

**PEMANFAATAN POWER WINDOW MOBIL UNTUK  
MENINGKATKAN UNJUK KERJA PANEL SURYA DENGAN DASAR  
KERJA SUN TRACKING MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER**

**Samsul Kamal\*, Brahmantya Remons. DPP\***

\*) Jurusan Teknik Mesin dan Industri FT UGM

**ABSTRAK**

Energi surya di Indonesia merupakan salah satu sumber energi terbarukan dengan jumlah yang cukup melimpah. Selain ramah lingkungan, konversi energi matahari menjadi energi listrik relatif mudah dilakukan yaitu menggunakan panel surya. Panel surya telah banyak digunakan diberbagai negara dengan berbagai skala. Seperti umumnya sifat konversi energi terbarukan, efisiensi konversi masih merupakan faktor yang hingga sekarang masih perlu mendapat perhatian. Peningkatan efisiensi panel surya dapat dilakukan dengan berbagai cara baik pada sel surya itu sendiri maupun konstruksi yang digunakan untuk menangkap energi yang datang dari matahari dalam bentuk berkas sinar yang berarti panel surya harus mampu menangkap energi energi dari berkas sinar matahari semaksimal mungkin. Secara prinsip kondisi maksimal dapat diperoleh apabila berkas sinar matahari yang datang selalu dapat tegak lurus terhadap permukaan panel surya, yang berarti panel surya tidak dipasang tetap pada suatu sudut tertentu. Pada penelitian ini telah dibuat suatu konstruksi yang memungkinkan panel surya dapat mengikuti gerak matahari , *sun tracking*, memanfaatkan *power window* mobil yang dikontrol menggunakan *microcontroller ATmega16* sebagai otak gerakan dengan bantuan *rotary encoder* sebagai sensor sudut yang disesuaikan dengan waktu jam nyata, *real time*. *Sun tracking* yang dibuat ini bersifat periodik. Dibandingkan dengan panel surya yang dipasang tetap, panel surya dengan konstruksi *sun tracking* menunjukkan perbaikan keluaran yang bervariasi pada setiap periode waktu yang diambil dari pagi hari hingga sore dengan rerata total mencapai sekitar 6 %. Pada jam 08.00 – 09.00 diperoleh peningkatan sebesar 10,4% , pada pukul 10.00 -11.00 diperoleh 5% dana pada periode 11,00 – 12.00 terdapat peningkatan 0,5%. Pada sore hari 12.00 – 13.00 diperoleh peningkatan 1% , pada 13.00 – 14.00 sebesar 2,7% , pada pukul 14.00 – 15.00 terdapat peningkatan hingga 5% dan pada 15.00 – 16.00 terdapat peningkatan 6%. Peningkatan daya keluaran diperkirakan akan lebih baik bila dibuat konstruksi *sun tracking* yang bersifat kontinyu.

**Kata kunci :** energi surya, panel surya, *sun tracking*, *rotary encoder*, *microcontroller* .

**THE USE OF CAR POWER WINDOW TO INCREASE THE  
PERFORMANCE OF SOLAR PANEL BASED ON SUN TRACKING WORK  
WITH MICROCONTROLLER**

