



**RANCANG BANGUN PENGGERAK PANEL SURYA
MENGUNAKAN MOTOR STEPPER BERBASIS MIKROKONTROLER
ATMEGA 16**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Oleh

Widodo Jendro Saputro NIM.5301411011



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2016**

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang maupun diperguruan tinggi lain.
2. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, 11 Januari 2016

yang membuat pernyataan

Widodo Jendro Saputro
NIM. 5301411011

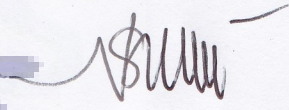
PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Widodo Jendro Saputro
NIM : 5301411011
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN PENGGERAK PANEL
SURYA MENGGUNAKAN MOTOR STEPPER
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 11 Januari 2016
Pembimbing,

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG


Drs. H. Said Sunardiyo, M.T.
NIP. 196505121991031003

PENGESAHAN

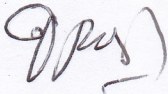
Skripsi dengan judul “Rancang Bangun Penggerak Panel Surya Menggunakan Motor Stepper Berbasis Mikrokontroler ATmega 16” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 27 bulan Januari tahun 2016.

Oleh:

Nama : Widodo Jendro Saputro
NIM : 5301411011
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro

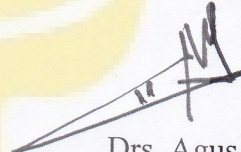
Panitia:

Ketua



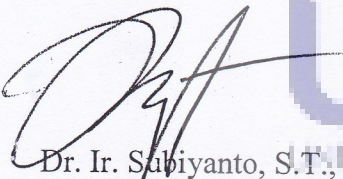
Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.
NIP. 197805312005011002

Sekretaris



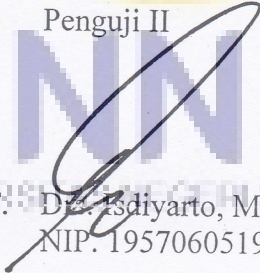
Drs. Agus Suryanto, M.T
NIP. 196708181992031004

Penguji I



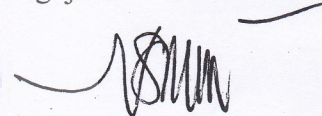
Dr. Ir. Subiyanto, S.T., M.T.
NIP. 197411232005011001

Penguji II



Dr. Asdiyarto, M.Pd.
NIP. 195706051986011001


Penguji III



Drs. H. Said Sunardiyo, M.T.
NIP. 196505121991031003

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Qudus, M.T
NIP. 196911301994031001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- Man jadda wa jadda.
- Ikatlah ilmu dengan menuliskannya. (Ali bin Abi Thalib)



Persembahan

Skripsi ini saya persembahkan untuk

- Untuk Bapak, ibu, dan adik tercinta yang selalu menyebut nama saya disetiap doanya
- Sahabat-sahabat terkasih
- Almamater saya Unnes

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Saputro, Widodo Jendro. 2016. **Rancang Bangun Penggerak Pada Panel Surya Menggunakan Motor Stepper Berbasis Mikrokontroler ATmega16**. Skripsi. Pend. Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Drs. H. Said Sunardiyo, M.T.

Kata Kunci: *Panel Surya, Motor Stepper, Atmega16*

Kebutuhan akan pasokan listrik tiap tahun semakin meningkat, untuk mengantisipasi hal tersebut dibutuhkan sumber energi listrik baru salah satunya adalah panel surya yang mengkonversikan cahaya Matahari menjadi tegangan listrik. Pada umumnya pemasangan panel surya hanya diletakkan pada satu posisi tanpa perubahan tapi seperti kita ketahui Matahari terus bergerak setiap harinya yang membuat penerimaan cahaya kurang maksimal, Permasalahan dari penelitian ini adalah seberapa efektif penerapan penggerak panel surya dan adakah perbedaan antara panel surya yang menggunakan penggerak dengan panel surya yang tidak menggunakan penggerak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan hasil tegangan keluaran, dan efektivitas penambahan penggerak panel surya menggunakan motor stepper dan ATmega 16.

Penelitian ini menggunakan metode *True Experimental Design* yaitu metode yang memberikan perlakuan berbeda terhadap kelompok sampel yang sama yaitu satu panel surya dipasang penggerak dan panel surya yang lain tidak. Metode ini diterapkan pada prosedur penelitian menjadi 8 tahap yaitu (1) mulai, (2) potensi dan masalah, (3) pengumpulan informasi, (4) perancangan alat, (5) pembuatan alat, (6) uji coba alat, (7) pengumpulan data dan (8) analisis data. Data yang diambil berupa hasil tegangan dan arus keluaran dari panel surya yang telah diuji coba terlebih dahulu. Kemudian data dianalisis menggunakan uji-t.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, menunjukkan ada perbedaan signifikan antara panel surya yang menggunakan penggerak motor stepper dengan panel surya yang dipasang diam terhadap keluaran tegangan, hasil keluaran tegangan panel surya yang menggunakan penggerak motor stepper menunjukkan rata-rata nilai 17,41 Volt. Sedangkan hasil keluaran tegangan panel surya yang dipasang diam seperti biasanya menunjukkan rata-rata nilai 16,81 volt.

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah penggerak panel surya dapat dibuat menggunakan motor stepper sebagai penggerak dan mikrokontroler ATmega 16 untuk pengendali dan pemasangan penggerak menggunakan motor stepper dan ATmega 16 pada panel surya dapat meningkatkan hasil keluaran tegangan sampai 3,7%.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Penggerak Panel Surya Menggunakan Motor Stepper Berbasis Mikrokontroler ATmega 16”** dengan baik dan tepat pada waktunya.

Sehubungan dengan penyelesaian skripsi ini, dengan rasa rendah hati disampaikan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Pembimbing, Bapak Drs. H. Said Sunardiyo, M.T., atas bimbingan, arahan dan motivasinya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Dr. Nur Qudus M.T.
3. Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Bapak Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto S.T., M.T. atas persetujuan penelitian.
4. Ayahku Bedjo Widodo, Ibuku Sumini, Saudaraku Diaz, seseorang yang terkasih atas perhatian, cinta, dan kasih sayang, motivasi serta doa, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Teman-teman Pendidikan Teknik Elektro angkatan tahun 2011.
6. Semua pihak yang terlibat, atas bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga amal baik dari semua pihak mendapat imbalan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Diharapkan adanya kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini.

