

Design of Solar Tracking System

BRM Djoko Widodo^{1,*}, Mohamad Sahid Abdullah² dan Gatot Santoso³

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan - Bandung

²Prodi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan – Bandung

³Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan -

*Corresponding author: gatot.santoso@unpas.ac.id

Abstract. The technology of utilizing solar energy can be grouped into two, namely (1) thermal solar energy technology and (2) photovoltaic solar energy technology. Thermal solar energy in Indonesia is generally used for the drying process of agricultural products and marine products, while photovoltaic solar energy is used to meet electricity needs, especially in remote areas. Photovoltaic solar energy technology is the technology of utilizing solar energy by converting solar energy into electrical energy by using a semiconductor device called a solar cell. Usually, solar panels are permanently installed with fixed elevating angles. This causes the solar panel cannot absorb solar radiation optimally because the position of the sun always changes according to its rotation i.e. in the east-west and north-south directions. Absorption of solar radiation will be optimum if the direction of solar radiation is perpendicular to the surface of the solar panel. Therefore, efforts are needed to direct the surface of the solar panel so that it is always perpendicular to sunlight. In this paper will be explored (1) How to get maximum sunlight intensity, (2) What system is chosen to get maximum intensity, (3) What equipment should be added to the solar panel device so that the mechanism for tracking the position of the sun can be functional, and (4) How big difference of the solar energy that can be collected when compared to a permanent solar panel.

Abstrak. Teknologi pemanfaatan energi surya dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu (1) teknologi energi surya termal dan (2) teknologi energi surya photovoltaic. Energi surya termal di Indonesia pada umumnya digunakan untuk proses pengeringan hasil pertanian dan hasil kelautan, sedangkan energi surya photovoltaic digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik terutama di daerah terpencil. Teknologi energi surya photovoltaic adalah teknologi pemanfaatan energi surya dengan cara mengkonversikan energi surya menjadi energi listrik dengan menggunakan piranti semikonduktor yang disebut sel surya (solar cell). Pada umumnya panel surya dipasang permanen dengan sudut elevasi yang tetap (fixed elevating angles). Hal ini menyebabkan panel surya tidak dapat menyerap radiasi matahari secara optimal karena posisi matahari selalu berubah sesuai peredarannya, yaitu pada arah timur-barat dan utara-selatan. Penyerapan radiasi matahari akan optimal jika arah radiasi matahari tegak lurus terhadap permukaan bidang panel surya. Diperlukan upaya untuk mengarahkan permukaan panel surya agar selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari. Pada makalah ini akan di dalam (1). Bagaimana mendapatkan intensitas cahaya matahari yang maksimal, (2). Sistem apa yang dipilih untuk mendapatkan intensitas yang maksimal, (3). Peralatan apa yang harus ditambahkan pada perangkat panel surya sehingga mekanisme pelacak posisi matahari dapat berfungsi, dan (4). Seberapa besar selisih energi matahari yang dapat dikumpulkan bila dibandingkan dengan panel surya permanen..

Keywords: panel surya, solar tracking, energi matahari, energi terbarukan

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Setelah ratusan tahun membakar bahan bakar fosil, "jejak karbon" yang besar telah ditinggalkan pada lingkungan, dan banyak organisasi pemerintah, organisasi swasta, bahkan individu mulai melirik ke arah sumber energi terbarukan yang bersih untuk membebaskan diri dari penjajahan sumber karbon tradisional yang telah mendominasi di masa lalu. Dengan meningkatnya kekhawatiran akan isu-isu seperti pemanasan global

dan penipisan lapisan ozon, sudah saatnya dikembangkan teknologi "hijau". Keinginan untuk menjadi bagian dari revolusi hijau mendorong dilakukannya penelitian ini. Saatnya untuk berubah sekarang, ras manusia tidak bisa tinggal lama lagi apabila kondisi saat ini tidak dihentikan.

