

Analisa Rugi - Rugi Daya Pada Sistem Tegangan Menengah 6,1 KV Di PLTD 3670 KVA PPSDM MIGAS Cepu

¹I' anatullah Ishomudin*, ²Muhamad Haddin, ³Dedi Nugroho

^{1,2,3} Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung

*Corresponding Author:

ianatullah@std.unissula.ac.id

Abstrak

PPSDM Migas Cepu memiliki Kapasitas Total 3670 kVA. Sistem distribusi listrik juga merupakan salah satu yang paling sering terjadi masalah. Salah satunya di PPSDM Migas Cepu, dalam sistem penyaluran daya baik transmisi maupun distribusi, Hal ini terjadi disebabkan adanya beban tak seimbang dan panjangnya saluran distribusi, yang mengakibatkan adanya rugi-rugi daya pada sistem tegangan menengah di PPSDM Migas Cepu, Solusi untuk permasalahan tersebut yaitu Sering melakukan tindakan pemeliharaan jaringan baik itu secara berkala ataupun accident, agar jaringan tetap handal. Serta perlu adanya evaluasi berkala untuk memastikan semua peralatan masih bekerja dengan baik dan sesuai dengan standarnya. Penelitian ini membahas tentang Analisa Rugi-Rugi Daya Sistem Tegangan menengah 6,1 KV pada PLTD 3670 KVA PPSDM Migas Cepu. Model ditetapkan sebagai single line diagram PPSDM Migas Cepu. Parameter yang ditetapkan pada penelitian ini antara lain : data pembebanan harian, data spesifikasi saluran, dan data jarak antar gardu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Rugi-Rugi Daya PPSDM Migas Cepu diperoleh yaitu Fasa R sebesar 48,4287 KW (1,2754 %) Fasa S 21,156 KW (0,7971 %), dan Fasa T 49,4056 KW (1,2805 %). Berdasarkan Standart PLN No. 72 Tahun 1987, jumlah rugi daya yang diizinkan yakni tidak melebihi 10 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem di PPSDM Migas Cepu masih aman.

Kata Kunci: rugi daya, distribusi, tegangan menengah.

Abstract

PPSDM Migas Cepu has a total capacity of 3670 kVA. The electricity distribution system is also one of the most common problems. One of them is in PPSDM Migas Cepu, in the power distribution system both transmission and distribution. This occurs due to an unbalanced load and the length of the distribution channel, which results in power losses in the medium voltage system at PPSDM Migas Cepu. The solution to this problem is Frequently perform network maintenance actions, either periodically or by accident, so that the network remains reliable. It is also necessary to have periodic evaluations to ensure that all equipment is still working properly and according to its standards. This study discusses the Analysis of Power Loss for a Medium Voltage System of 6.1 KV at PLTD 3670 KVA PPSDM Migas Cepu. The model is set as a single line diagram of the Cepu Oil and Gas PPSDM. The parameters set in this study include: daily loading data, channel specification data, and distance data between substations. The results showed that the Power Losses of the Cepu Oil and Gas PPSDM were obtained, namely R Phase of 48.4287 KW (1.2754 %) S Phase 21.156 KW (0.7971 %), and T Phase 49.4056 KW (1.2805 %). Based on PLN Standard No. 72 of 1987, the amount of power loss allowed is not to exceed 10%. So it can be concluded that the system at PPSDM Migas Cepu is still safe.

Keywords: power loss, distribution, medium voltage

1. PENDAHULUAN

Di zaman sekarang, listrik sudah memasuki kebutuhan primer untuk setiap manusia. Hampir seluruh peralatan yang dipakai sehari-hari membutuhkan listrik. PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai penyedia dan pendistribusian listrik juga harus selalu dapat memenuhi kebutuhan konsumen dan berinovasi. Tidak hanya kebutuhan rumah tangga, bahkan dunia industri juga menjadikan listrik sebagai bahan dasar dari sebagian besar peralatan yang beroperasi. Jika seluruh kebutuhan baik rumah tangga maupun industri disuplai penuh oleh PLN maka besar kemungkinannya masih belum mampu untuk memenuhi. Oleh sebab itu, sudah banyak industri yang menyediakan pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan listriknya sendiri. Salah satunya di PPSDM Migas Cepu yang memiliki Kapasitas Total 3670 kVA. Sistem pendistribusian listrik juga merupakan salah satu yang paling sering terjadi masalah.

