

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Sistem Pengambilan Data

Perancangan alat telah selesai dilakukan maka selanjutnya adalah pelaksanaan pengujian sistem baik secara kelistrikan maupun monitoring data sensor. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan metode komparatif atau membandingkan antara satu variabel objek penelitian dengan objek penelitian yang lain yang hampir sama namun memiliki suatu perbedaan yang perlu ditemukan. Untuk variabel yang akan dibandingkan yaitu pengaruh besar sudut reflektor terhadap daya output yang dihasilkan oleh panel surya. Selain perbandingan variabel berupa sudut reflektor, setiap pengujian akan menggunakan dua cara pengambilan data yaitu dengan sistem monitoring sensor yang terdapat pada alat dan juga menggunakan alat ukur manual untuk mengetahui perbandingan data pengujian yang lebih akurat.

Untuk pengambilan nilai daya melalui pengukuran dilakukan dengan menggunakan persamaan rumus daya listrik sebagai berikut:

$$P = V \times I \quad \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- P = Daya (Watt)
- V = Tegangan (Volt)
- I = Arus (Ampere)

Untuk menentukan *presentase error* dalam suatu pengukuran atau pengujian digunakan persamaan berikut:



$$error = |X - Xi| \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\%error = \left| \frac{(X - Xi)}{X} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

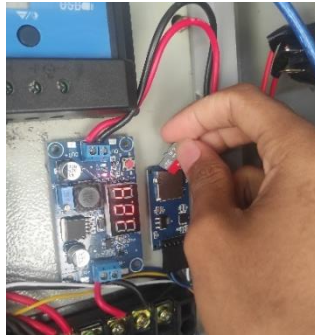
- X = jarak sebenarnya
- Xi = jarak terukur
- %error = presentase kesalahan

Tabel 4.1 Alat Ukur Yang Digunakan Pada Pengujian

No	Nama	Fungsi	Gambar
1.	Multimeter Digital	Sebagai alat ukur tegangan yang dihasilkan oleh panel surya	 <p data-bbox="613 679 883 703">Gambar 4.1 Multimeter Digital</p>
2.	Tang Ampere	Sebagai alat ukur arus yang dihasilkan oleh panel surya	 <p data-bbox="613 1158 883 1182">Gambar 4.2 Tang Ampere</p>

3.	Inclinometer	berfungsi untuk mengetahui kemiringan suatu objek	
Gambar 4.3 Inclinometer			
4.	Lux Meter	Berfungsi untuk mengukur tingkat kecerahan matahari	
Gambar 4.4 Lux Meter			

Pengambilan data dengan menggunakan pembacaan sensor dilakukan dengan bantuan modul *micro sd* dan untuk media penyimpanannya menggunakan kartu sd dengan kapasitas 32 GB.



Gambar 4.5 Input Kartu SD pada Modul *Micro SD Card*

Untuk pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui nilai arus, tegangan, dan intensitas cahaya dengan menggunakan alat ukur yang ada. Pada pengukuran nilai arus multimeter atau tang ampere dibuat secara seri atau dijepit pada kabel fasa untuk mendapatkan nilai arus. Sementara pengambilan nilai tegangan maka alat ukur diatur secara paralel dengan kabel output dari panel surya. Untuk pengukuran intensitas cahaya lux meter diletakkan diatas panel surya. Berikut tata-cara pengambila data pengukuran nilai arus, tegangan, dan intensiats cahaya:



Gambar 4.6 Pengukuran Nilai Arus dengan Tang Ampere



Gambar 4.7 Pengukuran Nilai Tegangan



Gambar 4.8 Pengukuran Intensitas Cahaya dengan Lux Meter

4.2 Perbandingan Nilai Arus

Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian nilai arus pada ketiga sudut reflektor yang dilakukan pada hari yang dan waktu yang sama. Pengukuran nilai arus sendiri menggunakan alat ukur tang ampere. Tujuan dilakukannya pengukuran dengan alat ukur sendiri adalah untuk mengkalibrasi kerja sistem sensor apakah sudah sesuai

dengan nilai alat ukur atau tidak. Pada hasil sensor sendiri didapat melalui data yang telah disimpan pada kartu SD yang terpasang pada alat reflektor cermin datar panel surya. Sudut reflektor panel surya sudut reflektor dengan besar sudut 0° (Tanpa Reflektor), 60° , dan 70° . Waktu yang dilakukan dalam pengujian alat reflektor cermin datar sendiri dilakukan pada waktu optimal penyinaran cahaya matahari yaitu pukul 10:00 WIB hingga 14:45 WIB.

