penampang 35mm² s/d 240mm². Untuk beban puncak maksimum pada tahun 2019 sebesar 2,754 kW dibandingkan pada tahun 2020 sebesar 2.488 kW. Berdasarkan penjelasan di atas bahwa besarnya rugi daya aktif dan beban puncak pada tahun 2019 (masa pandemi) lebih besar dibandingkan tahun 2020 yaitu masa endemi dan penyulang yang digunakan di GI Sungai Raya sesuai dengan ketentuan yang berlaku Meskipun demikian perlu dilakukan kajian yang lebih lanjut pada saluran transmisi yang lain untuk memperoleh rugi -rugi transmisi dan beban puncak tersebut.

Kata kunci: Daya Aktif, Daya Reaktif, Gardu Induk, Rugi – Rugi Daya, Saluran Distribusi, Beban Puncak, Kabel Penghantar

ABSTRACT

To maintain the continuity of electric power in the Sungai Raya Substation, it is necessary to handle the distribution channel in order to gain efficiency. One of the factors causing power losses is the type of A3CS conductor cable which can reduce losses. The calculation of power losses in this study uses the Gauss-Seidel method of power flow solutions using Matlab software. The results of the calculation of the active power losses on the Raya 10 Feeder (Supplier Adi Sucipto) in the Sungai Raya Substation is 0.008071 MW, and the total reactive power

losses are 0.012336 MVar. and SPLN No. 41-10 of 1991, namely aluminum conductors with a cross-sectional area of 35mm² to 240mm². The maximum peak load in 2019 is 2,754 kW compared to 2020 of 2,488 kW. Based on the explanation above, the amount of active power loss and peak load in 2019 (pandemic period) is greater than in 2020, namely the endemic period and the feeders used in the Sungai Raya Substation are in accordance with applicable regulations. other transmission to obtain the transmission losses and peak load.

Keywords: Active Power, Reactive Power, Substation, Power Losses, Distribution Channels, Peak Load, Conducted Cables

PENDAHULUAN

Sistem distribusi tenaga listrik di Kota Pontianak merupakan contoh kasus yang tak luput dari permasalahan tersebut, sehingga dipandang perlu untuk menganalisis dan mencari solusi atau pemecahan yang tepat dari permasalahan tersebut. Salah satu permasalahan listrik sistem distribusi yakni kerugian daya listrik. Kerugian daya listrik ini tidak dapat dihindari, sementara besar rugi tersebut belum diketahui secara pasti melalui perhitungan. Akibatnya, rugi-rugi yang timbul tidak dapat diketahui apakah masih dalam batas yang diizinkan atau telah melampaui batas rugi daya listrik (Ali et al., 2018; Pratama & Setiawan, 2021). Hal ini dikarenakan adanya arus yang mengalir pada jaringan distribusi, baik distribusi primer maupun distribusi sekunder, yang sangat besar (Hartono et al., 2019). Jaringan distribusi primer adalah bagian dari sistem distribusi yang berawal dari sisi sekunder gardu induk sampai pada sisi primer transformator distribusi (Nugroho et al., 2020). Sedangkan jaringan distribusi sekunder adalah jaringan distribusi yang berawal dari sisi sekunder transformator distribusi sampai ke beban (Yasin et al., 2018).

Pada umumnya, untuk menurunkan rugi daya diperlukan tambahan biaya investasi (Hidayat et al., 2020). Akibatnya, harga jual listrik mungkin naik. Sebaliknya, bila rugi daya dibiarkan besar, maka harga energi listrik juga akan menjadi relatif mahal (Saputra et al., 2019). Untuk melayani kebutuhan beban yang semakin meningkat, perlu dilakukan perluasan jaringan distribusi (Wijaya et al., 2021). Sehubungan dengan hal tersebut, maka besar rugi-rugi daya yang terjadi pada jaringan distribusi haruslah dipertimbangkan, baik dalam perencanaan maupun dalam operasi jaringan tersebut (Rahman & Suryana, 2020). Dengan demikian, persoalan kelistrikan diharapkan dapat memenuhi tingkat pengadaan dan pelayanan yang baik (Samsudin et al., 2021).

Di Kota Pontianak sendiri terdapat 28 penyulang yang ada di Gardu Induk Sungai Raya dengan menggunakan penghantar jenis All Alloy Aluminium Conductor with XLPE Insulated (A3CS), atau Aluminium Panduan Berselubung Polietilen Ikat Silang. Untuk perhitungan rugi-rugi daya, digunakan satu penyulang saja yaitu Penyulang Raya 10 (Penyulang Adi Sucipto) sesuai dengan standar SPLN Nomor 41-10 Tahun 1991 tentang spesifikasi penghantar (Anwar et al., 2021).

Dari penjelasan di atas, maka dapat dilakukan penelitian mengenai rugi-rugi daya pada Penyulang Raya 10 (Penyulang Adi Sucipto) dengan jumlah bus sebanyak 93 buah dan kepadatan beban penyulang yang ada di GI Sungai Raya dari tahun 2019 hingga 2020, mulai dari masa sebelum pandemi hingga masa pandemi. Hasil perhitungan tersebut dapat dilakukan analisis mengenai rugi-rugi daya dan

kepadatan beban pada penyulang tersebut menggunakan sistem metode aliran daya Gauss-Seidel dan aplikasi Matlab (Santoso et al., 2020; Putra & Kurniawan, 2021; Wahyudi et al., 2022). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan efisiensi dan keandalan sistem distribusi listrik di Kota Pontianak (Arifin et al., 2019).

