

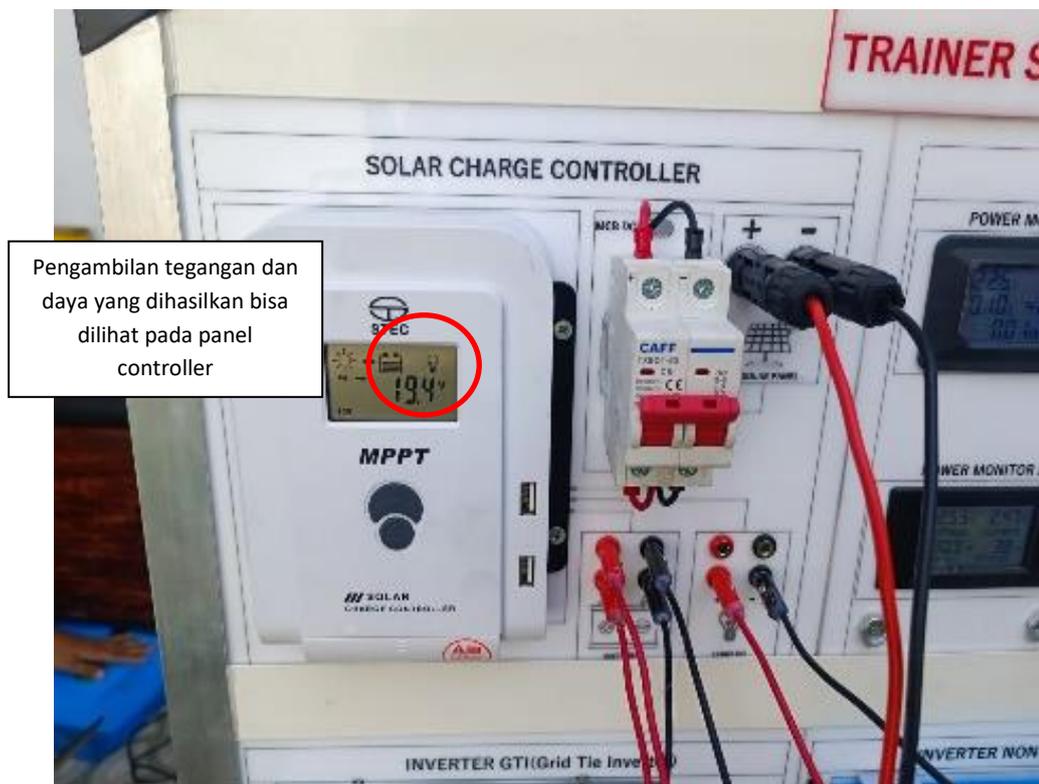
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Keluaran Daya Panel Surya

Berdasarkan hasil pengamatan berupa pengukuran yang telah dilakukan pada range waktu pagi hingga sore yaitu 08.00 – 16.00 WIB terhadap solar sel berkapasitas 100WP pada posisi panel dan temperatur yang dijaga sedemikian rupa, didapatkan hasil sebagai berikut :

Adapun disaat pengujian, range temperatur yang didapat pada saat penelitian didapatkan bahwa temperatu panel memiliki range 39-43 derajat selsius dan dengan daya max di 60 watt (19,4 V, 3,1A) seperti pada gambar berikut :



Gambar 4.1 Pengambilan Data Daya *Output* Panel Surya



Gambar 4.2 Pengambilan Data Temperatur Panel

Pada gambar 4.2 diatas, merupakan implementasi dari rencana pengambilan data dimana posisi panel surya ketika diberi variasi faktor dari sudut kemiringan menggunakan konsep pitagoras untuk menentukan arah bayangan jatuhnya titik sinar matahari terhadap permukaan panel surya. Pada gambar diatas terdapat beberapa titik sudut, yaitu pada sudut 70 derajat, 75 derajat, 80 derajat, 85 derajat, dan 0 derajat. Pada konsep pitagoras yang digunakan, ketika ingin mendapatkan sudut 70 derajat maka panel dapat diatur sudut kemiringannya sehingga cahaya jatuh pada titik 70 derajat seperti gambar diatas. Adapun bayangan yang terlihat yaitu pada titik 70 derajat sehingga sudut kemiringan terhadap arah datang matahari yaitu sebesar 70 derajat. Adapun suhu yang didapat menggunakan varabel bebas, pada saat pengujian didapat suhu sebesar 41 derajat *celcius*. Berikut data dari pengujian yang telah dilakukan ditunjukkan oleh tabel dibawah ini.