Tabel 4.2 Perbandingan Nilai Arus Tanpa Beban

Nilai Arus (Ampere)									
Sudut	0°			60°			70°		
Waktu (WIB)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)
10.00 - 10.15	0.38	0.30	21	0.42	0.52	24	0.41	0.44	7
10.30 - 10.45	0.40	0.44	10	0.44	0.59	34	0.50	0.67	37
11.00 - 11.15	0.60	0.52	13	0.54	0.74	37	0.44	0.59	34
11.30 - 11.45	0.64	0.52	19	0.66	0.81	23	0.51	0.67	31
12.00 - 12.15	0.70	0.96	37	0.90	1.33	48	0.89	1.26	42
12.30 - 12.45	0.78	0.74	5	0.76	0.81	7	0.80	0.74	8
13.00 - 13.15	0.81	0.74	9	0.82	0.89	9	0.67	0.81	21
13.30 - 13.45	0.85	1.18	39	0.97	1.48	43	1.10	1.48	35
14.00 - 14.15	0.74	1.11	45	0.90	1.33	48	0.87	1.26	45
14.30 - 14.45	0.69	0.89	29	0.88	1.26	43	0.79	1.11	41
Rata-rata	0.66	0.74	22.7	0.73	0.97	31	0.70	0.93	30

Pada pengambilan data nilai arus yang telah dilakukan melalui pengukuran dan juga hasil sensor nilai yang didapat masih terdapat beberapa error sensor yang cukup tinggi, penyebab tingginya error

sensor yang didapat yaitu disebabkan oleh adanya lonjakan arus sesaat ketika sinar matahari sangat cerah dan dapat terdeteksi dengan cepat oleh sensor arus yang ada, namun pada saat pengambilan data melalui alat ukur nilai arus yang melonjak secara cepat tidak dapat terdeteksi oleh alat ukur karena kecepatan perubahan yang terjadi. Oleh karena hal tersebut maka dilakukan uji coba tambahan berupa pengambilan nilai arus daya output panel surya ketika dihubungkan dengan beban lampu DC 20 Watt.

Pada pengambilan data tersebut untuk mengetahui apakah nilai error yang didapat tetap besara atau tidak. Pengambilan data dilakukan dengan jam yang sama dengan tiga sudut reflektor yang berbeda juga yaitu sudut 0° (Tanpa Reflektor), 60° , dan 70° . Berikut hasil pengambilan data nilai arus output panel surya pada saat dihubungkan dengan beban:

Tabel 4.3 Perbandingan Nilai Arus dengan Beban

Nilai Arus (Ampere)									
Sudut	0°			60°			70°		
Waktu (WIB)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)
10.00 - 10.15	1.92	2.15	12	2.10	2.37	11	2.03	2.29	11
10.30 - 10.45	3.11	3.26	5	3.56	3.77	6	3.30	3.55	7
11.00 - 11.15	3.00	3.03	1	2.90	3.33	13	2.89	3.18	9
11.30 - 11.45	3.58	3.85	8	4.02	4.22	5	3.95	4.20	6
12.00 - 12.15	3.30	3.48	5	3.54	3.70	4	3.50	3.63	4
12.30 - 12.45	3.53	3.63	3	4.10	4.29	4	3.82	4.00	5
13.00 - 13.15	3.60	3.92	9	3.88	4.14	6	3.78	4	6
13.30 - 13.45	3.83	4	4	4.02	4.29	6	4.01	4.14	3
14.00 - 14.15	2.89	3.03	5	2.92	3.26	10	2.98	3.18	6

14.30 – 14.45	1.88	2.07	10	2.40	2.52	5	2.22	2.44	9
Rata- rata	3.06	3.24	6	3.34	3.59	7	3.24	3.46	7

Pada tabel diatas merupakan pengambilan data nilai arus melalui pengujian alat reflektor cermin datar panel surya dengan dihubungkan dengan beban berupa lampu DC 20 Watt. Setelah dilakukan pengujian tersebut, nilai error sensor arus yang dihasilkan tidak begitu besar. Nilai error arus yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai error arus saat tanpa beban disebabkan oleh saat tanpa beban nilai arus yang dihasilkan merupakan murni nilai yang dihasilkan secara langsung dari penyinaran matahari dan langsung tersimpan pada saat pengambilan data. Sementara itu saat dihubungkan dengan beban nilai arus yang dihasilkan sudah disesuaikan dengan besar kebutuhan beban yang digunakan yaitu 20 Watt. Kemudian tidak terdapat lonjakan arus sesaat seperti pada reflektor panel surya tanpa beban, dan lebih cenderung stabil serta menyebabkan perbandingan nilai error sensor tidak begitu tinggi.