Berdasarkan hasil perhitungan faktor beban penyulang di GI Sungai Raya, dapat disimpulkan bahwa total rugi-rugi daya aktif pada Penyulang Raya 10 adalah 0,008071 MW dan rugi-rugi daya reaktifnya mencapai 0,012336 MVar. Beban rata-rata minimum tercatat pada penyulang Kanwil sebesar 10 kW pada tahun 2019 dan meningkat menjadi 22 kW pada tahun 2020, sementara beban rata-rata maksimum ada pada penyulang Arteri sebesar 1,793 kW pada tahun 2019 dan 1,310 kW pada tahun 2020. Beban puncak minimum pada penyulang di GI Sungai Raya terlihat pada penyulang Kanwil di tahun 2019 dengan 67 kW dan pada tahun 2020 sebesar 78 kW; sedangkan beban puncak maksimum di tahun 2019 terdapat pada penyulang Arteri sebesar 2,754 kW dan di tahun 2020 pada penyulang Campago sebesar 2,488 kW. Jumlah penyulang di GI Sungai Raya mencapai 28 buah, semuanya menggunakan kawat penghantar aluminium berselubung polietilen ikat silang (A3CS) dengan luas penampang 150mm², sesuai standar SPLN No. 41-10 Tahun 1991. Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya, disarankan analisa rugi-rugi daya di GI Sungai Raya dilakukan dengan metode lain untuk memperoleh hasil yang lebih akurat. Selain itu, perlu diperhatikan bahwa beberapa penyulang di GI Sungai Raya sudah tidak aktif setelah tahun 2019 dan 2020, sehingga data terkait nama penyulang, jenis kawat penghantar, dan luas penampang akan berbeda dari tahun tersebut. Juga disarankan adanya kajian terkait faktor beban yang meliputi beban rata-rata dan beban puncak dari tiap penyulang.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian dalam penulisan ini mencakup beberapa tahapan. Penelitian dilakukan di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi (UP2D) Kalimantan Barat, khususnya di Gardu Induk Sungai Raya yang memiliki interkoneksi dengan beberapa Gardu Induk dan Gardu Hubung pada tegangan 20kV. Waktu penelitian berlangsung selama lima bulan, dari Juni hingga Oktober 2022. Alat-alat yang digunakan meliputi laptop Asus X541U, software Matlab 2020, dan flashdisk. Adapun bahan yang dibutuhkan adalah diagram tunggal GI Sungai Raya, data pembebanan penyulang pada tahun 2019 dan 2020, data impedansi penyulang, serta data transformator dan kapasitor shunt di GI Sungai Raya.

Metode penelitian yang diterapkan terdiri dari beberapa langkah utama. Pertama, studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait topik penelitian berdasarkan referensi seperti buku, jurnal, dan penelitian terdahulu yang membahas rugi-rugi daya saluran dan karakteristik penyulang di GI Sungai Raya pada tahun 2019 dan 2020. Kedua, observasi lapangan untuk memperoleh data yang diperlukan, yang didapatkan dari PT PLN (Persero) UP2B. Ketiga, analisis deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan hasil penelitian, yaitu dengan membandingkan rugi-rugi daya dan karakteristik penyulang pada tahun 2019 dan 2020 saat masa pandemi, menggunakan aplikasi Matlab dengan metode aliran daya Gauss-Seidel.

Data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi diagram satu garis GI Sungai Raya dan Penyulang Raya 10, data beban puncak dan rata-rata penyulang pada tahun 2019 dan 2020, data impedansi penyulang, serta data transformator dan kapasitor shunt di GI Sungai Raya. Prosedur penelitian bertujuan untuk menghitung rugi-rugi daya dan karakteristik penyulang di GI Sungai Raya dengan analisa aliran daya (load flow) menggunakan metode Gauss-Seidel. Prosedur ini melibatkan

tahap persiapan, yang meliputi pengumpulan literatur dan data yang relevan seperti diagram tunggal, data beban puncak, data impedansi, dan data kapasitor shunt. Tahap pelaksanaan mencakup perhitungan rugi-rugi daya dengan metode Gauss-Seidel pada Penyulang Raya 10 serta perhitungan beban puncak dan beban rata-rata daya penyulang di GI Sungai Raya. Tahap terakhir adalah analisis perhitungan dan pelaporan, yang meliputi analisis hasil, deskripsi pengolahan data, dan penyusunan laporan penelitian.

Analisis penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi besaran rugi-rugi daya pada Penyulang Raya 10 di GI Sungai Raya, serta karakteristik penyulang terkait jumlah penyulang, jenis penghantar, dan luas penampang. Analisis juga mencakup perhitungan faktor beban yang meliputi beban rata-rata dan puncak pada GI Sungai Raya untuk tahun 2019 dan 2020.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Rugi-Rugi Daya Pada Penyulang Raya 10 Di GI Sungai Raya

Penyulang ini memiliki 93 bus dengan panjang saluran sebesar 29,023 km. Tegangan yang digunakan pada Penyulang Raya 10 adalah JTM 20 kV (*Line to Line*). Rugi-rugi daya yang terdapat pada saluran penyulang raya 10 Terdapat naik dan turun pada rugi-rugi daya pada penyulang raya 10 dimana rugi-rugi daya paling besar terdapat pada cabang nomor 5 yaitu sebesar 0,008071 MW dan 0,012336 MVAR. Hal ini dikarenakan jarak yang besar pada cabang tersebut yang membuat rugi-rugi daya yang dihasilkan juga ikut besar.

