

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penelitian

Dalam penelitian yang dilaksanakan di sebuah gedung bertingkat di Kota Probolinggo, peneliti melakukan pengukuran selama 7 jam per hari selama 3 hari, dimulai dari tanggal 3 Juli hingga 5 Juli 2023. Pada bab ini, peneliti akan menyertakan data hasil penelitian dari kedua sumber daya energi terbarukan tersebut. Data ini mencakup pengukuran intensitas cahaya matahari, kecepatan angin, arus, dan tegangan yang diperoleh dari kedua pembangkit listrik.

1.1.1 Data penelitian PLTS

Penelitian mengenai pembangkit listrik tenaga surya memerlukan pemanfaatan energi dari cahaya matahari yang akan dikonversi menjadi energi listrik. Data yang dibutuhkan diperoleh melalui pengukuran langsung selama proses observasi. Untuk memperoleh data yang akurat, dilakukan pengukuran pada beberapa waktu selama sistem pembangkit listrik tenaga surya beroperasi. Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan selama periode 7 jam, dimulai pada tanggal 3 Juli hingga 5 Juli 2023. Data pengukuran merupakan data rata-rata dalam rentan waktu perjam mulai dari jam 08.00WIB hingga jam 15.00WIB dan peneliti tampilkan dalam bentuk tabel berikut.



Gambar 4.1 Alat Uji Potensi PLTS pada Gedung bertingkat 2 Kota Probolinggo

Tabel 4.1 Pengukuran tanggal 3 Juli 2023 pada panel surya

No.	Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Intensitas Cahaya (lux)
1	8:00	16,64	1,65	1580,71
2	9:00	20,75	1,43	1585,45
3	10:00	20,44	1,60	1596,50
4	11:00	20,37	1,42	1587,41
5	12:00	20,23	1,29	1579,43
6	13:00	20,29	1,28	1576,63
7	14:00	15,91	1,54	1574,36
8	15:00	20,14	1,16	1574,68

Tabel 4.2 Pengukuran tanggal 4 Juli 2023 pada panel surya

No.	Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Intensitas Cahaya (lux)
1	8:00	20,50	1,21	1576,32
2	9:00	19,99	1,47	1585,58
3	10:00	20,51	1,54	1590,65
4	11:00	20,35	1,46	1584,21
5	12:00	20,27	1,18	1574,16
6	13:00	20,30	1,12	1573,63
7	14:00	17,21	1,31	1570,93
8	15:00	14,99	1,49	1567,20

Tabel 4.3 Pengukuran tanggal 5 Juli 2023 pada panel surya

No.	Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Intensitas Cahaya (lux)
1	8:00	20,29	1,15	1571,91
2	9:00	20,17	1,16	1570,64
3	10:00	20,35	1,50	1585,44
4	11:00	20,25	1,23	1577,00
5	12:00	19,97	1,11	1570,40
6	13:00	19,89	1,02	1569,88
7	14:00	17,71	1,11	1566,16
8	15:00	14,12	1,29	1562,00

1.1.2 Data Penelitian PLTB

Penelitian mengenai pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) memerlukan pemanfaatan energi angin yang akan diubah menjadi energi listrik. Data yang dibutuhkan diperoleh melalui pengukuran langsung selama proses observasi. Untuk memperoleh data yang akurat, pengukuran dilakukan pada beberapa waktu selama operasi sistem pembangkit listrik tenaga angin. Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan selama periode 7 jam, dimulai pada tanggal 3 Juli hingga 5 Juli 2023. Data pengukuran merupakan data rata-rata dalam rentan waktu perjam mulai jam 08.00WIB hingga jam 15.00WIB dan peneliti tampilkan dalam bentuk tabel berikut.