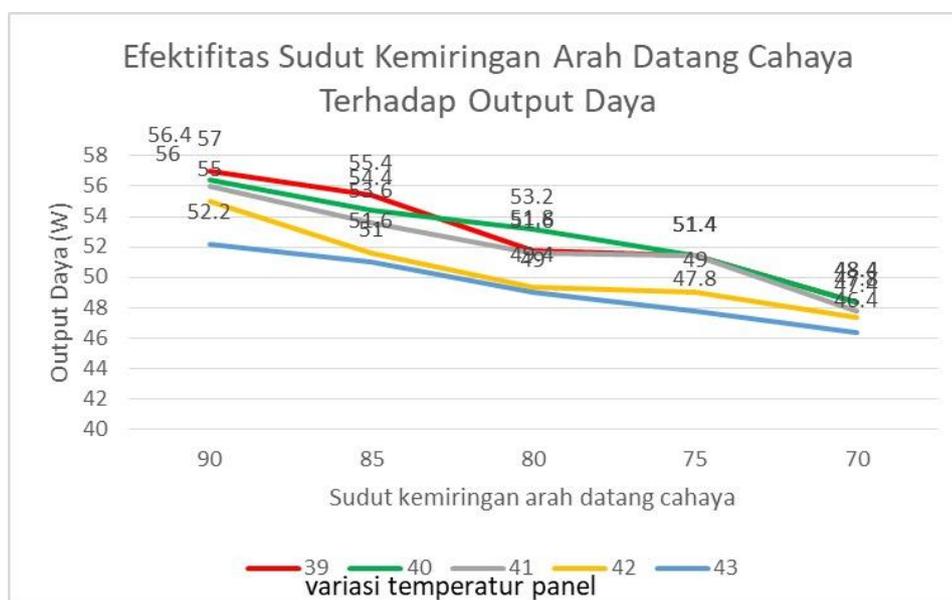
Tabel 4.1 Data Pengambilan Keluaran Daya Panel Surya

Tabel Daya Output Panel Surya (W)		Sudut Datang Cahaya (°)																									
		90°					85°					80°					75°					70°					
P u k u l	T e m p	39 °C	40 °C	41 °C	42 °C	43 °C	39 °C	40 °C	41 °C	42 °C	43 °C	39 °C	40 °C	41 °C	42 °C	43 °C	39 °C	40 °C	41 °C	42 °C	43 °C	39 °C	40 °C	41 °C	42 °C	43 °C	
		08. 00		54	53	54	53	50	53	52	53	50	50	49	52	51	48	48	49	50	51	49	47	47	47	47	47
10. 00		57	58	58	56	53	56	54	54	52	52	52	54	52	50	49	52	52	51	49	48	49	49	48	48	47	47
12. 00		60	58	58	56	54	57	56	55	53	52	55	54	53	51	50	53	53	52	50	49	50	49	49	49	47	47
14. 00		58	57	55	55	53	53	56	53	52	51	53	54	52	50	50	53	52	52	49	48	48	49	48	47	47	47
16. 00		56	56	55	55	51	55	54	53	51	50	50	52	50	48	48	50	50	51	48	47	48	48	47	46	46	46

Berdasarkan tabel diatas, pengambilan data dilakukan dengan replikasi sebanyak lima kali pengambilan data, yaitu pada saat pukul 08.00 pagi hari lalu dilanjutkan pada pukul 10.00 pagi, lalu pukul 12.00 siang, dilanjutkan pukul 14.00 siang dan 16.00 sore. Sedangkan faktor sudut datang cahaya matahari menggunakan variabel terikat yang sudah ditentukan dan faktor temperatur menggunakan variabel bebas yang didapat pada saat pengambilan data hasil percobaan.