B. Perhitungan Faktor Beban pada penyulang Di GI Sungai Raya Tahun 2019

Berdasarkan hasil analisis beban jaringan distribusi di GI Sungai Raya sepanjang tahun 2019, perhitungan faktor beban dilakukan menggunakan satuan per unit untuk setiap penyulang pada berbagai bulan. Pada bulan Januari, penyulang Kanwil dengan kawat penghantar A3CS 150mm² menunjukkan faktor beban sebesar 1 pu, karena beban rata-rata dan beban puncaknya tercatat sama, yaitu 0 kW. Berbeda dengan bulan April, pada penyulang yang sama, faktor bebannya tercatat 0,28571 pu dengan beban rata-rata sebesar 2 kW dan beban puncak 7 kW. Penyulang Kenanga 1 menunjukkan faktor beban yang bervariasi, misalnya pada bulan Januari, beban rata-rata 55 kW dan beban puncak 133 kW menghasilkan faktor beban sebesar 0,41353 pu, sedangkan pada bulan Mei, faktor bebannya turun menjadi 0,39814 pu dengan beban rata-rata 43 kW dan puncak 108 kW. Sementara itu, penyulang Kenanga 2 memiliki faktor beban sebesar 0,54216 pu pada bulan Januari dengan beban rata-rata 45 kW dan puncak 83 kW, yang kemudian berubah menjadi 0,46376 pu pada bulan Juni, saat beban rata-rata mencapai 32 kW dengan puncak 69 kW. Penyulang Serdam mencatatkan faktor beban sebesar 0,65100 pu pada bulan Januari dengan beban rata-rata 97 kW dan puncak 149 kW, sementara pada bulan Februari, faktor beban meningkat menjadi 0,73793 pu dengan beban rata-rata 107 kW dan puncak 145 kW. Penyulang Gajahmada juga menunjukkan variasi, dengan faktor beban sebesar 0,65789 pu pada bulan Januari saat beban rata-rata mencapai 75 kW dan puncak 114 kW, serta 0,67521 pu pada bulan Desember dengan beban rata-rata 79 kW dan puncak 117 kW. Data ini menunjukkan fluktuasi faktor beban sepanjang tahun, memberikan gambaran pola penggunaan energi pada jaringan distribusi di GI Sungai Raya.

Tabel 1. Rekapitulasi Faktor Beban Di GI Sungai Raya Periode 1 Bulan Tahun 2019

PENYULANG	FAKTOR BEBAN TAHUN 2019 (p.u)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC

1*) **Bari Indra Putra,** 2) **M Iqbal Arsyad,** 3) **Fitriah**

Analysis of Power Loss and Feeder Characteristics in the 20 Kv Distribution Network at Sungai Raya Substation

KANWIL	1	1	1	0,2857	0,375	0,2857	0,375	0,4285	0,25	0,4285	0,375	0,4285
KENANGA 1	0,4135	0,4625	0,2679	0,4056	0,3981	0,4556	0,3865	0,427	0,3889	0,3812	0,5229	0,6941
KENANGA 2	0,5421	0,2705	0,2983	0,4269	0,3421	0,4637	0,404	0,439	0,3243	0,3363	0,5326	0,7
SERDAM	0,651	0,7379	0,7037	0,7012	0,7407	0,7094	0,7466	0,729	0,7571	0,6907	0,7088	0,7328
GAJAH MADA	0,6578	0,7304	0,4648	0,637	0,4205	0,5238	0,42	0,4486	0,7363	0,6864	0,6667	0,6752
TANJUNGPU RA	0,6259	0,6371	0,6204	0,6402	0,6241	0,5578	0,6312	0,5649	0,68	0,5466	0,5605	0,5389
CAMPAGO	0,7329	0,7206	0,6715	0,693	0,6965	0,6519	0,5458	0,6605	0,7793	1	0,6981	0,7237
TRANSMART	0,52	0,204	0,3334	0,3018	0,5208	0,468	0,35	0,5217	0,5556	0,4897	0,5208	0,3695
MELATI 2	0,6178	0,3968	0,5643	0,5213	0,5294	0,4957	0,5882	0,5725	0,5163	0,5354	0,5203	0,5163
MELATI 1	1	0,2187	0,551	0,5175	0,5042	0,4789	0,5964	0,5528	0,5238	0,5365	0,5083	0,4958
ARTERI	0,7362	0,7	0,7044	0,6092	0,655	0,6147	0,6864	0,713	0,8334	0,7013	0,7641	0,6937
TRANSKALI MANTAN	0,3461	0,4188	0,7303	0,4705	0,4705	0,1947	0,481	0,4418	0,4705	0,7254	0,1968	0,4943
TANRAY 2	0,7177	0,7142	0,7251	0,7267	0,7247	0,738	0,6237	0,5186	0,6739	0,7267	0,5893	0,6592
KRISAN 2	0,575	0,6271	0,622	0,5352	0,478	0,6	0,5538	0,4528	0,5737	0,5528	0,6283	0,6274
KRISAN 1	0,575	0,6271	0,622	0,5422	0,478	0,6052	0,5538	0,4675	0,5645	0,5483	0,6283	0,6274
	1											
DIGULIS	0,5533	0,48	0,462	0,5818	0,6764	0,5562	0,5229	0,752	0,46	0,5428	0,7837	0,4263
VETERAN	0,75	0,7826	0,6216	0,7685	0,7073	0,7345	0,7807	0,8018	0,8182	0,8034	0,7685	0,7962
MITSUBISHI	0,5941	0,5945	0,4497	0,533	0,5561	0,3526	0,3371	0,276	0,4936	0,3971	0,6842	0,4022
KUMPAI	0,7258	0,6618	0,7058	0,6986	0,4466	0,6358	0,7302	0,6962	0,6375	0,6923	0,7324	0,6823
AYANI	0,5217	0,5268	0,4757	0,4858	0,4727	0,4041	0,3769	0,4354	0,6534	0,773	0,5352	0,5548
MEGA MALL	0,8334	0,8333	0,8334	0,0709	0,0704	1	0,6	1	1	0,0725	0,1031	0,5187
TOKAYA	0,5337	0,5873	0,6171	0,506	0,4812	0,4794	0,6667	0,6453	0,4868	0,4812	0,479	0,6209
IMBON	0,3354	0,3719	0,304	0,75	0,2651	0,3557	0,5	0,6034	0,4334	0,2413	0,6885	0,7321
MAWAR 2	0,4204	0,4972	0,4792	0,4252	0,5071	0,5124	0,4647	0,4631	0,4278	0,4171	0,4919	0,5714
DAHLIA	0,4	0,4	0,295	0,2148	0,5737	0,1	0,1438	0,3928	0,4	0,4210	0,4576	0,3684
												5
ADI SUCIPTO	0,6869	0,7551	0,745	0,6682	0,6763	0,5917	0,5803	0,7368	0,7287	0,7288	0,7165	0,7572
BUMI RAYA	0,1296	0,1981	0,1965	0,2564	0,2121	0,1923	0,2300	0,2391	0,1834	0,268	0,188	0,1461
												8
MAWAR 1	0,464	0,5116	0,5699	0,5238	0,555	0,4801	0,5052	0,4802	0,4336	0,5900	0,5459	0,6593
												6

