



Analisa Pengaruh Intensitas Cahaya Dan Luas *Solar Cell* Terhadap Penggerak Pompa Air Akuarium

Irfan Hanif K, Ipung Budi S, Ninik Martini

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: ipungbudisetiyono041297@gmail.com
ipanlalala85@gmail.com

ABSTRAK

Cahaya matahari di dunia sangat melimpah, sebagai contoh di Indonesia yang mempunyai negara tropis dan cahayanya sangat melimpah, jadi sangat cocok untuk di aplikasikan di Indonesia. Salah satu pemanfaatan cahaya matahari yaitu dengan sel surya. Untuk mengoptimalkan kerja sel surya peneliti memfokuskan penelitian pada pengaruh luas solar cell dan waktu pemakaian terhadap energi yang di hasilkan untuk pompa akuarium.

Dari variasi yang saya gunakan 10wp sebanyak 3 panel, dengan cara menggabungkan panel, percobaan panel 1 minggu I waktu 9 jam, panel 2 minggu ke II waktu 9 jam, panel 3 Minggu ke III waktu 9 jam, dengan luasan solar cell 415 x 245 x 20 mm, 415 x 290 x 20 mm, 415 x 535 x 20 mm.

Hasil yang didapat bahwa daya paling terbesar di hasilkan pada penggunaan panel 3, di karenakan panel 3 menghasilkan yaitu 132 watt selama 9 jam.

Kata Kunci : *Solar cell, Pompa air akuarium, Luasan panel surya*

PENDAHULUAN

Energi terbarukan mulai mendapat hasil di tahun 1941 di Japan, salah satunya energi surya. Cahaya matahari di dunia sangat melimpah, sebagai contoh di Indonesia yang mempunyai negara tropis dan cahayanya sangat melimpah, jadi sangat cocok untuk di aplikasikan di Indonesia. Sinar matahari memiliki keuntungan di antaranya energi panas yang di hasilkan dari pagi hingga menjelang sore.

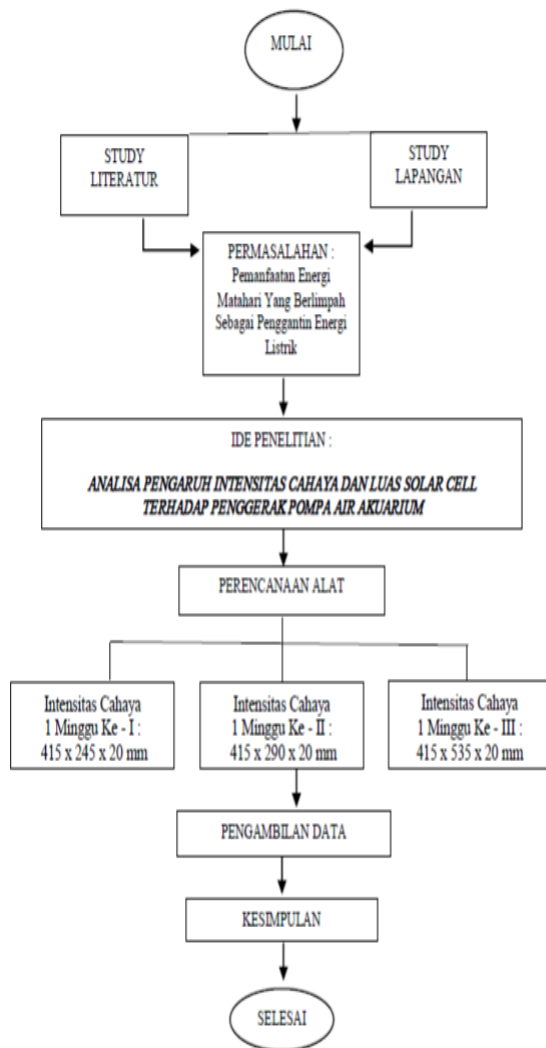
Energi matahari ini merupakan energi terbarukan, Keuntungan energi terbarukan panel surya yaitu sangat ramah lingkungan. Energi matahari tidak akan membuat limbah atau yang biasa di sebut pencemaran lingkungan. Tidak dengan jangka yang pendek atau jangka yang panjang . Selain akan ramah lingkungan dan tidak terbatas, sumber energi matahari ini tersedia

berlimpah banyak dan dapat di peroleh secara gratis. Hanya perlu memakai sesuai dengan kebutuhan dan mengolahnya menjadi energi terbarukan yang siap pakai dengan gratis. Tapi tenaga surya mempunyai sedikit kekurangan yaitu energi yang dihasilkan tergantung pada panas cahaya matahari bila cuaca sedang mendung atau hujan dan pada waktu malam hari solar cell tidak bisa bekerja karena membutuhkan cahaya, karena panel surya akan merespon/bekerja bila ada cahaya matahari yang masuk.