Gambar 4.2 Alat Uji Potensi PLTB pada Gedung bertingkat 2 Kota Probolinggo

Tabel 4.4 Pengukuran tanggal 3 Juli 2023 pada turbin angin horizontal

No.	Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Wind Velocity (m/s)
1	8:00	14,67	1,793	11,41
2	9:00	13,63	1,824	9,69
3	10:00	13,52	2,085	11,83
4	11:00	13,97	1,867	11,54
5	12:00	14,00	1,843	11,45
6	13:00	13,74	1,920	12,17
7	14:00	13,74	1,879	12,19
8	15:00	13,80	1,840	12,10

Tabel 4.5 Pengukuran tanggal 4 Juli 2023 pada turbin angin horizontal

No.	Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Wind Velocity (m/s)
1	8:00	13,22	1,801	11,40
2	9:00	14,16	1,605	11,34
3	10:00	14,25	1,655	11,32
4	11:00	14,20	1,610	11,21
5	12:00	14,40	1,638	11,32
6	13:00	14,08	1,896	11,98
7	14:00	14,20	1,845	12,18
8	15:00	14,25	1,943	12,30

Tabel 4.6 Pengukuran tanggal 5 Juli 2023 pada turbin angin horizontal

No.	Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Wind Velocity (m/s)
1	8:00	13,56	1,709	11,33
2	9:00	14,03	1,703	11,32
3	10:00	14,06	1,718	11,42
4	11:00	14,00	1,794	11,69
5	12:00	14,06	1,798	11,68
6	13:00	14,10	1,918	11,99
7	14:00	14,10	1,755	11,84
8	15:00	14,13	1,807	11,78

1.2 Pembahasan

Dengan menggunakan data yang telah diukur, peneliti dapat melakukan perhitungan untuk menentukan daya keluaran dari pembangkit listrik tenaga surya dan pembangkit listrik tenaga angin. Berdasarkan data yang ada, daya yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 16,64 \times 1,65 \\
 &= 27,49 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Sehingga daya *output* dari pembangkit seperti pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.7 Hasil perhitungan daya di tabel 4.1

No.	Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	8:00	16,64	1,65	27,49
2	9:00	20,75	1,43	29,64
3	10:00	20,44	1,60	32,74
4	11:00	20,37	1,42	28,83
5	12:00	20,23	1,29	26,12
6	13:00	20,29	1,28	25,92
7	14:00	15,91	1,54	24,50
8	15:00	20,14	1,16	23,36

Tabel 4.8 Hasil perhitungan daya di tabel 4.2

No.	Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	8:00	20,50	1,21	24,75
2	9:00	19,99	1,47	29,31
3	10:00	20,51	1,54	31,53
4	11:00	20,35	1,46	29,62
5	12:00	20,27	1,18	23,88
6	13:00	20,30	1,12	22,79
7	14:00	17,21	1,31	22,57
8	15:00	14,99	1,49	22,34

Tabel 4.9 Hasil perhitungan daya di tabel 4.3

No.	Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	8:00	20,29	1,15	23,42
2	9:00	20,17	1,16	23,34
3	10:00	20,35	1,50	30,48
4	11:00	20,25	1,23	24,86
5	12:00	19,97	1,11	22,18
6	13:00	19,89	1,02	20,31
7	14:00	17,71	1,11	19,67
8	15:00	14,12	1,29	18,21

Tabel 4.10 Hasil perhitungan daya di tabel 4.4

No.	Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	8:00	14,67	1,793	26,303
2	9:00	13,63	1,824	24,866
3	10:00	13,52	2,085	28,186
4	11:00	13,97	1,867	26,086
5	12:00	14,00	1,843	25,791
6	13:00	13,74	1,920	26,376
7	14:00	13,74	1,879	25,812
8	15:00	13,80	1,840	25,403

Tabel 4.11 Hasil perhitungan daya di tabel 4.5

No.	Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	8:00	13,22	1,801	23,809
2	9:00	14,16	1,605	22,719
3	10:00	14,25	1,655	23,578
4	11:00	14,20	1,610	22,863
5	12:00	14,40	1,638	23,588
6	13:00	14,08	1,896	26,689
7	14:00	14,20	1,845	26,201
8	15:00	14,25	1,943	27,681

Tabel 4.12 Hasil perhitungan daya di tabel 4.6

No.	Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	8:00	13,56	1,709	23,174
2	9:00	14,03	1,703	23,894
3	10:00	14,06	1,718	24,161
4	11:00	14,00	1,794	25,124
5	12:00	14,06	1,798	25,286
6	13:00	14,10	1,918	27,041
7	14:00	14,10	1,755	24,753
8	15:00	14,13	1,807	25,525

