

PENINGKATAN PENYERAPAN ENERGI CAHAYA MATAHARI PADA SOLAR CELL DENGAN SOLAR TRACKER

Musrifun¹, Yendi Esye^{2*}

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Universitas Darma Persada

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Darma Persada

*Koresponden : yendiesye@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan dibuatnya sistem solar tracker ini adalah agar dapat meningkatkan penyerapan energy cahaya matahari secara menyeluruh oleh solar cell. Sistem ini terdiri dari beberapaka komponen penting seperti mikrokontroller arduino uno, Motor Stepper, driver, Rtc Ds 1307 dan komponen-komponen penting lainnya. Solar tracker ini akan menggerakkan panel solar cell mengikuti gerak matahari sesuai dengan teori revolusi bumi terhadap matahari dan rotasi bumi. panel solar cell yang digunakan berkapasitas 50 Wp.

Pengujian selama 5 hari dengan membandingkan ouput solar cell sistem tracker dengan solar cell sistem statis dengan sudut 23.5° terhadap bumi kearah utara. hasil dari pengujian hari ke-1 menunjukkan kenaikan energy yang dihasilkan sebesar 41%, hasil dari pengujian hari ke-2 menunjukkan kenaikan energy yang dihasilkan sebesar 10 %, hasil dari pengujian hari ke-3 menunjukkan kenaikan energy yang dihasilkan sebesar 11 %, hasil dari pengujian hari ke-4 menunjukkan kenaikan energy yang dihasilkan sebesar 9,7 %, hasil dari pengujian hari ke-5 menunjukkan kenaikan energi yang dihasilkan sebesar 36,6 %. Efisiensi rata-rata solar cell adalah 6.3%. Ini menunjukkan penggunaan solar tracker dapat meningkatkan penyerapan cahaya matahari pada solar cell.

Kata Kunci : Solar cell, solar tracker, penyerapan, energy, gerak semu tahunan matahari.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan solar cell sudah banyak digunakan didunia, Sebagai contoh: penggunaan pada kalkulator sebagai pengganti baterai, selama tersedianya sinar matahari kalkulator dapat berfungsi. Panel solar cell yang lebih besar juga digunakan untuk menyediakan tenaga untuk lampu lalu lintas, telephone, lampu jalan, bahkan bisa digunakan untuk kebutuhan mobil listrik dan lain-lain. Permasalahan saat ini adalah kebanyan solar cell yang terpasang secara statis (menghadap pada satu arah), hal ini menyebabkan penyerapan energy listrik tidak Efisien. Oleh karena itu perlu dibuatkan alat bantu untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energy cahaya matahari, agar dapat memaksimalakan output solar cell sehingga lebih besar dari silar cell yang terpasang secara statis.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan-tahapan pengerjaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan-tahapan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Observasi, mengamati secara langsung ditempat penelitian dan mencatat data-data yang diperlukan untuk dianalisis

2. Studi pustaka, dilakukan dengan membaca buku-buku dan mencari data yang diperlukan mengenai hal-hal atau materi yang dianalisis.
3. Tahap Pengolahan Data.

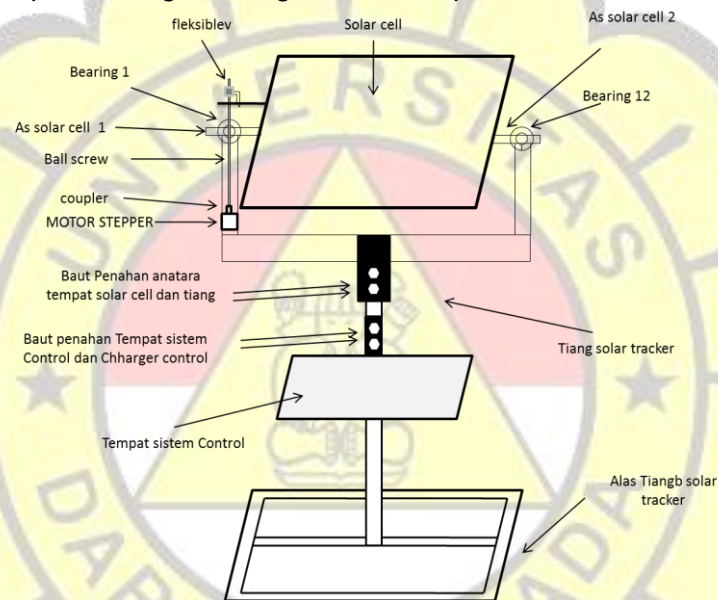
3. PERANCANGAN SOLAR TRACKER

3.1 Tahapan Rancangan

Perancangan sistem solar tracker terdiri dari dua bagian, yaitu rancangan mekanik untuk menggerakkan solar cell, dan rancangan sistem kontrol elektronik yang bekerja secara otomatis.