Sehingga diperlukan suatu alat untuk menyimpan energi berupa baterai atau aki sebagai alat yang disaat mendung atau disaat malam hari. Banyak akan manfaat yang bisa di gunakan untuk kehidupan sehari-hari, peneliti memberi contoh, salah satunya yaitu pompa air akuarium yang di gunakan terus menerus akan membuat tagihan listrik naik.

Skema penelitian kami di bawah ini.

PROSEDUR EKSPERIMEN



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Gambaran Umum Alur Rancangan Penelitian

Dari penelitian yang kita lakukan sekarang, intensitas cahaya matahari akan di serap oleh panel surya .

Kemudian energy listrik akan di simpan dalam batrai yang terhubung dengan PWM Solar controler charger,dari controler charger ke power inverter energy akan di rubah (AC).Kemudian energy listrik tersebut akan disalurkan ke pompa akuarium



Gambar 2. Skema Penelitian

Keterangan Gambar

1. Panel Surya
2. PWM Solar Charger Controler
3. Baterai/aki
4. Avo Meter
5. Power Inverter
6. Pompa Aquarium

Persamaan yang akan digunakan :

Daya energi listrik yang dihasilkan oleh *soal cell* merupakan hasil perkalian dari tegangan panel dan besarnya arus panel. Rumus tersebut ditunjukkan pada persamaan 1, sedangkan hasil rata - rata daya panel surya yang dihasilkan selama titik pengujian ditunjukkan rumus pada persamaan 2.

Persamaan 1 :

$$P = V \cdot I \quad (1)$$

Dengan:
 P = Daya keluaran (Watt)
 V = Tegangan keluaran (Volt)
 I = Arus (Ampere)

Persamaan 2 :

$$P_{\text{rerata}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (2)$$

Persamaan untuk cara menghitung metode radiasi dinyatakan hasil hukum Stefan Boltzmann, yaitu :

$$P = e \sigma A T^4 \quad (3)$$

Dengan :

P = daya yang diradiasikan (watt).

e = emisivitas suatu benda.

σ = konstanta Stefan ($5,6703 \times 10^{-8}$ W/m²K⁴).

A = luas sebuah benda yang memancarkan radiasi (m²)

T = suhu mutlak (K)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil percobaan kita saat pengujian menggunakan 3 solar cell 10wp dengan ukuran 415 x 245 x 20 mm, 415 x 290 x 20 mm, 415 x 535 x 20 mm dengan jarak waktu perjam, selama 3 minggu.

Data Hasil Percobaan Panel Berukuran 415 x 245 x 20 mm

Jam	Pengukuran Intensitas Cahaya (Lumen)					
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6
08.00	8484	5560	7648	1222	2531	4567
09.00	7421	7365	7987	2311	2549	6993
10.00	8077	7662	8943	1524	2312	7957
11.00	8484	6503	8690	2331	2210	9532
12.00	8952	6790	7211	1098	2753	8745
13.00	5766	8780	8763	2880	2909	8490
14.00	6909	8908	8710	2779	2676	7332
15.00	3107	8489	7899	1119	1611	8094
16.00	1474	6988	2433	1087	1211	7234

Hasil Pengukuran Intensitas Matahari selama 6 hari.