Sumber : Hasil Perhitungan (2024)

Perhitungan faktor beban semua penyulang dalam satu tahun di GI Sungai Raya dilakukan dengan menggunakan data beban tahun 2019 dalam satuan per unit. Pada penyulang Kanwil yang menggunakan jenis kawat penghantar A3CS 150mm², faktor beban dihitung berdasarkan beban rata-rata tahunan sebesar 10 kW dan beban puncak sebesar 67 kW, sehingga diperoleh faktor beban

sebesar 0,14925 pu.

Pada penyulang Kenanga 1, dengan jenis kawat penghantar yang sama, beban rata-rata dalam satu tahun mencapai 579 kW dan beban puncak sebesar 1.366 kW, sehingga menghasilkan faktor beban sebesar 0,42386 pu. Sedangkan penyulang Kenanga 2 menunjukkan beban rata-rata tahunan sebesar 416 kW dan beban puncak sebesar 1.128 kW, menghasilkan faktor beban sebesar 0,36879 pu.

Untuk penyulang Serdam, beban rata-rata tahunan tercatat sebesar 1.313 kW dengan beban puncak 1.831 kW, menghasilkan faktor beban sebesar 0,71709 pu. Sementara itu, penyulang Gajahmada menunjukkan faktor beban sebesar 0,56127 pu dengan beban rata-rata tahunan 971 kW dan beban puncak 1.730 kW.

Pada penyulang Tanjungpura, beban rata-rata tahunan sebesar 1.068 kW dengan beban puncak sebesar 1.697 kW menghasilkan faktor beban sebesar 0,62934 pu. Terakhir, penyulang Campago memiliki beban rata-rata tahunan sebesar 1.577 kW dan beban puncak sebesar 2.212 kW, sehingga menghasilkan faktor beban sebesar 0,71292 pu.

Hasil perhitungan ini memberikan gambaran mengenai tingkat pemanfaatan kapasitas jaringan distribusi di GI Sungai Raya sepanjang tahun 2019.

C. Perhitungan Faktor Beban pada penyulang Di GI Sungai Raya Tahun 2020

Berdasarkan data beban pada Tabel 3.6 dan Tabel 3.8, perhitungan faktor beban untuk semua penyulang dalam satu bulan dilakukan dengan menggunakan data beban dari Januari hingga Desember 2020 dalam satuan per unit. Untuk bulan Januari, faktor beban pada penyulang Kanwil yang menggunakan kawat penghantar A3CS 150mm² dihitung dengan beban rata-rata dan beban puncak sebesar 0 kW, menghasilkan faktor beban sebesar 1 pu.

Pada bulan yang sama, penyulang Kenanga 1 dengan kawat penghantar serupa memiliki beban rata-rata 57 kW dan beban puncak 136 kW, sehingga faktor bebannya adalah 0,4191 pu. Sedangkan pada penyulang Kenanga 2, beban rata-rata sebesar 47 kW dan beban puncak 110 kW menghasilkan faktor beban sebesar 0,4272 pu.

Untuk bulan Juni, faktor beban pada penyulang Serdam dengan beban rata-rata 105 kW dan beban puncak 172 kW tercatat sebesar 0,6104 pu. Pada bulan Oktober, penyulang Gajahmada menunjukkan faktor beban sebesar 0,8526 pu dengan beban rata-rata 81 kW dan beban puncak 95 kW.