3.1.1 Rancangan Mekanik

Rancangan sistem mekanik ini berfungsi sebagai penggerak untuk menggerakkan solar cell pada saat menerima cahaya matahari yang terdiri dari motor stepper yang dapat berputar sesuai dengan sudut yang diinginkan, disamping itu dilengkapi dengan komponen pendukung lainnya seperti, Tiang, baering, as dan tempat modul solar cell.



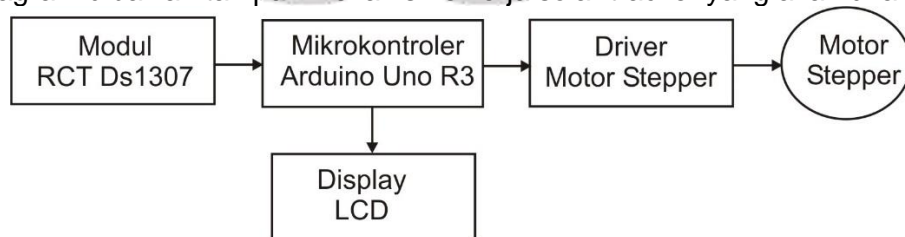
Gambar 1. Sistem Solar tracker

3.1.2 Rancangan sistem control elektronik

Rancangan sistem control terdiri dari 2 bagian yaitu rancangan hardware dan software sistem control.

1. Rancang hardware

Blok diagram dibawah tampak mekanisme kerja solar tracker yang akan dirancang



Gambar 2. Blok diagram solar tracker

a. Arduino uno R3

Mikrokontroler Arduino adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memory, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital converter (ADC) yang sudah terintegrasi didalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler adalah tersedianya RAM dan I/O pendukung lainnya sehingga ukuran board mikrokontroler terlihat lebih ringkas. Dalam Arduino tersebut terdapat ROM dimana didalamnya tersimpan program pengendali sistem control elektronik. Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosessor, memory, I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan sistem control.

b. Modul Rtc Ds1307

Modul Rtc Ds1307 disini berfungsi sebagai jam, yang akan digunakan untuk memberi sinyal pada mikrokontroler. Cara kerja Modul Rtc Ds1307 adalah pada saat pasokan catu daya terhubung pada modul Rtc Ds1307, maka Rtc akan mulai bekerja yaitu Menampilkan jam secara real time sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian solar tracker.

Tabel 1. Spesifikasi Rtc DS1307

Elektrical parameter	Modul RTC DS1307
Voltage rating	3,3 - 5 VDC
Comunication	I2C
Include battery	3 V (CR2032)
Dimensi	28x25x10 mm
Program	Pemrograman identik dengan RTC DS1307

Modul Rtc DS1307 Tersebut menggunakan tegangan input 3,3 – 5 VDC dengan menggunakan serial cumunikasi I2C, bisa deprogram menggunakan Bahasa C++ dan juga dilengkapi dengan Library Rtc DS1307 Pada software Arduino.

c. Motor Stepper Nema 17

Motor stepper nema 17 disini berfungsi sebagai penggerak solar tracker pada saat mikrokontroler arduino menerima data inputan dari Rtc DS 1307 yang selanjutnya diolah oleh mikrokontroler untuk memberikan sinyal output, yang mana sinyal ini akan menggerakkan motor stepper berputar beberapa derajat sesuai dengan program yang dibuat.

Tabel 2. Spesifikasi Stepper nema17

Elektrical parameter	NEMA 17 stepper motor
Voltage rating	5 VDC
Current rating	1.2 A
Resistance per coil	3.3 ohm
Holding torque	3.2 kg-cm
Shaft diameter	5 mm
Weight	350 gram
Size	42.3 mm x 48 mm

