



Analisa Rugi-rugi Daya Jaringan Transmisi PLTS On-Grid 559,98 kWp pada Gedung Administration PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya

Ahmad Ni'am Fauzi^{1*}, P. Jannus², Benhur Nainggolan³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*Corresponding author *E-mail address*: p.jannus@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya ikut serta dalam mendukung program pemerintah pemanfaatan Renewable Energi. PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya mulai memasang PLTS di beberapa gedung untuk memenuhi kebutuhan sendiri, salah satunya di gedung ADB. Pada proses pengoperasian yang telah berlangsung terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja PLTS salah satunya adalah rugi-rugi daya pada jaringan transmisi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai dari rugi-rugi daya pada ketiga jaringan transmisi PLTS yaitu PLTS Rivertop, RCC dan Shed yang menyuplai gedung ADB. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif yaitu mengumpulkan data dilapangan dan melakukan perhitungan dengan teori. Hasil dari analisa yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai rugi-rugi daya jaringan transmisi dari PLTS Rivertop adalah 13%, PLTS RCC sebesar 1,2% dan PLTS Shed 0,9%. Nilai rugi-rugi daya pada PLTS Rivertop lebih besar daripada yang lain dikarenakan lokasi PLTS terletak lebih jauh dari pada RCC dan Shed. Hasil analisa akan digunakan sebagai rekomendasi agar dapat meningkatkan kinerja PLTS yaitu dengan memperbesar luas penampang jaringan transmisi atau dengan memperpendek jarak dari PLTS ke gedung ADB.

Kata kunci : Kinerja PLTS, Jaringan Transmisi, Rugi-rugi Daya, Luas Penampang

Abstract

PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya participates in supporting the government's Renewable Energy programme. PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya began installing PLTS in several buildings to meet its own needs, one of which was in the ADB building. In the ongoing installation process, there are several factors that affect the performance of PLTS, one of which is the power loss in the transmission network. This study aims to determine the value of power losses in the three PLTS transmission networks, namely PLTS Rivertop, RCC and Shed which supply the ADB building. The method used is a quantitative method, namely collecting data in the field and calculating with theory. The results of the analysis carried out show that the power loss value of the transmission network from PLTS Rivertop is 13%, PLTS RCC is 1.2% and PLTS Shed is 0.9%. The value of power losses at PLTS Rivertop is greater than the others because the location of PLTS is located further away than RCC and Shed. The results of the analysis will be used as recommendations in order to improve the performance of PLTS, namely by increasing the cross-sectional area of the transmission network or by shortening the distance from the PLTS to the ADB building.

Keywords: Solar Power Plant Performance, Transmission Network, Power Loss, Cross-Sectional Area

1. PENDAHULUAN

Penggunaan Pembangkit Listrik energi baru terbarukan semakin mengalami peningkatan. Menurut Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi (EBTKE) Kementerian ESDM, energi terbarukan yang telah digunakan menyumbang 11,5% dari total energi primer nasional tahun 2020. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) saat ini menjadi pembangkit listrik energi terbarukan yang paling diminati saat ini[1] PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya melakukan kerja sama dengan PT PLN Indonesia Geothermal dalam mengimplementasikan PLTS di beberapa gedung untuk menyuplai pemakaian sendiri, salah satunya *Administration Building* (ADB).

Dalam pengoperasian PLTS, salah satu komponen penting yaitu jaringan transmisi yang mana digunakan sebagai penyalur daya listrik dari PLTS menuju ke *combiner box* utama pada gedung ADB. Dalam penyaluran daya listrik akan terjadi reaktansi dalam sebuah saluran transmisi dan rugi-rugi daya penyaluran yang besarnya sebanding dengan panjang saluran.[2] Hal ini di buktikan dalam penelitian yang dilakukan sebelumnya. Pada penelitian yang dilakukan di PT Medan Sugar Industry menunjukkan kerugian daya disebabkan oleh saluran yang cukup panjang dan beban yang cukup besar sehingga dalam penyaluran daya listrik mengalami susut tegangan (*drop voltage*) sepanjang saluran dilalui[3]. Penelitian lainnya di PT BEV di daerah Sei Ladi, Kecamatan Sekupang, Batam, menunjukkan bahwa perbedaan lokasi *Main Distribution Panel* (MDP) menghasilkan nilai rugi-rugi daya yang berbeda[4].