4.3 Perbandingan Nilai Tegangan

Pengujian selanjutnya yang dilakukan adalah pengujian nilai tegangan pada ketiga sudut reflektor yang dilakukan pada hari yang dan waktu yang sama. Pengukuran nilai tegangan sendiri menggunakan alat ukur tang ampere atau multimeter digital yang telah disiapkan. Tujuan dilakukannya pengukuran dengan alat ukur sendiri adalah untuk mengkalibrasi kerja sistem sensor apakah sudah sesuai dengan nilai alat ukur atau tidak. Pada hasil sensor didapat melalui data yang telah disimpan pada kartu SD yang terpasang pada alat reflektor cermin datar panel surya. Sudut reflektor panel surya yang diujicobakan yaitu sudut reflektor dengan besar sudut 0° (Tanpa Reflektor), 60° , dan 70° . Kemudian, waktu yang dilakukan dalam pengujian alat reflektor cermin datar sendiri dilakukan pada waktu optimal penyinaran cahaya matahari yaitu pukul 10:00 WIB hingga 14:45 WIB.

Tabel 4.4 Perbandingan Nilai Tegangan

Nilai Tegangan (Volt)									
Sudut	0°			60°			70°		
Waktu (WIB)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)
10.00 - 10.15	20.00	19.80	1	20.10	19.80	1	20.00	19.80	1
10.30 - 10.45	20.60	20.39	1	20.60	20.43	1	20.60	20.41	1
11.00 - 11.15	21.00	20.58	2	20.60	20.56	0	20.60	20.48	1
11.30 - 11.45	20.30	20.19	1	20.60	20.26	2	20.50	20.29	1
12.00 - 12.15	19.80	19.09	4	20.00	19.17	4	19.80	19.09	4
12.30 - 12.45	20.60	20.48	1	20.50	20.48	0	20.60	20.43	1
13.00 - 13.15	19.50	19.02	2	19.80	19.38	2	20.00	19.43	3
13.30 - 14.45	20.70	20.43	1	20.60	20.46	1	20.50	20.48	0
14.00 - 14.15	21.10	20.70	2	21.00	20.78	1	21.10	20.75	2
14.30 - 14.45	20.50	20.29	1	20.60	20.29	2	20.50	20.26	1
Rata - Rata	20.41	20.1	2	20.44	20.16	1	20.41	20.12	1

Pada tabel hasil pengukuran dan sensor yang didapat telah sesuai dengan dibuktikan pada nilai error sensor yang sangat kecil. Oleh karena itu, maka nilai tegangan yang didapat melalui sensor tegangan sudah dapat digunakan sebagai perbandingan nilai daya output dari tiga jenis sudut reflektor yang berbeda.

4.4 Perbandingan Nilai Daya

Pengujian yang dilakukan berikutnya adalah pengujian nilai daya pada ketiga sudut reflektor yang dilakukan pada hari yang dan waktu yang sama. Pengukuran nilai daya sendiri menggunakan perhitungan hasil pengukuran nilai arus dan nilai tegangan, atau menggunakan persamaan ... (1). Tujuan dilakukannya perhitungan melalui pengukuran dengan alat ukur sendiri adalah untuk mengkalibrasi kerja sistem sensor apakah sudah sesuai dengan nilai alat ukur atau tidak. Pada hasil sensor didapat melalui data yang telah disimpan pada kartu SD yang terpasang pada alat reflektor cermin datar panel surya. Sudut reflektor panel surya yang diujicobakan yaitu sudut reflektor dengan besar sudut 0° (Tanpa Reflektor), 60°, dan 70°.

Waktu yang dilakukan dalam pengujian alat reflektor cermin datar sendiri dilakukan pada waktu optimal penyinaran cahaya matahari yaitu pukul 10:00 WIB hingga 14:45 WIB.