1.2.1 Analisis Potensi PLTS

Dari data pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan, kita dapat mengidentifikasi daya *output* dari pembangkit listrik tenaga surya pada setiap jamnya. Data pengukuran merupakan data rata-rata dalam rentan waktu perjam mulai jam 08:00WIB hingga jam 15:00WIB

Tabel 4.13 Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap daya output pada PLTS

No.	Waktu Pengukuran	3 Juli 2023		4 Juli 2023		5 Juli 2023	
		Intensitas Cahaya (lux)	Daya (W)	Intensitas Cahaya (lux)	Daya (W)	Intensitas Cahaya (lux)	Daya (W)
1	8:00	1580,71	27,49	1576,32	24,75	1571,91	23,42
2	9:00	1585,45	29,64	1585,58	29,31	1570,64	23,34
3	10:00	1596,50	32,74	1590,65	31,53	1585,44	30,48
4	11:00	1587,41	28,83	1584,21	29,62	1577,00	24,86
5	12:00	1579,43	26,12	1574,16	23,88	1570,40	22,18
6	13:00	1576,63	25,92	1573,63	22,79	1569,88	20,31
7	14:00	1574,36	24,50	1570,93	22,57	1566,16	19,67
8	15:00	1574,68	23,36	1567,20	22,34	1562,00	18,21

Dengan data yang telah didapat, daya rata-rata yang diproduksi oleh pembangkit listrik tenaga surya selama periode pengujian dapat dihitung dengan

menggunakan persamaan berikut :

Perhitungan:

- Daya rata-rata yang dihasilkan PLTS pada hari pertama

$$P (\text{rata} - \text{rata}) = \frac{\text{Jumlah Daya Total (dari jam 08.00} - 15.00)}{\text{Jumlah Data (dari jam 08.00} - 15.00)}$$

$$P (\text{rata} - \text{rata}) = \frac{27,49 + 29,64 + 32,74 + 28,83 + 26,12 + 25,92 + 24,50 + 23,36}{8}$$

$$P (\text{rata- rata}) = 27,32 \text{ Watt}$$

- Daya rata-rata yang dihasilkan PLTS pada hari kedua

$$P (\text{rata} - \text{rata}) = \frac{\text{Jumlah Daya Total (dari jam 08.00} - 15.00)}{\text{Jumlah Data (dari jam 08.00} - 15.00)}$$

$$P (\text{rata} - \text{rata}) = \frac{24,75 + 29,31 + 31,53 + 29,62 + 23,88 + 22,79 + 22,57 + 22,34}{8}$$

$$P (\text{rata- rata}) = 25,85 \text{ Watt}$$

- Daya rata-rata yang dihasilkan PLTS pada hari ketiga

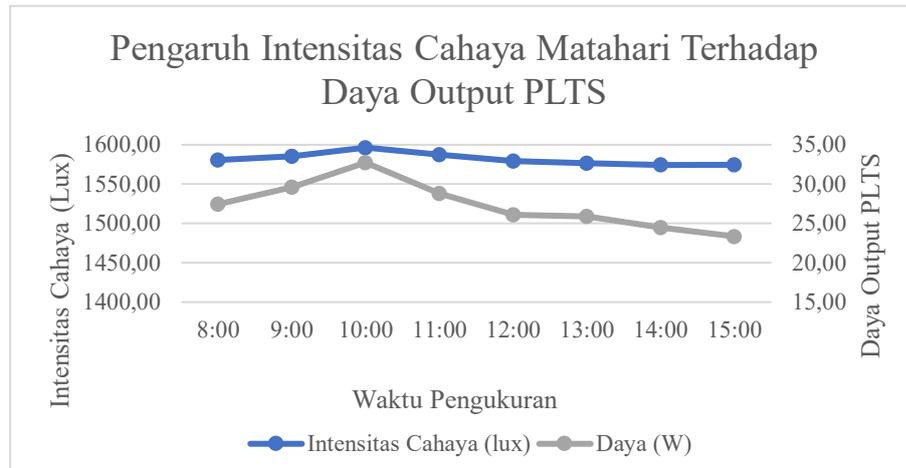
$$P (\text{rata} - \text{rata}) = \frac{\text{Jumlah Daya Total (dari jam 08.00} - 15.00)}{\text{Jumlah Data (dari jam 08.00} - 15.00)}$$