Jam	Pengukuran Tegangan Dan Arus											
	Hari Ke 1		Hari Ke 2		Hari ke 3		Hari ke 4		Hari Ke 5		Hari Ke 6	
	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)
08.00	12,07	2,8	12,02	0,2	12,21	1,9	12,01	0,5	12,20	1,2	12,01	2,6
09.00	12,09	3,2	12,24	1,2	12,29	2,6	12,04	0,8	12,10	1,5	12,26	4,3
10.00	12,20	4,1	12,20	1,9	12,30	2,9	12,02	0,5	12,02	1,7	12,39	5,6
11.00	12,34	4,5	12,12	2,5	12,32	3,1	12,01	0,9	12,08	2,6	12,39	6,0
12.00	12,37	4,2	12,30	2,9	12,19	3,4	11,93	0,2	12,04	2,1	12,20	0,6
13.00	12,40	4,1	12,33	3,8	12,24	3,0	12,01	0,8	12,10	2,6	12,46	0,3
14.00	12,35	4,0	12,27	3,2	12,21	2,7	12,04	0,3	12,13	2,9	12,21	2,8
15.00	12,20	3,2	12,15	2,7	12,19	2,5	12,08	0,6	12,08	1,9	12,34	1,7
16.00	12,25	1,4	12,17	2,0	12,07	1,6	12,04	0,3	12,15	1,4	12,30	0,6

Perhitungan tegangan dan arus solar cell
 $P = V.I$ (1)

Jam	Perhitungan Daya (Watt)					
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6
08.00	33,7	2,4	23,1	6,0	14,6	31,2
09.00	38,6	14,6	39,9	9,6	18,1	52,7
10.00	50,0	23,1	35,6	6,0	20,4	69,3
11.00	55,5	30,3	3,1	10,8	31,4	74,3
12.00	51,9	35,6	41,4	2,3	35,2	7,3
13.00	50,8	46,8	36,7	9,6	31,4	3,7
14.00	49,4	39,2	32,9	3,6	35,1	34,1
15.00	39,0	32,8	30,4	7,2	22,9	20,9
16.00	17,1	24,3	19,3	3,6	17,0	7,3
Rata-Rata	42,8	27,6	29,1	6,5	32,5	33,4

Peritungan daya soal cell rata-rata

$$P_{\text{rata}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (2)$$

Data Hasil Percobaan Panel Berukuran 415 x 290 x 20 mm

Jam	Pengukuran Intensitas Cahaya (Lumen)					
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6
08.00	2786	7702	5422	5329	2627	5282
09.00	3976	6892	5633	8917	1673	7747
10.00	6782	7815	7342	6109	5928	7815
11.00	5762	8920	8112	7067	7627	6334
12.00	8044	9821	8022	8402	8189	9872
13.00	8550	9177	8229	7652	4722	9863
14.00	8044	7771	7458	6859	4950	6523
15.00	8211	6834	6444	7600	2085	7722
16.00	7490	7202	5124	5728	3714	3221

Hasil Pengukuran Intensitas Matahari selama 6 hari.

Jam	Pengukuran Tegangan Dan Arus											
	Hari Ke 1		Hari Ke 2		Hari ke 3		Hari ke 4		Hari Ke 5		Hari Ke 6	
	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)
08.00	12,12	3,5	12,15	3,8	12,34	3,0	12,20	3,4	12,43	3,7	12,20	3,1
09.00	12,25	4,2	12,44	6,9	12,87	6,9	12,34	3,9	12,55	3,8	12,33	3,5
10.00	12,95	7,9	12,64	10,1	12,80	7,2	12,43	5,2	12,57	4,8	12,43	4,2
11.00	12,76	7,2	12,47	9,9	12,87	7,9	12,52	7,1	12,88	6,4	12,77	6,9
12.00	12,89	9,0	12,88	9,2	12,99	9,0	12,78	7,3	12,90	6,9	12,96	9,1
13.00	12,67	8,4	12,93	8,9	13,20	10,4	12,80	9,1	13,43	9,2	13,21	8,7
14.00	12,70	8,7	13,12	7,0	13,09	10,7	12,91	8,5	13,08	8,1	12,60	7,2
15.00	12,72	6,4	13,25	5,1	12,79	8,4	13,09	7,1	12,20	7,8	12,20	6,2
16.00	12,90	2,1	13,19	2,9	12,45	7,1	12,52	7,2	12,31	3,4	12,04	3,2

Pengukuran Tegangan Solar Cell 2 selama 6 hari

Perhitungan tegangan dan arus
 $P = V.I$ (1)