Semarang, Januari 2016

Peneliti

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN KEASLIAN KARYA ILMIAH | iv |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN | v |
| ABSTRAK | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah | 4 |
| 1.3 Batasan Masalah | 5 |
| 1.4 Rumusan Masalah | 6 |
| 1.5 Tujuan Penelitian | 6 |
| 1.6 Manfaat Penelitian | 6 |
| 1.7 Penegasan Istilah | 7 |
| 1.8 Sistematika Penulisan Skripsi | 8 |
| BAB II. KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | 9 |
| 2.1 Kajian Pustaka | 10 |
| 2.2 Landasan Teori | 13 |
| 2.2.1. Energi | 13 |
| 2.2.2. Daya Listrik | 14 |
| 2.2.3. Pengertian Radiasi | 15 |
| 2.2.4. Radiasi Matahari | 16 |
| 2.2.5. Pengaruh Sudut Datang Sinar Matahari | 17 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.6. Panel Surya | 18 |
| 2.2.7. Mikrokontroler ATmega 16..... | 20 |
| 2.2.8. Motor Stepper | 22 |
| 2.2.9. Catu Daya | 24 |
| 2.3 Kerangka Berfikir | 25 |
| 2.4 Hipotesis..... | 28 |
| BAB III. METODE PENELITIAN | 29 |
| 3.1. Objek Penelitian | 29 |
| 3.2. Tempat Pelaksanaan Penelitian | 29 |
| 3.3. Desain Penelitian | 29 |
| 3.4. Prosedur Penelitian | 30 |
| 3.4.1. Mulai | 30 |
| 3.4.2. Potensi dan Masalah | 31 |
| 3.4.3. Pengumpulan Informasi | 31 |
| 3.4.4. Perancangan Alat | 32 |
| 3.4.4.1 Perancangan Mekanik | 32 |
| 3.4.4.1.1. Desain Tampilan dan Dimensi Alat | 32 |
| 3.4.4.2. Perancangan Elektronik | 34 |
| 3.4.4.2.1. Desain Sistem Rangkaian Elektronik | 34 |
| 3.4.4.2.2. Rangkaian Power Supply | 37 |
| 3.4.4.2.3. Rangkaian Downloader | 38 |
| 3.4.4.2.4. Rangkaian Mikrokontroler ATmega 16 | 39 |
| 3.4.4.2.5. Rangkaian Driver Motor Stepper | 40 |
| 3.4.4.2.6. Panel Surya | 41 |
| 3.4.4.2.7. Spesifikasi Alat Penggerak Panel Surya | 43 |
| 3.4.4.2.8. Program Mikrokontroler | 44 |
| 3.4.5 Pembuatan Alat | 44 |
| 3.5. Uji Coba Alat..... | 45 |
| 3.6. Variabel Penelitian | 46 |
| 3.7. Teknik Pengumpulan Data | 46 |
| 3.8. Teknik Analisis Data | 47 |

| | |
|---|-----------|
| 3.8.1. Teknik Analisis Data | 48 |
| 3.8.2. Teknik Analisis Data T-Test Microsoft Excel 2007 | 50 |
| 3.8.3. Kriteria Uji t | 54 |
| BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... | 56 |
| 4.1. Hasil Penelitian..... | 56 |
| 4.2. Pembahasan | 58 |
| BAB V. PENUTUP..... | 62 |
| 5.1. Kesimpulan | 62 |
| 5.2. Saran..... | 62 |
| DAFTAR PUSTAKA | 63 |
| LAMPIRAN..... | 65 |



DAFTAR TABEL

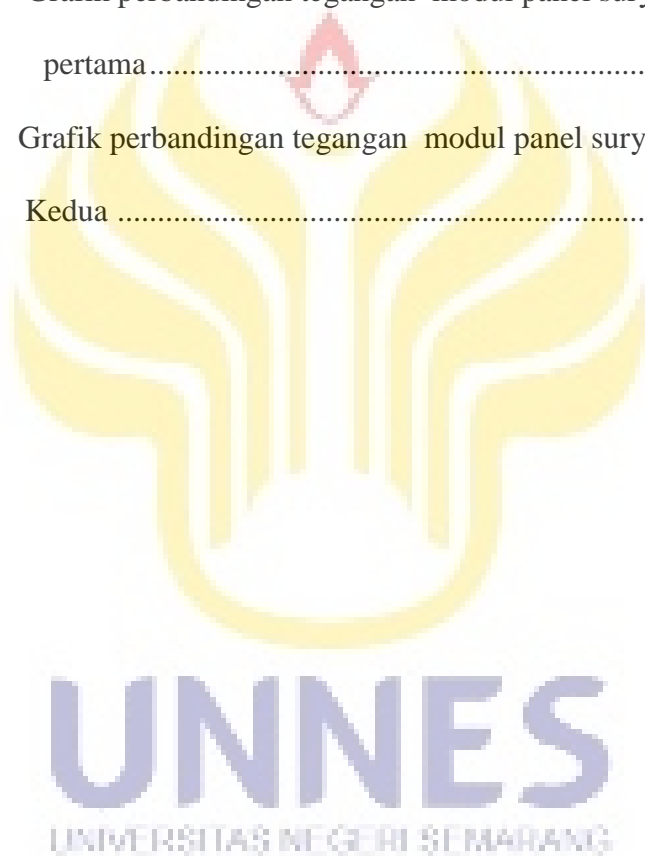
| Tabel : | halaman : |
|--|-----------|
| Tabel 3.1 Pin pada IC Regulator 7808 | 36 |
| Tabel 3.2 Rincian komponen yang digunakan pada rangkaian catu daya | 37 |
| Tabel 3.3 Komponen Utama Penggerak Panel Surya | 43 |



DAFTAR GAMBAR

| Gambar : | halaman : |
|-------------|---|
| Gambar 2.1 | Radiasi Cahaya Matahari 17 |
| Gambar 2.2 | Arah Sinar Datang Terhadap Bidang Panel Surya 18 |
| Gambar 2.3 | Penampang Panel Surya 19 |
| Gambar 2.4 | Ilustrasi Aliran Elektron Semikonduktor 20 |
| Gambar 2.5 | Bentuk Fisik ATmega 16 21 |
| Gambar 2.6 | Konfigurasi Pin ATmega 16 22 |
| Gambar 2.7 | Penampang Motor Stepper 23 |
| Gambar 2.8 | Contoh Driver Motor Stepper 24 |
| Gambar 2.9 | Contoh Bentuk Rangkaian Power Supply 25 |
| Gambar 2.10 | Kerangka Berfikir 27 |
| Gambar 3.1 | Box Kontrol Penggerak Panel Surya 33 |
| Gambar 3.2 | Desain Penggerak Panel Surya 34 |
| Gambar 3.3 | Digram blok prinsip kerja penggerak Modul Panel Surya 35 |
| Gambar 3.4 | <i>Flowchart</i> kerja Penggerak Panel Surya 36 |
| Gambar 3.5 | Rangkaian <i>Power Supply</i> 38 |
| Gambar 3.6 | Rangkaian <i>Downloader</i> ATmega 8 39 |
| Gambar 3.7 | Rangkaian Atmega 16 40 |
| Gambar 3.8 | Rangkaian <i>Driver</i> Motor Stepper 41 |
| Gambar 3.9 | Tampak Depan Panel Surya Model GH10P-18 42 |
| Gambar 3.10 | Spesifikasi Panel Surya Model GH10P-18 43 |
| Gambar 3.11 | Rangkaian Pengukuran keluaran Panel Surya 47 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 3.12 | Contoh <i>Input Data</i> | 51 |
| Gambar 3.13 | <i>Tools Data Analysis</i> | 52 |
| Gambar 3.14 | Jendela <i>Data Analysis</i> | 52 |
| Gambar 3.15 | Jendela <i>t-Test: Paired Two Sample for Means</i> | 53 |
| Gambar 3.16 | Hasil Analisis Data <i>t-test Microsoft Excel 2007</i> | 53 |
| Gambar 4.1 | Grafik perbandingan tegangan modul panel surya hari pertama..... | 59 |
| Gambar 4.2 | Grafik perbandingan tegangan modul panel surya hari Kedua | 60 |



DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran : | halaman : |
|--|-----------|
| Lampiran 1 Surat Keputusan Dosen Pembimbing | 66 |
| Lampiran 2 Diagram Alur Prosedur Penelitian | 67 |
| Lampiran 3 Rangkaian Lengkap Penggerak Panel Surya | 68 |
| Lampiran 4 Layout Penggerak Panel Surya Berbasis ATmega 16 | 69 |
| Lampiran 5 Listing Program Penggerak Panel Surya | 71 |
| Lampiran 6 Dokumentasi Penggerak Panel Surya | 84 |
| Lampiran 7 Hasil Pengujian Power Supplay | 86 |
| Lampiran 8 Hasil Pengujian PORT ATmega 16 | 87 |
| Lampiran 9 Hasil Pengukuran Keluaran Panel Surya | 88 |
| Lampiran 10 Analisis Data Nilai t | 90 |
| Lampiran 11 Tabel T | 96 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang di dunia yang dengan demikian memiliki tingkat konsumsi listrik yang bisa dibilang cukup besar untuk dipenuhi. Saat ini energi listrik sendiri tidak hanya dipergunakan disektor rumah tangga dalam skala kecil, namun juga ada sektor publik dan juga sektor industri yang dalam skala besar juga membutuhkan pasokan listrik untuk melakukan proses produksi. Dengan demikian semakin banyak pula energi listrik yang harus disediakan oleh pihak pemasok listrik, di Indonesia sendiri pihak Perusahaan Listrik Negara (PLN) merupakan pemasok listrik utama. PLN yang menyediakan pasokan energi listrik di Indonesia telah menerapkan kebijakan pemadaman begilir dan penghematan penggunaan energi listrik untuk mengurangi beban daya PLN. Oleh karena itu, perlu dipikirkan pencarian sumber energi listrik alternatif yang dapat digunakan secara massal dan berbiaya murah. Dalam 30 tahun mendatang, sumber energi dari bahan fosil semakin berkurang sehingga penggunaan sumber energi alternatif seperti panas bumi, angin, biomasa, air, nuklir dan matahari semakin dibutuhkan (Bahtiar, 2011:7).

Pada masa yang akan datang, dengan adanya kebutuhan energi yang makin besar disetiap sektornya, penggunaan sumber energi listrik yang baru tampaknya akan selalu muncul. Oleh karena itu, pengkajian terhadap berbagai jenis sumber energi baru tidak pernah menjadi sebuah langkah yang percuma.

Salah satu sumber energi terbarukan yang sedang banyak diteliti dan mulai dilakukan inovasi adalah sumber energi Matahari atau biasa disebut energi surya. Cahaya yang dipancarkan oleh Matahari sampai ke Bumi kemudian dikonversikan oleh bahan semikonduktor yang dibentuk sedemikian rupa yang disebut sel surya. Sel surya dapat berupa alat semikonduktor penghantar aliran listrik yang dapat secara langsung mengubah energi surya menjadi bentuk tenaga listrik secara efisien (Pudjanarsa, 2006:225).

Energi surya saat ini bisa dikatakan menjadi salah satu alternatif energi terbarukan yang bersih atau energi yang dalam pemakaiannya tidak menimbulkan efek merusak bagi lingkungan. Sumber energi matahari di Indonesia cukup melimpah dan ada sepanjang tahun karena diuntungkan oleh letak geografis yang berada di sekitar khatulistiwa. Intensitas energi radiasi matahari yang jatuh di Indonesia rata-rata sebesar $4,5 \text{ kWh/m}^2$ per-hari (Sudradjat, 2007:1). Namun dari semua sumber energi yang telah dipaparkan secara singkat di atas, selalu memiliki kekurangan dalam penerapannya, begitu juga dengan energi surya yang penerapannya dibangkitkan menggunakan modul panel surya. Permasalahan yang muncul saat ini adalah bagaimana menerapkan pemasangan modul panel surya yang tepat untuk mendapatkan keluaran energi listrik yang optimal guna mencukupi kebutuhan.

Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap keluaran daya modul surya semakin besar, intensitas cahaya matahari yang jatuh dipermukaan modul surya akan semakin besar arus listrik yang dihasilkan, dengan kata lain intensitas cahaya matahari berbanding lurus dengan keluaran arus listrik (Sudradjat, 2007:15).

Namun pada kenyataannya modul panel surya biasanya dipasang dengan posisi tertentu dengan tanpa perubahan, contohnya modul panel surya dihadapkan ke atas. Dengan posisi modul panel surya yang menghadap ke atas dan jika panel dianggap mempunyai permukaan rata maka panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel atau pada saat terbentuk sudut 90° antara permukaan modul panel surya dan Matahari. Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang modul panel surya atau membentuk sudut θ maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor $\cos \theta$. Dengan menurunnya radiasi yang diterima oleh modul panel surya maka jelas akan mengurangi energi listrik yang dikeluarkan oleh modul panel surya. Bahkan berkurangnya energi ini bisa 0 menjadi setengahnya jika $\theta = 60$. Untuk itu perlu adanya pengaturan arah panel surya agar selalu tegak lurus dengan arah sinar datang Matahari. Pengaturan arah modul panel surya kurang efektif jika dilakukan secara manual oleh manusia. Sehingga perlu dibuat sebuah sistem kontrol yang dapat mengatur pergerakan arah modul panel surya tersebut untuk mendapatkan sudut yang tepat guna menghasilkan keluaran daya yang maksimal.

Mikrokontroler AVR merupakan pengontrol utama standar industri dan riset saat ini. Hal ini dikarenakan berbagai kelebihan yang dimilikinya dibandingkan mikroprosesor, antara lain murah, dukungan software dan dokumentasi yang memadahi, dan memerlukan komponen pendukung yang sedikit. Salah satu tipe mikrokontroler untuk aplikasi standar yang memiliki fitur memuaskan ialah ATmega 8535/16 atau Attiny13 (Budiharto, 2008:197). Aplikasi mikrokontroler secara umum adalah untuk mengoptimalkan kerja alat-alat atau

sistem yang dikontrol. Dalam hal ini kebutuhan untuk mengarahkan modul panel surya diaplikasikan dengan menggunakan mikrokontroler ATmega 16 dan penggunaan motor stepper. Penggunaan motor stepper sendiri bertujuan untuk menentukan sudut-sudut yang tepat karena motor stepper memiliki pengaturan sudut-sudut putar tersendiri sehingga dapat digunakan untuk menggerakkan dan mengarahkan modul panel surya tegak lurus dengan sinar datang Matahari secara bertahap sesuai dengan pergerakan Matahari selama terbit sampai tenggelam.

Meninjau hal di atas penulis berupaya untuk membuat rancangan dan membuat alat yang dapat mengatur arah modul panel surya terhadap matahari yang berbasis mikrokontroler dan motor stepper untuk mendapatkan posisi modul panel surya yang tepat sehingga keluaran energi modul panel surya yang ada dapat dioptimalkan.

Atas dasar realitas yang penulis temukan di lapangan, maka penulis tertarik untuk mengkaji bagaimana efektifitas dan cara optimalisasi penerimaan cahaya Matahari guna mengoptimalkan produksi tegangan pada Modul panel surya menggunakan penggerak dan apa saja kendala-kendala yang dihadapi dalam proses pembuatan dan penelitian dengan mengangkat judul **“Rancang Bangun Penggerak Panel Surya Menggunakan Motor Stepper Berbasis Mikrokontroler ATmega 16”**

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Pemasangan panel surya dalam posisi tetap tanpa perubahan.
- 1.2.2 Keluaran tegangan kurang maksimal seiring pergerakan matahari.
- 1.2.3 Pemanfaatan penggerak otomatis untuk merubah posisi panel surya.

