

# DESAIN DAN KONSTRUKSI SISTEM KONTROL POSISI PADA PANEL SURYA DENGAN MENGGUNAKAN SMART PERIPHERAL CONTROLLER(SPC)-STEPPER MOTOR DAN PC-LINK USBER

As'ari<sup>1)</sup>, Michael Kolondam<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Fisika FMIPA Universitas Sam Ratulangi  
Jl. Kampus Unsrat Manado, 95115  
e-mail: As.ari2222@yahoo.co.id; mkolondam@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Telah didesain dan dirancang sistem pengontrol posisi panel surya terhadap sinar datang cahaya matahari dengan menggunakan *SPC-Stepper Motor* dan *PC-Link USBer*, sehingga diperoleh posisi panel surya yang selalu tegak lurus arah sinar datang cahaya matahari. Pengontrolan bidang penampang (panel surya) dilakukan menggunakan *motor-stepper* yang diprogram dengan bahasa pemrograman *assembly*. Data yang digunakan sebagai *input* diperoleh dengan pengukuran sudut datang sinar matahari, sehingga posisi panel surya selalu tegak lurus terhadap sinar datang cahaya matahari. Sistem pengontrol dapat bekerja pada *step* minimum 1 *step* ( $2,8^\circ$ ), dengan interval mulai dari 8 *step* sampai 50 *step* (pukul 07:00 sampai pukul 18:00).

**Kata kunci:** Motor stepper, panel surya, system control

## CONTROL SYSTEM DESIGN AND CONSTRUCTIONS OF SOLAR PANEL BY USING SMART PERIPHERAL CONTROLLER (SPC)-STEPPER MOTOR AND PC-LINK USBER

### ABSTRACT

Solar panel position control system to coming ray directions of solar light have been designed and constructed by using *SPC-Stepper Motor* and *PC-Link USBer*, so we had solar panel positions that always been rectangular to coming ray directions of solar light. Cross section area of solar panel controlled by using *motor-stepper* which programmed with *assembly programming*. Data used as input found by measuring of coming solar ray angles, so solar panel position always be rectangular to coming rays of solar lights. Contolled system could be done at minimum step of 1 steps ( $2.8^\circ$ ), the interval is 8 step to 50 step (at 07:00 to 18:00).

**Keywords:** Stepper motor, solar panel, control system

## PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan akan energi ini mengakibatkan semakin berkurangnya ketersediaan sumber daya alam yang ada, sehingga manusia dituntut untuk mencari sumber-sumber energi lain yang sedapat mungkin sumber energi tersebut dapat diperbaharui. Seiring perkembangan ilmu, teknologi, dan industri energi surya merupakan modal dasar yang kuat untuk dikembangkan sebagai sumber energi terbarukan demi mencapai ketahanan energi di masa mendatang (Leksono, 2010).

Salah satu energi yang paling diperlukan oleh manusia, khususnya di

Indonesia adalah energi listrik. Penyediaan energi listrik di Indonesia masih tergolong rendah. Data DESDM (Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral) baru sekitar 66% masyarakat Indonesia menikmati energi listrik. Fakta yang terjadi saat ini bahwa Indonesia mengalami keadaan dimana pasokan listrik tidak dapat memenuhi kebutuhan masyarakat sebagai konsumen, energi listrik masih terpusat di kota-kota besar, bahkan di Sulawesi Utara sendiri belakangan ini krisis listrik begitu terasa dengan sering diadakan pemadaman dari PLN (Leksono, 2010).

Beberapa alternatif utama sumber energi listrik yang tersedia saat ini antara

lain: memanfaatkan energi air yang dapat dimanfaatkan untuk memutar turbin, energi angin yang kekuatannya dapat membangkitkan listrik, dan energi matahari yang dihasilkan dengan penggunaan sel surya yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaik.