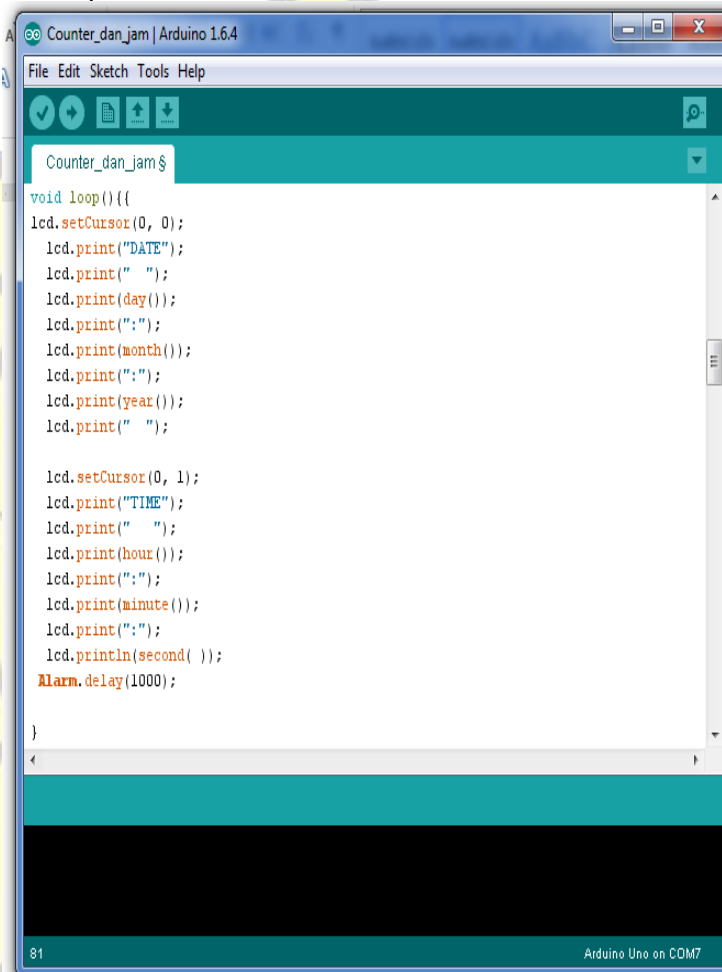
Motor stepper yang digunakan adalah jenis motor stepper bipolar dengan sudut putar 1.8° (200 langkah/putaran).

d. LCD Display 16 X 2

Liquid Crystal 16 x 2 disini berfungsi untuk memberikan informasi tentang keadaan posisi sudut matahari yang sesuai dengan program yang sudah dibuat, disambungkan secara serial komunikasi I2C.

2. Rancang Software

Dalam membuat perancangan perangkat lunak atau software Arduino menggunakan perangkat lunak sensiri yang sudah disediakan di website resmi Arduino. Bahasa yang digunakan adalah Bahasa C++ dengan beberapa *Library* tambahan untuk perancangan rancang bangun, seperti *Library Stepper*, *Library Wire* dan *Library Liquid Crystal*. berikut adalah tampilan dari software Arduino Ide.