1.3. Batasan Masalah

Supaya dalam penelitian ini tidak terjadi pelebaran atau peluasan pada masalah yang diteliti, dan supaya penelitian lebih terarah serta terhindar dari penyimpangan tujuan penelitian, maka harus dilakukan pembatasan masalah antara lain sebagai berikut:

- 1.3.1 Penelitian ini memfokuskan penggerak Panel Surya yang digerakkan motor stepper mampu mengoptimalkan penerimaan cahaya matahari oleh panel surya, penggerak yang digunakan adalah motor stepper dan pengontrol pergerakan adalah mikrokontroler ATmega 16.
- 1.3.2 Panel surya yang menjadi spesimen uji adalah Panel surya tipe Polycrystalline, dengan ukuran sel surya 31 x 62 mm, memiliki daya maksimal 10 W, tegangan maksimal 20 V, dan arus maksimal 0,58 A.
- 1.3.3 Dalam melaksanakan pengujian, alat uji diletakkan di lokasi yang mendapatkan cahaya matahari serta dijaga agar cahaya tidak terhalang sampai mengenai modul panel surya. Data yang diambil berupa keluaran tegangan dari panel surya.

1.4. Rumusan Masalah

Untuk memberikan suatu gambaran dan cakupan tentang ruang lingkup penelitian, peneliti harus dapat merumuskan permasalahan yang akan dibahas. Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

- 1.4.1 Bagaimana merancang dan membuat penggerak Panel Surya yang digerakkan motor stepper berbasis mikrokontroler ATmega 16?
- 1.4.2 Dapatkah penggerak Panel Surya yang digerakkan motor stepper memaksimalkan keluaran tegangan pada modul panel surya?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1.5.1 Mengetahui perancangan dan pembuatan penggerak Panel Surya yang digerakkan motor stepper berbasis mikrokontroler ATmega 16.
- 1.5.2 Mengetahui penggerak Panel Surya yang digerakkan motor stepper dapat menghasilkan perbedaan keluaran tegangan pada modul panel surya.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

- 1.6.1 Memberikan pengetahuan tentang perancangan dan pembuatan penggerak Panel Surya yang digerakkan motor stepper berbasis mikrokontroler ATmega 16.

- 1.6.2 Memberikan pengetahuan tentang penggerak Panel Surya yang digerakkan motor stepper dapat menghasilkan perbedaan keluaran tegangan pada modul panel surya.
- 1.6.3 Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan penelitian lebih lanjut.

1.7. Penegasan Istilah

Tujuan peneliti memberikan penegasan pada beberapa istilah pada skripsi ini adalah untuk memperjelas dan memperkecil lingkup persoalan yang diteliti, penegasan istilah yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1.7.1 Penggerak Otomatis

Penggerak otomatis adalah suatu alat yang digunakan untuk memudahkan kerja manusia dalam hal menggerakkan dan mengontrol kerja alat secara otomatis sesuai dengan perintah program yang telah dimasukkan melalui mikrokontroler atau alat kontrol lainnya.

1.7.2 Teknologi Fotovoltaik

Fotovoltaik adalah konversi langsung cahaya menjadi listrik pada tingkat atom. Ketika elektron bebas ini ditangkap, dihasilkan arus listrik yang dapat digunakan sebagai listrik. Sejumlah sel surya secara elektrik dihubungkan satu sama lain dan dipasang pada struktur pendukung atau frame yang disebut modul fotovoltaik.

1.7.3 Motor Stepper

Motor stepper adalah salah satu jenis motor elektronik yang bekerja pada tegangan DC, motor stepper sendiri bekerja dengan cara mengubah pulsa-pulsa

listrik yang diberikan oleh diver menjadi gerakan-gerakan diskrit rotor yang disebut langkah (steps), motor stepper bekerja berdasarkan pulsa-pulsa yang diberikan pada lilitan fasenya dalam urutan yang tepat.

1.7.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (“special purpose computers”) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program.

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penyusunan tugas akhir ini terdiri dari bagian awal, isi dan bagian akhir.

1.8.1 Bagian awal:

Halaman judul, abstrak, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

1.8.2 Bagian isi terdiri dari 5 bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, penegasan istilah dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memuat teori-teori dasar dan literature relevan yang mendasari pelaksanaan dan pembuatan penggerak panel surya.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam perancangan dan langkah-langkah perakitan penggerak surya menggunakan motor stepper berbasis mikrokontroler ATmega 16 serta pengujian penggerak panel surya tersebut.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

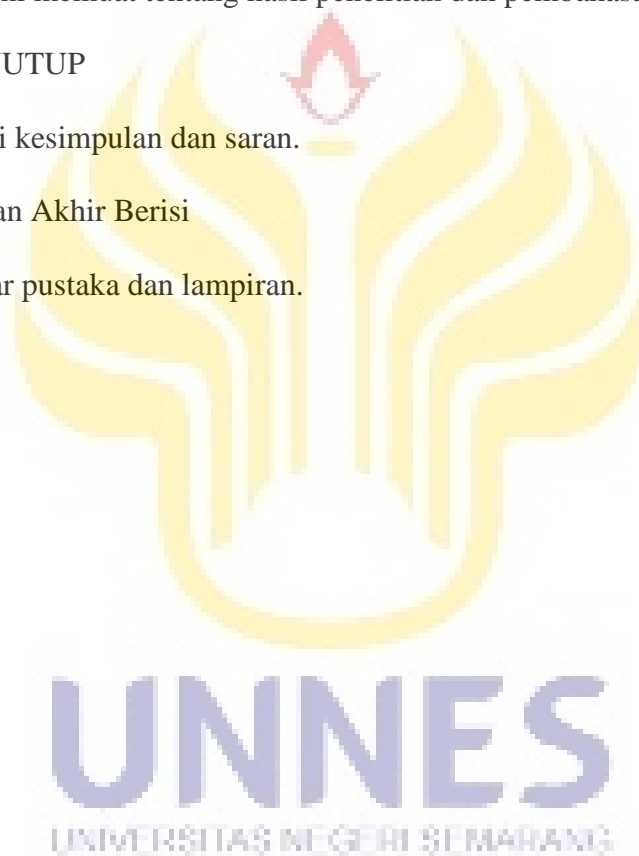
Bab ini memuat tentang hasil penelitian dan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran.

1.8.3 Bagian Akhir Berisi

Daftar pustaka dan lampiran.



BAB II

PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Kajian Pustaka

Penelitian mengenai panel surya baik itu penggerak modul panel surya maupun penelitian kinerja modul panel surya telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian yang berkaitan dengan topik tersebut dilakukan oleh Budi Yuwono (2005), Andry Eko Apriyanto (2009), Muhammad Muqarrabin Zulfi (2010), Farizqi Khoirul Umam (2011), Faslucky Afifudin *et al* (2012), dan As'ari *et al* (2012).

Skripsi Budi Yuwono (2005), jurusan Fisika, Universitas Sebelas Maret dengan judul *Optimalisasi Panel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51*. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan Pengendalian sistem pelacak sel surya bisa dilakukan dengan mikrokontroler AT89C51 berdasarkan sistem *timer*. Panel sel surya dengan menggunakan sistem pelacak menghasilkan keluaran energi lebih besar dibandingkan sel surya dengan posisi diam. Peningkatan keluaran energi jika dibandingkan dengan panel pada posisi tetap adalah sebesar 14.98% pada pengukuran I dan 15,37% pada pengukuran II.

Tugas Akhir Andry Eko Apriyanto (2009), jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang dengan judul *Rancang Bangun Pengendali Pergerakan Solar Cell Pada Peralatan Elektronik Menggunakan Motor Stepper Metode Half Step Berbasis Microkontroller*. Berdasarkan penelitian dapat

disimpulkan bahwa pengendali solar cell dapat dibuat menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dan Motor stepper dengan driver IC L293, pengendali yang dibuat akan kembali pada posisi semula saat matahari tenggelam.