Peneliti bertujuan untuk menganalisa nilai dari rugi-rugi daya pada jaringan transmisi dari PLTS menuju ke *combiner box* utama di gedung ADB. Penelitian dilakukan dengan metode kuantitatif dengan cara mengumpulkan data di lapangan serta dilakukan perhitungan secara teori. Hasil yang di dapat nantinya akan digunakan sebagai pertimbangan dalam evaluasi pengoperasian PLTS pada gedung ADB.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan survei lokasi penelitian untuk mengetahui lokasi dari PLTS yang menyuplai gedung ADB yaitu PLTS Rivertop, RCC dan Shed. Selanjutnya melakukan diskusi dengan klien tentang apa saja permasalahan yang terjadi pada pengoperasian PLTS yang dikhususkan pada rugi-rugi daya yang terjadi pada proses transmisi dari PLTS menuju gedung ADB. Melakukan studi literatur bertujuan untuk memahami teori untuk menemukan solusi dari permasalahan yang ada. Selanjutnya melakukan pengambilan data di lapangan yang nantinya akan dianalisa. Data yang diambil berupa data arus keluaran dari PLTS yang menyuplai gedung ADB. Proses pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat ukur arus yaitu digital clampmeter dan juga menggunakan termogan untuk mengukur besar temperatur pada jaringan transmisi. Sedangkan untuk besar tegangan didaapat dari alat monitoring yang sudah ada pada *combiner box*. Kemudian data yang diperoleh dianalisis menggunakan rumus yang didapat dari studi literatur yang dilakukan. Hasil dari analisis menunjukkan besar dari nilai rugi-rugi daya pada jaringan tansmisi PLTS. Nilai rugi-rugi daya yang didapat akan dijadikan rekomendasi ketika akan dilakukan pembangunan PLTS selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data arus pada jaringan distribusi PLTS

Pengambilan data arus pada jaringan PLTS dilakukan menggunakan *digital clamp meter* pada jaringan distribusi yang ada di panel *combiner box* di Gedung ADB. Proses pengambilan data dilakukan pada pukul 12.00 WIB dengan *interval* waktu lima belas menit. Data arus ini akan digunakan untuk menghitung nilai rugi-rugi daya pada jaringan distribusi sehingga nantinya muncul rekomendasi lebih lanjut terhadap peningkatan kinerja PLTS.

Tabel 1. Data arus pada jaringan PLTS River Top

JAM	IRADIATION	Data Arus (A)								
		RIVER TOP 1			RIVER TOP 2			RIVER TOP 3		
		R	S	T	R	S	T	R	S	T
11.00	924,50	126,8	109,5	110,4	108,8	112,4	115,6	115,3	119,6	120,4
11.15	809,30	115,6	101,9	103,9	101,7	103,6	107,8	97,6	101,0	106,6
11.30	809,50	116,6	102,7	104,1	104,9	113,5	109,6	99,7	110,7	111,4
11.45	815,30	114,9	95,6	94,4	77,3	70,4	95,6	70,7	82,3	82,5
12.00	800,30	78,1	72,7	72,1	68,8	73,1	96,3	61,3	71,3	67,3
12.15	738,40	113,5	99,3	99,9	99,7	101,8	102,8	96,4	107,1	105,6
12.30	812,10	125,3	108,1	108,6	108,4	108,7	102,3	104,5	115,3	115,5
12.45	822,50	119,0	97,7	92,5	104,3	107,2	103,2	101,7	113,6	103,3
13.00	745,30	119,6	100,2	100,9	104	108,7	110,7	101,5	115,3	112,5