Permasalahan pada PPSDM Migas Cepu yaitu adanya rugi daya yang melebihi standar PLN No. 72 Tahun 1987 dimana jumlah rugi daya yang diizinkan yaitu tidak melebihi 10 %. Hal ini terjadi akibat adanya beban tak seimbang dan panjangnya saluran distribusi. Beban tak seimbang merupakan pembebanan di tiap fasa yang tidak seimbang, yang mengakibatkan arus mengalir pada saluran netral, jika di saluran netral terdapat nilai tahanan dan dialiri oleh arus maka saluran netral akan bertegangan yang menyebabkan tegangan pada transformator menjadi tidak seimbang. Sehingga arus yang mengalir disepanjang saluran netral akan menyebabkan rugi-rugi daya. Sedangkan panjang saluran merupakan Panjang jarak kabel dari trafo distribusi ke beban, jarak antara trafo distribusi dan beban yang panjang membuat adanya rugi daya pada sistem jaringan menengah di PPSDM Migas Cepu.

Solusi untuk permasalahan tersebut yaitu Sering melakukan tindakan pemeliharaan jaringan baik itu secara berkala ataupun accident, agar jaringan tetap handal. Serta perlu adanya evaluasi berkala untuk memastikan semua peralatan masih bekerja dengan baik dan sesuai dengan standarnya.

Berdasarkan latar belakang dan referensi penelitian yang telah disebutkan di atas, maka penulis mengusung judul tugas akhir “Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Sistem Tegangan Menengah 6,1 kV di PLTD 3670 kVA PPSDM Migas Cepu”. Sehingga besarnya nilai rugi-rugi daya yang terjadi dapat dihitung dan dianalisis agar rugi daya yang ada dibandingkan dengan toleransi maksimum +5% dan dari tegangan nominal seperti yang ditetapkan oleh SPLN 1:1995.

2. METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Rugi Daya di PPSDM MIGAS Cepu, dimana Rugi Daya merupakan daya yang hilang dalam penyaluran daya listrik dari sumber daya listrik utama ke suatu beban, dalam setiap penyaluran daya listrik ke beban pasti terdapat rugi daya yang diakibatkan oleh faktor-faktor tertentu seperti jarak saluran listrik ke beban yang terlalu jauh. Dikarenakan Beban Transformator tidak seimbang maka menghitung rugi daya per Fasa dengan persamaan (1).

$$I^2 \times R \tag{1}$$

dengan : I = Arus yang mengalir pada penghantar (Ampere), R = Tahanan penghantar (Ohm/Km)

Setelah dilakukan perhitungan rugi daya pada penelitian ini menghitung Daya beban, merupakan daya yang diterima dijumlahkan dengan nilai rugi daya, tujuan perhitungan daya beban ini untuk mengetahui persentase dari nilai rugi daya. Untuk menghitung beban awal dengan persamaan (2).

$$S = V_{LL} \times I \times \cos \phi \quad (2)$$

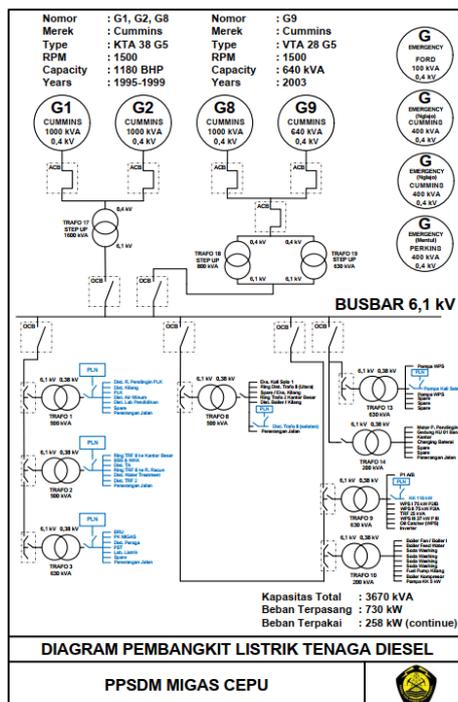
dengan : V_{LL} = Tegangan Fasa dengan Fasa (Volt), I = Arus yang mengalir pada penghantar (Ampere)

Pada penelitian ini untuk menghitung Rugi Daya dalam Prosen dengan persamaan (3).

$$\% \Delta P = \frac{\sum \Delta P}{\sum P} \times 100\% \quad (3)$$

dengan : $\sum P$ = Daya Sumber (Kilo Watt), $\sum \Delta P$ = Rugi Daya (Kilo Watt)