Tugas Akhir Muhammad Muqarrabin Zulfi (2010), jurusan Instrumentasi dan Elektronika Universitas Diponegoro dengan judul *Rancang Bangun Penggerak dan Sensor Arus Pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535*. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sistem pemrosesan kontrol untuk semua sistem dapat dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler ATmega8535. Penggerak pada panel surya dapat dibuat menggunakan motor langkah. Dan sensor arus ACS712 sebagai pengukur daya listrik panel sel surya pada beban konstan.

Tugas Akhir Farizqi Khoirul Umam (2011), jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang berjudul *Pengarah Solar Sel Berbasis Mikrokontroler*. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa pengendali solar cell dapat dibuat menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dan Motor DC dengan driver IC L293 dan Optokopler, pengendali yang dibuat akan kembali pada posisi semula saat sore hari.

Jurnal Faslucky Afifudin *et al* (2012), jurusan Fisika UIN Maliki Malang berjudul *Optimalisasi Tegangan Keluaran dari Solar Cell Menggunakan Lensa Pemfokus Cahaya Matahari*. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan lensa konvergen mempengaruhi besarnya daya dari cahaya yang digunakan, sehingga intensitas dan energi cahaya meningkat dan mempengaruhi nilai voltase dan arus

listrik dari solar cell. Untuk solar cell jenis polycrystal efisiensi meningkat sampai 35,08 %, dan solar cell jenis Amorphous meningkat 31,77 %.

Jurnal As'ari *et al* (2012) jurusan Fisika Universitas Sam Ratulangi yang berjudul *Desain dan Konstruksi Sistem Kontrol Posisi Pada Panel Surya Menggunakan Smart Peripheral Controller (SPC)-Stepper Motor dan PC-Link USBER*. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan 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. 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).

Dari beberapa penelitian yang ada, saat ini masih belum banyak penelitian tentang pembuatan alat penggerak modul panel surya yang dikendalikan dalam sebuah *board* mikrokontroler ATmega16. Kebanyakan penelitian terdahulu, masih menggunakan mikrokontroler yang berbasis pada IC AT89S51, Atmega8535, dan lain-lain. Alat penggerak modul panel surya yang digunakan dari beberapa penelitian diatas ada yang menggunakan motor DC, dan Motor Stepper, akan tetapi pada penelitian ini penulis berusaha mengoptimalkan penggunaan motor Stepper sebagai piranti untuk penggerak modul panel surya. Tujuan penggunaan penggerak pada penelitian kali ini adalah untuk memaksimalkan penerimaan cahaya Matahari yang jatuh ke bidang modul panel surya sehingga membentuk sudut 90° . Hal ini diharapkan dapat lebih memaksimalkan keluaran tegangan dan arus dari modul panel surya dan meningkatkan daya keluaran.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Energi

Energi adalah suatu yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan adanya. Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja (*energy is the capacity for doing work*). Menurut hukum Termodinamika Pertama, energi bersifat kekal. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat dikonversikan dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain. Energi surya adalah sumber energi yang melimpah ruah adanya, bersih, bebas polusi, dan tidak akan habis sepanjang masa, merupakan extra terrestrial energi yang dapat dimanfaatkan melalui konversi langsung, seperti pada fotovoltaiik dan secara tidak langsung melalui pusat listrik tenaga termal surya (Pudjanarsa, 2006:11).

Secara teori, konversi energi yang dilakukan oleh fotovoltaiik merupakan sebuah perubahan dari energi cahaya menjadi energi listrik, perubahan pada bahan silikon yang biasa dipakai pada sistem fotovoltaiik disebut efek fotolistrik, atau lebih mudahnya terlepasnya energi listrik karena suatu bahan silikon disinari oleh sumber cahaya. Sehingga dari energi listrik tersebut dihasilkan daya yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan. Besar atau kecilnya daya listrik yang dihasilkan berbanding lurus dengan banyak dan sedikitnya cahaya yang diterima oleh bahan silikon tersebut dan juga jenis dan tipe dari bahan silikon yang digunakan.

2.2.2. Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Satuan SI daya listrik adalah Watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik). Pada penelitian kali ini yang akan dihitung adalah daya keluaran dari panel surya yang disinari oleh cahaya matahari. Listrik yang dihasilkan oleh modul panel surya adalah listrik dengan arus searah atau DC (*Direct Current*).

Daya listrik, seperti halnya daya mekanik, dilambangkan oleh huruf P dalam persamaan listrik. Pada rangkaian arus DC, daya listrik sesaat dihitung menggunakan Hukum Joule, sesuai nama fisikawan Britania James Joule, yang pertama kali menunjukkan bahwa energi listrik dapat berubah menjadi energi mekanik, dan sebaliknya.

Daya listrik yang dilambangkan oleh huruf P juga dapat dianalisis menggunakan rumus $P=V.I$ karena daya yang dihasilkan oleh modul panel surya merupakan hasil dari perkalian antara tegangan dan arus listrik atau bisa dirumuskan sebagai berikut:

$$P=V.I \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

P adalah daya (watt atau W)

I adalah arus (ampere atau A)

V adalah perbedaan potensial (volt atau V)

Jadi keluaran dari tiap sumber listrik memiliki daya yang dapat dihitung menggunakan rumus persamaan di atas. Dengan begitu daya yang nantinya akan

dicari adalah hasil perkalian dari tegangan dan arus keluaran modul panel surya, dan seperti dijelaskan sebelumnya, besarnya tegangan dan arus keluaran dari modul panel surya tersebut sangat dipengaruhi oleh penerimaan cahaya matahari yang didapatkan oleh masing-masing modul panel surya.

2.2.3. Pengertian Radiasi

Dalam fisika, radiasi mendeskripsikan setiap proses di mana energi bergerak melalui media atau melalui ruang, dan akhirnya diserap oleh benda lain. Orang awam sering menghubungkan kata radiasi ionisasi (misalnya, sebagaimana terjadi pada senjata nuklir, reaktor nuklir, dan zat radioaktif), tetapi juga dapat merujuk kepada radiasi elektromagnetik (yaitu, gelombang radio, cahaya inframerah, cahaya tampak, sinar ultra violet, dan X-ray), radiasi akustik, atau untuk proses lain yang lebih jelas. Suatu benda disebutkan mengeluarkan radiasi adalah ketika benda tersebut memancarkan energi (yaitu, bergerak ke luar dalam garis lurus ke segala arah) dari suatu sumber.

Pada penelitian kali ini radiasi yang diperhatikan adalah radiasi dari Matahari atau pancaran cahaya/sinar dari matahari. Seperti yang kita tau cahaya yang dipancarkan oleh matahari merupakan salah satu bentuk radiasi elektromagnetik karena matahari menghasilkan suatu sinar/cahaya yang terpancar ke segala arah hingga mencapai Bumi dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Yang terbaru adalah pemanfaatan cahaya matahari untuk dijadikan sebagai sumber listrik dengan melakukan konversi energi menggunakan fotovoltaik atau panel surya.