$$P (\text{rata} - \text{rata}) = \frac{23,42 + 23,34 + 30,48 + 24,86 + 22,18 + 20,31 + 19,67 + 18,21}{8}$$

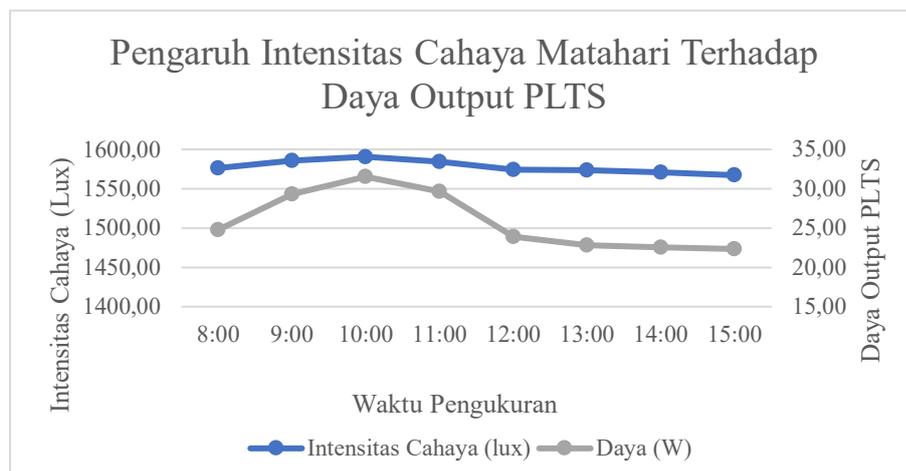
$$P (\text{rata- rata}) = 22,81 \text{ Watt}$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka didapat bahwa daya keluaran rata-rata dari pembangkit listrik tenaga surya adalah sekitar 27,32 watt pada hari pertama, 25,85 watt pada hari kedua, dan 22,81 watt pada hari ketiga..

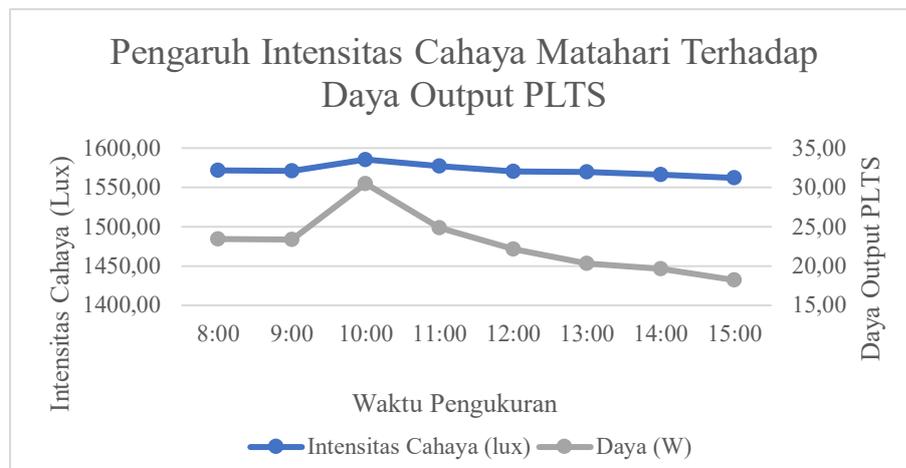
Setelah kita mengetahui besarnya daya *output* dari PLTS yang diuji di gedung bertingkat di Kota Probolinggo, kita dapat mengevaluasi sejauh mana intensitas cahaya matahari memengaruhi daya keluaran dari pembangkit ini



