

SISTEM PENJEJAK MATAHARI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

Supriyadi
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung
E-mail: supriyadi_sie@yahoo.co.id

Abstrak

Tulisan ini merupakan laporan dari perancangan, pengembangan dan produksi sistem penjejak sinar matahari pada pembangkit listrik tenaga surya. Tujuan utama dari sistem adalah untuk memaksimalkan jumlah intensitas radiasi matahari yang mengenai panel surya. Dalam penelitian ini, panel pembangkit listrik tenaga surya diarahkan tegak lurus menghadap matahari untuk mendapatkan energi yang optimal. Metoda yang dipakai adalah dengan cara memutar panel kekiri-kekanan dan ke atas-ke bawah sesuai dengan arah gerakan matahari. Data yang diperoleh dari sensor merupakan input data yang akan diolah oleh mikrokontroler agar motor berputar untuk menggerakkan panel surya, sehingga panel surya tegak lurus terhadap matahari. Hasil yang diperoleh menunjukkan perbaikan atau peningkatan efisiensi panel surya ketika panel surya bergerak mengikuti matahari.

Kata kunci-- matahari, energi, alternatif, optimal

Pendahuluan

Pembicaraan utama saat ini mengenai energi konvensional adalah keterbatasan energi dan jumlah polusi yang dilepaskan ke atmosfer. Munculnya kepedulian ini mengharuskan kita untuk mencari sumber energi alternatif yang efisien dan tidak menimbulkan polusi di atmosfer.

Metoda yang umum untuk membangkitkan energi listrik adalah dengan menggunakan bahan bakar fosil misal : minyak atau batubara. Namun dengan membakar bahan bakar fosil ini akan menghasilkan gas CO₂ yang langsung berkaitan dengan pemanasan global, dikarenakan efek rumah kaca. Pembangkit listrik tenaga surya (*Solar cell*) merupakan salah satu pembangkit energi alternatif yang tidak menghasilkan polusi dan limbah yang berbahaya [2]. Faktor lainnya yang menyebabkan energi sinar matahari (*Solar Energy*)

sebagai sumber energi alternative adalah keandalan, unjuk kerja (*performance*) yang semakin baik dan biaya pembuatan yang semakin murah dan kenyataan bahwa tidak diperlukan biaya bahan bakar untuk *solar cell*.

Pada umumnya, *solar cell* merupakan sebuah hamparan semikonduktor yang dapat menyerap *photon* dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Setiap jenis semikonduktor yang berbeda hanya dapat menyerap *photon* pada tingkat energi tertentu saja..

Unjuk kerja *solar cell* dapat dilihat dalam 2 faktor utama yaitu : efisiensi sel dan intensitas sumber radiasi yang mengenai sel. Bahan yang digunakan dalam pembuatannya adalah faktor paling menentukan dalam efisiensi sel. Hal ini menyebabkan kesulitan untuk memperbaiki efisiensi sel dan

merupakan pembatas efisiensi sel. Sedangkan menaikkan banyaknya intensitas radiasi yang mengenai sel lebih mudah dilakukan.

Ada tiga metoda untuk dapat menaikkan banyaknya intensitas radiasi matahari :

- memfokuskan sinar matahari yang jatuh di atas *solar cell*,
- menjejak jalur matahari dengan tetap (*fixed*), dan
- menjejak jalur matahari dengan sistem dinamis.

Dalam penjejakan matahari ada beberapa teknik yang dapat digunakan. Ada dua teknik yang sering dilakukan, yaitu metode tetap (*fixed*) dan metode dinamis. Perbedaan di antara kedua metode adalah dalam menentukan posisi matahari. Pada metode tetap, menentukan posisi matahari dengan mengacu pada perhitungan posisi matahari setiap periode waktu. Metode ini menggunakan data spesifik yang diberikan. Biasanya data berupa jam, tanggal, bulan dan tahun. Metode dinamik, adalah sistem yang benar-benar "menemukan" posisi matahari berdasarkan masukan sensor. Data dari sensor digunakan secara aktif oleh sistem untuk menemukan matahari.

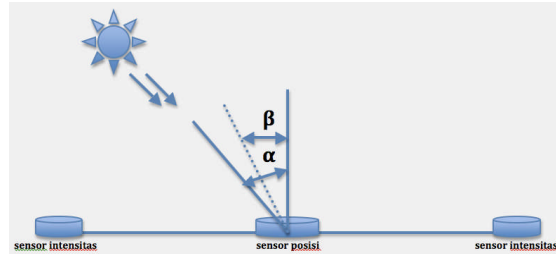
Sistem dinamis ini dapat dicapai dengan menggunakan sensor cahaya, dan menggunakan motor yang dikontrol oleh mikroprosesor.