Sumber energi matahari merupakan salah satu sumber energi yang dapat dikembangkan. Energi matahari telah dimanfaatkan di banyak belahan dunia dan jika dieksploitasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama. Matahari dapat digunakan secara langsung untuk memproduksi listrik. Untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik memerlukan sel surya yang merupakan bahan semikonduktor dengan menggunakan efek fotovoltaik. Menurut data Green Peace Indonesia sumber energi alternatif ini cukup baik. Berdasarkan proyeksi dari tingkat arus hanya 354MW, pada tahun 2015 kapasitas total pemasangan pembangkit tenaga panas matahari akan melampaui 5000 MW. Pada tahun 2020, tambahan kapasitas akan naik pada tingkat sampai 4500 MW setiap tahunnya dan total pemasangan kapasitas tenaga panas matahari di seluruh dunia dapat mencapai hampir 30.000 MW, cukup untuk memberikan daya untuk 30 juta rumah (Anonim, 2010).

Salah satu cara untuk mengoptimalkan kinerja sel surya adalah dengan mencari posisi-posisi dimana bumi menerima panas yang paling maksimal oleh matahari yaitu dengan mencari posisi dimana sinar datang tegak lurus dengan bidang penampang, dalam hal ini panel surya. Dalam penelitian ini panel surya dikontrol dengan menggunakan *SPC-Stepper Motor* dan *PC-Link USBer* lewat program komputer. Alat ini diharapkan memberikan dampak yang positif dalam perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya sebagai bahan pembelajaran. Pada penelitian ini akan dirancang dan dibangun anemometer serta dilakukan optimasi kerjanya.

## TINJAUAN PUSTAKA

Energi panas matahari merupakan salah satu energi yang potensial untuk dikelola dan dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber cadangan energi terutama

bagi negara-negara yang terletak di khatulistiwa termasuk Indonesia, dimana matahari bersinar sepanjang tahun. Energi matahari yang tersedia adalah sebesar 81.000 Terrawatt sedangkan yang dimanfaatkan masih sangat sedikit (Handoko, 1994). Sumber energi yang melimpah ini jika dimanfaatkan dengan teknologi yang tepat maka akan dapat membantu memenuhi kebutuhan energi yang semakin meningkat.

Sel surya pada dasarnya adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada umumnya satu keping sel surya mempunyai ketebalan 3 mm, tersusun atas kutub positif dan negatif yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor. Prinsip kerja suatu sel surya adalah dengan memanfaatkan efek fotovoltaik, yaitu suatu efek yang dapat mengubah secara langsung cahaya matahari menjadi suatu energi listrik (Fonash, 2010).

Secara ringkas, ketika sinar matahari mengenai permukaan sel surya, energi dari foton akan dimanfaatkan untuk membentuk pasangan elektron dan lubang (*hole*) yang merupakan pembawa muatan dalam semikonduktor. Jika dua kutub tersebut disambungkan melalui elektroda, elektron akan mengalir ke semikonduktor tipe-n dan lubang semikonduktor tipe-p ke beban/peralatan listrik (efek fotovoltaik). Sebuah sel surya dengan pembangkit listrik yang lengkap biasanya telah dibuat dalam bentuk modul (panel surya) dan dilengkapi dengan *DC-AC Inverter* (Wenas, 1992). Panel surya dalam pengoperasiannya supaya efektif biasanya menggunakan sistem kontrol, sehingga energi yang dihasilkan akan lebih besar.

Sistem kontrol adalah proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkaian harga tertentu. Komponen-komponen yang biasanya digambarkan dalam diagram blok adalah kontroler, elemen kontrol akhir, proses, sensor dan *transmitter*.

Kontroler menggunakan mikrokontroler yang pada dasarnya adalah komputer dalam satu *chip*, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur *Input/Output (I/O)* dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan *Personal*

*Computer(PC)*. Pada *PC* kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1 sampai 16 MHz. Begitu juga kapasitas *Random Access Memory(RAM)* dan *Read Only Memory (ROM)* pada *PC* yang bisa mencapai orde Gbyte, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde byte/Kbyte. Meskipun kecepatan pengolahan data dan kapasitas memori pada mikrokontroler jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer personal, namun kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi terutama karena ukurannya yang kompak (Adi, 2010).