2.2.4. Radiasi Matahari

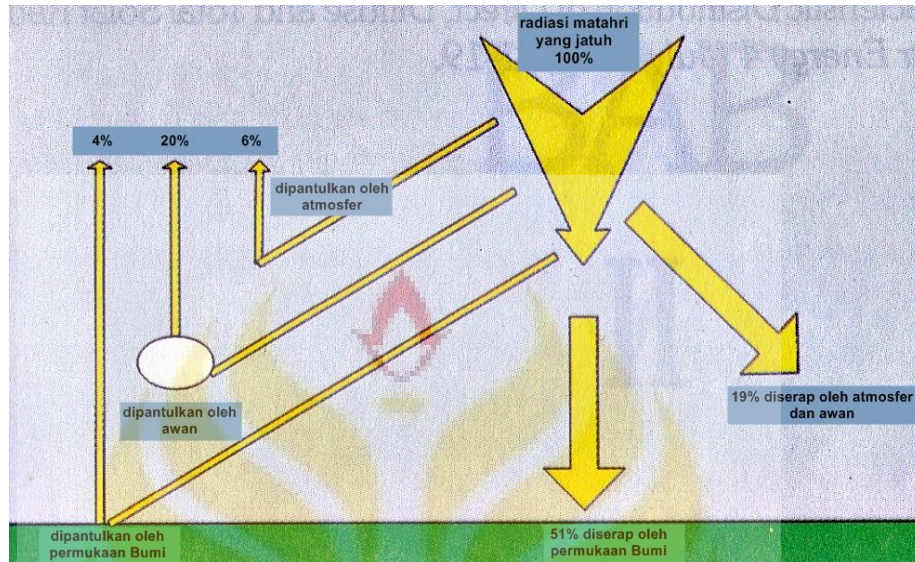
Radiasi Matahari adalah pancaran energi yang berasal dari proses thermonuklir yang terjadi di Matahari. Energi radiasi Matahari berbentuk sinar dan gelombang elektromagnetik. Spektrum radiasi Matahari sendiri terdiri dari dua yaitu, sinar bergelombang pendek dan sinar bergelombang panjang. Sinar yang termasuk gelombang pendek adalah sinar x, sinar gamma, sinar ultra violet, sedangkan sinar gelombang panjang adalah sinar infra merah.

Pada dasarnya energi radiasi yang dipancarkan oleh sinar matahari mempunyai besaran yang tetap (konstan), tetapi karena peredaran bumi mengelilingi matahari dalam bentuk elips maka besaran konstanta matahari bervariasi antara 1308 watt/m² dan 1398 watt/m². Dengan berpedoman pada luas penampang bumi yang menghadap matahari dan yang berputar sepanjang tahun, maka energi yang dapat diserap oleh Bumi besarnya adalah 751x10¹⁵ kW-jam (Pudjanarsa, 2006:224).

Radiasi surya yang besar yang dipancarkan oleh matahari setelah melalui atmosfer bumi akan mengalami penurunan intensitas atau berkurangnya besar radiasi, hal ini dikarenakan adanya hamburan oleh partikel aerosols dan penyerapan oleh gas atmosfer seperti O₂, Ozone, H₂O dan CO₂.

Radiasi yang dihamburkan disebut difusi sebagian dan radiasi difusi kembali ke udara dan sebagian menuju ke permukaan bumi. Radiasi yang langsung mencapai permukaan bumi disebut radiasi langsung hanya 51%, dan 4% dipantulkan kembali ke udara oleh permukaan bumi, 26% dihamburkan atau

dipantulkan ke udara oleh partikel atmosfer dan awan, dan 19% diserap oleh gas atmosfer, partikel dan awan (Sudradjat, 2007:3).

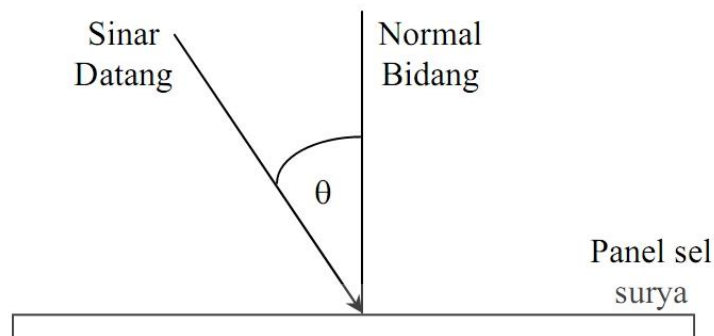


Gambar 2.1 Radiasi Cahaya Matahari

Sumber: Adjat Sudradjat((2007:3)

2.2.5. Pengaruh Sudut Datang Sinar Matahari

Besarnya radiasi yang diterima panel sel surya dipengaruhi oleh sudut datang (*angle of incidence*) yaitu sudut antara arah sinar datang dengan komponen tegak lurus bidang panel atau membentuk sudut 90° . Panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut θ maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor $\cos \theta$.



Gambar 2.2 Arah Sinar Datang Terhadap Bidang Panel Surya

Sumber: Yuwono (2005:13)

$$I_r = I_{r0} \cos \theta \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

I_r : Radiasi yang diserap panel

I_{r0} : Radiasi yang mengenai panel

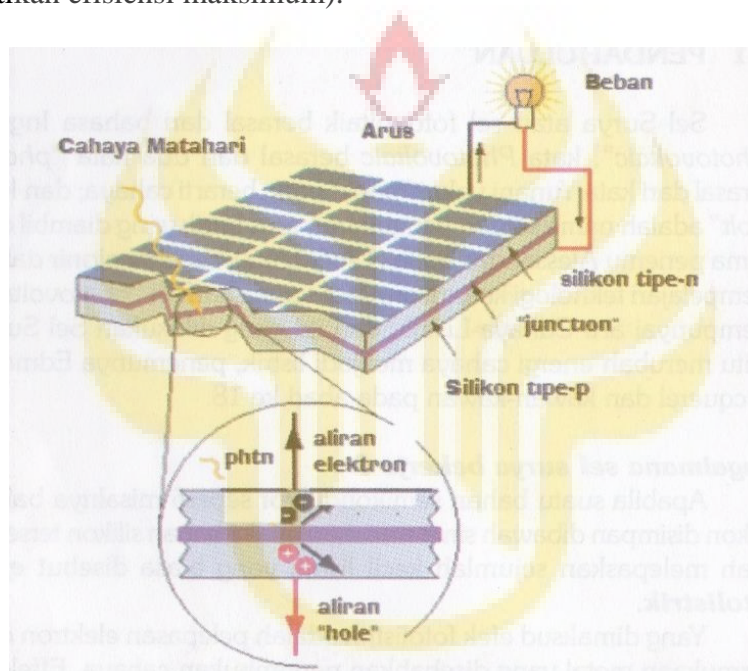
θ : Sudut antara sinar datang dengan normal bidang panel

Pengaruh sudut datang matahari pada bidang panel surya yang terpasang diam atau tetap membuat penerimaan cahaya yang berkurang setiap waktunya karena pergerakan Matahari yang konstan dari pagi menuju sore sehingga menyebabkan bertambah besarnya sudut θ . Oleh karena itu dibutuhkan penggerak pada panel surya untuk mendapatkan sudut yang selalu tepat membentuk 90° atau tegak lurus bidang panel surya.

2.2.6. Panel surya

Sel surya dapat berupa alat semikonduktor penghantar aliran listrik yang dapat secara langsung mengubah energi surya menjadi bentuk tenaga listrik secara efisien, hampir semua sel surya dibuat dari bahan silikon berkrystal tunggal

(Pudjanarsa, 2006:225). Pada prinsipnya solar cell atau panel surya mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Solar cell berpotensi sebagai konverter sumber energi alternatif. Salah satu sifat solar cell adalah menyerap energi maksimum ketika cahaya yang mengenai panelnya pada posisi tegak lurus jadi posisi ideal panel surya adalah menghadap langsung ke sinar matahari (untuk memastikan efisiensi maksimum).