Jam	Perhitungan Daya (Watt)					
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6
08.00	42,4	46,1	37,0	41,4	45,9	37,8
09.00	51,4	85,8	88,8	48,1	47,6	43,1
10.00	102,3	127,6	89,6	64,6	60,3	52,2
11.00	91,8	123,4	101,6	88,8	82,4	88,1
12.00	116,0	118,4	116,9	93,2	89,0	117,9
13.00	106,4	115,0	137,2	116,4	123,5	114,9
14.00	110,4	91,8	140,0	109,7	105,9	90,7
15.00	81,4	67,5	107,4	92,9	95,1	75,6
16.00	27,0	38,2	88,3	90,1	41,8	38,5
Rata-rata	121,5	90,4	100,7	82,8	76,8	73,2

Peritugan daya solar cell rata-rata

$$P_{\text{rerata}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (2)$$

Data Hasil Percobaan Panel Berukuran 415 x 535 x 20 mm

Jam	Pengukuran Intensitas Cahaya (Lumen)					
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6
08.00	4135	1573	6332	1743	2179	3218
09.00	5356	1523	8772	1632	2210	2854
10.00	6941	1963	6641	1084	3221	5894
11.00	9780	2652	5443	4320	1986	4213
12.00	3689	2094	7098	2306	1096	1343
13.00	1064	2423	9422	2334	2112	3453
14.00	1754	2644	9780	1440	1187	4313
15.00	1524	2523	5509	3422	1008	4334
16.00	1967	1574	5322	2342	1097	2432

Hasil Pengukuran Intensitas Matahari selama 6 hari

Jam	Pengukuran Tegangan Dan Arus											
	Hari Ke 1		Hari Ke 2		Hari ke 3		Hari ke 4		Hari Ke 5		Hari Ke 6	
	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)
08.00	12,80	8,4	12,77	7,5	13,20	10,2	12,74	9,8	12,22	9,0	12,38	8,1
09.00	12,95	8,8	13,02	6,5	13,43	11,4	12,20	9,7	13,10	10,2	12,63	8,5
10.00	12,88	8,5	13,02	10,1	13,29	11,1	12,65	8,1	13,08	10,0	12,75	9,0
11.00	12,70	7,5	15,72	13,8	12,44	10,1	12,78	8,8	12,89	9,9	12,81	9,4
12.00	12,89	10,2	12,88	8,9	12,75	9,4	12,89	9,3	12,80	9,8	12,90	9,9
13.00	12,70	8,4	12,93	9,9	13,34	9,8	12,73	8,4	13,02	10,1	12,86	8,5
14.00	12,83	8,6	13,25	13,8	13,70	11,3	12,93	8,9	12,70	10,1	12,88	8,8
15.00	12,20	7,8	12,39	9,2	12,22	9,3	12,80	8,9	12,60	9,7	12,62	8,1
16.00	12,39	8,0	13,19	7,0	12,39	9,1	12,78	8,0	12,46	9,8	12,14	8,0

Pengukuran Tegangan dan arus Solar Cell 3 selama 6 hari

Perhitungan tegangan dan arus solar cell

$$P = V \cdot I \quad (1)$$

Jam	Perhitungan Daya (Watt)					
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6
08.00	107,5	95,7	134,6	124,8	109,9	100,2
09.00	113,9	84,6	153,1	118,3	133,6	107,3
10.00	109,4	131,5	147,5	102,4	130,8	114,7
11.00	95,2	216,9	125,6	112,4	127,6	120,4
12.00	131,4	114,6	119,8	119,8	125,4	127,7
13.00	106,6	128,0	130,7	106,9	131,5	109,3
14.00	110,3	182,2	154,8	114,3	128,2	113,3
15.00	95,1	113,9	113,6	113,9	122,2	102,2
16.00	99,1	92,3	112,7	102,2	122,1	97,1
Rata-rata	107,6	128,8	132,4	112,7	125,7	110,2

Peritugan daya solar cell rata-rata

$$P_{\text{rerata}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (2)$$

Grafik Perbandingan Daya Dan Intensitas Cahaya Untuk Panel 1



Perbandingan Grafik Panel dan Intensitas Cahaya

Pada garis biru menunjukan panel 1 dimana penelitian dari jam 08.00 sampai dengan jam 16.00 memperoleh daya terbesar 55.5 watt di jam 11.00. Dan intensitas cahaya terbesar di jam 12.00 dengan lumen 8952.