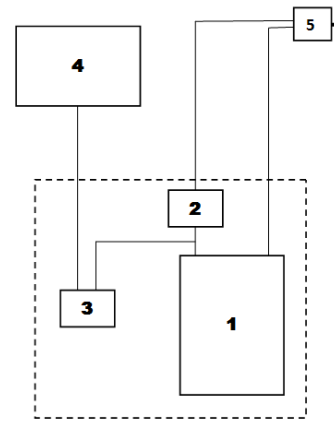
Pada panel surya ditempatkan sebuah motor yang berfungsi sebagai penggerak untuk merubah posisinya. *SPC-Stepper Motor* merupakan pengontrol *motor-stepper* yang menggunakan *I<sup>2</sup>C-bus* sebagai jalur penyampaian data sehingga dapat lebih menghemat dan mempermudah pengkabelan, selain itu *SPC-Stepper Motor* dapat digunakan secara paralel.

## METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan adalah:

1. Catu Daya (9 V dan 5 V)
2. *SPC-Stepper Motor*
3. *PC-Link USBer*
4. Komputer, dengan spesifikasi :
  - a. *Type* : Acer 4736G
  - b. *Processor* :Intel<sup>®</sup> Core™2 Duo Processor T6600. 2.2 GHz
  - c. *RAM* : DDR3 3GB
  - d. *Operating System* : Windows<sup>®</sup> 7 Ultimate Edition, Service Pack 1. x86 (32 bit)
5. *Motor-stepper*
6. Busur derajat
7. Kabel :
  - a. Kabel *USB (Universal Serial Bus)*
  - b. Kabel data
  - c. Kabel merah-hitam

Rangkaian terdiri dari beberapa bagian yang dirangkai seperti pada gambar 1.



Gambar 1 :Bagan rangkaian alat

Keterangan :

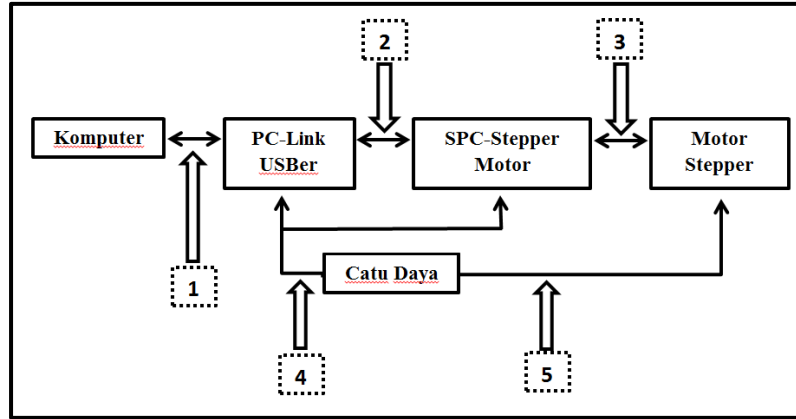
1) Catu Daya; 2) *SPC-Stepper Motor*; 3) *PC-LinkUSBer*; 4) Komputer/Laptop; 5)*Motor-stepper*

Pengambilan data sudut datang dilakukan dengan meletakkan papan panel surya di atas sebuah batang besi yang sudutnya dapat diubah-ubah, sudut datang matahari( $\theta$ ) diukur dengan busur setiap 1 jam, dari pukul 07:00 sampai pukul 18:00. Pengambilan data dilakukan selama 10 hari. Data ini dipakai sebagai input data dan diujicobakan pada sistem, selanjutnya dianalisis kerja dari sistem kontrol ini.