**Samsul Kamal\*, Brahmantya Remons. DPP\***  
\*) Jurusan Teknik Mesin dan Industri FT UGM

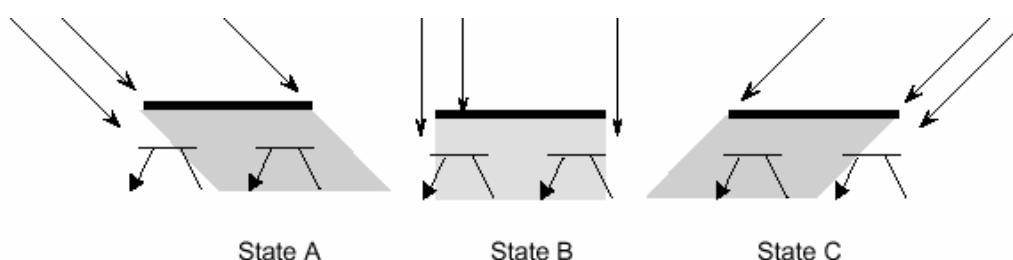
*Solar energy is one of the significance sources of renewable energy in Indonesia. Beside its environmental frendly character, the technology to convert solar energy into electrical energy is also relatively easy that is by using solar panel that consists of solar cells. Solar panel has been used in many countries in many different scale of capasities. As generally faced by any renewable energy conversion technology, the efficiency of the conversion is still a major factor that must be examined. The increase of the efficiency can be done on the solar cell its self or the construction of the solar panel used that is by increasing the capability of the panel to maximally catch the solar beam. In principle the maximum condition can be performed if the incoming solar beam can be maintained to be always perpendicular to the surface of the panel. This means that the panel is not constructed fix in one position , about 12.00 oclock position, as usually found. In this reserach a new construction has been examined which allow for the solar panel to track the rotation of the sun, usually called as sun tracking, by using a car power window. The main control equipment of the the track is ATmega16 microcontroler supported by a rotary encoder as an angle sensor which is set by using real time condition. The sun tracking is designed as periodical movement. Compared to the one with fixed position, the solar panel using sun tracking in this construction showed an increase of its output performance about the average of 6% in a time period from morning till after noon. In the morning period, from 08.00 to 09.00 an increase of 10,4% was recorded compare to the fixed one, at 10.00 to 11.00 an average of 5% was shown and in the last position of this morning period that is in the period of 11.00 to 12.00 an increase of 0,5% was still also recorded. In the afternoon period, from 13.00 to 14.00 an increase of 2,7% was recorded and at 14.00 to 15.00 an incresae of 5% was shown and lastly an increase of about 6% was also recorded. It is predicted that the increase on the ouput performance is even better if the sun tracking construction is designed as continuous movement rather than periodical one.*

**Key words :** solar energy, solar panel, sun tracking, rotary encoder, microcontroler.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Letak geografi wilayah Indonesia yang terletak di garis katulistiwa sangat strategis untuk menerima sinar matahari dibandingkan dengan negara Eropa. Apabila energi matahari dapat dikelola dan dieksplorasi dengan tepat, tentunya masalah energi yang terjadi di Indonesia dapat manfaat yang cukup signifikan . termasuk untuk mengatasi masalah sulitnya listrik masuk daerah terpencil dan daerah dataran tinggi (Kusuma , 2005). Pemanfaatan energi matahari sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan sudah mulai dikembangkan di Indonesia dengan menggunakan panel surya. Panel surya adalah alat yang dapat mengubah atau mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik, berupa beda potensial atau tegangan. Tetapi selama ini penggunaan panel surya di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal antar lain karena pemasangannya dibuat pada posisi tetap atau permanen. Pemasangan panel surya yang permanen ini hanya berkisar antara satu hingga dua jam saja untuk menerima cahaya matahari secara optimal. Hal ini disebabkan oleh posisi sinar matahari dapat berubah sesuai fungsi waktu, sedangkan panel surya yang dipasang secara permanen tidak memungkinkan untuk mengikuti arah pergerakan matahari. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan cara membuat alat bantu panel surya sehingga panel surya selalu mengarah matahari pada setiap jamnya. Unjuk kerja keluaran listrik dari panel tergantung pada arah dan sudut datang sumber cahaya (cahaya matahari) ke permukaan panel surya. Secara mudah, sudut yang terbentuk antar panel surya dan cahaya datang semakin mendekati tegak lurus panel surya maka akan semakin besar daya yang dihasilkan oleh panel surya. Dengan demikian apabila panel surya dipasang permanen di tanah datar maka hanya ada selang waktu satu sampai dua jam saja panel surya dan cahaya matahari membentuk sudut  $90^0$  yakni saat pukul 11.00 hingga 13.00. Saat sore hari atau pagi hari dimana sudut yang terbentuk sekitar  $45^0$  maka daya yang dihasilkan adalah nol. Solusi dari masalah tersebut yaitu dengan memiringkan posisi panel surya untuk terus menghadap ke arah datangnya cahaya matahari. Proses ini dikenal sebagai *solar cell tracking*. Berbagai metode penelitian telah dilakukan untuk melakukan proses solar cell tracking. Yang paling sederhana dari semua metode itu yaitu metode penggunaan LDR (Light Dependent Resistor) yang berfungsi sebagai pendekripsi perubahan intensitas cahaya pada permukaan resistor. Metode lain yang pernah dilakukan oleh Shah (1999) menggunakan metode *phototransistor* ditutupi dengan sebuah piringan kecil yang berfungsi sebagai perisai datangnya cahaya matahari, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Salah satu metode *Tracking Panel surya*

Ketika di pagi hari *tracker* berada di posisi A, *phototransistor* kiri akan aktif yaitu terkena cahaya matahari. Karena kecendrungan untuk memperisai diri dari cahaya matahari *phototransistor* akan memerintah motor dc untuk memutar panel surya sampai posisi *phototransistor* tidak terkena cahaya matahari. Panel surya akan berputar sesuai posisi B. Saat sore hari dimana posisi matahari akan berubah *tracker* berada di posisi C. siklus ini akan terus berputar sampai hari menjelang malam atau sampai intesitas cahaya minimum.