Tabel 4.5 Perbandingan Nilai Daya

Nilai Daya (Watt)									
Sudut	0°			60°			70°		
Waktu (WIB)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)
10.00 - 10.15	7.60	5.86	23	8.44	10.25	21	8.20	8.79	7
10.30 - 10.45	8.24	9.05	10	9.06	12.09	33	9.06	13.59	50
11.00 - 11.15	12.60	10.66	15	11.12	15.21	37	9.06	12.12	34
11.30 - 11.45	13.00	10.46	19	13.60	16.49	21	10.45	13.51	29
12.00 - 12.15	13.86	18.36	32	18.00	25.52	42	17.62	24.01	36
12.30 - 12.45	16.07	15.15	6	15.58	16.67	7	16.48	15.12	8
13.00 - 13.15	15.80	14.07	11	16.23	17.21	6	13.40	15.82	18
13.30 - 13.45	17.60	24.19	37	19.98	30.27	41	22.55	30.31	34
14.00 - 14.15	15.61	22.97	37	18.90	27.67	36	18.35	26.10	32
14.30 - 14.45	14.14	18.01	27	18.12	25.52	41	16.20	22.49	39
Rata-Rata	13.47	14.87	10	14.92	19.70	32	14.28	19.18	27

Pada hasil yang didapat melalui pengambilan data dari nilai daya dapat dilihat bahwa nilai error sensor yang didapat cukup besar. Besarnya error sensor yang didapat dikarenakan oleh nilai arus pada sensor mengalami lonjakan sesaat saat sinar matahari sangat cerah dalam waktu singkat atau tertutup awan dengan cepat yang menyebabkan hasil alat ukur tidak akurat, karena ketika pengambilan data dengan alat ukur membutuhkan waktu untuk mengatur *switch* dan juga kabel *prob* pada alat ukur namun nilai arus yang didapat pada sensor sangat cepat setiap detiknya. Oleh karena itu, nilai pada alat ukur terjadi perbedaan nilai meskipun pengukuran yang dilakukan pada waktu yang sama.

4.5 Perbandingan Nilai Intensitas Cahaya

Pengujian yang dilakukan berikutnya yaitu pengujian nilai intensitas cahaya pada ketiga sudut reflektor yang dilakukan pada hari yang dan waktu yang sama. Pengukuran nilai intensitas cahaya

sendiri menggunakan alat ukur lux. Tujuan dilakukannya perhitungan melalui pengukuran dengan alat ukur sendiri adalah untuk mengkalibrasi kerja sistem sensor apakah sudah sesuai dengan nilai alat ukur atau tidak. Pada hasil sensor didapat melalui data yang telah disimpan pada kartu SD yang terpasang pada alat reflektor cermin datar panel surya. Sudut reflektor panel surya yang diujicobakan yaitu sudut reflektor dengan besar sudut 0° (Tanpa Reflektor), 60° , dan 70° . Waktu pengujian alat reflektor cermin datar sendiri dilakukan pada waktu optimal penyinaran cahaya matahari yaitu pukul 10:00 WIB hingga 14:45 WIB.

Tabel 4.6 Perbandingan Nilai Intensitas Cahaya

Nilai Intensitas Cahaya (Kilo Lux)									
Sudut	0°			60°			70°		
Waktu (WIB)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)	Alat Ukur	Sensor	Error (%)
10.00 - 10.15	29.90	33.43	12	32.22	34.42	7	35.54	32.02	10
10.30 - 10.45	40.53	44.92	11	44.64	45.76	3	41.22	45.13	9
11.00 - 11.15	50.50	51.82	3	49.89	52.24	5	50.23	52.85	5
11.30 - 11.45	48.95	45.41	7	51.70	48.58	6	50.56	47.85	5
12.00 - 12.15	52.22	54.61	5	52.40	54.61	4	55.84	54.61	2
12.30 - 12.45	54.32	54.61	1	55.66	54.61	2	56.78	54.61	4
13.00 - 13.15	55.60	54.61	2	56.87	54.61	4	58.46	54.61	7
13.30 - 13.45	49.06	44.64	9	50.20	46.28	8	49.50	45.12	9
14.00 - 14.15	41.37	42.05	2	45.65	42.40	7	43.43	42.19	3
14.30 - 14.45	22.45	25.27	13	27.77	24.97	10	21.30	24.60	15
Rata-Rata	44.49	45.13	6	46.70	45.85	2	46.29	45.46	2

4.6 Hasil dan Analisa Reflektor Panel Surya

4.6.1 Nilai Daya Paling Optimal

Setelah dilakukan pengambilan data melalui dua metode yaitu dengan menggunakan alat ukur dan juga sistem sensor. Tujuan dari pengambilan data melalui pengukuran dengan alat ukur adalah untuk dijadikan perbandingan terhadap hasil sensor apakah system sensor yang ada pada alat telah sesuai dengan nilai sebenarnya atau tidak. Dengan hasil yang telah didapat melalui pengukuran nilai arus,

tegangan dan daya pada output panel surya maka telah dilakukan kalibrasi untuk mengetahui nilai error sensor, sementara itu nilai error yang didapat juga tidak begitu besar antara pengukuran dengan sensor. Dengan nilai error sensor yang tidak begitu besar maka hasil sensor yang dihasilkan dapat digunakan sebagai perbandingan seluruh nilai daya pada tiap jenis sudut reflektor.