Tujuan penelitian ini adalah:

- Membuat sistem penjejak sinar matahari untuk mampu membaca sinar matahari tepat tegak lurus atau mendekati tegak lurus terhadap panel surya. sehingga energi yang diperoleh optimal.
- Mengetahui efisiensi *solar cell* ketika tanpa dan dengan *solar tracker*

Tinjauan Pustaka

Penjejak sinar matahari (*Solar tracker*) dengan satu sumbu (horisontal) yang bekerja dengan membandingkan *error* yang dihasilkan [1]. *Error* diperoleh dari sensor yang ada (Gambar 1). Penjejak sinar matahari ini menggunakan tiga sensor yaitu dua sensor intensitas dan satu sensor yang ada di tengah yang merupakan sensor posisi 0/1. Sensor intensitas menangkap intensitas cahaya matahari dan masukan cahaya tersebut diubah ke dalam besaran sudut terhadap bidang horizontal (α).



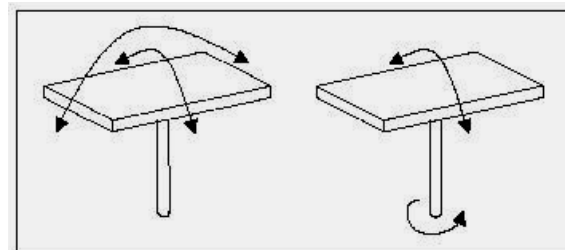
Gambar 1 Penjejak sinar matahari Satu Sumbu [1]

Besarnya sudut ini menentukan besarnya *error* (yang telah ditetapkan sebelumnya dengan melakukan percobaan), semakin kecil *error* berarti *solar cell* pada bidang horisontal makin tegak lurus dengan matahari, $\alpha - \beta = 0$. Pergerakan panel surya dilakukan berdasarkan selisih *error*. Selisih *error* ini akan menggerakkan driver untuk memutar motor DC (penggerak *solar tracker*) hingga mencapai *error* sekecil mungkin. *Solar tracker* satu sumbu ini cukup baik dalam mendeteksi intensitas cahaya optimal matahari, hanya saja pergerakan yang hanya satu sumbu mengakibatkan *solar tracker* ini tidak fleksibel karena hanya dapat digunakan di daerah dimana posisi matahari tidak mengalami perubahan letak pada pergerakan tiap tahunnya.

Penelitian yang lain [4] memfokuskan pada perancangan sistem pelacakan dinamis. Sensor yang dipakai adalah *solar cell* itu sendiri. Prinsip yang dipakai adalah dengan menggunakan poros yang memutar secara horizontal dan menganggukkan sensor (Gambar 2).

Sedangkan penelitian [3] dengan menggunakan prinsip mengangguk ke depan - belakang dan mengangguk ke kiri - kanan (Gambar 2) dan sensor yang dipakai adalah *solar cell*.

Pada penelitian ini digunakan prinsip menganggukkan *solar cell* dan memutar secara horizontal, sedangkan sensor yang dipakai adalah LDR (*Light Dependent Resistor*)



Gambar 2 Poros mengangguk ke kiri-kanan dan depan belakang (kiri) dan poros berputar dan mengangguk (kanan) [2] [3]

Metode penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan merealisasikan rancangan mekanik penjejak sinar matahari (*Solar Tracker*), realisasi rancangan elektronik dan alur program alat penjejak sinar matahari. Langkah-langkah yang dilakukan adalah dengan menentukan fungsi alat, cara kerja alat, diagram blok sistem, rancangan perangkat keras, dan rancangan perangkat lunak (*software*).

1. Operasi Manual

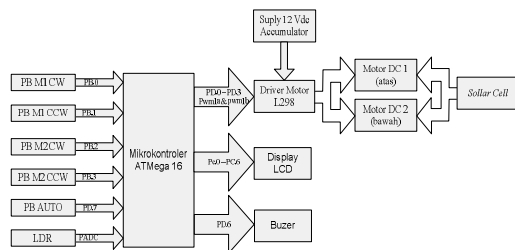
Saat *Solar Tracker* di berikan catu daya maka akan langsung masuk kedalam mode manual. Pada mode operasi manual pengaturan posisi *solar cell* diatur dengan *push button* dan dioperasikan secara langsung oleh manusia. Tujuannya agar kita bisa mengatur sendiri dengan tombol untuk mendapatkan posisi panel *solar cell* yang tegak lurus atau mendekati tegak lurus dengan fokus sinar matahari.