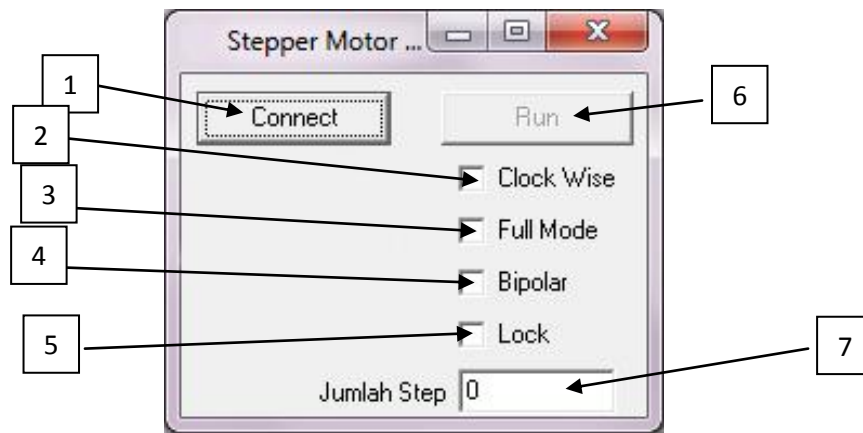
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Desain Sistem Rangkaian

Blok diagram setiap modul yang digunakan secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat lima modul yang dirangkai. Setiap modul dikoneksikan dengan kabel yang berbeda-beda, yang ditandai dengan angka 1 sampai 5 pada kotak dengan garis putus-putus.



Gambar 2. Blok diagram sistem



Gambar 3. Tampilan program yang digunakan

Keterangan:

1. Tombol untuk buka/tutup koneksi *PC-Link USBer*
2. Pilihan arah putar *motor-stepper*
3. Pilihan mode kerja *motor-stepper*
4. Pemilihan untuk *motor-stepper* jenis bipolar dan unipolar
5. Pilihan untuk kondisi *Lock*
6. Tombol untuk menjalankan program
7. Jumlah *Step* putaran motor yang diinginkan

1. Koneksi 1, penyambungan ini menggunakan kabel *Universal Serial Bus (USB)*.
2. Koneksi 2, penyambungan antara *SPC-Stepper Motor* dengan *PC-Link USBer* menggunakan kabel data.
3. Koneksi 3, penyambungan antara *motor-stepper* dengan *SPC Stepper-Motor* menggunakan kabel data.
4. Koneksi 4 dan 5, penyambungan antara *SPC-Stepper Motor* dan *PC-Link USBer* dengan catu daya masing-masing menggunakan kabel yang baik untuk menghantarkan listrik. Yang terpenting yang harus diperhatikan adalah warna

pembeda untuk masing-masing kutub. Jangan sampai tertukar karena akan menyebabkan kerusakan alat. Tabel 1 menunjukkan penyambungan catu daya dengan *SPC-Stepper Motor* dan *PC-Link USBer*.

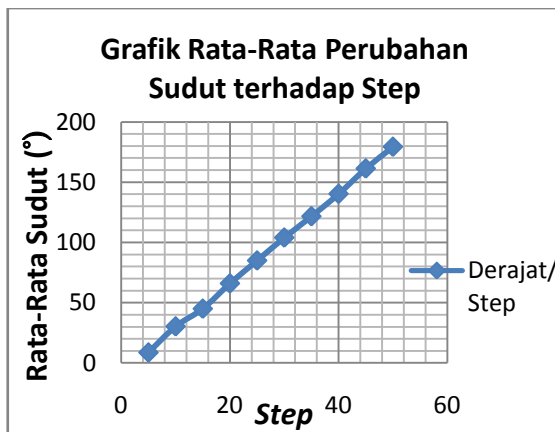
Tabel 1. Koneksi catu daya dengan masing-masing komponen

No	Catu Daya	Komponen
1	+5 V	<i>SPC-Stepper Motor</i>
		<i>PC-Link USBer</i>
2	+ 9 V	<i>Motor-stepper</i>

Untuk mengendalikan *motor-stepper* maka perlu dilakukan pemrograman lewat komputer. Tampilan program pada layar monitor seperti pada Gambar 3.

**Uji Pengontrolan *Motor-stepper***

Pengujian pengontrolan *motor-stepper* dilakukan dengan interval 5 *step*. *Step* menunjukkan besarnya perubahan/pergeseran sudut dalam satu kali perubahan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui berapa besar sudut yang dihasilkan setiap *step*-nya. Hal ini perlu dilakukan karena spesifikasi yang tercantum di alat sering tidak sesuai dengan hasil pada pengukuran. Pengujian dilakukan tiga kali untuk masing-masing *step*, kemudian diambil nilai rata-ratanya. Derajat per *step* dihitung dengan cara uji derajat perubahan sudut dengan banyaknya *step*. Kecenderungan *step* terhadap sudut yang dihasilkan diketahui dengan membuat grafik *step* terhadap sudut rata-rata (gambar 4).