Hasil perbandingan yang dihasilkan dilakukan pada waktu dan hari yang sama dengan kondisi cuaca cerah selama waktu optimal penyinaran matahari. Untuk mendapatkan data yang lebih spesifik pengambilan data yang dilakukan setaip 30 menit sekali pada ketiga sudut reflektor langsung. Pada nilai yang akan dibandingkan yaitu nilai daya output panel surya pada setiap jenis sudut reflektor. Karena pada perbandingan nilai daya sudah termasuk penjumlahan nilai arus dan tegangan, kemudian nilai perbandingan daya output yang dihasilkan merupakan tujuan yang ada pada penelitian ini. Untuk sudut yang dibandingkan adalah sudut 0° , 60° , dan 70° . Perbandingan nilai daya yang dihasilkan oleh 3 sudut reflektor terdapat pada grafik dibawah ini:

Pada data yang dihasilkan dapat dilihat perbandingan nilai daya output panel surya antara ketiga sudut reflektor yang berbeda. Nilai daya output yang dihasilkan dari ketiga sudut reflektor cukup bervariasi pada waktu yang berbeda, pada waktu pagi menjelang siang nilai daya output yang dihasilkan dari seluruh jenis reflektor menunjukkan nilai yang rendah namun mulai meningkat saat memasuki waktu tengah hari dan seluruh jenis reflektor daya output yang dihasilkan berangsur menurun pada pukul 14.00 WIB. Nilai rata-rata daya output terendah yang dihasilkan adalah pada saat penggunaan sudut reflektor 0° dengan rata-rata 14.87 Watt. Kemudian untuk nilai daya output tertinggi yang dihasilkan yaitu pada saat sudut reflektor 60° dengan nilai rata-rata daya output yang dihasilkan 19.70 Watt, nilai tersebut tidak berbeda jauh dengan rata-rata daya output yang dihasilkan oleh sudut reflektor 70° yaitu 19.18 Watt.

Dengan hasil pengambilan data tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan reflektor cermin datar pada panel surya

memberikan dampak pada daya output yang dihasilkan. Pada data yang dihasilkan dapat dilihat bagaimana penambahan reflektor cermin datar pada panel surya memberikan perbedaan, nilai daya yang dihasilkan menjadi lebih optimal pada saat reflektor 60° . Dan 70° namun peningkatan paling optimal yaitu pada saat sudut reflektor 60° . Peningkatan daya output yang dihasilkan pada saat reflektor panel surya dengan sudut 60° yaitu sebesar 32% dibandingkan dengan pada saat sudut reflektor 0° atau panel surya tanpa reflektor.

4.6.2 Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Nilai Daya Output

Pada penelitian yang dilakukan dengan alat reflektor panel surya juga dilengkapi dengan sensor intensitas cahaya. Tujuan adanya sensor intensitas cahaya adalah digunakan untuk mengetahui pengaruh nilai intensitas cahaya matahari terhadap nilai daya output yang dihasilkan oleh panel surya. Sensor intensitas cahaya yang digunakan juga telah dilakukan kalibrasi dengan alat ukur berupa lux meter untuk mengetahui besar kecilnya nilai error sensor yang dihasilkan, apabila error yang dihasilkan tidak begitu besar maka data yang didapat sudah bisa digunakan untuk perbandingan dengan nilai daya output yang dihasilkan. Untuk sudut reflektor yang akan dijasikan sebagai acuan antara nilai daya dengan nilai intensitas cahaya adalah reflektor sudut 60° , karena pada sudut tersebut nilai daya output yang dihasilkan oleh panel surya paling optimal dibanding dengan tanpa reflektor dan sudut reflektor 70° . Perbandingan nilai daya output dengan intensitas cahaya dapat dilihat pada grafik dibawah ini:

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai intensitas cahaya dapat mempengaruhi nilai daya output yang dihasilkan oleh panel surya. Ketika nilai intensitas cahaya meningkat maka nilai daya yang dihasilkan juga ikut meningkat seiring bertambahnya waktu. Nilai intensitas cahaya tertinggi yaitu pada saat nilai daya juga mencapai nilai tertinggi yaitu 46.28 Kilo Lux dan 30.27 Watt. Oleh karena itu, maka dengan hasil yang diperoleh berupa data pengujian dapat disimpulkan bahwa nilai intensitas cahaya berbanding lurus dengan nilai daya output panel surya yang dihasilkan.