Tersedia beberapa jenis sumber energi terbarukan yang saat ini sedang dikembangkan dan diimplementasikan antara lain listrik hidro, angin, dan energi matahari. Air telah dipergunakan sebagai sumber energi terbarukan utama di

Indonesia, Angin sudah mulai dibangun dalam skala besar, sementara energi matahari belum berkembang secara luas, padahal sumber energi matahari dapat dibangun di atas gedung atau di halaman belakang rumah. Energi matahari adalah bidang yang sedang meningkat dan kemungkinan akan diintegrasikan ke dalam banyak aspek kehidupan sehari-hari seiring berjalannya waktu. Energi matahari akan menjadi primadona setidaknya 25 tahun ke depan dan untuk lulusan perguruan tinggi dapat berkarir di bidang pemanfaatan energi surya yang menjanjikan tersebut.

Penelitian energi matahari sudah banyak dilakukan, bahkan panel surya yang dilengkapi pelacak matahari banyak menarik peneliti untuk mencari efisiensi net energi yang dihasilkan dibandingkan sistem tanpa pelacak. Jadi bukanlah sebuah ide yang unik dan baru penelitian yang akan dilakukan, Pada makalah ini akan didalami (1). Bagaimana mendapatkan intensitas cahaya matahari yang maksimal, (2). Sistem apa yang dipilih untuk mendapatkan intensitas yang maksimal, (3). Peralatan apa yang harus ditambahkan pada perangkat panel surya sehingga mekanisme pelacak posisi matahari dapat berfungsi, dan (4). Seberapa besar selisih energi matahari yang dapat dikumpulkan bila dibandingkan dengan panel surya permanen.

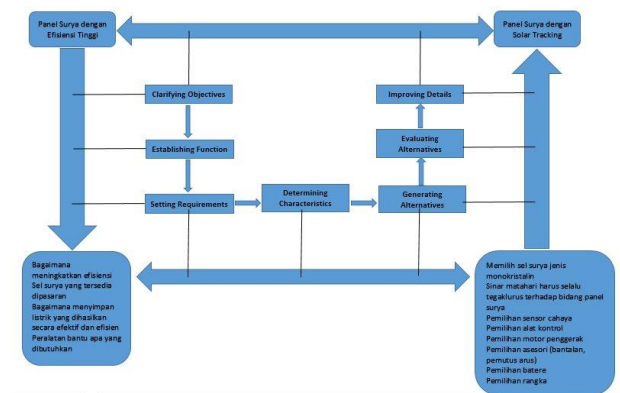
Penelitian ini akan melibatkan desain dan optimasi perangkat penyerap energi matahari, menyimpannya, dan mempergunakannya seefisien mungkin. Sasaran dan tujuan utama untuk perangkat ini meliputi:

- Memenuhi standar keamanan dan kualitas internasional
- Efisiensi tinggi
- Berkelanjutan dalam menghasilkan energi
- Handal
- Biaya rendah tapi berkualitas
- Memiliki daya tahan yang baik pada berbagai kondisi cuaca
- Mudah penggunaannya
- Mudah diproduksi
- Mudah perawatannya

Demi memenuhi tujuan utama yaitu memiliki efisiensi yang tinggi dibutuhkan perangkat yang akan melacak jalur matahari di langit untuk menjaga sinar matahari jatuh normal (tegak lurus) terhadap permukaan panel fotovoltaik. Energi yang diserap akan disimpan dan dipergunakan untuk sumber energi perangkat elektronik pendukung. Energi yang tersimpan juga akan dipantau dan ditampilkan dalam format yang mudah dibaca pada layar LCD.

Metode Penelitian

Permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah merancang bangun sebuah panel surya yang dapat menghimpun energi surya sebesar-besarnya, parameter yang menjadi pertimbangan a) Jenis sel surya yang tersedia di pasar, b) bagaimana menyimpan listrik yang dihasilkan secara efisien, c) peralatan bantu yang perlu ditambahkan, dan d) bagaimana meningkatkan efisiensi sistem. Luaran produk yang ingin dihasilkan adalah sebuah sistem penghimpun energi surya yang dilengkapi dengan *solar tracker*, untuk mencapai tujuan tersebut dipilih metode *seven stages of the design process* yang diperkenalkan oleh Nigel Cross [1].