Gambar 4. Grafik uji pengontrolan *motor-stepper*

Gambar 4 menjelaskan bahwa *motor-stepper* yang digunakan memiliki derajat perputaran yang semakin besar apabila *step* semakin besar.

**Data Sudut Datang Sinar Matahari**

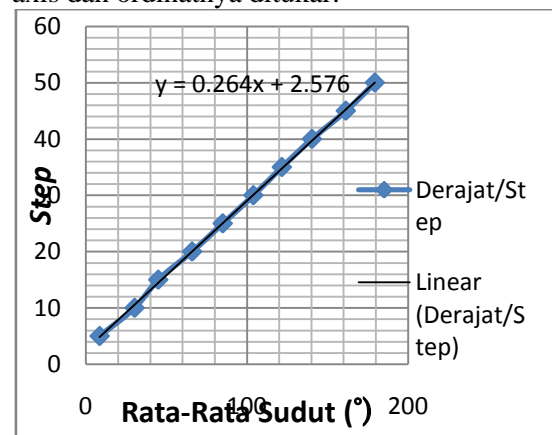
Pengambilan data sudut datang sinar matahari yang tegak lurus terhadap bidang penampang (panel surya) yang didapat melalui pengukuran, dilakukan di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Klimatologi Kayuwatu selama 10 hari dari tanggal 04 Juli sampai 15 Juli 2011. Pengukuran menggunakan busur

serta beberapa alat bantu agar posisi panel surya yang tegak lurus dengan sinar datang dapat ditentukan.

Data pengukuran sinar datang cahaya matahari yang telah diukur, selanjutnya dihitung nilai rata-rata perubahan sudut serta nilai selisih untuk perubahan sudut setiap jamnya. Perubahan posisi matahari terbesar terjadi pada saat pukul 16:00 sampai pada pukul 17:00 yaitu sebesar 21°, sedangkan perubahan posisi matahari yang paling kecil, terjadi pada saat pukul 11:00 sampai pada pukul 12:00 yaitu sebesar 10,5°. Pada kolom selisih sudut Tabel 2. dapat dilihat bahwa pergerakan matahari pada siang hari lebih kecil dan menjadi semakin besar pada sore hari.

**Penentuan Jumlah Step**

Menurut data pengukuran sinar datang cahaya matahari, maka dapat ditentukan berapa jumlah *step* yang akan digunakan sebagai nilai *input* ke dalam program. Menentukan jumlah *step* yang digunakan digunakan Gambar 6. yang menunjukkan grafik derajat/*step*, dengan nilai axis dan ordinatnya ditukar.



Gambar 5. Grafik penentuan *step*

Gambar 5. menunjukkan bahwa dengan persamaan (y) dapat ditentukan besarnya *step* yang akan digunakan pada setiap jam. Hasil jumlah *step* dibulatkan (Tabel 2) agar supaya dapat di-*input* pada program, karena *motor-stepper* hanya membaca nilai yang telah dibulatkan.

Tabel 2. Jumlah *step* untuk setiap jam

Waktu	Rata-rata Sudut	Jumlah Step (dibulatkan)
07:00	22	8
08:00	38,5	13
09:00	54	17
10:00	68,5	21
11:00	79,5	24
12:00	90	26
13:00	101	29
14:00	112,5	32
15:00	124,5	36
16:00	140,5	40
17:00	161,5	45
18:00	180	50

Tabel 2. digunakan untuk mengontrol suatu *motor-stepper* agar dapat bekerja sesuai dengan pengontrolan yang diinginkan, yaitu melalui *SPC-Stepper Motor* dan *PC-Link USBer*.