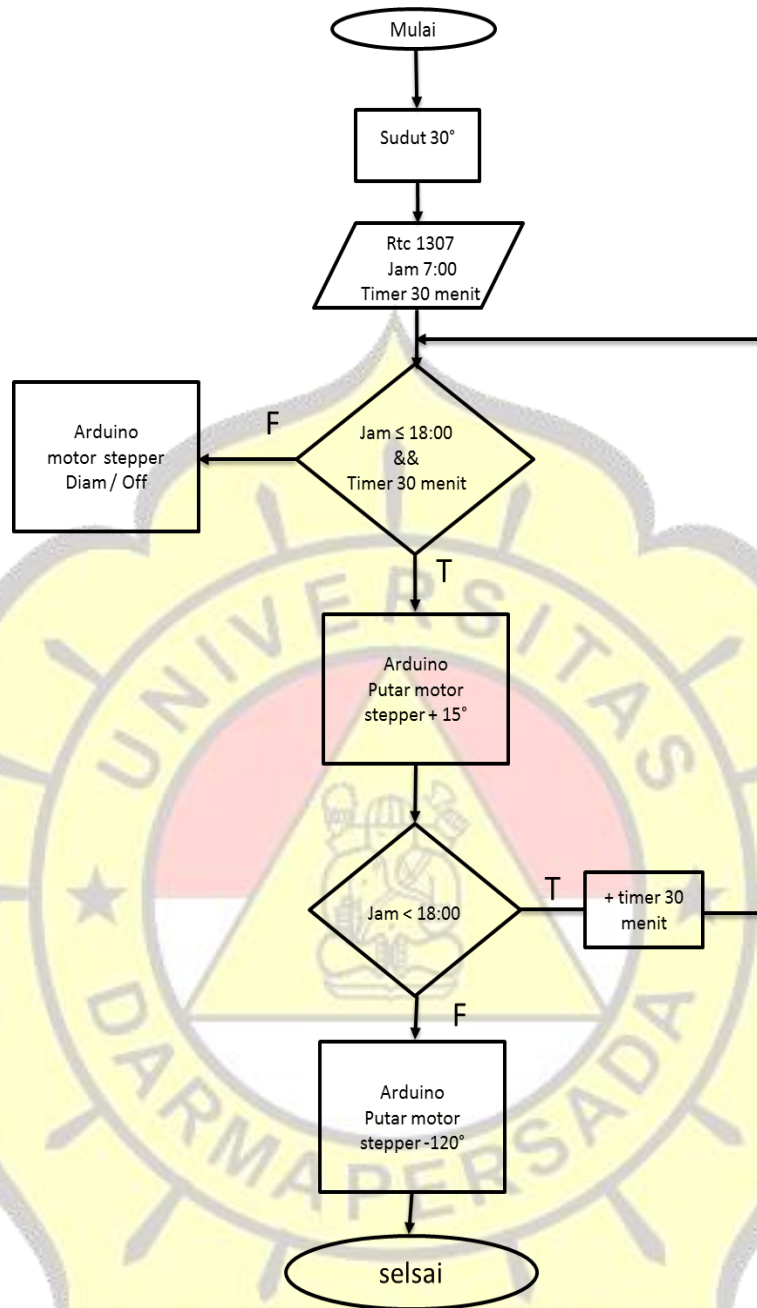


```
Counter_dan_jam | Arduino 1.6.4
File Edit Sketch Tools Help
Counter_dan_jam $
void loop() {
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("DATE");
  lcd.print(" ");
  lcd.print(day());
  lcd.print(":");
  lcd.print(month());
  lcd.print(":");
  lcd.print(year());
  lcd.print(" ");

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("TIME");
  lcd.print(" ");
  lcd.print(hour());
  lcd.print(":");
  lcd.print(minute());
  lcd.print(":");
  lcd.println(second());
  Alarm.delay(1000);
}
81 Arduino Uno on COM7
```

Gambar 3. Software Program Arduino Ide

Untuk memperjelas bagaimana proses penyerapan energy dari solar tracker yang mengikuti arah sinar matahari berdasarkan rotasi bumi dan revolusi bumi terhadap matahari dapat dilihat dari flow chart yang ada dibawah ini:



Gambar 4. flowchart program sistem solar tracker

3.2 Hasil Pengujian Sistem Solar tracker

Dalam melakukan pengujian sistem solar tracker dan sistem solar statis, parameter – parameter yang diambil antara lain yaitu: Energi (Wh), Daya (P), Tegangan (V) dan Arus (I). Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan energy yang dihasilkan pada solar cell sistem statis dan solar cell sistem tracker Solar statis memebentuk sudut 23,5° terhadap bumi kearah utara.

Tabel 3. Hasil pengujian Solar statis membentuk sudut 23,5° terhadap bumi kearah utara

NO	JAM	Intensitas cahaya (watt/m ²)	Tegangan solar Tracker (V)	Tegangan solar Statis (V)	Arus Solar Tracker (I)	Arus Solar Statis (I)	Daya Solar tracker (P)	Daya Solar statis (P)	Energi Solar Tracker (Wh)	Energi Solar Statis (Wh)
1	7:00	408.7	13.2	12.8	0.4	0.2	5.7	2.8	0.6	0.5
2	7:30	408.2	13	12.3	0.7	0.4	9.6	5	3	1.7
3	8:00	632	13	13	1.5	0.7	20	10	14.6	8
4	8:30	693.2	13.7	12.9	1.6	1.2	22.5	15.6	24.6	14.3
5	9:00	742	14	13.2	1.6	1.4	22.8	19.6	34.6	22.6
6	9:30	796.9	14.1	13.9	2	1.7	29.4	24.1	47.2	33.9
7	10:00	838.3	13.1	13.1	1.9	1.6	25.4	24.5	60.3	45.2
8	10:30	841	13.6	13.3	2	1.6	27.7	4.8	72.5	56.2
9	11:00	900.5	16.5	13.9	2.1	1.7	19.5	15.4	80.8	64.9
10	11:30	900.5	14.1	13.9	2.1	1.7	24.2	14.6	95.9	75.2
11	12:00	922.4	16.5	15.7	2.2	1.8	32.2	30.4	106.8	79.8
12	12:30	834.2	15.4	13.5	1.6	1.5	24.6	13.5	120	87.8
13	13:00	913.8	16.9	13.6	2.1	1.7	25.1	8.7	127.1	92.5
14	13:30	800.4	14.7	17	1.6	1.5	24.7	15.3	136.9	98.5
15	14:00	810.7	13.8	16.3	1.9	0.6	26.6	11.1	148.5	104.1
16	14:30	657.8	13.6	13.1	1.3	0.5	22	6.5	160.3	110.9
17	15:00	719.9	14.8	14	1.6	0.46	24.4	6.4	171.2	117.3
18	15:30	640.1	13.7	13	1.5	0.3	21	3.9	181.2	122.9
19	16:00	492.8	13	12.8	1.1	0.3	15.2	3.7	190.3	126.8
20	16:30	207.5	12.5	12.3	0.9	0.3	11.2	3.6	198.5	129.8
21	17:00	85.2	12.2	12.2	0.4	0.2	4.8	2.4	204.6	131.2
22	17:30	29.5	12.1	12	0.1	0	1.2	0	206.9	131.2
TOTAL ENERGI									206.9	131.2