Penelitian ini akan melakukan Perhitungan Rugi-Rugi Daya Pada Sistem distribusi di PPSDM Migas Cepu yang memiliki 8 Trafo, namun yang aktif ada 7 trafo, satu trafo tidak aktif yaitu pada Trafo 9 sudah tidak aktif sejak tahun 2019. Model penelitian yang dilakukan adalah dengan pengolahan data di PPSDM Migas Cepu sesuai yang diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Single Line Diagram PPSDM Migas Cepu

Objek penelitian mengambil lokasi di PPSDM MIGAS Cepu, yang berlokasi pada Jalan Sorogo No.1, Kampungbaru, Karangboyo, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora, Jawa Tengah.

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan metode wawancara, metode ini dilakukan dengan cara tanya jawab langsung dengan pegawai bagian jaringan distribusi di PPSDM Migas Cepu berupa data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan rugi-rugi daya Pada Sistem Tegangan Menengah 6,1 kV di PLTD 3670 kVA PPSDM Migas Cepu. Berikut ini merupakan Data saluran yang terbagi menjadi dua. Pertama adalah data saluran PPSDM Migas Cepu di Tabel 1 dan 2, data ini menginformasikan tentang Jenis penghantar yang digunakan, serta nilai R, X. Yang kedua yaitu data konstruksi NA2XSEBY berdasarkan SPLN: tahun 1995 di Tabel 3, data ini menginformasikan Tahanan dari jenis penghantar yang digunakan, dan Tabel 4 data pembebanan PPSDM Migas Cepu.

Tabel 1. Data Saluran PPSDM Migas

	Dari	Ke	Jenis Kabel	Panjang (Meter)	
1	Kabel TT	P.Plant	Trafo 1	N2XSEFGbY 3×95 mm ²	440
2	Kabel TT	Trafo 1	Trafo 2	N2XSEFGbY 3×95 mm ²	165
3	Kabel TT	Trafo 2	Trafo 3	N2XSEFGbY 3×95 mm ²	357,5
4	Kabel TT	P.Plant	Trafo 8,10	N2XSEFGbY 3×95 mm ²	192,5
5	Kabel TT	P.Plant	Trafo 13	N2XSEFGbY 3×95 mm ²	165
6	Kabel TT	P.Plant	Trafo 14	N2XSEFGbY 3×95 mm ²	55

Tabel 2. Panjang Saluran Kabel antar Tranformasi kabel R dan X

Kabel	Panjang (Km)	R (Ω)	X (Ω)
Antara Busbar dengan Trafo 1	0,435	0,107	0,041
Antara Trafo 1 dengan Trafo 2	0,145	0,035	0,013
Antara Trafo 2 dengan Trafo 3	0,340	0,083	0,032
Antara Busbar dengan Trafo 8	0,190	0,046	0,095
Antara Busbar dengan Trafo 10	0,190	0,046	0,095
Antara Busbar dengan Trafo 13	0,200	0,049	0,019
Antara Busbar dengan Trafo 14	0,015	0,004	0,002

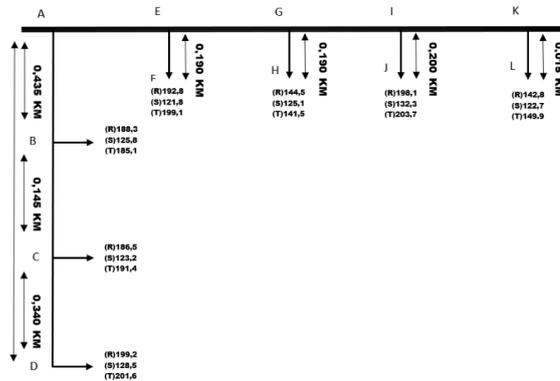
Tabel 3. Data Elektrik kabel N2XSEFGbY – 6/10 kV

Conductor Nom.CroccSect	DC	AC	Inductance
	Resistance At 20°C	Resistance At 90°C	
(mm ²)	Max (Ω/km)	Max (Ω/km)	(mH/km)
25	0.727	0.927	0.342
35	0.524	0.668	0.325
50	0.387	0.494	0.313
70	0.268	0.342	0.296
95	0.193	0.247	0.303
120	0.153	0.196	0.276
150	0.124	0.160	0.268
185	0.0991	0.128	0.262
240	0.0754	0.099	0.255
300	0.0601	0.080	0.252