## 1.2 Pemanfaatan Motor DC Power Window dan Mikro Kontroler

Motor DC *power window*, mempunyai spesifikasi motor sebagai berikut:

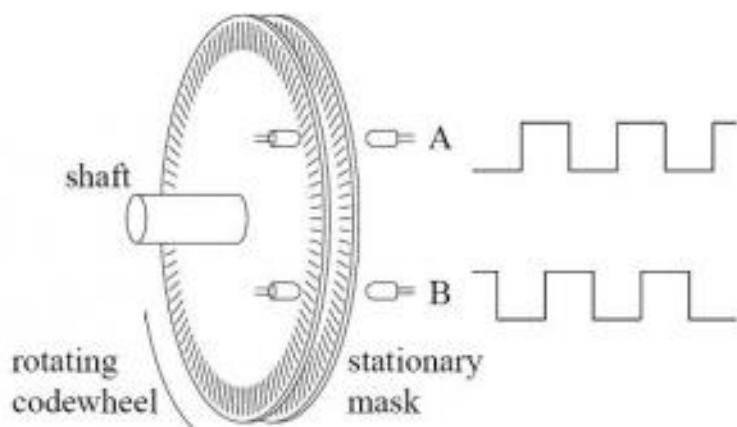
- *Rated Voltage*: 12V
- *Rated Torque*: 3N. M
- *No Load Current*:  $\leq 2.5$  A
- *No Load Speed*:  $\geq 80$  rpm
- *Rated Current*:  $\leq 8.0$  A
- *Rated Speed*: 65 rpm(55-75)
- *Noise*:  $\leq 55$ DB



Gambar 2. Motor DC *Power Window*

Berbagai kemajuan dibidang mikrokontroler dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki usaha *solar tracking* dengan menggabungkannya pada motor DC *power window* yang mudah diperoleh. Untuk membantu panel surya yang bergerak otomatis mengikuti arah kebiasaan datangnya cahaya matahari diperlukan sensor. Sensor ini bertugas untuk memberikan segala informasi yang ada di luar ke mikro kontroller. Sensor yang digunakan untuk melakukan tugas mengikuti kebiasaan datangnya cahaya matahari menggunakan modul sensor putaran *rotary encoder*. Sensor ini biasanya terdiri dari 2 lapis jenis penyandi, yaitu; Pertama, Penyandi rotari tambahan yang akan membangkitkan gelombang kotak pada objek yang diputar. Kedua, Penyandi absolut yang memperlengkapi kode binary tertentu untuk masing-masing posisi sudut. (Pitowarno, 2006). *Incremental encoder* terdiri dari dua *track* atau *single track* dan dua sensor yang disebut *channel A* dan *B*. Ketika poros berputar, deretan pulsa akan muncul di

masing-masing *channel* pada frekuensi yang proporsional dengan kecepatan putar, sedangkan hubungan fasa antara *channel* A dan B menghasilkan arah putaran. Dengan menghitung jumlah pulsa yang terjadi terhadap resolusi piringan maka putaran dapat diukur. Dengan mengetahui channel mana yang *leading* terhadap *channel* satunya dapat kita tentukan arah putaran yang terjadi karena kedua *channel* tersebut akan selalu berbeda fasa seperempat putaran (*quadrature signal*). Seringkali terdapat *output channel* ketiga, disebut INDEX, yang menghasilkan satu pulsa per putaran berguna untuk menghitung jumlah putaran yang terjadi.



Gambar 3. *Incremental Rotary Encoder* (Pitowarno, 2006)

Mikrokontroler ATmega16 salah satu generasi AVR (*Alf and Vegard's RISC processor*) produksi ATMEL yang memiliki arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit. Arsitektur ini mendukung kemampuan untuk melaksanakan eksekusi instruksi hanya dalam satu siklus clock osilator. Fasilitas pada ATmega16 yang digunakan dalam penelitian ini antara lain interupsi dan I2C.