4.2 Hubungan Sudut Arah Datang Cahaya Dengan Keluaran Daya

Adapun hubungan antara sudut kemiringan dari panel dengan keluaran daya yang diperoleh dari panel surya 100WT adalah sebagai berikut :



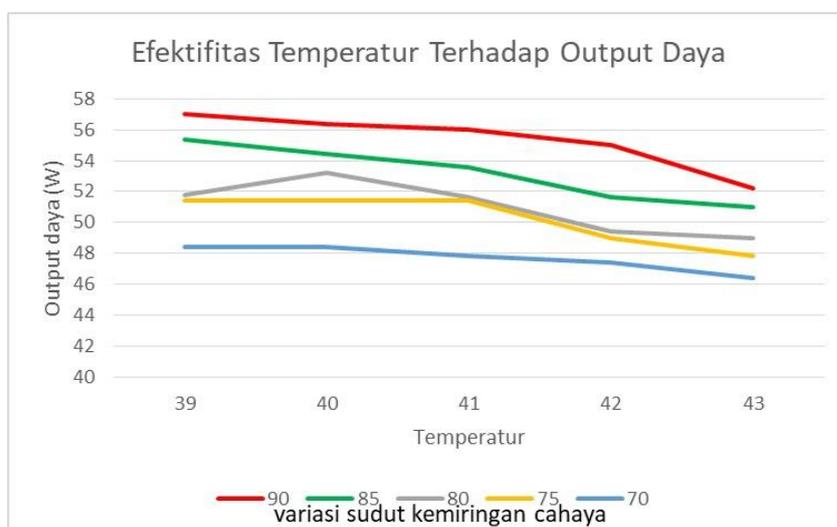
Gambar 4.3 Grafik Efektifitas Sudut Kemiringan Arah Datang Cahaya Terhadap *Output* Daya

Pada grafik tersebut terdapat lima garis yang menunjukkan variasi. Garis merah merupakan posisi sudut kemiringan ketika diberi temperatur 39⁰C. Garis

hijau merupakan posisi sudut kemiringan terhadap daya ketika diberi temperatur 40°C , begitu pula dengan garis lainnya. Grafik tersebut ditunjukkan rata-rata dari 5 pengambilan *sample* data, didapatkan variasi kemiringan arah datang cahaya yang menunjukkan semakin menurun seiring dengan sudut datang arah cahaya yang menjauhi nilai ketegak lurus dengan panel surya. Data yang dihasilkan sesuai dengan teori yang ada bahwa semakin membesar sudut datang matahari terhadap ketegak lurus panel, maka, daya yang akan dihasilkan semakin menurun.

4.3 Hubungan Temperatur panel dengan Keluaran Daya

Adapun hubungan antara temperatur panel dengan keluaran daya yang dihasilkan panel surya 100WT adalah sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik Efektifitas Temperatur Panel Terhadap *Output* Daya

Pada grafik diatas terdapat lima garis variasi. Garis merah menunjukkan pengaruh temperatur terhadap daya ketika diberi sudut 90. Garis hijau menunjukkan pengaruh temperatur terhadap daya ketika diberi sudut 85. Garis abu-abu menunjukkan pengaruh temperatur terhadap daya ketika diberi sudut 80.

Garis kuning menunjukkan pengaruh temperatur terhadap daya ketika diberi sudut 75. Garis biru menunjukkan pengaruh temperatur terhadap daya ketika diberi sudut 70. Pada grafik tersebut ditunjukkan bahwa dari data penelitian, rata-rata dari lima pengambilan sample data, didapatkan dengan meningkatnya variasi temperatur panel menunjukkan penurunan *output* daya dari panel surya tersebut. Berdasarkan data yang dihasilkan dapat dibentuk grafik seperti gambar diatas, maka dari itu dapat diketahui grafik yang terbentuk sesuai dengan teori yang ada yang mana semakin meningkatnya temperatur, maka, daya yang akan dihasilkan semakin menurun (berbanding terbalik).