2. Operasi Auto

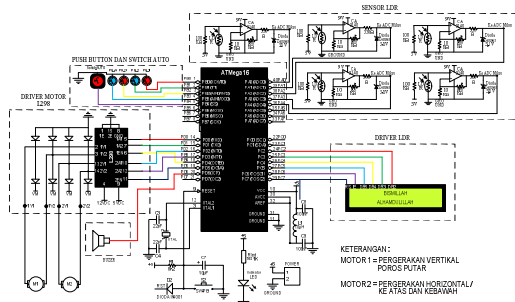
Mode auto akan aktif bila mode manual akan mati. Jika sedang pada mode operasi auto maka pergerakan *solar cell* mencari keadaan tegak lurus akan secara otomatis. Pergerakan *sun tracker* pada mode auto ini disesuaikan dengan pembacaan sensor cahaya LDR.

Diagram Blok Sistem

Diagram blok ini memenuhi gambaran secara umum tentang sistem kerja alat yang



Gambar 3 Diagram Blok Sistem



Gambar 4. Rangkaian keseluruhan interkoneksi solar tracker

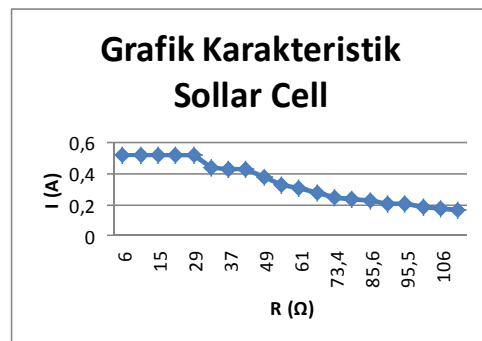
Pemrograman mikrokontroler menggunakan BASCOM AVR yang merupakan perangkat lunak untuk memprogram hardware yang diimplementasikan pada mikrokontroler jenis AVR.

Hasil dan Pembahasan

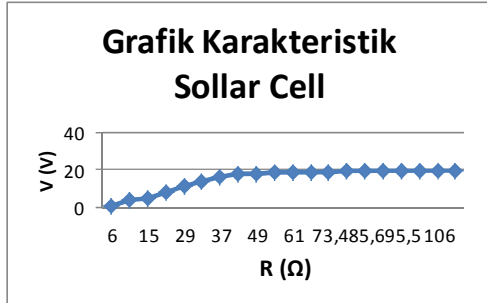
1. Hasil

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Solar Cell

R (Ω)	V (V)	I (A)
6	0,65	0,52
9	3,45	0,52
15	4,75	0,52
23	8,23	0,52
29	11,22	0,52
34	13,86	0,441
37	16,21	0,432
44	17,4	0,425
49	17,95	0,38
55	18,33	0,325
61	18,58	0,305
65	18,7	0,28
73,4	18,88	0,25
79,2	19,02	0,235
85,6	19,13	0,225
90,8	19,25	0,21
95,5	19,35	0,205
103	19,45	0,19
106	19,5	0,175
110	19,55	0,17



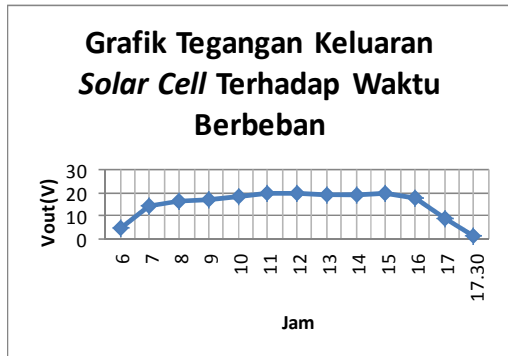
Gambar 5a Grafik karakteristik Solar Cell (I vs R)



Gambar 5b Grafik karakteristik Solar Cell (V vs R)

Tabel 2. Keluaran solar cell dalam waktu satu hari terhadap waktu berbeban

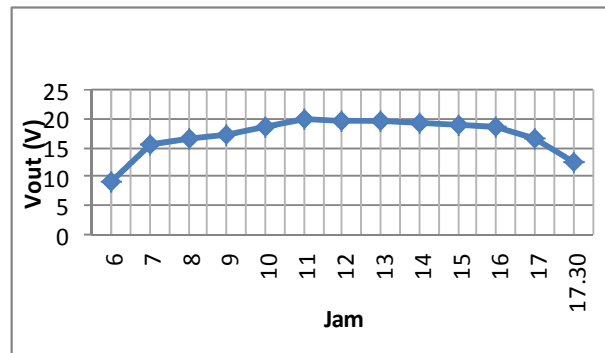
jam	Vout(V)	Iout (mA)
6	4,87	19
7	14,55	56
8	16,2	62
9	17,2	66
10	18,64	72
11	19,8	76
12	19,58	75
13	19,5	75
14	19,4	75
15	19,62	75
16	17,71	68
17	9	35
17.30	1,5	6