Tabel 4. Data Beban Trafo Distribusi PPSDM MIGAS

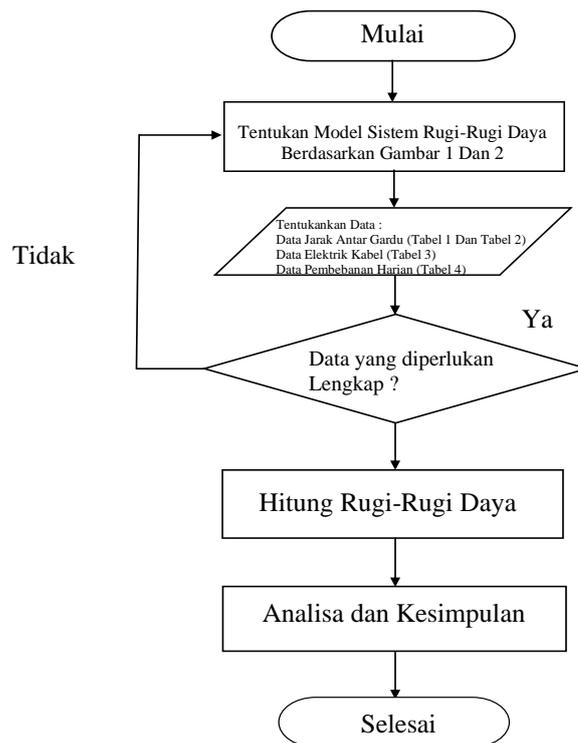
Trafo	Arus (A)			Cos φ		
	R	S	T	R	S	T
Trafo 1 (500 kVA)	188.3	125.8	185.1	0,85	0,85	0,85
Trafo 2 (500 kVA)	186.5	123.2	191.4	0,85	0,85	0,85
Trafo 3 (630 kVA)	199.2	128.5	201.6	0,85	0,85	0,85
Trafo 8 (500 kVA)	192.8	121.8	199.1	0,85	0,85	0,85
Trafo 10 (200 kVA)	144.5	125.1	141.5	0,85	0,85	0,85
Trafo 13 (630 kVA)	198.1	132.3	203.7	0,85	0,85	0,85
Trafo 14 (200 kVA)	142.8	122.7	149.9	0,85	0,85	0,85

Prosedur penelitian ini ditentukan untuk mengolah informasi dan data yang diperoleh dari berbagai sumber yang ada. Prosedur Penelitian disesuaikan dengan pembahasan yang ada. Langkah selanjutnya dari prosedur penelitian ini adalah mendata seluruh sistem distribusi tegangan listrik di Power Plant dan membuat single line yang meliputi semua beban di PPSDM MIGAS Cepu seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Single Line Pembebanan PPSDM Migas Cepu

Tahapan Penelitian ini sesuai dengan yang diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Perancangan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan rugi-rugi daya pada PPSDM MIGAS Cepu, perhitungan sesuai dengan persamaan (1).

Tabel 5. Hasil Perhitungan Rugi Daya R S T

			ΔP (KW)			TOTAL LOSSES
			R	S	T	
Antara Busbar dengan	Trafo 1		35,2539	15,2481	35,7593	86,2613
Antara Trafo1 dengan	Trafo 2		5,2067	2,2173	5,4057	12,8297
Antara Trafo 2 dengan	Trafo 3		3,2934	1,3705	3,3733	8,0372
Antara Busbar dengan	Trafo 8		1,7099	0,6824	1,8234	4,2157
Antara busbar dengan	Trafo 10		0,9604	0,7199	0,921	2,6013
Antara busbar dengan	Trafo 13		1,9229	0,8576	2,0331	4,8136
Antara busbar dengan	Trafo 14		0,0815	0,0602	0,0898	0,2315
JUMLAH			48,4287	21,156	49,4056	118,9903

Dari perhitungan yang didapat pada Tabel 5, diperoleh total rugi daya pada PPSDM MIGAS Cepu yaitu Fasa R sebesar 48,4287 KW, Fasa S 21,156 KW, dan Fasa T 49,4056 KW. Sehingga Rugi-Rugi Daya total saluran 118,9903 KW.

Tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan beban pada PPSDM MIGAS Cepu, perhitungan sesuai dengan persamaan (2).