Bulan November menunjukkan hasil perhitungan faktor beban pada penyulang Tanjungpura sebesar 0,6850 pu dengan beban rata-rata 87 kW dan beban puncak 127 kW. Sementara itu, pada bulan Desember, penyulang Mawar 1 memiliki beban rata-rata 81 kW dan beban puncak 144 kW, menghasilkan faktor beban sebesar 0,5625 pu.

Hasil perhitungan faktor beban dalam satu bulan di GI Sungai Raya tahun 2020 dirangkum dalam Tabel 2 untuk memberikan gambaran lengkap pemanfaatan kapasitas jaringan pada tahun tersebut.

Tabel 2. Rekapitulasi Faktor Beban Di GI Sungai Raya Periode 1 Bulan Tahun 2020

PENYULANG	FAKTOR BEBAN TAHUN 2020 (p.u)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC

1*) **Bari Indra Putra**, 2) **M Iqbal Arsyad**, 3) **Fitriah**

Analysis of Power Loss and Feeder Characteristics in the 20 Kv Distribution Network at Sungai Raya Substation

KANWIL	1	1	1	0,4285	0,5	0,2857	0,1428	0,2857	0,25	0,4285	0,25	0,2857
KENANGA 1	0,4191	0,6141	0,368	0,4471	0,4488	0,2771	0,2907	0,2745	0,2658	0,2611	0,4275	0,343
KENANGA 2	0,4272	0,3106	0,4519	0,5384	0,4857	0,2667	0,4782	0,3334	0,2484	0,2936	0,4464	0,3525
SERDAM	0,7	0,575	0,5735	0,6029	0,5806	0,6104	0,6569	0,6818	0,6746	0,4692	0,6764	0,6185
GAJAH MADA	0,4624	0,7672	0,7724	0,56	0,9459	0,9759	0,8334	0,8144	0,792	0,8526	0,7924	0,7425
TANJUNGPU RA	0,5424	0,5259	0,5337	0,8691	0,991	0,7889	0,7767	0,6923	0,6821	0,7766	0,685	0,6884
CAMPAGO	0,6551	0,6367	0,6372	0,4702	0,4558	0,625	0,465	0,449	0,597	0,541	0,7019	0,4734
TRANSMART	0,8667	0,0555	1	0,8	0,8334	0,7586	1	0,5	0,9259	0,8275	0,8334	0,5151
MELATI 2	0,9584	0,6837	0,5423	0,5966	0,4758	0,6074	0,3379	0,5629	0,5909	0,5769	0,4502	0,8098
MELATI 1	0,701	0,7522	0,547	0,5982	0,5203	0,5984	0,5511	0,5289	0,5801	0,5269	0,4162	0,7342
ARTERI	0,7692	0,5697	0,4396	0,8534	0,673	0,8	0,7361	0,7467	0,6379	0,5	0,6756	0,8684
TRANSKALI MANTAN	0,3636	0,849	0,3055	0,4257	0,5196	0,7667	0,2128	0,6	0,6451	0,3921	0,44	0,5882
TANRAY 2	0,7185	0,6727	0,7112	0,6684	0,7388	0,6557	0,7514	0,6519	0,6576	0,6327	0,6945	0,6703
KRISAN 2	0,6667	0,6842	0,4054	0,3193	0,7021	0,5806	0,7623	0,6696	0,6206	0,4545	0,7849	0,3695
KRISAN 1	0,6667	0,6842	0,6465	0,5809	0,3675	0,6016	0,77	0,5	0,626	0,5556	0,5703	0,6868
DIGULIS	0,6929	0,7327	0,3395	0,4679	0,75	0,7706	0,7681	0,8421	0,8205	0,6754	0,901	0,9591
VETERAN	0,7894	0,5935	0,7372	0,6896	0,8703	0,8727	0,8818	0,7589	0,8207	0,8245	0,8055	0,8971
MITSUBISHI	0,6644	0,5	0,5081	0,5854	0,5593	0,3967	0,5175	0,3571	0,5165	0,8854	0,8125	0,7659
KUMPAI	0,5207	0,5517	0,6363	0,6549	0,5142	0,5647	0,6875	0,6607	0,5869	0,6342	0,6041	0,6153
AYANI	0,4819	0,6012	0,6529	0,6744	0,7961	0,7096	0,4545	0,4122	0,8778	0,7456	0,6341	0,6969
MEGA MALL	0,0381	0,0636	0,8334	0,8334	0,5	0,8334	0,2173	0,0849	0,048	0,0471	0,0952	0,625
TOKAYA	0,36	0,5100	0,4456	0,518	0,625	0,7711	0,6379	0,5263	0,5815	0,5778	0,6991	0,6451
		6									9	
IMBON	0,1971	0,4296	0,335	0,3112	0,5238	0,3453	0,4551	0,7547	0,475	0,4545	0,7223	0,303
MAWAR 2	0,412	0,3206	0,4825	0,5392	0,6	0,5789	0,5116	0,5426	0,4189	0,5056	0,5581	0,7565
DAHLIA	0,102	0,0265	0,3125	0,7692	0,4285	0,119	0,6223	0,4772	0,4878	0,875	0,875	0,5556
				9								
ADI SUCIPTO	0,7211	0,6428	0,6367	0,663	0,5698	0,75	0,7633	0,7085	0,5505	0,6632	0,8334	0,8381
BUMI RAYA	0,1346	0,1497	0,5416	0,4237	0,2346	0,6153	0,4912	0,3493	0,5161	0,4545	0,1923	0,5094
MAWAR 1	0,4812	0,3881	0,5935	0,5157	0,5609	0,5521	0,7354	0,6193	0,4879	0,5	0,5157	0,5625