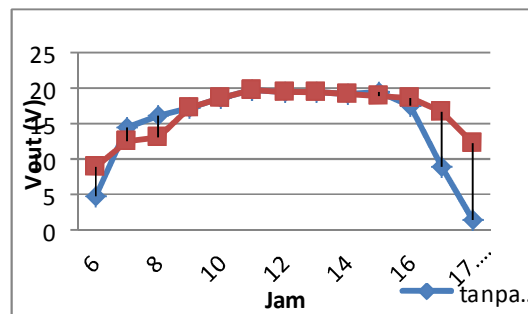
Gambar 6. Grafik tegangan keluaran solar cell

Tabel 3. Hasil Pengujian Keluaran solar cell dalam waktu satu hari dengan menerapkan sistem Solar Tracker. (berbeban)

jam	Vout(V)	Iout(mA)
6	9	35
7	15,5	59
8	16,5	63
9	17,26	66
10	18,64	72
11	19,81	76
12	19,58	75
13	19,47	75
14	19,17	74
15	19,04	73
16	18,7	72
17	16,7	64
17.30	12,4	48



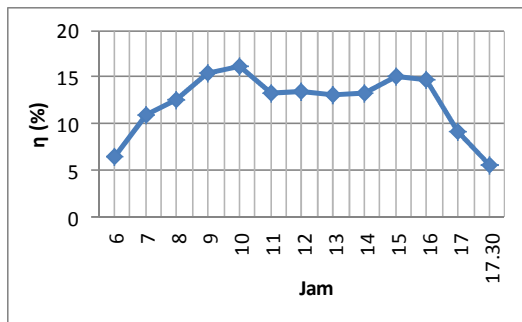
Gambar 7. Grafik tegangan keluaran solar cell berbeban terhadap waktu dengan menerapkan solar tracker



Gambar 8. Perbandingan tegangan keluaran solar cell berbeban dengan dan tanpa solar tracker

Tabel 4. Hasil Pengujian Efisiensi solar cell tanpa solar tracker

Jam	Irradiance	Vout	I out	P input	P output	η (%)
6	86	5.40	0,12	10,32	0,66	6,42
7	123	8.45	0,19	14,76	1,62	10,99
8	269	13.35	0,30	32,28	4,05	12,55
9	350	16.90	0,38	42	6,49	15,46
10	398	18.39	0,42	47,76	7,69	16,09
11	489	18.48	0,42	58,68	7,76	13,23
12	492	18.70	0,43	59,04	7,95	13,46
13	503	18.66	0,42	60,36	7,91	13,11
14	485	18.43	0,42	58,2	7,72	13,26
15	428	18.40	0,42	51,36	7,69	14,98
16	320	15.79	0,36	38,4	5,67	14,76
17	105	7.14	0,16	12,6	1,16	9,20
17.30	80	4.82	0,11	9,6	0,53	5,50

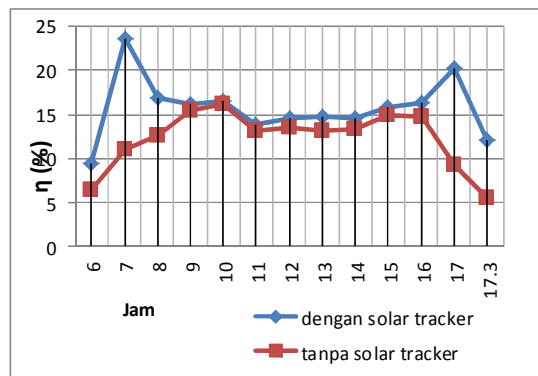
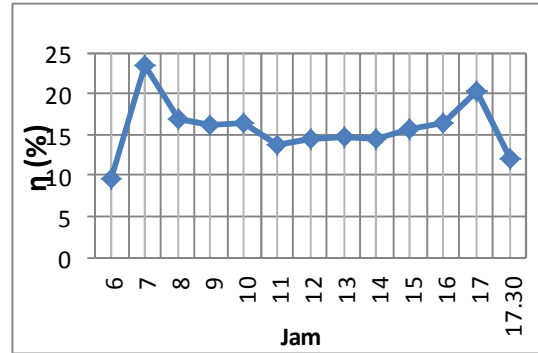