Tabel 4. Hasil pengujian Solar statis membentuk sudut 23,5° terhadap bumi kearah utara

NO	JAM	Intensitas cahaya (watt/m ²)	Tegangan solar Tracker (V)	Tegangan solar Statis (V)	Arus Solar Tracker (I)	Arus Solar Statis (I)	Daya Solar tracker (P)	Daya Solar statis (P)	Energi Solar Tracker (Wh)	Energi Solar Statis (Wh)
1	7:00	453.4	12.7	12.3	0.7	0.3	8.9	4.2	4.1	1.3
2	7:30	615.2	13.1	13	0.9	0.6	12.7	8.4	12.3	4.7
3	8:00	714.6	14.1	12.8	1.3	0.9	19.2	12.3	22.8	9.9
4	8:30	629.5	12.9	12.9	0.9	1.1	12.3	14.3	33.1	16.4
5	9:00	831.2	13.8	13.6	1.8	1.6	25.2	21.5	52.8	31.1
6	9:30	216.4	13	12	0.6	0.4	8.8	5.7	61.2	37.4
7	10:00	984.4	13.7	13.4	2.3	2.3	32.1	31.8	75.5	49.9
8	10:30	877.7	13.6	13.4	1.8	2.1	25.3	28.4	89.2	65.1
9	11:00	264.6	12.9	12.9	0.8	0.6	10.8	8.5	96	72.1
10	11:30	992.7	13.9	13.1	2.1	2	27.4	26.3	109.3	83.4
11	12:00	462.1	12.3	12.1	1.2	1.1	18.7	14.2	117.2	96.3
12	12:30	882.4	12.9	12.3	1.8	1.6	17.9	27.1	130.2	117.3
13	13:00	997	16.9	13.6	2.7	2.6	31.1	30	134.8	123.5
14	13:30	953.7	13.8	13.7	2.4	1.8	28.1	28.7	148.6	134.1
15	14:00	930.4	13.4	13.7	2.3	1.9	33.8	27.2	163.7	148.2
16	14:30	402.7	12.9	13.1	1.3	0.8	16.8	9.3	175.1	156.2
17	15:00	783.6	13.3	13.2	1.3	0.9	27.4	10.5	186.5	163.9
18	15:30	275.5	12.7	13.3	0.7	0.4	9	5.8	203.2	172.7
19	16:00	406.4	12.9	12.4	1.2	0.9	15.48	11.16	210.1	175.1
20	16:30	241	12.1	12.1	1	0.7	12.1	8.47	217.3	178.2
21	17:00	61.9	12.3	12.6	0.8	0.6	10.08	7.56	220.1	180.6
22	17:30	0.3	12.4	12	0.1	0	1.24	0	221	181.2
TOTAL ENERGI									221	181.2

Tabel 5. Hasil pengujian Solar statis memmbentuk sudut 23,5° terhadap bumi kearah utara