Grafik Perbandingan Daya Dan Intensitas Cahaya Untuk Panel 2



Perbandingan Grafik Panel dan Intensitas Cahaya

Pada garis jingga menjukukan panel 2 dimana penelitian dari jam 08.00 sampai

dengan jam 16.00 memperoleh daya terbesar 116.0 watt di jam 12.00 dengan lumen 8044 dan penurunan daya di karenakan mendung dengan perolehan lumen 5762 di jam 11.00 memperoleh daya 91.8 watt dan di jam 13.00 memperoleh daya 106.4 watt.

Grafik Perbandingan Daya Dan Intensitas Cahaya Untuk Panel 3



Perbandingan Grafik Panel dan Intensitas Cahaya

Pada garis abu" menunjukkan panel 3 dimana penelitian dari jam 08.00 sampai 16.00 memperoleh daya sebesar 154,8 watt di jam 14.00 dengan lumen 154,8 dan mendapat penuruan daya di karenakan mendung di jam 12.00 memperoleh daya 119.8 watt dengan lumen 7098.

Kami selaku peneliti mendapatkan hasil panel 1 ukuran 415 x 245 x 20 mm, panel 2 berukuran 415 x 290 x 20 mm dan panel 3 berukuran 415 x 535 x 20 mm. mendapatkan peningkatan daya yang cukup besar setiap penambahan panel.

Data Hasil Percobaan Temperatur Panel Berukuran 415 x 245 x 20 mm.

Jam	Temperatur Panel dan Temperatur Lingkungan											
	Hari 1		Hari 2		Hari 3		Hari 4		Hari 5		Hari 6	
	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)
08.00	30°	30°	30°	30°	32°	30°	31°	30°	32°	30°	30°	31°
09.00	30°	30°	31°	30°	32°	30°	31°	30°	31°	30°	34°	32°
10.00	30°	30°	30°	30°	35°	32°	31°	30°	31°	30°	35°	32°
11.00	34°	32°	30°	30°	35°	32°	31°	30°	31°	30°	35°	32°
12.00	34°	32°	31°	30°	33°	32°	30°	30°	32°	30°	31°	32°
13.00	35°	32°	35°	32°	35°	32°	31°	30°	32°	31°	36°	32°
14.00	33°	32°	35°	32°	35°	33°	31°	30°	32°	30°	33°	32°
15.00	32°	30°	33°	32°	33°	31°	30°	30°	31°	30°	30°	31°
16.00	31°	30°	31°	30°	32°	31°	30°	29°	30°	30°	32°	31°
Rata-rata	32,1°	30,8°	31,7°	30,6°	33,5°	31,4°	30,6	29,8°	31,3	30,1°	32,6°	31,6°

Temperatur Panel dan Temperatur Lingkungan.

Perhitungan Radiasi

$$P = \epsilon \sigma AT^4 \quad (3)$$

Data Hasil Percobaan Temperatur Panel Berukuran 415 x 290 x 20 mm

Jam	Temperatur Panel dan Temperatur Lingkungan											
	Hari 1		Hari 2		Hari 3		Hari 4		Hari 5		Hari 6	
	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)
08.00	30°	30°	32°	30°	32°	30°	30°	30°	30°	30°	32°	30°
09.00	30°	29°	33°	30°	33°	30°	34°	32°	30°	29°	34°	32°
10.00	31°	29°	35°	31°	34°	31°	33°	30°	32°	30°	34°	32°
11.00	35°	32°	34°	31°	34°	31°	33°	30°	34°	32°	34°	32°
12.00	34°	32°	35°	32°	34°	32°	35°	32°	35°	32°	35°	32°
13.00	34°	32°	34°	32°	33°	31°	33°	31°	33°	32°	35°	32°
14.00	33°	31°	33°	31°	33°	30°	33°	31°	32°	30°	35°	32°
15.00	33°	31°	32°	30°	33°	30°	32°	31°	32°	30°	32°	30°
16.00	32°	31°	33°	30°	32°	30°	32°	30°	31°	30°	32°	30°
Rata-rata	32,4°	30,7°	33,3°	30,7°	33,1°	30,5°	32,7°	30,7°	32,1°	30,5°	33,6°	31,3°

Temperatur Panel dan Temperatur Lingkungan.

Perhitungan Radiasi

$$P = \epsilon \sigma AT^4 \quad (3)$$

Data Hasil Percobaan Temperatur Panel Berukuran 415 x 535 x 20 mm.