Sumber : Hasil Perhitungan (2024)

Perhitungan faktor beban untuk semua penyulang dalam satu tahun berdasarkan data beban tahun 2020 dilakukan menggunakan satuan per unit. Pada penyulang Mawar 1, dengan jenis kawat penghantar A3CS 150mm², beban rata-rata tahunan sebesar 1,102 kW dan beban puncak tahunan 2,053 kW menghasilkan faktor beban sebesar 0,53677 pu. Untuk penyulang Bumi Raya, dengan beban rata-rata tahunan 309 kW dan beban puncak tahunan 927 kW, faktor bebannya adalah 0,33334 pu.

Selanjutnya, pada penyulang Adi Sucipto, beban rata-rata tahunan sebesar 1,563 kW dan beban

puncak tahunan 2,259 kW menghasilkan faktor beban 0,69189 pu. Pada penyulang Dahlia, beban rata-rata tahunan sebesar 262 kW dan beban puncak tahunan 644 kW memberikan faktor beban sebesar 0,40683 pu. Sementara itu, penyulang Mawar 2 dengan beban rata-rata tahunan 1,125 kW dan beban puncak tahunan 2,209 kW memiliki faktor beban sebesar 0,50928 pu.

Pada penyulang Imbon, beban rata-rata tahunan tercatat sebesar 702 kW dengan beban puncak tahunan 1,582 kW, menghasilkan faktor beban sebesar 0,44374 pu. Terakhir, penyulang Tokaya memiliki beban rata-rata tahunan sebesar 997 kW dan beban puncak tahunan 1,793 kW, sehingga faktor bebannya adalah 0,55605 pu.

Berdasarkan perhitungan tersebut, rekapitulasi hasil faktor beban untuk tahun 2020 di GI Sungai Raya disajikan dalam Tabel 3 yang menggambarkan pemanfaatan kapasitas beban pada masing-masing penyulang sepanjang tahun.

Tabel 3. Rekapitulasi Faktor Beban Penyulang Di GI Sungai Raya Tahun 2020

No	Penyulang	Beban rata-rata (kW)	Beban Puncak (kW)	Faktor Beban (pu)
1	KANWIL	22	78	0,28205
2	KENANGA 1	623	1,723	0,36157
3	KENANGA 2	535	1,428	0,37464
4	SERDAM	1,378	2,253	0,61162
5	GAJAH MADA	1,043	1,373	0,75965
6	TANJUNGPURA	1,068	1,537	0,69486
7	CAMPAGO	1,392	2,488	0,55948
8	TRANSMART	253	398	0,63567
9	MELATI 2	980	1,685	0,58160
10	MELATI 1	963	1,653	0,58257
11	ARTERI	1,310	1,582	0,82806
12	TRANSKALIMANTA N	627	1,188	0,52778
13	TANRAY 2	1,583	2,139	0,74006
14	KRISAN 2	870	1,596	0,54511
15	KRISAN 1	874	1,487	0,58776
16	DIGULIS	907	1,326	0,68401
17	VETERAN	1,085	1,378	0,78737
18	MITSUBISHI	985	1,744	0,56479
19	KUMPAI	1,270	2,109	0,60211
20	AYANI	1,114	1,839	0,60576
21	MEGA MALL	146	886	0,16478
22	TOKAYA	997	1,793	0,55605
23	IMBON	702	1,582	0,44374

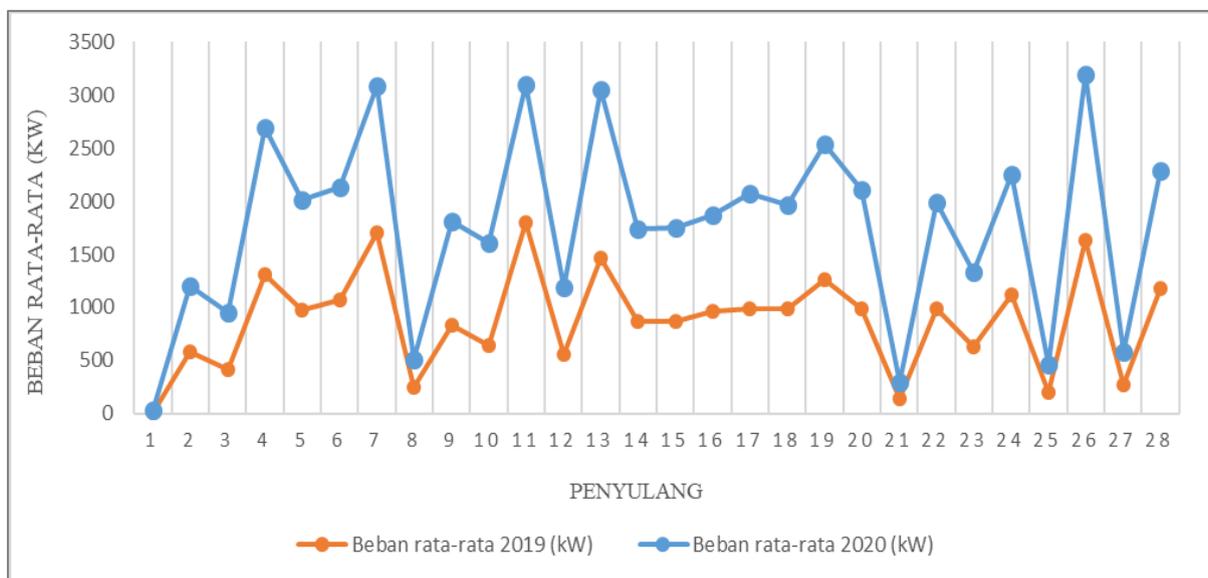
1*) **Bari Indra Putra**, 2) **M Iqbal Arsyad**, 3) **Fitriah**