Tabel 6. Hasil Perhitungan Beban Trafo

Trafo	Arus (KW)		
	R	S	T
Trafo 1 (500 kVA)	563,6875	376,5899	554,1081
Trafo 2 (500 kVA)	558,2991	369,1060	572,9676
Trafo 3 (630 kVA)	596,3173	384,6726	603,5019
Trafo 8 (500 kVA)	577,1585	364,6157	596,0180
Trafo 10 (200 kVA)	432,5695	374,4944	423,5889
Trafo 13 (630 kVA)	593,0244	396,0481	609,7884
Trafo 14 (200 kVA)	427,4805	367,3099	448,7348
Jumlah	3748,5368	2632,8366	3808,7077

Dari perhitungan yang didapat pada Tabel 6 diperoleh total daya aktif dari kapasitas trafo yang terpakai pada PPSDM MIGAS Cepu yaitu Fasa R sebesar 3748,5368 KW, Fasa S 2632,8366 KW, dan Fasa T 3808,7077 KW. Selanjutnya menjumlahkan total daya aktif dari kapasitas trafo yang terpakai dengan total rugi daya pada PPSDM MIGAS Cepu.

Dibawah ini merupakan hasil dari perhitungan persentase rugi daya di PPSDM Migas Cepu. Perhitungan sesuai dengan persamaan (3). Dan hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 7.

$$\begin{aligned} \text{Daya Sumber Fasa R } (\Sigma P) &= \text{Total Beban Fasa R} + \text{Total Rugi Daya Fasa R} \\ &= 3748,5368 \text{ kW} + 48,4287 \text{ kW} \\ &= 3796,9655 \text{ kW} \end{aligned}$$

Selanjutnya menghitung persentasi dari total nilai rugi daya Fasa R

$$\begin{aligned} \% \Delta P &= \frac{\Sigma \Delta P}{\Sigma P} \times 100\% \\ \% \Delta P &= \frac{48,4287}{3796,9655} \times 100\% \\ &= 1,2754 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya Sumber Fasa S } (\Sigma P) &= \text{Total Beban Fasa S} + \text{Total Rugi Daya Fasa S} \\ &= 2632,8366 \text{ kW} + 21,156 \text{ kW} \\ &= 2653,9926 \text{ kW} \end{aligned}$$

Selanjutnya menghitung persentasi dari total nilai rugi daya Fasa S

$$\begin{aligned} \% \Delta P &= \frac{\Sigma \Delta P}{\Sigma P} \times 100\% \\ \% \Delta P &= \frac{21,156}{2653,9926} \times 100\% \\ &= 0,7971 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya Sumber Fasa T } (\Sigma P) &= \text{Total Beban Fasa T} + \text{Total Rugi daya Fasa T} \\ &= 3808,7077 \text{ kW} + 49,4056 \text{ kW} \\ &= 3858,1133 \text{ kW} \end{aligned}$$

Selanjutnya menghitung persentasi dari total nilai rugi daya Fasa T

$$\begin{aligned} \% \Delta P &= \frac{\Sigma \Delta P}{\Sigma P} \times 100\% \\ \% \Delta P &= \frac{49,4056}{3858,1133} \times 100\% \\ &= 1,2805 \% \end{aligned}$$

Tabel 7. Hasil Perhitungan Persentase Rugi Daya

	ΔP (%)		
	R	S	T
Antara Busbar dengan Trafo 1	0,9284 %	0,5745 %	0,9268 %
Antara Trafo 1 dengan Trafo 2	0,1371 %	0,0835 %	0,1401 %

Antara Trafo 2 dengan Trafo 3	0,0867 %	0,0516 %	0,0874 %
Antara Busbar dengan Trafo 8	0,0450 %	0,0257 %	0,0472 %
Antara busbar dengan Trafo 10	0,0252 %	0,0271 %	0,0238 %
Antara busbar dengan Trafo 13	0,0506 %	0,0323 %	0,0526 %
Antara busbar dengan Trafo 14	0,0021 %	0,0022 %	0,0023 %
Jumlah	1,2754 %	0,7971 %	1,2805 %

Tabel 7 memperlihatkan bahwa hasil total rugi daya pada PPSDM Migas Cepu adalah Fasa R 1,2754 %, Fasa S 0,7971 % dan Fasa T 1,2805 %.

Setelah dilakukan penelitian dapat dianalisa bahwa di PPSDM Migas Cepu sistem distribusi primer menggunakan sistem distribusi radial, sedangkan distribusi sekunder menggunakan sistem loop/ring. Untuk distribusi baik primer ataupun sekunder menggunakan saluran bawah tanah. Serta jumlah rugi daya di PPSDM Migas Cepu tidak melebihi batas toleransi berdasarkan Standart PLN No. 72 Tahun 1987 dimana jumlah rugi daya yang diizinkan yakni tidak melebihi 10 %.