NO	JAM	Intensitas cahaya (watt/m ²)	Tegangan solar Tracker (V)	Tegangan solar Statis (V)	Arus Solar Tracker (I)	Arus Solar Statis (I)	Daya Solar tracker (P)	Daya Solar statis (P)	Energi Solar Tracker (Wh)	Energi Solar Statis (Wh)
1	7:00	452	12.8	12	0.5	0.2	8.9	4.2	4.1	1.3
2	7:30	490	12.3	12.5	1	0.5	12.3	6.3	8.2	3.3
3	8:00	617.9	12.5	12.5	1.5	0.8	19	10.1	16.2	7.9
4	8:30	673.4	13.1	12.3	1.7	0.9	23.3	3.4	26.5	13.3
5	9:00	741.3	12.3	12.1	1.6	1.6	21.3	21.3	43.3	26.1
6	9:30	863.7	12.8	12.3	2.3	2.3	30.7	24.1	51.5	32.2
7	10:00	917.4	12.8	13.6	2.2	2.1	28.3	28.8	66.6	46.2
8	10:30	908.1	12.8	13.1	2	1.3	26.4	30.7	80.2	60.7
9	11:00	945.7	13.4	13.7	2.2	2.4	29.5	33.8	91.8	73.9
10	11:30	793.1	13.4	13	2	1.4	27.4	18.5	110.8	94.9
11	12:00	918	12.5	12.1	2.1	2.1	26.25	25.41	109.1	100.1
12	12:30	818.5	12.6	12.4	1.9	1.3	23.94	16.12	114.6	109.3
13	13:00	995.5	13.1	12.5	2.7	2.5	35.37	31.25	126.9	117.9
14	13:30	967.5	12	12	2.5	2.4	30	28.8	134.2	124.8
15	14:00	947.7	12.5	12.1	2.3	2.2	28.75	26.62	146.2	131.9
16	14:30	801.1	12.3	12.2	1.4	1.2	17.22	14.64	150.2	142.1
17	15:00	743.6	12.7	12.5	1.3	1.1	6.7	34	173.4	151
18	15:30	614.2	13.1	12.6	1.6	0.9	21.2	12.5	180.3	158.4
19	16:00	452.2	12.1	12	1.2	1.1	14.52	13.2	197.2	163
20	16:30	361.3	12.6	12.3	1.1	1	13.86	12.3	209.4	171.2
21	17:00	259	12.2	12.1	0.6	0.4	7.32	4.84	214	174.3
22	17:30	69.1	12	12	0.1	0	1.2	0	217.8	175.7
TOTAL ENERGI									217.8	175.7

Tabel 6. Hasil pengujian Solar statis memebentuk sudut 23,5° terhadap bumi kearah utara

NO	JAM	Intensitas cahaya (watt/m ²)	Tegangan solar Tracker (V)	Tegangan solar Statis (V)	Arus Solar Tracker (I)	Arus Solar Statis (I)	Daya Solar tracker (P)	Daya Solar statis (P)	Energi Solar Tracker (Wh)	Energi Solar Statis (Wh)
1	7:00	369	11.54	12.1	0.41	0.4	4.7	5.5	1.3	0
2	7:30	549.7	11.67	12.2	0.6	0.37	7.9	4.3	5.4	0.3
3	8:00	675.7	12.5	12.5	1.6	1	20.1	13.2	11.5	3.1
4	8:30	715.1	12.1	12.5	1.7	1.27	20.9	15.5	23.5	8.5
5	9:00	786.3	12.2	12.6	1.9	1.61	24	20.6	35.9	14.9
6	9:30	851.8	12.7	12.7	1.8	1.73	22.7	22.2	46.3	25
7	10:00	908.5	12.7	13.2	1.7	1.97	21.7	25	56.5	34.6
8	10:30	955.3	12.3	12.9	1.7	2.12	21.2	27.3	67.5	46.4
9	11:00	975.3	12.5	13.6	2.2	2.51	28.4	27.6	80.9	50.5
10	11:30	996	12.6	12.1	2.7	2.6	26.7	26.4	95.1	56.8
11	12:00	978.3	13.1	13.2	2.6	2.5	28.5	37.8	108.3	63.1
12	12:30	930.2	12.3	13.1	2.3	2.2	10.2	28.5	111.4	79.1
13	13:00	745.4	12.7	14.2	2.2	2.1	33.1	32	118.7	84.2
14	13:30	315.8	13.1	12.8	2	1.8	10.2	9.8	124.3	93
15	14:00	226.3	13.2	13.6	2.4	2.06	31.6	28.2	132.6	104.8
16	14:30	200	12.4	12.1	2.1	2	26.04	24.2	140.5	111.3
17	15:00	224.2	12.6	12.3	1.8	1.8	22.7	22.1	147.3	117
18	15:30	216.7	13.1	12.4	1.5	1.3	19.7	16.1	153.2	124.3
19	16:00	210.3	12.6	12.1	0.9	0.5	11.3	25.0	160.3	131.3
20	16:30	201	12.4	12.1	0.9	0.4	11.2	16.0	168.2	135.4
21	17:00	111.1	12.1	12	0.7	0.3	8.5	3.6	173.4	139.2
22	17:30	30.5	12	12	0.2	0	2.4	0.0	177.3	141.4
TOTAL ENERGI									177.3	141.4