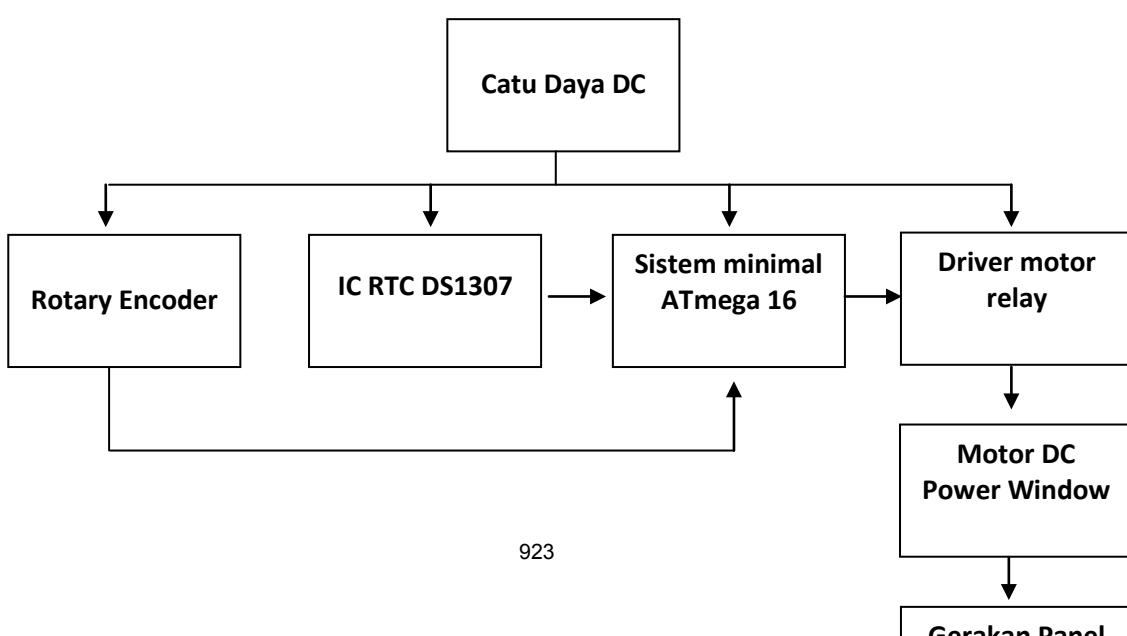
(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5 (TDI)
(TXD) PD1	15	26	PC4 (TDO)
(INT0) PD2	16	25	PC3 (TMS)
(INT1) PD3	17	24	PC2 (TCK)
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar 4. Mikro kontroler ATmega16

Interupsi adalah suatu kondisi di mana mikrokontroler akan berhenti sementara dari program utama untuk melayani intruksi-intruksi pada interupsi kemudian kembali mengerjakan instruksi program utama setelah instruksi-instruksi pada interupsi selesai dikerjakan (Heryanto, Ary, 2008). AVR ATmega16 memiliki 21 sumber interupsi. Interupsi dapat muncul kapanpun kecuali jika *bit enable interrupts* dalam SREG *clear* (Lingga Wardhana, 2006). Pada penelitian ini digunakan 1 jenis interupsi untuk menghasilkan sinyal yang nantinya akan diolah dengan mikrokontroler. Interupsi tersebut adalah *timer compare match interrupt*. Kontrol untuk koordinasi gerakan dilakukan menggunakan suatu *software*. *Software* yang digunakan dalam membuat program pada AVR disini adalah CodevisionAVR C Compiler versi 2.03.9. Pemrograman dengan menggunakan software ini lebih mudah karena tersedia dengan bahasa pemrograman C. Codevision AVR juga memiliki program generator yang memungkinkan kita membuat program dengan cepat (Heryanto, Ary, 2008).