Jam	Temperatur Panel dan Temperatur Lingkungan											
	Hari 1		Hari 2		Hari 3		Hari 4		Hari 5		Hari 6	
	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)	T.P (C°)	T.L (C°)
08.00	32°	30°	30°	29°	34°	32°	30°	29°	31°	30°	31°	30°
09.00	33°	30°	30°	29°	35°	33°	30°	29°	31°	30°	30°	29°
10.00	34°	31°	31°	30°	34°	32°	30°	30°	32°	31°	33°	32°
11.00	36°	32°	31°	30°	33°	31°	32°	30°	30°	29°	32°	31°
12.00	31°	30°	30°	29°	35°	33°	31°	30°	30°	29°	30°	29°
13.00	30°	30°	31°	30°	36°	34°	31°	30°	31°	30°	32°	31°
14.00	30°	30°	31°	30°	36°	34°	31°	30°	30°	29°	33°	32°
15.00	30°	30°	30°	29°	33°	31°	31°	30°	29°	29°	33°	32°
16.00	31°	30°	30°	29°	33°	31°	30°	29°	29°	30°	30°	30°
Rata-rata	31,8°	30,3°	30,4°	29,5°	34,3°	32,3°	30,4°	29,6°	30,3°	29,6°	31,5°	30,6°

Temperatur Panel dan Temperatur Lingkungan.

Perhitungan Radiasi

$$P = \epsilon \sigma AT^4 \quad (3)$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian panel solar dengan luasan 415 x 245 x 20 mm, 415 x 290 x 20 mm, 415 x 535 x 20 mm dan inverter dan pengisi bataerai Battery Change) didapat beberapa simpulan seperti berikut ini :

1. Intensitas matahari terendah untuk panel 1 dengan luasan 415 x 245 x 20 mm yang terjadi pada hari ke-4 dengan rata-rata sebesar 1816,7 lumen masih menghasilkan daya dengan rata-rata sebesar 6,5 Watt, dan radiasi yang dihasilkan yaitu 48,5. Untuk daya ini tidak mampu mensuplay pompa aquarium karena rendahnya hasil intensitas cahaya yang diberikan.
2. Intensitas matahari terendah untuk panel 2 dengan luasan 415 x 290 x 20 mm yang terjadi hari ke-5 sebesar 4612,7 lumen masih menghasilkan daya dengan rata-rata sebesar 76,8 Watt dan radiasi yang dihasilkan yaitu 57,9. Untuk daya ini mampu mensuplay pompa aquarium dengan lama waktu ± 6 jam
3. Intensitas matahari terendah untuk panel 3 dengan luasan 415 x 535 x 20 mm yang terjadi pada hari ke-5 sebesar 1788,4 lumen masih menghasilkan daya dengan rata-rata sebesar 125,7 Watt, dan radiasi yang dihasilkan yaitu 48,5. Untuk daya ini mampu mensuplay pompa aquarium dengan lama waktu ± 10 jam

Bahwa intensitas matahari akan mempengaruhi besarnya daya, dimana bila intensitas cahaya matahari rendah daya yang dihasilkan akan rendah, sedang intensitas tinggi daya yang dihasilkan akan naik pula.

Saran Melihat dari penelitian diatas perlu adanya penelitian lanjutan berkaitan dengan luasan panel surya untuk penelitian sebagai berikut:

1. Perlu penelitian dengan menambahkan variasi luasan panel surya untuk mempengaruhi daya yang yang dihasilkan.dan penambahan waktu.
2. Perlu menambah daya baterai agar penyimpanan lebih maksimal.

PENGHARGAAN

Penghargaan setinggi-tingginya untuk kedua orang tua tersayang yang sudah mensupport sampai seperti sekarang dan dosen pembimbing yang selalu membantu , membimbing penelitian saya dan saya

berterima kasih kepada teman-teman,sahabat yang sudah membantu penelitian saya.

REFERENSI

- Cengel, Y. A. (2002). Heat Tasfer a Partical Approach with EES CD, New York : McGraw-Hill Science Engineering.
- Gambut, A. (2009), Modul 09 Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).
- Heri, J, 2011, Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Cell Kapasitas 50wp, Jurnal Ilmiah.