4.4 Hasil Perhitungan Signifikansi Faktor-faktor Pengaruh

Dari data dihasilkan pada pengujian menggunakan dua faktor yaitu faktor temperatur dan faktor sudut arah datangnya cahaya matahari terhadap daya *output* panel surya. Secara analisa *trend* dihasilkan antara setiap faktor tersebut, pengaruh sudut datang cahaya, menunjukkan hasil rata-rata semakin menjauhi ketegak lurus terhadap panel surya, *output* daya yang dihasilkan akan semakin mengecil. Faktor kedua yaitu faktor temperatur, semakin meningkat temperatur panel, *output* daya semakin menurun, dengan korelasi berbanding terbalik. Akan tetapi perlu dilakukan pengujian signifikansi pengaruh dari faktor-faktor tersebut terhadap *output* daya panel surya menggunakan metode statistik sehingga dapat diketahui signifikansi pengaruh faktor-faktor tersebut serta korelasi antar kedua faktor serta faktor mana yang paling berpengaruh terhadap *output* daya yang diperoleh oleh panel surya 100WP ini. Adapun cara statistik yang dipakai adalah

Two-way anova (Analisa varian dua arah). Pada metode Anova dua arah yang dilakukan dua arah ini menggunakan sebanyak lima replikasi pengambilan data dengan lima variabel bebas dari faktor temperatur serta lima variabel terikat dari faktor sudut kemiringan arah datangnya matahari. Kemudian data yang dihasilkan diolah ke dalam tabel dan dapat diolah menggunakan metode Anova dua arah. Berikut hasil pengujian statistik anova 2 arah yang dilakukan :

Tabel 4.2 Data Hasil Pengukuran

Tabel Daya Output Panel Surya (W)		Faktor B (j) Temperatur Panel ($^{\circ}$ C)					Y _{i...} (W)
		39 $^{\circ}$ C	40 $^{\circ}$ C	41 $^{\circ}$ C	42 $^{\circ}$ C	43 $^{\circ}$ C	
Faktor A (i) Sudut Kemiringan Panel ($^{\circ}$)	90 $^{\circ}$	54	53	54	53	50	1383
		57	58	58	56	53	
		60	58	58	56	54	
		58	57	55	55	53	
		56	56	55	55	51	
	85 $^{\circ}$	53	52	53	50	50	1330
		56	54	54	52	52	
		57	56	55	53	52	
		56	56	53	52	51	
		55	54	53	51	50	
	80 $^{\circ}$	49	52	51	48	48	1275
		52	54	52	50	49	
		55	54	53	51	50	
		53	54	52	50	50	
		50	52	50	48	48	
	75 $^{\circ}$	49	50	51	49	47	1255
		52	52	51	49	48	
		53	53	52	50	49	
		53	52	52	49	48	
		50	50	51	48	47	
70 $^{\circ}$	47	47	47	47	45	1192	
	49	49	48	48	47		
	50	49	49	49	47		
	48	49	48	47	47		
	48	48	47	46	46		
y.j. (W)		1320	1319	1302	1262	1232	y... 5115

Keterangan :

$$a = 5$$

$$b = 5$$

$$n = 5$$

confidensial level = 95%

Pada tabel diatas, pengambilan data (n) dilakukan sebanyak lima kali dengan faktor (a) yaitu faktor kemiringan sudut sebanyak lima kali dengan variabel terikat sedangkan faktor (b) yaitu faktor temperatur sebanyak lima kali dengan variabel bebas. *Confidential level* sebesar 95% sesuai dengan standard *engineering* yang ada.