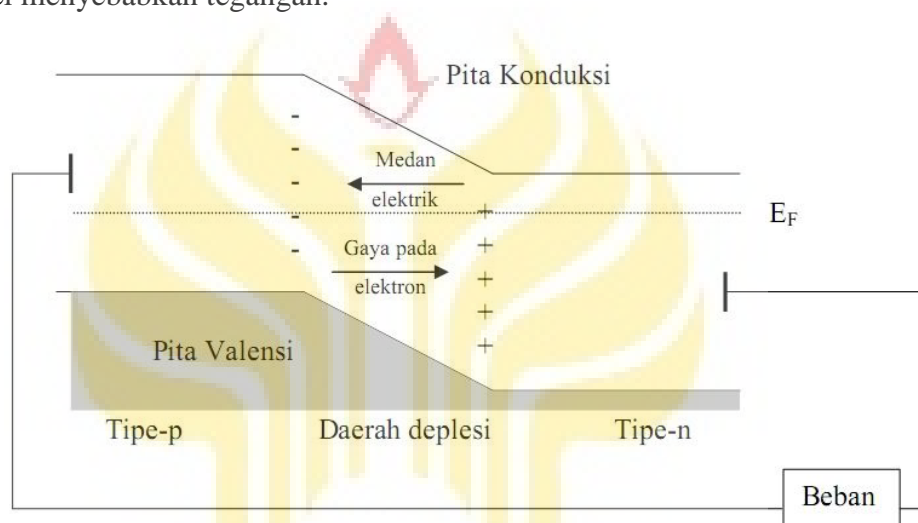


Gambar 2.3 Penampang Panel Surya

Sumber: *Adjat Sudradjat (2007:6)*

Medan listrik pada panel surya bertindak sebagai dioda, memungkinkan elektron terdorong atau mengalir dari sisi P ke sisi N, tetapi tidak sebaliknya. Digambarkan seperti bukit, elektron dapat dengan mudah menuruni bukit (ke sisi N), tetapi tidak bisa memanjat (ke sisi P). Ketika cahaya, dalam bentuk foton, menerpa sel surya, energinya memisah pasangan elektron dan hole. Setiap foton dengan energi yang cukup biasanya akan membebaskan tepat satu elektron dan satu hole. Jika hal ini terjadi cukup dekat dengan medan listrik, atau jika elektron

bebas dan hole bebas kebetulan berjalan ke jangkauan yang terpengaruh, lapisan akan mengirim elektron ke sisi N dan hole ke sisi P. Hal ini menyebabkan pengaruh lebih lanjut dari netralitas listrik, dan jika kita memberikan jalur arus eksternal, elektron akan mengalir melalui jalur ke sisi P untuk bersatu dengan hole dimana medan listrik dikirim. Aliran elektron menyediakan arus, dan medan listrik sel menyebabkan tegangan.



Gambar 2.4 Ilustrasi Aliran Elektron Semikonduktor

Sumber: Yuwono (2005:7)

2.2.7. Mikrokontroler ATmega 16

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (“special purpose computers”) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program (Andrianto, 2013:1). AVR sendiri memiliki berbagai jenis mikrokontroler dengan beragam fitur yang disesuaikan dengan kebutuhan pemakaian.

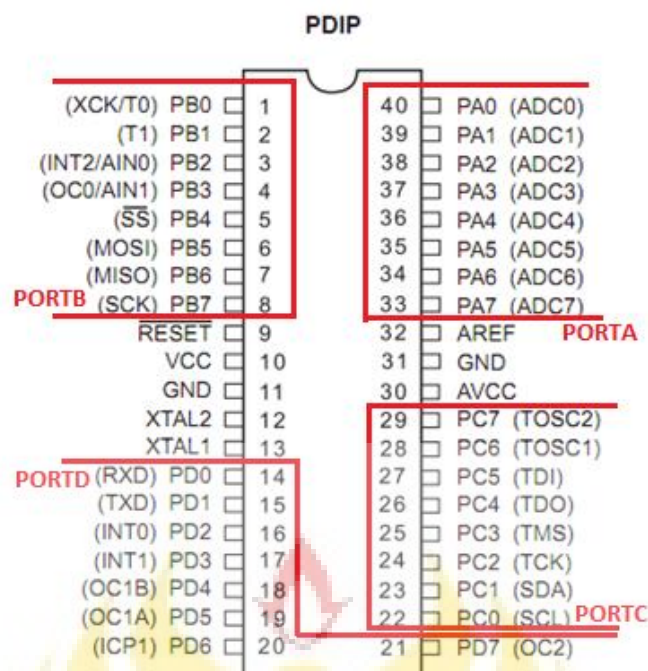


Gambar 2.5 Bentuk Fisik ATmega 16

Sumber: <http://www.engineersgarage.com/electronic-components/atmega16-microcontroller>

Mikrokontroler AVR memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM internal, Timer/Counter, Watchdog Timer, PWM, Port I/O, komunikasi serial, komparator, I2C, dll.) sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, programmer dan desainer dapat menggunakannya untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti robot, otomasi industri, peralatan telekomunikasi, dan berbagai keperluan lain (Andrianto, 2013:7). Salah satu tipe mikrokontroler AVR untuk aplikasi standar yang memiliki fitur lengkap ialah Mikrokontroler Atmega 16.

ATmega 16 memiliki konfigurasi 40 pin sebagai output, input, dan ADC (*analog to digital converter*) sebagaimana dijelaskan pada gambar 2.6 di bawah. Terdapat empat golongan Port yaitu port A, port B, port C, dan port D. Pin tegangan masukan dan ground, ATmega 16 sendiri bekerja pada tegangan masukan 5 Volt DC dan menghasilkan tegangan keluaran kisaran 5 Volt – 2,5 Volt. Pin Xtal 1 dan Xtal 2, dan kemudian pin Reset.

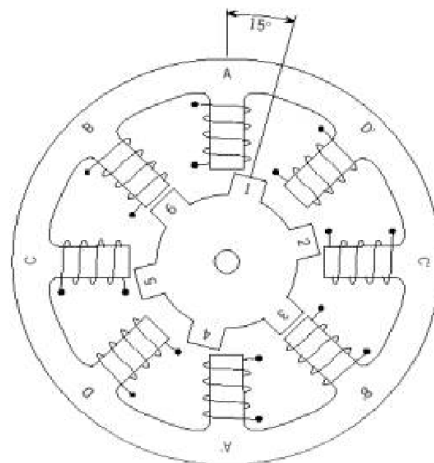


Gambar 2.6 Konfigurasi Pin ATmega 16

Sumber: <http://suzanobitencourt.com/website/20-estudos/avr/17-avr-basics>

2.2.8. Motor stepper

Motor stepper adalah salah satu jenis motor elektronik yang bekerja pada tegangan DC, motor stepper sendiri bekerja dengan cara mengubah pulsa-pulsa listrik yang diberikan oleh driver menjadi gerakan-gerakan diskrit rotor yang disebut langkah (steps). Nilai rating dari suatu motor stepper diberikan dalam langkah per putaran (steps per revolution). Motor stepper umumnya mempunyai kecepatan dan torsi yang rendah. Seperti digambarkan pada gambar 2.7 penampang motor stepper di bawah, terdapat lilitan yang nantinya akan dialiri tegangan sesuai dengan program yang diberikan pada driver motor stepper sehingga terbentuk gerakan dalam sudut-sudut tertentu.