Gambar 4.3 Grafik pengaruh intensitas cahaya terhadap daya output PLTS 3 Juli 2023



Gambar 4.4 Grafik pengaruh intensitas cahaya terhadap daya output PLTS 4 Juli 2023



Gambar 4.5 Grafik pengaruh intensitas cahaya terhadap daya output PLTS 5 Juli 2023

Pada grafik 4.3 s/d 4.5 dapat kita lihat bahwa dengan intensitas cahaya yang tertangkap panel surya pada gedung bertingkat 2 di kota probolinggo cukup untuk menghasilkan daya output pada PLTS dan menghasilkan daya yang cukup untuk mengisi baterai yang digunakan sebagai penyimpanan daya. Dari ketiga grafik tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara daya keluaran panel surya dan intensitas cahaya sinar matahari. Semakin tinggi radiasi cahaya matahari yang diterima oleh panel surya, maka daya yang dihasilkan semakin besar, dan sebaliknya, jika cahaya berkurang, daya yang dihasilkan juga akan berkurang.

1.2.2 Analisis Potensi PLTB

Dari data pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan, kita dapat mengidentifikasi daya *output* dari pembangkit listrik tenaga angin pada setiap jamnya. Data pengukuran merupakan data rata-rata dalam rentan waktu perjam mulai jam 08:00WIB hingga jam 15:00WIB

Tabel 4.14 Pengaruh kecepatan angin terhadap daya output pada PLTB

No.	Waktu Pengukuran	3 Juli 2023		4 Juli 2023		5 Juli 2023	
		Wind Velocity (m/s)	Daya (W)	Wind Velocity (m/s)	Daya (W)	Wind Velocity (m/s)	Daya (W)
1	8:00	11,41	26,303	11,40	23,809	11,33	23,174
2	9:00	9,69	24,866	11,34	22,719	11,32	23,895
3	10:00	11,83	28,186	11,32	23,578	11,42	24,162
4	11:00	11,54	26,086	11,21	22,863	11,69	25,124
5	12:00	11,45	25,791	11,32	23,588	11,68	25,287
6	13:00	12,17	26,376	11,98	26,689	11,99	27,042
7	14:00	12,19	25,812	12,18	26,201	11,84	24,753
8	15:00	12,10	25,403	12,30	27,681	11,78	25,525

Dengan data yang telah didapat, daya rata-rata yang diproduksi oleh pembangkit listrik tenaga angin selama periode pengujian dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

Perhitungan :

- Daya rata-rata yang dihasilkan PLTB pada hari pertama

$$P (\text{rata} - \text{rata}) = \frac{\text{Jumlah Daya Total (dari jam 08.00} - 15.00)}{\text{Jumlah Data (dari jam 08.00} - 15.00)}$$

$$P (\text{rata} - \text{rata}) = \frac{26,303 + 24,866 + 28,186 + 26,086 + 25,791 + 26,376 + 25,812 + 25,403}{8}$$

$$P (\text{rata- rata}) = 26,103 \text{ Watt}$$

- Daya rata-rata yang dihasilkan PLTB pada hari kedua

$$P (\text{rata} - \text{rata}) = \frac{\text{Jumlah Daya Total (dari jam 08.00} - 15.00)}{\text{Jumlah Data (dari jam 08.00} - 15.00)}$$

$$P (\text{rata} - \text{rata}) = \frac{23,809 + 22,719 + 23,578 + 22,863 + 23,588 + 26,689 + 26,201 + 27,681}{8}$$