Gambar 1. Metodologi

Tahap 1 Clarifying objectives

Penghimpunan informasi mengenai masalah yang akan diselesaikan dan parameter yang mempengaruhinya, menghimpun energi surya sebesar-besarnya dipengaruhi oleh a) Jenis solar sel yang dipergunakan, b) Jenis batere yang dipergunakan, c) Apakah batere terisi penuh di siang hari, d) Kapasitas batere penyimpan energi surya terlalu kecil, e) Panel Surya menghadap pada satu posisi, dan f) Peralatan untuk menghindari arus balik dari batere ke panel surya.

Tahap 2 Establishing function

Melakukan studi pustaka dan lapangan untuk mengumpulkan informasi spesifikasi peralatan yang menjadi pendukung sistem, geometri, kapasitas, harga, dan material yang ada dipasaran. Keseimbangan input dan output harus diperhatikan sehingga peralatan yang dipilih sesuai dengan kapasitas yang diinginkan, kumpulkan informasi alternatif komponen yang akan membangun sistem.

Tahap 3 Setting requirements

Memilih dan menetapkan komponen yang ada dipasaran untuk membangun sistem dengan kapasitas yang diinginkan, pilih jenis sel surya, jenis dan kapasitas batere, motor penggerak, bantalan, controller, rangka, kabel dan relay.

Membuat dan merakit komponen menjadi sebuah sistem yang dapat berfungsi.

Tahap 4 Determining characteristics

Menyusun gambar teknik sistem, analisis statik, analisis dinamik, menghitung efisiensi sistem dengan peralatan yang dipilih, membuat komponen pendukung sistem, merakitnya, memeriksa fungsi masing-masing komponen, melakukan pengujian dan membandingkan hasilnya dengan perhitungan numerik.

Tahap 5 Generating alternatives

Melakukan pemilihan komponen alternatif dengan tujuan memperbaiki efisiensi sistem

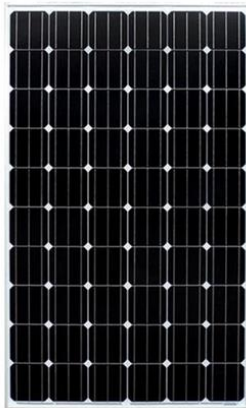
Tahap 6 Evaluating alternatives

Menghitung dan menguji sistem dengan komponen alternatif

Tahap 7 Improving details

Memutuskan sistem dengan komponen yang teroptimal sehingga Panel surya dengan solar tracker siap diproduksi secara massal.

Pemilihan komponen dari Solar Tracking system mempertimbangkan komponen yang tersedia di pasaran.



Gambar 2. Sel Surya

Type	: Mono Crystalline
Pmax	: 50WP
Dimensi	: 670 x 530 x 30 mm
Vmax	: 18,1V
Imax	: 2.73A
VOC	: 22,2V
ISC	: 3.00A
VSmax	: 700V



Gambar 3. Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Arduino UNO R3 Clone. 100% Compatible	
Microcontroller	: ATmega328
Operating Voltage	: 5V
Input Voltage (rec)	: 7-12V
Input Voltage (limits)	: 6-20V
Digital I/O Pins	: 14
Analog Input Pins	: 6
DC Current Per I/O pin	: 40 mA
DC Current for 3.3V pin	: 50 mA
Flash Memory	: 32KB
SRAM	: 2 KB
EEPROM	: 1 KB
Clock Speed	: 16 MH



Gambar 4. Motor Servo

Motor servo standard (servo rotation 180⁰) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90⁰ kearah kanan dan 90⁰ kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180⁰