Analysis of Power Loss and Feeder Characteristics in the 20 Kv Distribution Network at Sungai Raya Substation

24	MAWAR 2	1,125	2,209	0,50928
25	DAHLIA	262	644	0,40683
26	ADI SUCIPTO	1.563	2,259	0,69189
27	BUMI RAYA	309	927	0,33334
28	MAWAR 1	1,102	2,053	0,53677

Sumber : Hasil Perhitungan (2024)

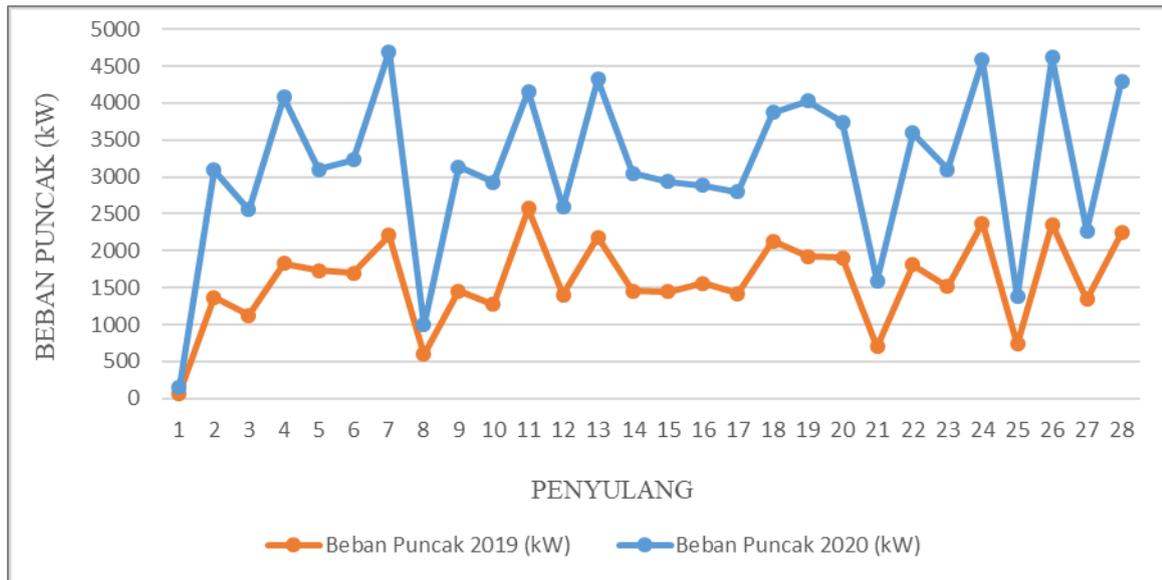
Berdasarkan beban rata-rata pada Tabel 2 dan Tabel 3 dapat digambarkan grafik perbandingan beban rata-rata di GI Sungai Raya pada tahun 2019 dan 2020 pada Gambar 2



Gambar 1. Grafik Perbandingan Beban Rata-Rata Penyulang di GI Sungai Raya Tahun 2019 & 2020.

Beban rata-rata minimum ada pada penyulang Kanwil yaitu sebesar 10 kW pada tahun 2019, sedangkan pada tahun 2020 sebesar 22kW. Beban rata-rata maksimum ada pada penyulang Arteri yaitu sebesar 1,793 kW pada tahun 2019 dan pada tahun 2020 sebesar 1,310 kW, jika melihat dari Gambar 1 grafik beban rata-rata terdapat 14 penyulang yang beban rata-ratanya meningkat dari tahun 2019 ke tahun 2020 seperti, penyulang Dahlia, Transmart, Bumi Raya, Kenanga 2, Transkalimantan, Kenanga 1, Imbon, Melati 1, Melati 2, Gajahmada, Veteran, Ayani, Serdam, dan Tanray 2.

Berdasarkan beban puncak pada Tabel 1 dan 3 dapat digambarkan grafik perbandingan beban puncak di GI Sungai Raya pada tahun 2019 dan 2020 pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Beban Puncak Penyulang Di GI Sungai Raya Tahun 2019 dan 2020.