$$P (\text{rata- rata}) = 24,641 \text{ Watt}$$

- Daya rata-rata yang dihasilkan PLTB pada hari ketiga

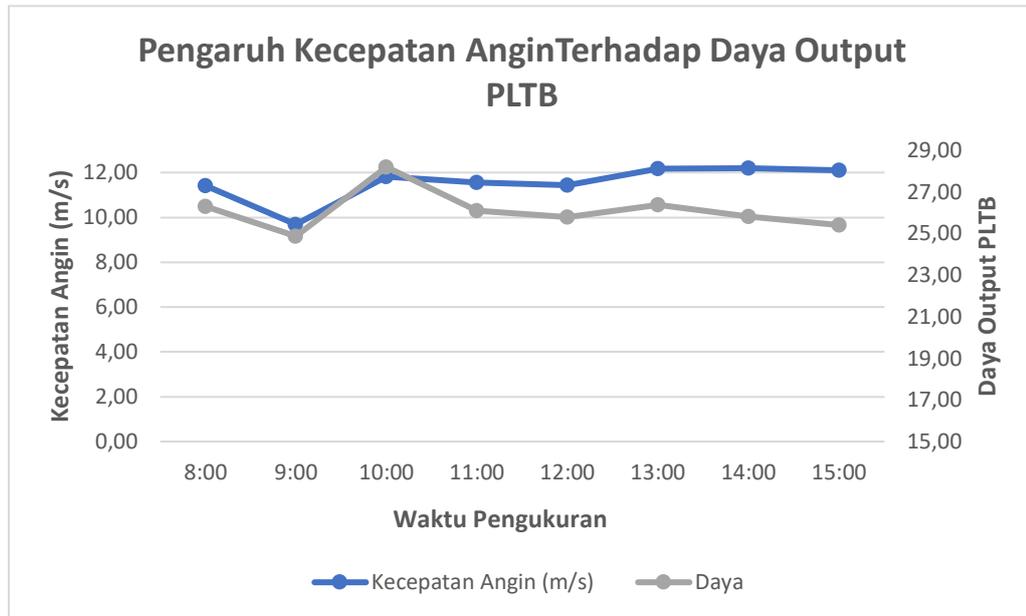
$$P (\text{rata} - \text{rata}) = \frac{\text{Jumlah Daya Total (dari jam 08.00} - 15.00)}{\text{Jumlah Data (dari jam 08.00} - 15.00)}$$

$$P (\text{rata} - \text{rata}) = \frac{23,174 + 23,895 + 24,162 + 25,124 + 25,287 + 27,042 + 24,743 + 25,525}{8}$$

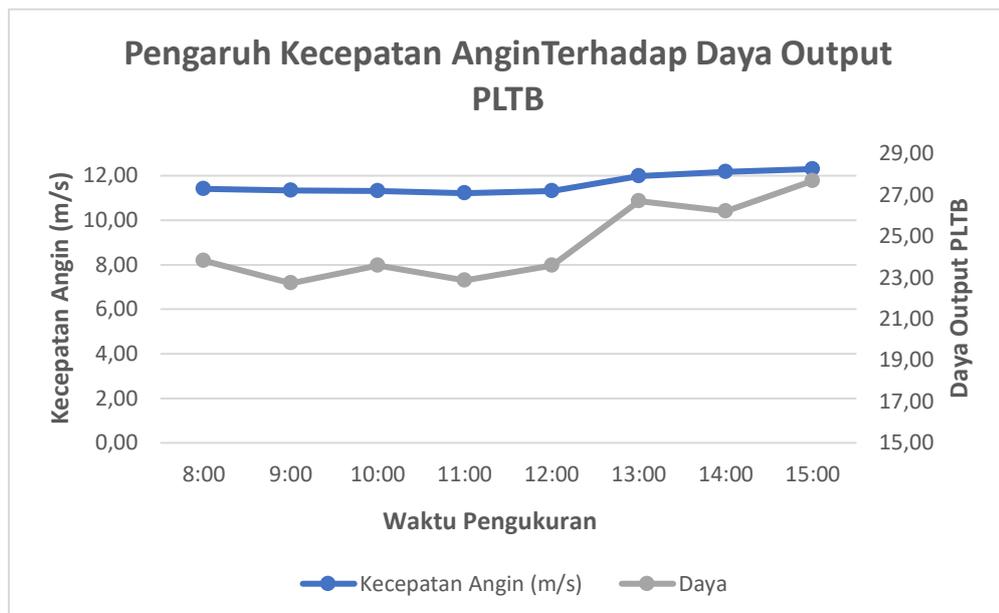
$$P (\text{rata- rata}) = 24,870 \text{ Watt}$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan bahwa daya *output* rata-rata dari pembangkit listrik tenaga angin adalah sekitar 26,103 watt pada hari pertama, 24,641 watt pada hari kedua, dan 24,870 watt pada hari ketiga.