Tabel 7. Hasil pengujian Solar statis memebentuk sudut 23,5° terhadap bumi kearah utara

NO	JAM	Intensitas cahaya (watt/m ²)	Tegangan solar Tracker (V)	Tegangan solar Statis (V)	Arus Solar Tracker (I)	Arus Solar Statis (I)	Daya Solar tracker (P)	Daya Solar statis (P)	Energi Solar Tracker (Wh)	Energi Solar Statis (Wh)
1	7:00	355.7	11.54	12.1	0.7	0.4	4.6	5.2	1.1	0
2	7:30	626	11.67	12.2	1.2	0.38	7.9	4.3	5.3	2.1
3	8:00	683	12.5	12.5	1.6	1	20.1	13.2	13.9	6.2
4	8:30	791.1	12.1	12.5	1.7	1.27	20.9	15.5	23.1	16.9
5	9:00	786.3	12.2	12.6	1.9	1.31	24	20.6	37.1	22.9
6	9:30	851.4	12.7	12.4	1.9	1.8	22.7	22.2	49.2	29.8
7	10:00	548	12.7	13.2	1.2	1.1	22.7	25	65.1	34.2
8	10:30	935.7	12.3	12.5	2.5	2.3	21.2	27.3	88.3	43.6
9	11:00	933.4	12.5	13.4	2.5	2.3	28.4	33.1	104.1	55.3
10	11:30	616.7	12.6	12.1	2.1	2.09	26.7	27.3	119.4	65.8
11	12:00	578.8	13.1	13.2	2	2.2	28.5	26.5	131.2	74.9
12	12:30	278.2	12.3	13.2	0.81	0.42	10.2	26.6	146.7	88.1
13	13:00	486.7	12.7	14.2	1.3	1.2	27.6	27.5	165.2	97.2
14	13:30	992.7	16.9	15.4	2.7	2.5	30.4	29	188.5	105.2
15	14:00	938.4	13.2	13.6	2.4	2.06	31.6	28.2	199.2	112.7
16	14:30	553.7	12.4	12.3	1.1	1	13.64	12.3	211.6	121.6
17	15:00	836.6	12.6	12.7	1.8	1.8	22.7	22.9	223.3	131.3
18	15:30	795.1	13.1	12.4	1.6	1.2	21.0	14.9	231.9	143.2
19	16:00	450	12.6	12.1	0.9	0.8	11.3	9.7	240.6	172.9
20	16:30	352.3	12.4	13.1	0.9	0.8	11.2	10.5	249.3	184.8
21	17:00	58.3	12.1	12	0.7	0.5	8.5	6.0	255.1	189.2
22	17:30	0.9	12	12	0.2	0	2.4	0.0	258.5	192.8
TOTAL ENERGI									258.5	192.8

3. ANALISA

Hasil pengukuran atau pengujian daya keluaran solar cell yang dilakukan 5 hari yaitu tanggal 4,10, 11, 12 dan 13 agustus 2019 dengan kondisi solar cell statis dengan sudut 23.5 ° terhadap bumi kearah utara.

Setelah didapat energi keluaran dari maka data tersebut bisa dibandingkan dengan persamaan dibawah.

Dari tabel 3, 4, 5,6 dan 7 persentase kenaikan energi adalah:

$$\% \text{ Energi} = \frac{(\text{Energi solar tracker} - \text{Energi sistem control}) - \text{Energi solar Statis}}{\text{Energi solar Statis}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Energi} = \frac{(206,9 \text{ Wh} - 22,2 \text{ Wh}) - 131,2 \text{ Wh}}{131,2 \text{ Wh}} \times 100\% = 41\%$$

$$\% \text{ Energi} = \frac{(221 \text{ Wh} - 22,2 \text{ Wh}) - 181,2 \text{ Wh}}{181,2 \text{ Wh}} \times 100\% = 10\%$$

$$\% \text{ Energi} = \frac{(217,8 \text{ Wh} - 22,2 \text{ Wh}) - 175,7 \text{ Wh}}{175,7 \text{ Wh}} \times 100\% = 11\%$$

$$\% \text{ Energi} = \frac{(177,3 \text{ Wh} - 22,2 \text{ Wh}) - 141,4 \text{ Wh}}{141,4 \text{ Wh}} \times 100\% = 9,7\%$$

$$\% \text{ Energi} = \frac{(285,5 \text{ Wh} - 22,2 \text{ Wh}) - 192,8 \text{ Wh}}{192,8 \text{ Wh}} \times 100\% = 36,6\%$$