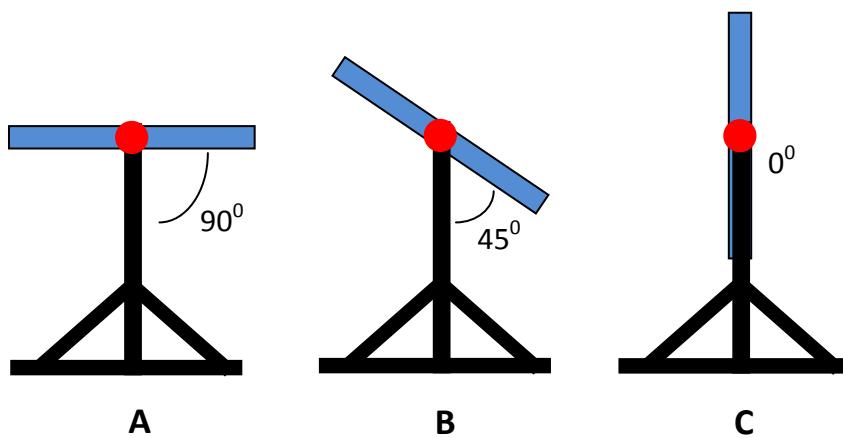
## II. METODE PENELITIAN

Rancangan cara memaksimalkan kinerja panel surya dengan bantuan mikrokontroller ATmega16 sehingga dihasilkan output daya yang maksimal adalah sebagai berikut. Secara umum sistem yang dirancang seperti gambar di bawah ini. Catu daya DC digunakan sebagai sumber tegangan untuk mengaktifkan , *rotary encoder*, IC RTC DS1307 dan *driver motor relay*. Sistem minimal digunakan untuk membangkitkan sinyal/pulsa yang nantinya difungsikan sebagai otak dari gerak panel surya dan diprogram menggunakan bahasa pemograman C. Selanjutnya gerak diprogram agar output sinyal dari *rotary encoder* bisa dikonversi menjadi besaran sudut. File .hex hasil *compile* program dengan CodevisionAVR dimasukan ke dengan menggunakan *downloader*.



Gambar 5. Rancangan system untuk penelitian secara umum

*Rotary encoder* dalam penelitian ini digunakan sebagai sensor sudut. Berdasarkan *manual book rotary encoder* memiliki data sebesar 400 untuk satu kali putaran. Oleh karena itu digunakan *mikrokontroller* ATmega16 untuk mengkonversi nilai 400 menjadi nilai sudut sebesar 360 derajat dengan menggunakan rumus regresi linier. *Driver Motor Relay* dalam penelitian ini digunakan sebagai saklar on/off pemutus suplay tegangan ke motor DC *power window*. Penelitian ini menggunakan 2 *relay Driver Motor Relay* yaitu 1 difungsikan sebagai saklar on/off untuk membuat motor DC *power window* bergerak maju dan yang satu lagi untuk membuat motor DC *power window* bergerak mundur. Pengaktifan *relay* ini dilakukan dengan cara mengirimkan sinyal/pulsa 5v ke salah satu kaki *relay*. Untuk mendapatkan suatu komputasi pengkonversi putaran rotary menjadi sudut dibutuhkan suatu patokan untuk proses pengkalibrasian, yaitu nilai awal dan akhir dari variabel putaran rotary dan posisi awal dan akhir dari sinyal posisi panel surya. Telah diketahui bahwa nilai variabel putaran rotary akan bertambah atau berkurang jika ada perubahan dari *rotary encoder* tersebut, maka nilai awal dari variabel putaran\_rotary selalu bernilai 0 dan memiliki jumlah 400 untuk satu kali putaran. Untuk posisi awal dan akhir dari panel surya dapat dilihat di gambar di bawah ini