Tabel 2. Data arus pada jaringan PLTS RCC dan Shed

JAM	IRADIATION	Data Arus(A)					
		RCC			SHED		
		R	S	T	R	S	T
11.00	924,50	112,1	112,5	111,7	137,5	137,4	138,1
11.15	809,30	124,1	124,3	124,5	97,6	97,8	98,3
11.30	809,50	125,1	124,2	123,5	102,3	102,2	100,5
11.45	815,30	113,2	116,3	115,4	96,4	94,7	94,8
12.00	800,30	88,5	85,2	84,7	65,2	63,8	64,1
12.15	738,40	118,2	116,5	116,8	98,0	96,7	96,5
12.30	812,10	127,1	127,1	126,5	104,0	103,2	103,1
12.45	822,50	127,5	126,1	126,2	98,2	98,7	99,9
13.00	745,30	118,5	118,6	117,8	94,4	95,5	95,2

Perhitungan daya yang dihasilkan PLTS

Dari data arus yang didapat selanjutnya peneliti menghitung nilai daya yang didistribusikan dengan menggunakan persamaan (1)[5][6].

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \cos \theta \quad (1)$$

Dimana tegangan yang digunakan pada jaringan tiga fasa adalah 380 V dengan nilai faktor daya diasumsikan sebesar 0,85 pada jaringan tersebut, maka didapatkan nilai daya dari PLTS River Top pada pukul 11.00

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 115,4 \times 0,85$$

$$P = 64573,24 \text{ W}$$

Tabel 3. Daya yang dihasilkan PLTS gedung ADB

JAM	River Top		RCC		Shed	
	Arus(A)	Daya (W)	Arus(A)	Daya (W)	Arus(A)	Daya (W)
11.00	115,4	64573,24	112,1	62714,62	137,7	77017,95
11.15	104,4	58413,05	124,3	69539,93	97,9	54770,39
11.30	108,1	60495,45	124,3	69521,29	101,7	56877,66
11.45	87,1	48715,87	115,0	64318,38	95,3	53315,81
12.00	73,4	41088,67	86,1	48187,5	64,4	36010,09
12.15	102,9	57567,65	117,2	65549,17	97,1	54304,18
12.30	110,7	61956,25	126,9	70994,51	103,4	57866,03
12.45	104,7	58587,1	126,6	70826,68	98,9	55348,49
13.00	108,2	60507,89	118,3	66183,22	95,0	53166,63

Perhitungan rugi-rugi daya pada jaringan PLTS

Jaringan distribusi pada PLTS gedung ADB UBP Suralaya menggunakan jaringan 3 fasa dnegan jenis kabel NYY merk Sutardo. Ukuran panjang kabel dari PLTS River Top 420 m, RCC 105 m dan Shed 90 m dengan diketahui nilai tahanan jenis (ρ) tembaga sebesar $1,75 \times 10^{-8} \Omega/m$ serta luas penampang kabel 95 mm^2 . Dari data tersebut selanjutnya menghitung nilai resistansi pada kabel dengan menggunakan persamaan (2)[7].

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2)$$

$$R = 1,75 \times 10^{-8} \frac{420}{9,5 \times 10^{-5}}$$

$$R = 0,076042105 \Omega$$

Tabel 4. Data R

	<i>River Top</i>	<i>RCC</i>	<i>Shed</i>
L	0,076042105	0,019010526	0,016294737

Dari data diatas kemudian digunakan untuk mengetahui besar resistansi pada kabel ketika diketahui nilai temperature pada saat pengukuran yang dimulai dari pukul 11.00 sampai dengan 13.00. Nilai temperature tertinggi yang terukur pada saat pengambilan data yaitu $43,9 \text{ }^\circ\text{C}$ dan terendah $33,4^\circ\text{C}$ serta diketahui nilai koefisien muai dari tembaga sebesar 0,00393 maka nilai resistansi pada waktu pengukuran tersebut dapat dihitung dengan persamaan (3)[8][9].