Efisiensinya dihitung dengan membagi output daya solar cell (dalam watt) pada maksimum power point (P_m) oleh cahaya masukan (E dalam watt/ m^2) dan luas permukaan solar cell (A_c di / m^2) dengan menggunakan persamaan dibawah.

Dari tabel 3, 4, 5,6 dan 7 efisiensi solar cell adalah:

$$\eta = \frac{P_m}{(E \times A_c)} \times 100\%$$

$$\eta(\text{maximum efisiensi}) = \frac{P_m(\text{maximum power output})}{(E(\text{incident radiation flux}) * A_c(\text{Area off collector}))} \times 100\%$$

$$\eta(\text{maximum efisiensi}) = \frac{32.2 \text{ watt}}{(922.4 \text{ watt} / M^2 * 0.5 M^2)} = 6.5 \%$$

$$\eta(\text{maximum efisiensi}) = \frac{31.1 \text{ watt}}{(997.4 \text{ watt} / M^2 * 0.5 M^2)} = 6.2 \%$$

$$\eta(\text{maximum efisiensi}) = \frac{35.7 \text{ watt}}{(995.5 \text{ watt} / M^2 * 0.5 M^2)} = 7.2 \%$$

$$\eta(\text{maximum efisiensi}) = \frac{26.7 \text{ watt}}{(996 \text{ watt} / M^2 * 0.5 M^2)} = 5.4 \%$$

$$\eta(\text{maximum efisiensi}) = \frac{30.4 \text{ watt}}{(992.7 \text{ watt} / M^2 * 0.5 M^2)} = 6.1 \%$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan solar tracker dapat meningkatkan penyerapan energi cahaya matahari pada solar cell. hal ini terlihat dari pengujian yang dilakukan selama 5 hari, pada hari ke-1 peningkatan energy yang dihasilkan solar cell sitem tracker mencapai 41 %, , pada hari ke-2 peningkatan energy yang dihasilkan solar cell sitem tracker mencapai 10 %, , pada hari ke-3 peningkatan energy yang dihasilkan solar cell sitem tracker mencapai 11 %, , pada hari ke-4 peningkatan energy yang dihasilkan solar cell sitem tracker mencapai 9,7 %, , pada hari ke-5 peningkatan energy yang dihasilkan solar cell sitem tracker mencapai 36,6 %. dengan energi yang digunakan untuk mensuplai solar tracker sebesar 22.2 Wh. Penggunaan solar tracker dapat meningkatkan penyerapan energy matahari pada solar cell.
2. Rata – rata efisiensi efektif solar cell 50 wp yang digunakan dalam penelitian yaitu sebesar 6.3 %

DAFTAR PUSTAKA

1. Bagus Ramadhani, 2018, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos and Don'ts*, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (DJ EBTKE), Jakarta.

2. Kadir Abdul, 2006, ***From Zero To A Pro, -Ed.II***, ANDI, Yogyakarta
3. Pitowarno, Endra, ***Robotika: Desain, control, dan Kecerdasan Buatan,-Ed. I***, Yogyakarta.
4. Sulasno & Prayitno, Thomas Agus, 2006, ***Teknik Sitem Kontrol***, Graha Ilmu, Yogyakarta.
5. Ahmad Zulfikar Zein, Asep Rahman, 2009, ***Mengenal Alam***, Pusat perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
6. Iswandi Hasyim Rosma, Ichsan Maulana Putra, 2018, ***Perancangan dan Analisis Sistem Single Axis Sun Tracker untuk Meningkatkan Daya Output Solar Photovoltaic***, Jom FTEKNIK Volume 5 Edisi 1 januari s/d juni.
7. Noer Soedjarwanto, 2015, ***Sistem Pelacak Energy Surya Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8535***, Jurnal ELTEK.vol 13 nomor 1.
8. Roni Syarifudin, Wildian, 2015, ***Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 dengan Sensor Ldr dan Penampilan LCD***, Jurnal Fisika Unad.vol 4 No2.