Gambar 6. Berbagai posisi sudut panel surya

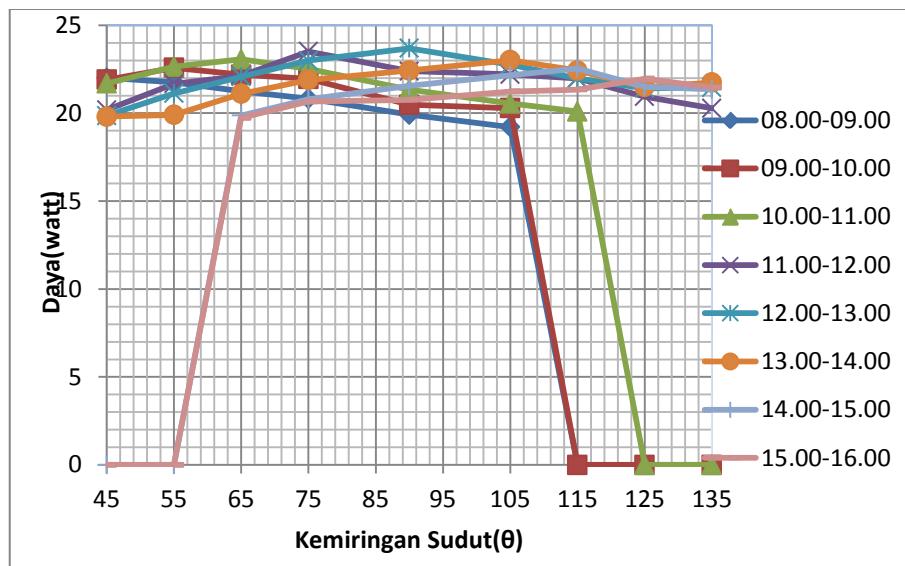
Gambar A merupakan posisi awal dari panel surya yang memiliki besar sudut sebesar  $90^0$ , sedangkan gambar B posisi dimana panel surya memiliki besar sudut sebesar  $45^0$ . Untuk posisi akhir C dari panel surya tentunya di posisi sudut  $360^0+90^0$ .



Gambar 7. Panel surya untuk percobaan

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

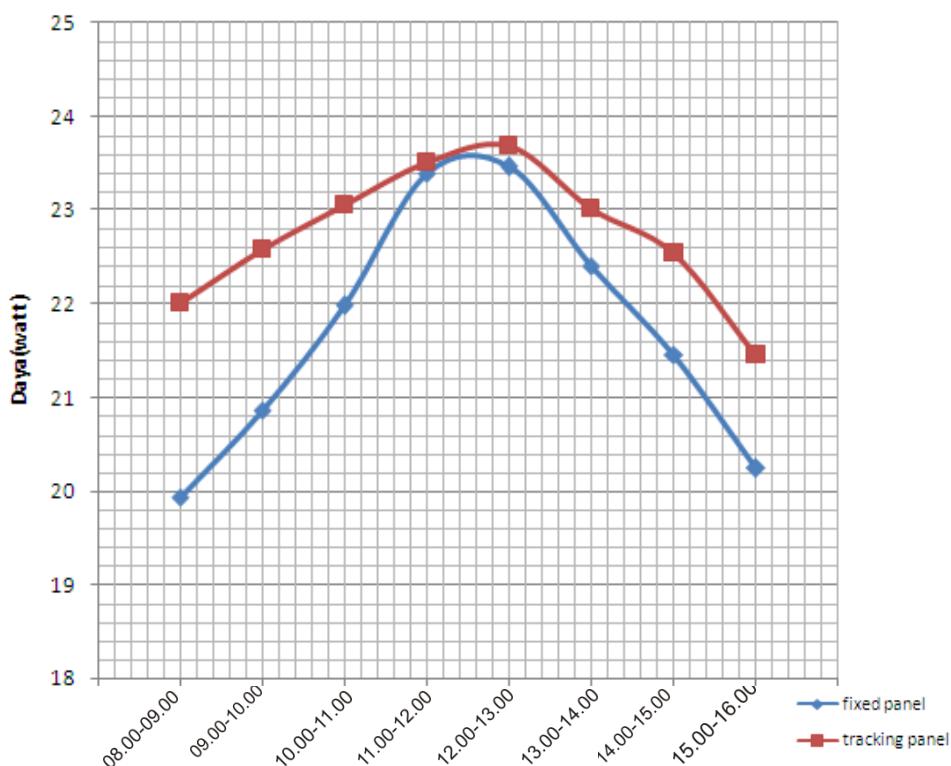
Pengambilan data dilakukan dengan cara memposisikan panel surya pada sudut yang telah ditentukan yaitu pada sudut  $45^0$ ,  $55^0$ ,  $65^0$ ,  $75^0$ ,  $90^0$ ,  $105^0$ ,  $115^0$ ,  $125^0$ , dan  $135^0$  dalam selang waktu 12 menit sekali yang digerakan secara *manual*. Kemudian dilakukan pengukuran output daya yang dihasilkan oleh panel surya. Dari pengukuran tersebut dihasilkan daya keluaran rata – rata per satu jamnya. Setelah dilakukan pengukuran didapat grafik seperti terlihat pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 8. Grafik hubungan kemiringan sudut ( $\theta$ ) dengan daya (watt)