$$R_t = R_o(1 + \alpha(t_1 - t)) \quad (3)$$

$$R_t = 0,076042105(1 + 0,00393(43,9 - 33,4))$$

$$R_t = 0,079179982462825 \Omega$$

Tabel 5. Data R terhadap Temperatur

	<i>River Top</i>	<i>RCC</i>	<i>Shed</i>
L	0,079179982462825	0,01979499535539	0,016967139322305

Selanjutnya dengan mengetahui resistansi dari masing-masing jaringan dilakukan perhitungan untuk rugi-rugi daya yang terjadi pada masing-masing jaringan seusai phase R,S dan T dengan menggunakan persamaan (4)[10].

$$\Delta P = I^2 \times R \quad (4)$$

$$\Delta P = 126,8^2 \times 0,076042105$$

$$\Delta P = 1273,1 \text{ W}$$

Tabel 6. Hasil perhitungan rugi-rugi daya pada PLTS River Top

JAM	Rugi Daya (W)									Total (W)
	RIVER TOP 1			RIVER TOP 2			RIVER TOP 3			
	R	S	T	R	S	T	R	S	T	
11.00	1273,1	949,4	965,1	937,3	1000,3	1058,1	1052,6	1132,6	1147,8	9516,3
11.15	1058,1	822,2	854,8	818,9	849,8	920,1	754,2	807,7	899,8	7785,7
11.30	1076,5	835,1	858,1	871,3	1020,0	951,1	787,1	970,3	982,6	8352,1
11.45	1045,3	723,7	705,6	473,1	392,4	723,7	395,8	536,3	538,9	5534,8
12.00	483,0	418,5	411,6	374,8	423,1	734,3	297,5	402,5	358,6	3903,9
12.15	1020,0	780,8	790,2	787,1	820,6	836,8	735,8	908,2	883,0	7562,4
12.30	1243,1	925,3	933,8	930,4	935,6	828,6	864,7	1052,6	1056,3	8770,4
12.45	1121,3	755,8	677,5	861,4	909,9	843,3	818,9	1021,8	844,9	7854,8
13.00	1132,6	795,0	806,1	856,4	935,6	970,3	815,7	1052,6	1002,1	8366,5

Tabel 7. Hasil perhitungan rugi-rugi daya pada PLTS RCC dan Shed

JAM	Rugi-rugi Daya (W)							
	SHED				RCC			
	R	S	T	Total	R	S	T	Total
11.00	320,78	320,31	323,59	964,69	248,75	250,53	246,98	746,26
11.15	161,62	162,28	163,95	487,86	304,85	305,84	306,83	917,53
11.30	177,56	177,21	171,37	526,15	309,79	305,35	301,92	917,06
11.45	157,67	152,16	152,48	462,32	253,65	267,74	263,61	785,01
12.00	72,12	69,063	69,714	210,90	155,03	143,69	142,01	440,74
12.15	162,95	158,65	158,00	479,61	276,56	268,66	270,05	815,27
12.30	183,51	180,70	180,35	544,57	319,77	319,78	316,76	956,32
12.45	163,61	165,28	169,33	498,23	321,79	314,76	315,26	951,82
13.00	151,20	154,74	153,77	459,71	277,96	278,43	274,69	831,09

Berdasarkan pada tabel 6 dan 7 dapat dilihat bahwa nilai rugi-rugi daya terbesar terjadi pada PLTS River Top. Selanjutnya untuk mempermudah pembacaan, data dari tabel 6 dan 7 dilakukan perhitungan untuk melihat berapa persentase dari nilai rugi-rugi daya pada masing PLTS dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\% \Delta P = \frac{\Delta P}{P} \times 100\% \quad (5)$$

$$\% \Delta P = \frac{9516,3}{77017,95} \times 100\%$$

$$\% \Delta P = 14,7 \%$$

Tabel 8. Data persentase rugi-rugi daya pada jaringan transmisi PLTS

Jam	Persentase Rugi Daya		
	RT	RCC	Shed
11.00	14,7	1,2	1,3
11.15	13,3	1,3	0,9
11.30	13,8	1,3	0,9
11.45	11,4	1,2	0,9
12.00	9,5	0,9	0,6
12.15	13,1	1,2	0,9
12.30	14,2	1,3	0,9
12.45	13,4	1,3	0,9
13.00	13,8	1,3	0,9
Rata-rata	13,0	1,2	0,9

Dari tabel 8 dapat dilihat bahwa nilai persentase rugi-rugi daya terbesar terjadi pada jaringan distribusi pada PLTS Rivertop yaitu sebesar 13 %. Hal ini diakibatkan jarak dari PLTS Rivertop menuju ke *combiner box* yang berada di gedung adb lebih jauh dari pada PLTS lainnya.