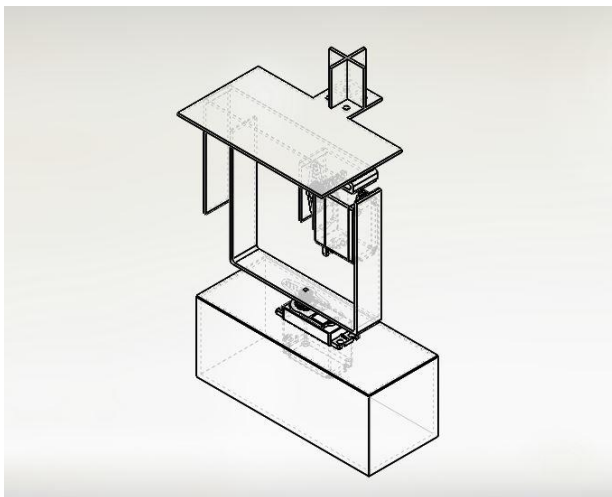
Putaran	: 4.8V: 130.54 oz-in (9.40 kg-cm)
Arus	: <500 mA
Kecepatan	: 4.8V: 0.20 sec/60
Berat	: 1.94 oz (55.0 g)
Dimensi	: L: 1.60 in (40.7 mm)
	: W: 0.78 in (19.7 mm)
	: H: 1.69 in (42.9 mm)
Tipe Gir	: Metal



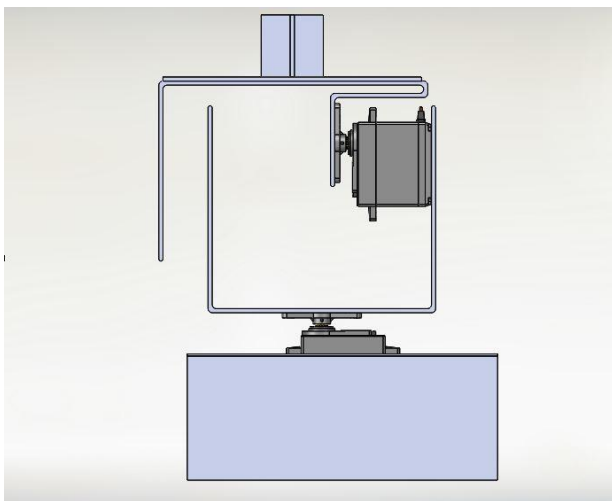
Gambar 5. Relay

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya

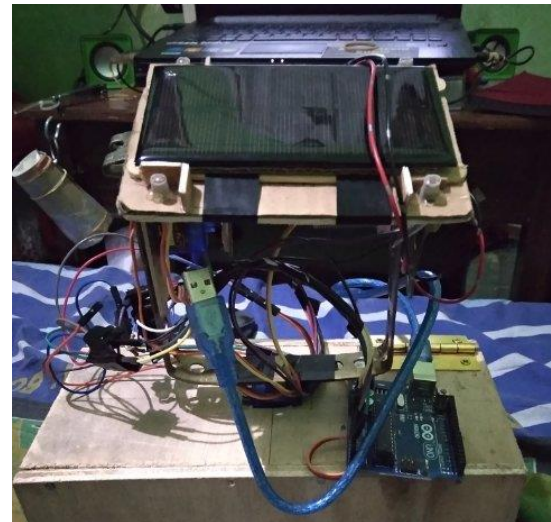
Komponen terpilih dirakit pada rangka seperti pada Gambar 6