Beban puncak minimum pada penyulang di GI Sungai Raya ini terdapat pada penyulang Kanwil di tahun 2019 sebesar 67 kW dan tahun 2020 sebesar 78 kW, sedangkan beban puncak maksimum di tahun 2019 terdapat pada penyulang Arteri sebesar 2,754 kW dan tahun 2020 terdapat pada penyulang Campago sebesar 2,488 kW.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan faktor beban penyulang di GI Sungai Raya, dapat disimpulkan bahwa total rugi-rugi daya aktif pada Penyulang Raya 10 adalah 0,008071 MW dan rugi-rugi daya reaktifnya mencapai 0,012336 MVAR. Beban rata-rata minimum tercatat pada penyulang Kanwil sebesar 10 kW pada tahun 2019 dan meningkat menjadi 22 kW pada tahun 2020, sementara beban rata-rata maksimum ada pada penyulang Arteri sebesar 1,793 kW pada tahun 2019 dan 1,310 kW pada tahun 2020. Beban puncak minimum pada penyulang di GI Sungai Raya terlihat pada penyulang Kanwil di tahun 2019 dengan 67 kW dan pada tahun 2020 sebesar 78 kW; sedangkan beban puncak maksimum di tahun 2019 terdapat pada penyulang Arteri sebesar 2,754 kW dan di tahun 2020 pada penyulang Campago sebesar 2,488 kW. Jumlah penyulang di GI Sungai Raya mencapai 28 buah, semuanya menggunakan kawat penghantar aluminium berselubung polietilen ikat silang (A3CS) dengan luas penampang 150mm², sesuai standar SPLN No. 41-10 Tahun 1991. Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya, disarankan analisa rugi-rugi daya di GI Sungai Raya dilakukan dengan metode lain untuk memperoleh hasil yang lebih akurat. Selain itu, perlu diperhatikan bahwa beberapa penyulang di GI Sungai Raya sudah tidak aktif setelah tahun 2019 dan 2020, sehingga data terkait nama penyulang, jenis kawat penghantar, dan luas penampang akan berbeda dari tahun tersebut. Juga disarankan adanya kajian terkait faktor beban yang meliputi beban rata-rata dan beban puncak dari tiap penyulang.

DAFTAR PUSTAKA

Putra, R. A., Narasiang, B., & Tumaliang, H, 2019, Analisis Rugi-Rugi Daya Distribusi Primer 20 kV

Di Kota Ternate.

- Meier, S. M., 2006, Entwicklung eines Anlagenkonzeptes zur Proliferation von primären, antigen-spezifischen T-Zellen (Doctoral dissertation, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)).
- Albaroka, G., 2017, Analisis Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Penyulang Barata Jaya Area Surabaya Selatan Menggunakan Software Etap 12.6. *Jurnal teknik elektro*, 6(2).
- Hontong, N. J., Tuegeh, M., & Patras, L. S., 2015. Analisa rugi-rugi daya pada jaringan distribusi di PT. PLN Palu. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(1), 64-71.
- Anam, M. K., 2018, Studi Operasi Paralel Jaringan Distribusi yang Disuplai oleh Satu Gardu Induk pada Sistem Kelistrikan Distribusi Jawa Tengah. Studi Kasus: GI Sronol Semarang (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Yuniarti, E., Saputra, A. A., Malulu, A., & Santoso, B., 2020, Profil Beban Penyulang Pandu Pada Gardu Induk Talang Kelapa 150 kV/20 kV.
- Kusumandarutp.blogspot.com, 2015, daya-listrik-daya-aktif-daya-reaktif.
- Setiawan, D. N., 2018, Analisis Susut Daya Listrik pada Penyulang 20 kV Gardu Induk Wonogiri (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Akhmad, S. S., Budi, M. Z., & Sultan, A. R., 2021, Analisis Perbaikan Faktor Daya Pada PT. Sari Usaha Mandiri. In *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)* (pp. 29-34).
- Syafruddin, M. L. H. D. D., Hakim, L., & Despa, D, 2014, Metode Regresi Linier Untuk Prediksi Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang (Studi Kasus Provinsi Lampung). *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 2(2).
- Muhaimin, A. A., 2014, Pembagian Jaringan Distribusi dan Sistem Proteksinya. 27 Artikel, *UGMMAGATRIKA*, Yogyakarta.
- Tarigan, V. M., 2015, Koordinasi proteksi penyulang 20 KV dan proteksi pelanggan khusus tegangan menengah di penyulang bedak GI Cengkareng.
- Previanto, R., 2015, Studi Analisis Peningkatan Keandalan Distribusi 20 kV Menggunakan Sistem FDIR Pada Penyulang Berbek Gardu Induk Rungkut Surabaya Jawa Timur (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- SUPRAPTONO, A., 2020, Analisis Pelimpahan Beban Penyulang Kpk 06 Dan Bsb 06 Tegangan 20 Kv Yang Berasal Dari Gardu Induk Berbeda Kapasitas Transformator Tenaga (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Sianipar, R. H, 2013, Pemrograman Matlab dalam contoh dan penerapan (Vol. 1). Penerbit Informatika.
- Nst, A. S., 2021, Analisa Perhitungan Besar Rugi-Rugi Daya Korona pada Sistem Saluran Transmisi Gardu Induk Glugur Menuju Gardu Induk Paya Geli.
- Arifin, M., 2017, Analisa Perencanaan Jaringan Listrik Bawah Tanah Untuk Penyambungan Baru Kawasan Pergudangan PT Dascoland Di PT PLN (Persero) Rayon Giri (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik).
- Senando, P., 2016, Analisis Rugi Rugi Energi Listrik Pada Jaringan Distribusi PDF. pdf. Politeknik Negeri Manado, Manado, 1-19.
- Sulistiyono, D., WINDARTO, J., & Karnoto, K, 2011, Perbandingan metode gauss-seidel, metode newton raphson dan metode fast decoupled dalam solusi aliran daya (Doctoral dissertation,
-

^{1*)} Bari Indra Putra, ²⁾ M Iqbal Arsyad, ³⁾ Fitriah

Analysis of Power Loss and Feeder Characteristics in the 20 Kv Distribution Network at Sungai Raya Substation

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip). (pp. 82-89)



© 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).