Perhitungan pertama dilakukan dengan pengukuran Sum of Square (SS) faktor a.

$$SS_A = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y_i^2 - \frac{y^2}{abn} \quad (4.1)$$

$$SS_A = \frac{1}{5 \times 5} (1383^2 + 1330^2 + 1275^2 + 1255^2 + 1192^2) - \frac{6435^2}{5 \times 5 \times 5}$$

$$SS_A = 850,32$$

Pada faktor kemiringan memiliki DOF

$$DOF_A = a - 1 \quad (4.2)$$

$$DOF_A = 5 - 1$$

$$DOF_A = 4$$

Sehingga didapat Mean Square dari Faktor a adalah

$$MSA_A = SS_A / DOF_A \quad (4.3)$$

$$MSA_A = 850,32/4$$

$$MSA_A = 212,58$$

Perhitungan kedua dilakukan dengan pengukuran Sum of Square (SS)

faktor b.

$$SS_B = \frac{1}{an} \sum_{an}^b y_j^2 - \frac{y^2}{abn} \quad (4.4)$$

$$SS_B = \frac{1}{5 \times 5} (1320^2 + 1319^2 + 1302^2 + 1262^2 + 1232^2) - \frac{6435^2}{5 \times 5 \times 5}$$

$$SS_B = 239,52$$

Pada faktor temperature (b) memiliki DOF

$$DOF_B = b - 1 \quad (4.5)$$

$$DOF_B = 5 - 1$$

$$DOF_B = 4$$

Sehingga didapat Mean Square dari Faktor b adalah

$$MSA_B = SS_B / DOF_B \quad (4.6)$$

$$MSA_B = 239,52/4$$

$$MSA_B = 59,88$$

Perhitungan ketiga dilakukan dengan pengukuran Sum of Square (SS)

interaksi.

$$SS_{interaksi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y^2}{abn} - SS_A - SS_B \quad (4.7)$$

$$SS_{interaksi} = \frac{1}{5} (285^2 + 282^2 + 280^2 + 275^2 + 261^2 + 277^2 + \dots + 232^2) - \frac{6435^2}{5 \times 5 \times 5} - 850,32 - 239,52$$

$$SS_{interaksi} = 34,56$$

Pada faktor interaksi memiliki DOF

$$DOF_{interaksi} = (a - 1)(b - 1) \quad (4.8)$$

$$DOF_{interaksi} = (5 - 1)(5 - 1)$$

$$DOF_{interaksi} = 16$$

Sehingga didapat Mean Square dari Faktor interaksi adalah

$$MSA_{interaksi} = SS_{interaksi} / DOF_{interaksi} \quad (4.9)$$

$$MSA_{interaksi} = 34,56/16$$

$$MSA_{interaksi} = 2,16$$

Perhitungan keempat dilakukan dengan pengukuran Sum of Square (SS)

Total.

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk}^2 - \frac{y^2}{abn} \quad (4.10)$$

$$SS_T = (54^2 + 57^2 + 60^2 + \dots + 47^2 + 47^2 + 46^2) - \frac{6435^2}{5 \times 5 \times 5}$$

$$SS_T = 1315,2$$

Pada faktor total memiliki DOF

$$DOF_T = abn - 1 \quad (4.11)$$

$$DOF_T = 5 \times 5 \times 5 - 1$$

$$DOF_T = 124$$

Sehingga didapat Mean Square dari Faktor total adalah

$$MSA_T = SS_T / DOF_T \quad (4.12)$$

$$MSA_T = 1315,2/124$$

$$MSA_T = 10,60$$

Perhitungan terakhir dilakukan dengan pengukuran Sum of Square (SS) error.

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{interaksi} \quad (4.13)$$

$$SS_E = 1315,2 - 850,32 - 239,52 - 34,56$$

$$SS_E = 190,8$$

Pada faktor error memiliki DOF

$$DOF_E = ab(n - 1) \quad (4.14)$$

$$DOF_E = 5 \times 5(5 - 1)$$

$$DOF_E = 100$$

Sehingga didapat Mean Square dari Faktor error adalah

$$MSA_E = SS_E / DOF_E \quad (4.15)$$

$$MSA_E = 190,8/100$$

$$MSA_T = 19,08$$

Sehingga didapatkan Fo Hitung dari masing-masing faktor yaitu :