Gambar 6. Gambar Model Solar Tracker

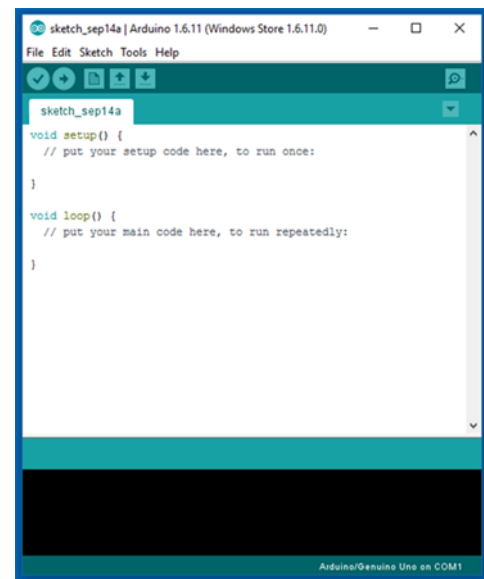


Gambar 7. Gambar Tampak Depan Model Solar Tracker



Gambar 8. Model Solar Tracker

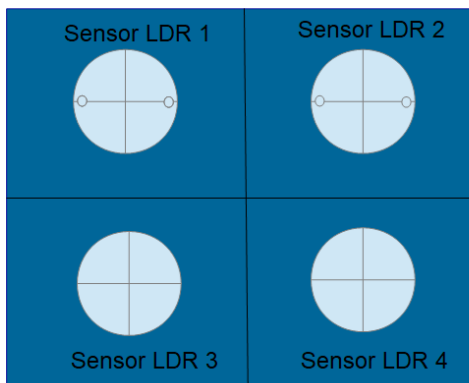
Model yang telah dirakit dilengkapi Light Dependent Resistor (LDR) jenis Resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Nilai hambatan LDR akan menurun pada saat cahaya terang dan nilai hambatannya akan menjadi tinggi jika dalam kondisi gelap.



Gambar 9. Gambar Model Solar Tracker

Arduino software sketch ini merupakan program dari arduino yang digunakan untuk membuat sketch dari rangkaian yang terhubung ke arduino agar dapat berjalan sesuai perintah yang digambarkan pada program sketch.

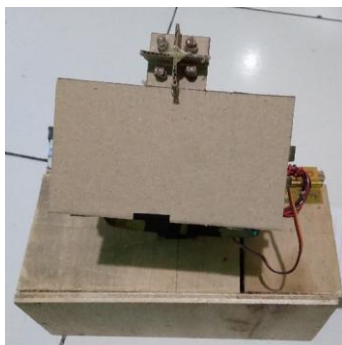
Hasil dan Pembahasan



Gambar 10. Posisi Sensor LDR

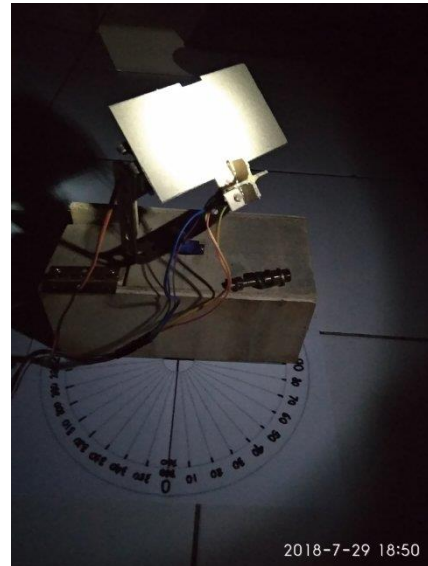
Masing-masing Sensor LDR terhubung ke Arduino dengan menggunakan kabel jumper, Sensor LDR 1 kabel jumper menggunakan warna Orange (+) dan Kuning (-) lalu dihubungkan dengan kabel warna Merah 1 (+) dan Coklat 1 (-), untuk kabel Coklat 1 terhubung ke kabel Abu-abu yang dihubungkan pada Analog In Arduino A1, Sensor LDR 2 kabel jumper menggunakan warna Biru (+) dan Hijau (-) lalu dihubungkan dengan kabel warna Ungu (+) dan Abu-abu (-), untuk kabel Abu-abu terhubung ke kabel Putih yang akan dihubungkan pada Analog In Arduino A3, Sensor LDR 3 kabel jumper menggunakan warna Ungu (+) dan Hitam (-) lalu dihubungkan dengan kabel warna Putih (+) dan Hitam (-), untuk kabel Hitam terhubung ke kabel Hijau yang akan dihubungkan pada Analog In Arduino A0, Sensor LDR 4 kabel jumper menggunakan warna Kuning (+) dan Orange (-) lalu dihubungkan dengan kabel warna Merah 2 (+) dan Coklat 2 (-), untuk kabel Coklat 2 terhubung ke kabel Ungu yang akan dihubungkan pada Analog In Arduino A2.

Kabel jumper (+) digabungkan dengan kabel (+) dari Motor Servo 1 dan 2 lalu disambung dengan kabel jumper Kuning yang terhubung ke Power Arduino 5V. Sensor LDR 3 dan LDR 2 diperintahkan untuk menggerakkan Motor Servo 1 penggerak sumbu Vertikal dan Sensor LDR 1 dan LDR 4 diperintahkan untuk menggerakkan Motor Servo 2 penggerak sumbu Horizontal.