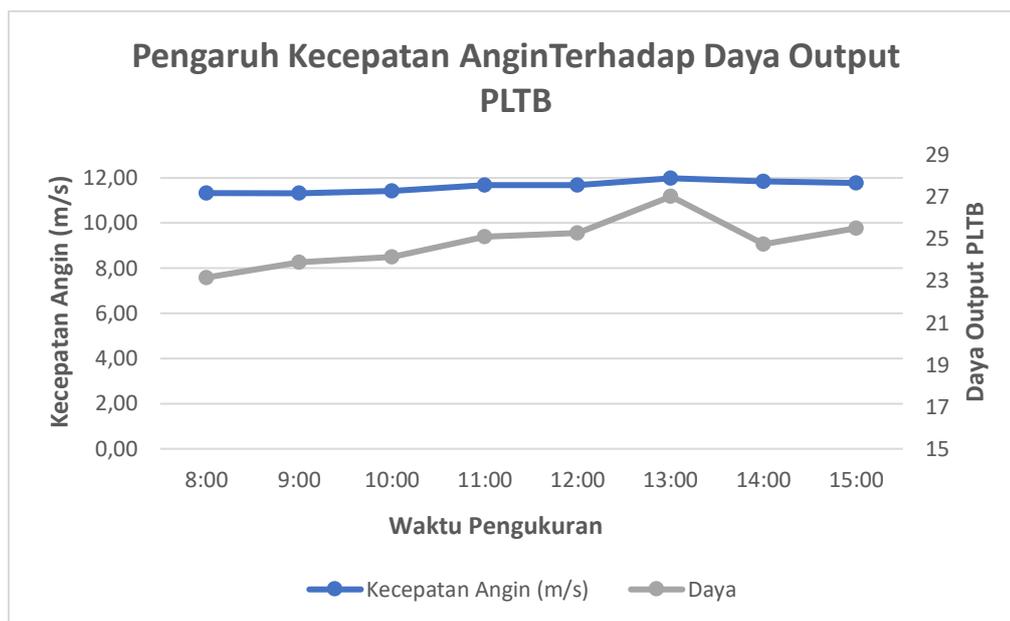
Setelah kita mengetahui besarnya daya *output* dari PLTB yang diuji di gedung bertingkat di Kota Probolinggo, kita dapat mengevaluasi sejauh mana intensitas cahaya matahari memengaruhi daya keluaran dari pembangkit ini.



Gambar 4.6 Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap daya output PLTB 3 Juli 2023



Gambar 4.7 Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap daya output PLTB 4 Juli 2023



Gambar 4.8 Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap daya output PLTB 5 Juli 2023

Dari grafik 4.6 hingga 4.8, kita dapat melihat bagaimana daya keluaran dari pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dipengaruhi oleh kecepatan angin. Kesimpulan yang dapat diambil dari ketiga grafik tersebut adalah bahwa semakin tinggi kecepatan angin yang diterima oleh PLTB, maka semakin besar daya *output*. Sebaliknya, jika kecepatan angin menurun, maka daya *output* juga akan menurun.

1.2.3 Kendala saat pengujian

Saat melakukan pengujian alat uji potensi energi terbarukan PLTS dan PLTB peneliti menghadapi beberapa kendala antara lain :

1. Pengujian hanya bisa dilakukan saat pagi sampai sore karena berkaitan dengan cahaya sinar matahari.
2. Pengujian hanya dapat dilakukan pada saat cuaca tidak mendung dan tidak hujan.

3. Pengujian hanya dilakukan pada salah satu tempat gedung bertingkat di kota probolinggo karena terkait keamanan alat dan perijinan tempat.
4. Beban yang digunakan tidak sebesar daya PLTS dan PLTB karena hanya menguji potensi yang ada dikota probolinggo.
5. Selama pengujian harus dipantau terus karena tidak ada alarm jika terjadi gangguan atau trip.