Dari Gambar 8 di atas terlihat bahwa daya maksimal pada selang waktu 08.00 – 09.00 terjadi pada saat panel surya diposisikan  $45^0$  yaitu sebesar 22,01 watt, daya

maksimal pada selang waktu 09.00 – 10.00 terjadi pada saat panel surya diposisikan  $55^0$  yaitu sebesar 22,58 watt, daya maksimal pada selang waktu 10.00 – 11.00 terjadi pada saat panel surya diposisikan  $65^0$  yaitu sebesar 23.06 watt, saat pukul 11.00 – 13.00 daya paling maksimal dihasilkan oleh panel surya, daya maksimal pada selang waktu 13.00 – 14.00 terjadi pada saat panel surya diposisikan  $105^0$  yaitu sebesar 22,03 watt, daya maksimal pada selang waktu 14.00 – 15.00 terjadi pada saat panel surya diposisikan  $115^0$  yaitu sebesar 22,54 watt, dan daya maksimal pada selang waktu 15.00 – 16.00 terjadi pada saat panel surya diposisikan  $135^0$  yaitu sebesar 21,46 watt. Berdasarkan data tersebut maka dapat dibuat program dalam *codevision* untuk gerak otomatis panel surya.



Gambar 9. Grafik perbandingan daya yang dihasilkan *stasionary system* dengan *tracking system*

Dari Gambar 9 di atas terlihat bahwa output daya minimal yang dihasil oleh panel surya saat menggunakan *tracking system* lebih besar dari pada saat menggunakan *stasionary system*. Nilai terendah output daya dengan *tracking system* selalu diatas 20 watt, sedangkan output daya terendah dengan *stasionary system* bernilai di bawah 20 watt. Untuk perbandingan nilai output daya maksimal antara *tracking system* dengan *stasionary system* tidak jauh berbeda, hanya saja *tracking system* menghasilkan output daya maksimal yang lebih lama dari pada konstruksi panel surya yang dipasang tetap.

Tabel 1. Prosentase kenaikan daya keluaran dalam selang waktu 1 jam

Selang Waktu	% kenaikan daya output
08.00 - 09.00	10.38
09.00 - 10.00	8.19
10.00 - 11.00	4.91
11.00 - 12.00	0.51
12.00 - 13.00	0.98
13.00 - 14.00	2.72
14.00 - 15.00	5.08
15.00 - 16.00	6.03

Dari Tabel 1 telihat bahwa dari pukul 08.00 hingga 09.00 terjadi peningkatan output daya sebesar 10.38 %, pukul 09.00 hingga 10.00 terjadi peningkatan daya keluaran sebesar 8.19 %, sedang dari pukul 10.00 hingga 11.00 terjadi peningkatan daya keluaran sebesar 4.91 % dan pada akhirnya pada pukul 11.00 hingga 12.00 terjadi peningkatan daya keluaran sebesar 0.51 %. Berikutnya pada pukul 12.00 hingga 13.00 terjadi peningkatan daya keluaran sebesar 0.98 %, pukul 13.00 hingga 14.00 terjadi peningkatan output daya sebesar 2.72 % dan dari pukul 14.00 hingga 15.00 terjadi peningkatan daya keluaran sebesar 5.08 % hingga pada akhirnya dari pukul 15.00 hingga 16.00 terjadi peningkatan daya keluaran sebesar 6.03 %.

#### IV. KESIMPULAN

Penggunaan *sun tracking* pada panel surya menghasilkan keluaran daya yang lebih maksimal dibanding menggunakan panel surya yang dipasang secara tetap. Peningkatan daya keluaran rerata sebesar 6% dapat diperoleh dari percobaan ini. Peningkatan daya keluaran diperkirakan akan lebih baik bila dibuat konstruksi sun tracking yang bersifat kontinyu.

#### DAFTAR PUSTAKA

Heryanto, Ary, M., , 2008, *Pemrograman Bahasa C untuk ATmega8535*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.

Kusuma, I. G. (2005). *Kajian Energi Surya Untuk Pembangkit Tenaga Listrik*. Semarang

Lingga Wardhana, S. 2006. *Belajar Sendiri AVR Seri ATmega8535*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.

Pitowarno, M. E. 2006. *Disain, Kontrol, dan kecerdasan Buatan*. Surabaya.

Shah, A. V. 1999. *Photovoltaic Technology: The Case for Thin-Film Solar Cells*.