4. KESIMPULAN

Dari hasil total perhitungan Rugi - Rugi Daya yang telah dilakukan di PPSDM Migas Cepu yaitu 118,99 KW, sedangkan untuk perhitungan Persentase Rugi-Rugi Daya di PPSDM Migas Cepu berdasarkan hasil perhitungan yaitu Fasa R 1,2754 %, Fasa S 0,7971 % dan Fasa T 1,2805 % yang berdasarkan Standart PLN No. 72 Tahun 1987 dimana jumlah rugi daya yang diizinkan yakni tidak melebihi 10 % sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem di PPSDM Migas Cepu masih batas aman, diantara fasa yang lain Rugi Daya terbesar di PPSDM Migas Cepu pada Fasa T yaitu 1,2805 % serta Rugi Daya Antara Busbar dan Trafo 1 Merupakan Rugi Daya paling besar diantara lainnya yaitu Fasa R 35,2539 KW, Fasa S 15,2481 KW, Fasa T 35,7593 KW. Saran dalam penelitian ini sering melakukan tindakan pemeliharaan jaringan baik itu secara berkala ataupun accident, agar jaringan tetap handal serta perlu adanya evaluasi berkala untuk memastikan semua peralatan masih bekerja dengan baik dan sesuai dengan standarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriditus, M. Iqbal Arsyad, Zainal Abidin. 2022. "Perhitungan Rugi-Rugi Daya Dan Energi Listrik Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 Kv Pt Pln (Persero) Ulp Nanga Pinoh." *Jurnal SI Teknik Elektro Untan 2*.
- Arismunandar, Dr. A., And Dr. S. Kuwahara. N.D. *Teknik Tenaga Listrik*. https://id.m.wikipedia.org/wiki/Teknik_listrik.
- Gonen, Turan. n.d. *Electric Power Distribution Engineering*.
- Hontong, Nolki Jonal. 2015. "Analisa Rugi Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di Pt.

Pln Palu.” *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer* 4 (1): 64–71.

- Ir. Chris Timotius, MM. 2006. “Instalasi Tegangan Menengah,” 8–12.
- Kinasis, Panji, and Purnomo Willy. 2018. “Analisa Rugi-Rugi Daya Jaringan Tegangan Menengah 20 Kv Pada Penyulang Jabung Di Pt Pln (Persero) Area Serpong.” Sekolah Tinggi Teknik PLN.
- Mangundap, Josafat, Sartje Silimang, and Hans Tumaliang. 2018. “Analisa Rugi-Rugi Daya Jaringan Distribusi Di PT. PLN (Persero) Area Manado 2017.” *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer* 7 (3): 219–26.
- Melipurbowo, B G. 2016. “Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs.712.” *Orbith* 12 (1): 17–23.
<https://jurnal.polines.ac.id/index.php/orbith/article/view/309>.
- Nico Yupiter Siregar. 2020. “Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan 150 Kv Di Pt. Pln (Persero) Sistem Khatulistiwa.” *Jurnal SI Teknik Elektro Untan* 1 (72).
- Pelawi, Zulfadli, Kata-kata Kunci, Ketidakseimbangan Beban, Rugi-Rugi Daya, and Arus Netral. 2018. “Analisis Rugi-Rugi Daya Pada Penghantar Netral Jaringan Distribusi Sekunder Akibat Ketidakseimbangan Beban.” *Cetak) Buletin Utama Teknik* 13 (2): 1410–4520.
- Perusahaan Listrik Negara. 2010. *Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. PT. PLN (Persero)*.
- Prasetya, Eko. 2020. “Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Instalasi Listrik Di Pt . Bev (Batamindo Executive Village).” *Sigma Teknika* 3 (1): 61–72.
- Sukmadi, Tejo, and Bambang Winardi. 2009. “Perhitungan Dan Analisis Keseimbangan Beban Pada Sistem Distribusi 20 Kv Terhadap Rugi-Rugi Daya (Studi Kasus Pada Pt. Pln Upj Slawi).” *Transmisi* 11 (1): 47–52.
- Utami, Lusiana Tyas. 2020. “Analisis Perhitungan Rugi- Rugi Daya Pada Menggunakan Program Simulasi.”