Gambar 9. Grafik Efisiensi Sollar Cell tanpa solar Tracker

Tabel 5. Efisiensi solar cell dengan menerapkan solar tracker

Jam	Irradiance	Vout	I out	P input	P output	η (%)
6	86	6,54	0,15	10,32	0,98	9,51
7	123	12,44	0,28	14,76	3,48	23,60
8	269	15,54	0,35	32,28	5,44	16,85
9	350	17,33	0,39	42	6,76	16,09
10	398	18,68	0,42	47,76	7,85	16,43
11	489	18,9	0,43	58,68	8,13	13,85
12	492	19,44	0,44	59,04	8,55	14,49
13	503	19,70	0,45	60,36	8,87	14,69
14	485	19,27	0,44	58,2	8,48	14,57
15	428	18,84	0,43	51,36	8,10	15,77
16	320	16,56	0,38	38,4	6,29	16,39
17	105	10,65	0,24	12,6	2,56	20,29
17.30	80	7,24	0,16	9,6	1,16	12,07

Gambar 10. Grafik Efisiensi Sollar Cell dengan menerapkan Solar Tracker



Gambar 11. Grafik Perbandingan Efisiensi Sollar Cell dengan SolarTracker dan tanpa Solar Tracker

Pembahasan

Irradiance akan mempengaruhi efisiensi dari solar cell. Karena berhubungan langsung dengan energi yang akan dikeluarkan solar cell. Jika irradiance besar, maka energi yang akan dihasilkan solar cell akan besar.

Daya yang masuk pada solar cell :

$$E = I_r \times A$$

Ket : I_r = Intensitas radiasi matahari (W/m²)

A = Luas permukaan (m²)

Efisiensi solar cell :

$$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100 \%$$

Sehingga efisiensi yang dihasilkan :

$$\eta_{\text{sesaat}} = \frac{P}{I_r \times A} \times 100 \%$$

Grafik diatas menggambarkan efisiensi *solar cell* dalam satu hari. Dengan pembebanan yang sama nilai efisiensi *solar cell* berbeda-beda pada setiap waktunya. Ini menandakan bahwa intensitas radiasi (irradiance) sangat berpengaruh terhadap nilai keluaran *solar cell*. Nilai irradiance rendah terlihat pada pagi hari dan sore hari (antara jam 6-8 dan 17-18). Kemudian nilai irradiance besar pada siang hari (antara jam 9-16).

Setelah dipasang *solar tracker* efisiensi *solar cell* bisa diperbaiki dalam setiap waktunya, dan mengoptimalkan jika pada saat kondisi irradiance kecil. Dari hasil pengukuran jika dirata-ratakan dalam satu hari efisiensi *solar cel* tanpa *solar tracker* sebesar 15,19 % dan rata-rata efisiensi *solar cell* dengan *solar tracker* operasi manual dalam satu hari sebesar 16,57 %. Berarti setelah diterapkannya *solar tracker* efisiensi *solar cell* naik 1,38 %.

Kesimpulan

Perbaikan tegangan dan efisiensi diperoleh dengan diterapkannya *solar tracker* dibandingkan sebelum diterapkannya *solar tracker*. Jika dirata-ratakan dalam satu hari perbaikan tegangan keluaran *solar cel* dengan menerapkansolar *tracker* sebesar 12 % dan rata-rata efisiensi dalam satu hari sebesar 1,38 %.

Daftar Pustaka

- [1] Ardiyanto, Farit, Pengendali Sistem Penjejukan Sinar Mataharipada Solar Cell dengan Mikrokontroler AT89C51, Teknik Elektro UGM 2004.
- [2] Carlson, D.E., "The Merits and Advantages of Photovoltaic Systems for Electric Utility Applications", IEA Executive Conference on Photovoltaic Systems for Electric Utility Applications, pp. 61-68, 1990.
- [3] Hamilton, J Scott., " Sun Tracking Solar Cell Array System" University of Queensland ,1999.
- [4] Larard, E., "Sun Tracking Solar Array System", University of Queensland, 1998.
- [5] Malvino, Albert paul, Ph. D. *Prinsip-prinsip Elektronik*. PenerbitErlangga, Jakarta, 1985.
- [6] Wahyudin, Didin. 2006. Belajar Mudah Mikrokontroler AT8952S denganbahasa BASIC Menggunakan BASCOM – 8051. Yogyakarta : C.V ANDI OFFSET
- [7] Uman, Da'i. "Alat Penjejak Sinar Matahari pada Solar Sel 10 Watt berbasis ATMega 16", Polban, Bandung, 2011.
- [8] http://id.wikipedia.org/wiki/Panel_surya
- [9] <http://elektrokita.blogspot.com/2008/11/ldr-sebagai-sensor.html>