Gambar 11. Model Solar Tracker

Hasil pengujian menunjukkan bahwa apabila sensor LDR tidak diberi penghalang, cahaya yang diterima oleh masing-masing sensor LDR akan mengganggu sinyal yang dikirim ke Arduino dan mempengaruhi pergerakan motor servo.



Gambar 12. Model Solar Tracker

Model yang telah dirakit diuji dengan memberikan cahaya dari sumber cahaya yang diletakkan pada posisi sudut tertentu untuk menguji mekanisme penggerak, apakah posisi panel akan selalu tegak lurus dengan sumber cahaya. Pengujian Sensor LDR ini bertujuan untuk mengetahui dan mendapatkan sensitifitas sensor terhadap intensitas cahaya dan waktu respon yang dikirim ke mikrokontroler untuk menggerakkan motor servo.

Tabel 1 Respon sensor terhadap sumber cahaya langsung

No.	Jarak Sumber Cahaya ke Sensor	Waktu Respon
1.	30 cm	0.6 detik
2.	30 cm	0.7 detik
3.	30 cm	0.6 detik
4.	30 cm	0.8 detik
5.	30 cm	0.5 detik
6.	30 cm	0.5 detik
7.	30 cm	0.5 detik
8.	30 cm	0.7 detik
9.	30 cm	0.6 detik
10.	30 cm	0.6 detik
Rata-rata Waktu Respon		0.61 detik

Pengujian 1 ini bertujuan untuk mendapatkan hasil waktu respon sensor LDR dengan sumber cahaya langsung mensimulasikan cahaya matahari tidak terhalang apapun.

Tabel 2 Respon sensor terhadap sumber cahaya terhalang

No.	Jarak Sumber Cahaya ke Sensor	Waktu Respon
1.	30 cm	0.8 detik
2.	30 cm	0.8 detik
3.	30 cm	0.9 detik
4.	30 cm	0.9 detik
5.	30 cm	0.8 detik
6.	30 cm	0.7 detik
7.	30 cm	0.9 detik
8.	30 cm	0.7 detik
9.	30 cm	0.7 detik
10.	30 cm	0.8 detik
Rata-rata Waktu Respon		0.8 detik

Pengujian 2 ini bertujuan untuk mendapatkan hasil waktu respon sensor LDR dengan sumber cahaya yang terhalang oleh benda berupa cover transparan yang diletakkan ditengah-tengah jarak antara sumber cahaya sejauh 15 cm dengan sensor LDR sebagai simulasi matahari tertutup awan sehingga intensitas cahaya yang diterima sensor LDR berkurang untuk jarak yang sama.

Tabel 3 Respon Posisi Sudut sensor terhadap sumber cahaya

No.	Posisi Sudut Sumber Cahaya ke Sensor (derajat)	Pengukuran Sudut (derajat)
1.	45	45
2.	45	45
3.	45	45
4.	45	45
5.	45	45
6.	45	45
7.	45	45
8.	45	45
9.	45	45
10.	45	45
Rata-rata		45

Pengujian 3 ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan merespon sinyal sehingga didapat ketepatan sudut sehingga posisi panel selalu tegaklurus dengan sumbercahaya.

Kesimpulan

Sensor LDR harus diberi penghalang satu dengan yang lainnya agar sinyal yang dikirimkan ke perangkat pengolah merupakan sinyal unik dan dapat diolah untuk memerintahkan motor servo bergerak ke posisi yang dikehendaki.

Respon sensor dipengaruhi oleh intensitas sumber cahaya, intensitas yang tinggi memberikan respon yang lebih cepat.

Ketepatan dalam merespon posisi sumber cahaya sangat baik, perintah yang disusun dalam script pemrograman berjalan sesuai yang direncanakan.

Referensi

- [1] Cross, N. 2005. Engineering Design Methods: Strategies for Product Design, John Wiley & Sons, England.
- [2] Monk, S. 2012. Programming Arduino Getting Started with Sketches 1st Ed., The McGraw-Hill Company, New York.
- [3] Mayfield, R. 2010. Photovoltaic Design and Installation For Dummies, Chichester, United Kingdom.
- [4] McRoberts, M. 2010. Beginning Arduino, pringer Science+Business Media, New York