Untuk faktor kemiringan Cahaya (A)

$$Fo_A = MSA_A / MS_{error} \quad (4.16)$$

$$Fo_A = \frac{212,58}{1,908} = 111,41$$

Untuk faktor temperature (B)

$$Fo_B = MSA_B / MS_{error} \quad (4.17)$$

$$Fo_B = \frac{59,88}{1,908} = 31,38$$

Untuk faktor interaksi

$$Fo_{interaksi} = MSA_{interaksi} / MS_{error} \quad (4.18)$$

$$F_{o_{interaksi}} = \frac{2,16}{1,908} = 1,13$$

Hasil hipotesis signifikan adanya pengaruh faktor atau tidak dapat dicari dengan membandingkan F_o hitung diatas dengan F_o standar acuan yang didapat dari tabel (tabel terlampir), dengan kriteria sebagai berikut :

$$F_{o_{tabel}} = F_{o(a,dof faktor,dof error)} \quad (4.19)$$

Dengan konsiderasi mengacu pada standard engineering, nilai konfidensial (α) sebesar 95% ($\alpha=0.05$), maka didapat pada tabel F_o tabel sebesar :

Faktor A

$$F_{o_{tabel}} = F_{o(0.05,4,100)} = 2,47$$

Faktor B

$$F_{o_{tabel}} = F_{o(0.05,4,100)} = 2,47$$

Faktor interaksi

$$F_{o_{tabel}} = F_{o(0.05,16,100)} = 1,762$$

Faktor A merupakan faktor kemiringan sudut, faktor B merupakan faktor temperatur, sedangkan faktor interaksi merupakan faktor untuk mengetahui adanya saling keterkaitan antara faktor A dan faktor B, sehingga dapat ditentukan hipotesa yang diterima H_o diterima jika F_o hitung lebih kecil dari pada F_o tabel, dan sebaliknya jika F_o hitung lebih besar daripada F_o tabel maka hipotesa yang diterima H_1 . Rangkuman perhitungan ada di tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan ANOVA

Faktor	Formula <i>Sum of square</i>	<i>Sum of square</i>	Formula DOF	DOF	Formula <i>Mean square</i>	<i>Mean square</i>	Form ula Fo	Fo	F tabel $F_{\alpha, dof\ Faktor, dof\ error}$
Kemiri-ngan	$SS_A = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y_i^2 - \frac{y^2}{abn}$	850.32	a-1	4	SSA/dof a	212.58	MSA/ MSE	111.41	2.48
Temper-atur	$SS_B = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b y_j^2 - \frac{y^2}{abn}$	239.52	b-1	4	SSB/dof b	59.88	MSB/ MSE	31.38	2.48
<i>Interact-ion</i>	$SS_{interaksi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y^2 \dots}{abn} - SS_A - SS_B$	34.56	(a-1)(b-1)	16	SSI/dof i	2.16	MSI/ MSE	1.13	1.76
<i>Error</i>	$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{interaksi}$	190.8	Ab (n-1)	100	SSE/dof e	1.908	-	-	-
Total	$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk}^2 - \frac{y^2}{abn}$	1315.2	abn-1	124	SST/dof total	10.6065	-	-	-

Dari tabel 4.3, didapatkan hasil Fo perhitungan dari Faktor kemiringan dan faktor Temperatur berturut-turut bernilai 111,41 dan 31,38. Dengan menggunakan Fo standar acuan dari tabel didapatkan untuk Fo tabel Faktor kemiringan dan faktor temperatur

adalah 2,47. Dari perhitungan tersebut menunjukkan bahwa F_o perhitungan trial memiliki nilai lebih besar dari pada F_o acuan std, sehingga dapat disimpulkan faktor kemiringan dan faktor temperatur mempengaruhi hasil *output* panel surya secara signifikan, sehingga faktor tersebut perlu dilakukan kontrol untuk mendapatkan *output* daya panel surya yang optimal.

Dari data trial juga didapatkan bahwa F_o interaksi faktor sebesar 1,13, sedangkan F_o standar tabel bernilai 1,762. Dari data tersebut didapatkan bahwa F_o data trial < F_o standar tabel, dimana dapat disimpulkan dari penelitian yang dilakukan, tidak ada interaksi antara faktor kemiringan datangnya arah cahaya dengan faktor temperatur. Kedua faktor tersebut tidak memiliki korelasi yang signifikan.