**Uji Sistem Secara Keseluruhan**

Catu daya dinyalakan untuk menyuplai listrik pada setiap modul. Komputer akan mendeteksi adanya koneksi melalui *USB* dengan memakai *PC-Link USBer* apabila driver *FTD2XXUN* telah diinstal, koneksi berhasil apabila ada tampilan “*Found NewHardware*” pada layar komputer serta ada bunyi notifikasi bahwa komputer sedang dihubungkan lewat *USB*. Jika tampilan serta bunyi tersebut tidak ada, maka harus dicek lagi pengkoneksian setiap modul yang menandakan adanya kesalahan pengkoneksian. Ditekan tombol “*Connect*” pada program yang telah dibuat. Selanjutnya, diberikan masukan data jumlah step yang sebelumnya telah ditentukan (Tabel 3.). Saat dimasukkan nilai jumlah step dan mengklik “*Run*”, maka sinyal-sinyal data digital dikirim lewat laptop yang selanjutnya diolah pada pengontrol *SPC-Stepper Motor* yang telah memiliki *D/A converter* untuk mengubahnya menjadi sinyal-sinyal analog yang melewati *pin A-D* pada *motor-stepper*, sehingga *motor-stepper* dapat bergerak sesuai perintah data tersebut. Setelah semuanya diproses, maka *motor-stepper* dapat bekerja dengan baik.

Tabel 3. Nilai *input* jumlah *step* pada program

Waktu	Nilai Input Jumlah Step Pada Program	Waktu	Nilai Input Jumlah Step Pada Program
07:00	8	13:00	3
08:00	5	14:00	3
09:00	4	15:00	4
10:00	3	16:00	4
11:00	3	17:00	5
12:00	2	18:00	5

Pada Tabel 3. memberikan nilai-nilai *step* sebagai masukan/*input* program, yang memiliki rentang 50 *step* dengan waktu 11 jam (pukul 07:00 – pukul 18:00). Jumlah *step* paling kecil yaitu pada pukul 12:00 (2 *step*) dan paling besar adalah pada pukul 07:00 (8 *step*), hal ini disebabkan karena program baru dijalankan pada pukul 07:00 dari saat program tersebut pada posisi tidak bekerja, sedangkan nilai *step* paling besar pada saat program mulai berjalan, yaitu terjadi pada pukul 08:00, 17:00, dan 18:00 (5 *step*). Gambar 6 menunjukkan grafik kecenderungan nilai jumlah *step* yang kecil pada siang hari dan besar pada pagi dan sore hari.



Gambar 6. Grafik *input* jumlah *step* pada program

Kecenderungan ini disebabkan karena sudut datang sinar matahari yang sama, pada pagi hari atau sore hari sinar matahari menempuh lintasan di permukaan bumi lebih panjang dibandingkan pada siang hari.

## KESIMPULAN

1. Telah dibuat sistem pengontrol posisi panel surya terhadap cahaya matahari. Sistem pengontrol yang menggunakan *SPC-Stepper Motor* dan *PC-Link USBer* dapat mengatur posisi panel surya dengan besar sudut perubahan yang telah ditentukan.
2. Sistem pengontrol telah dibuat dan dapat bekerja pada *step* minimum 1 *step* ( $2,8^\circ$ ), dengan interval mulai dari 8 *step* sampai 50 *step* (pukul 07:00 sampai pukul 18:00).

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, A.N. 2010. Mekanika. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Anonim.2010. <http://www.greenpeace.org/seasia/id/>. [April 2010]
- Fonash, S. 2010. *Solar Cell Device Physics*. Academic Press. USA.
- Handoko. 1994. *Klimatologi Dasar : Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan Unsur-unsur Iklim*. Pustaka Jaya. Jakarta.
- Leksono, E. 2010. *Majalah Energi : Industri Sel Surya Menanti Keberanian Pemerintah*. Edisi Desember 2010.
- Wenas, W.W. 1992. *Teknologi Solar Cell*. Jurusan Fisika. Institut Teknologi Bandung [proceedings] Temu Ilmiah I. 30 Agustus 1992. Persatuan Pelajar Indonesia di Jepang. Kyoto International Community House. Hlm. 236-237