4. KESIMPULAN

Dari proyek ini dapat disimpulkan beberapa poin dari segi rugi-rugi kabel antara lain :

1. Rugi-rugi daya pada jaringan distribusi (kabel) dipengaruhi oleh besarnya nilai resistansi kabel yang dipengaruhi oleh panjang kabel dan temperature dari penghantar.
2. Semakin banyak kabel yang digunakan dalam suatu jaringan memperbesar nilai rugi-rugi daya pada jaringan.
3. Nilai rugi rugi daya terbesar terjadi pada jaringan transmisi PLTS River Top yaitu 13% dibandingkan dengan nilai rugi-rugi daya pada PLTS RCC dan Shed yang memiliki nilai 1,2% dan 0,9%.

REFERENSI

- [1] D. K. R. Pamungkas dan S. D. A. Febriani, "PERHITUNGAN VOLTAGE DROP UNTUK PENENTUAN PENGGUNAAN KABEL DC PADA PLTS ROOFTOP 1,7 MWp DI PT PANVERTA CAKRAKENCANA," *Jinggo: Jurnal Inovasi Teknologi Manufaktur, Energi, dan Otomotif*, vol. 2, Mar 2024.
- [2] A. Nurdin dan A. Azis, "PENGARUH JARAK ANTAR SUB KONDUKTOR BERKAS REAKTANSI INDUKTIF SALURAN TERHADAP TRANSMISI 150 KV DARI GARDU INDUK KERAMASAN KE GARDU INDUK MARIANA," vol. 3, no. 2, 2018.
- [3] I. P. Sidabutar, "ANALISA DROP TEGANGAN & RUGI-RUGI DAYA PADA JARINGAN DISTRIBUSI 6,3 kV MEDAN SUGAR INDUSTRY," Universitas Medan Area, Medan, 2017.
- [4] E. Prasetya, T. K. Wijaya, dan M. Si, "ANALISA RUGI-RUGI DAYA PADA JARINGAN INSTALASI LISTRIK DI PT. BEV (BATAMINDO EXECUTIVE VILLAGE)," *Sigma Teknika*, vol. 3, no. 1, hlm. 61–72.
- [5] M. Iqbal Arsyad, Z. Abidin, K. Kunci, J. Tegangan, R.-R. Daya, dan R. Energi, "PERHITUNGAN RUGI-RUGI DAYA DAN ENERGI LISTRIK PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV PT PLN (PERSERO) ULP NANGA PINOH."
- [6] N. Setiaji *dkk.*, "ANALISIS KONSUMSI DAYA DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK."
- [7] I. Taufik Nasution dan R. Nasution, "Analisis Perhitungan Kebutuhan Daya 3 Fasa Pada Rumah Mewah," 2021.
- [8] D. W. Teguh, P. Temperatur, dan D. Teguh Wibowo dan Hafiz Ferdian, "Pengaruh Temperatur Terhadap Rugi-Rugi Daya pada Kawat Penghantar Aluminium," 2022.

- [9] K. R. Dewi, Suyitno, dan N. H. Yuninda, "PENGARUH PENINGKATAN SUHU DAN BESARAN ARUS TERHADAP TAHANAN PENGHANTAR KABEL LISTRIK TEGANGAN RENDAH JENIS NYM," vol. 4, 2019.
- [10] N. Malik dan N. Wahidah, "PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP RUGI-RUGI DAYA LISTRIK PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER DI PT. PLN (PERSERO) UP3 MAKASSAR UTARA."