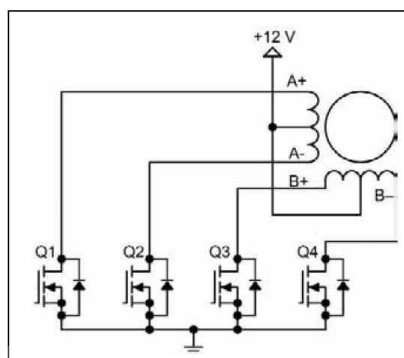


Gambar 2.7 Penampang Motor Stepper

Sumber: <http://www.ilmu.8k.com/pengetahuan/stepper.htm>

Motor stepper bekerja berdasarkan pulsa-pulsa yang diberikan pada lilitan fasenya dalam urutan yang tepat. Selain itu, pulsa-pulsa itu harus juga menyediakan arus yang cukup besar pada lilitan fase tersebut. Karena itu untuk pengoperasian motor stepper pertama-tama harus mendesain suatu sequencer logic untuk menentukan urutan pencatuan lilitan fase motor dan kemudian menggunakan suatu penggerak (driver) untuk menyediakan arus yang dibutuhkan oleh lilitan fase.

Setelah driver mendapatkan program untuk menggerakkan motor stepper, maka motor stepper dapat diatur pergerakannya. Motor stepper dapat bergerak searah jarum jam atau CW (Clock Wise) dan berlawanan arah jarum jam atau CCW (Counter Clock Wise). Setiap step putaran pun dapat diatur, motor stepper dapat bergerak beberapa derajat ditiap putaran sesuai dengan program yang telah dimasukkan.



Gambar 2.8 Contoh Driver Motor Stepper

Sumber: <http://www.powerguru.org/smaller-is-better-for-motor-control-designs/>

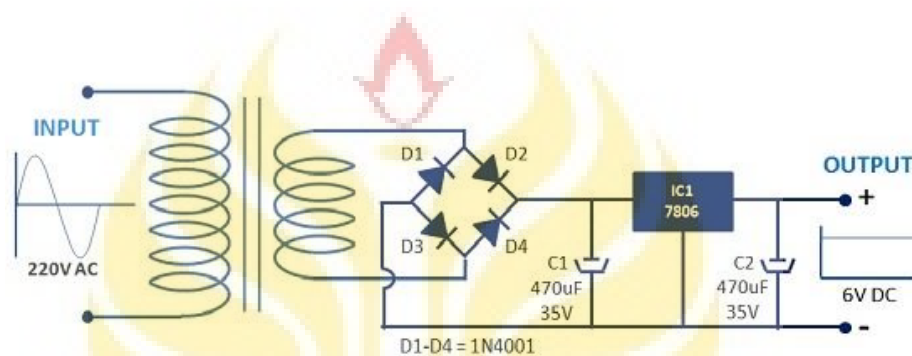
2.2.9. Catu Daya

Pencatu Daya atau *power supply* adalah sebuah piranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk piranti lain, terutama daya listrik. Secara garis besar, pencatu daya listrik yang dipakai bertujuan untuk merubah tegangan arus bolak-balik atau arus AC (*Alternate Current*) menjadi arus searah atau DC (*Direct Current*) sehingga dapat dipergunakan oleh alat-alat elektronik yang membutuhkan pencatu daya arus searah.

Catu daya terdiri dari beberapa komponen elektronika yang bagian pentingnya adalah Transformator sebagai penurun tegangan dari tegangan listrik PLN 220 Volt diubah menjadi tegangan rendah sesuai kebutuhan, kemudian disearahkan oleh komponen Dioda. Untuk mendapatkan keluaran yang memiliki gelombang penuh maka digunakan gabungan dari empat buah Dioda yang dipasang dalam bentuk *bridge* atau dalam bentuk jembatan yang biasa disebut Dioda Bridge. Keluar dari Dioda arus sudah menjadi searah dan dapat digunakan untuk mencatu, namun untuk mendapatkan tegangan yang pas dan sesuai dengan kebutuhan biasanya ditambahkan IC regulator. Terdapat beberapa jenis IC

regulator antara lain seri LM 78xx dan LM 79xx, besarnya tegangan keluaran bergantung dari nomor seri yang ada pada IC regulator tersebut. Penambahan kapasitor juga digunakan untuk memfilter tegangan yang dikeluarkan.

Berikut salah satu contoh rangkaian pencatu daya yang menggunakan Transformator, Dioda Bridge, IC reguator 7806, dan juga kapasitor.



Gambar 2.9 Contoh Bentuk Rangkaian *Power Supply*

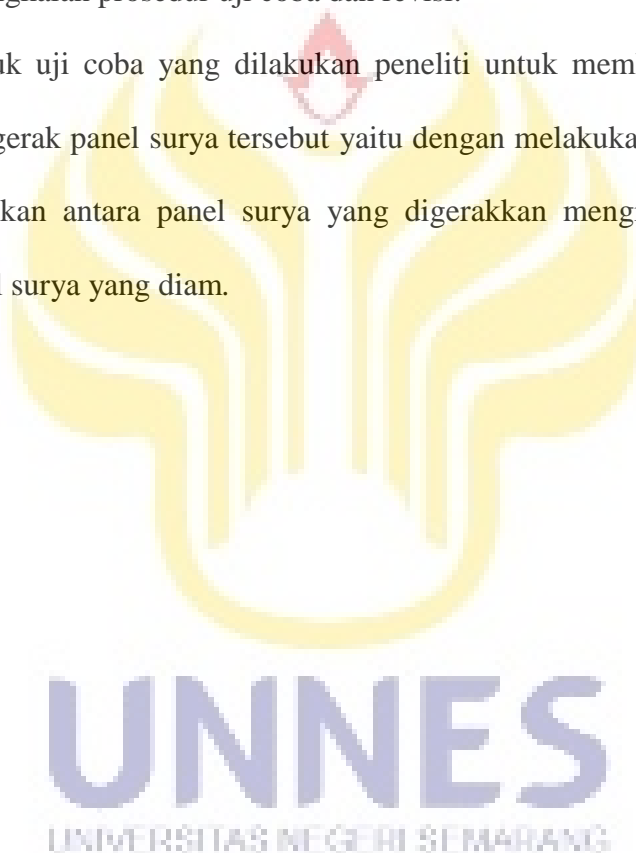
Sumber: <http://teknikelektronika.com/prinsip-kerja-dc-power-supply-adaptor/>

2.3. KERANGKA BERFIKIR

Memahami konsep bahwa panel surya dapat menghasilkan tegangan maksimal hanya ketika mendapat cahaya langsung dari matahari pada posisi tegak lurus tidak bisa didasarkan pada hal yang hanya bersifat teoritis. Untuk memahami konsep tersebut perlu langsung diaplikasikan pada kondisi sebenarnya yang ada di lapangan, sehingga membutuhkan objek peraga meskipun sederhana. Karena pernyataan tersebut, perlu adanya peraga penggerak panel surya sebagai media pengujian dan pengambilan data.

Peraga penggerak panel surya yang dibuat peneliti merupakan ide untuk memberikan keyakinan bahwa panel surya yang bergerak mengikuti arah pergerakan matahari dapat menghasilkan tegangan maksimal, yang dapat digerakkan dengan menggunakan motor stepper berbasis mikrokontroler. Kelayakan dari peraga tersebut sebagai media pengambilan data didapatkan melalui serangkaian prosedur uji coba dan revisi.

Bentuk uji coba yang dilakukan peneliti untuk membuktikan kelayakan peraga penggerak panel surya tersebut yaitu dengan melakukan pengujian dengan membandingkan antara panel surya yang digerakkan mengikuti arah matahari dengan panel surya yang diam.



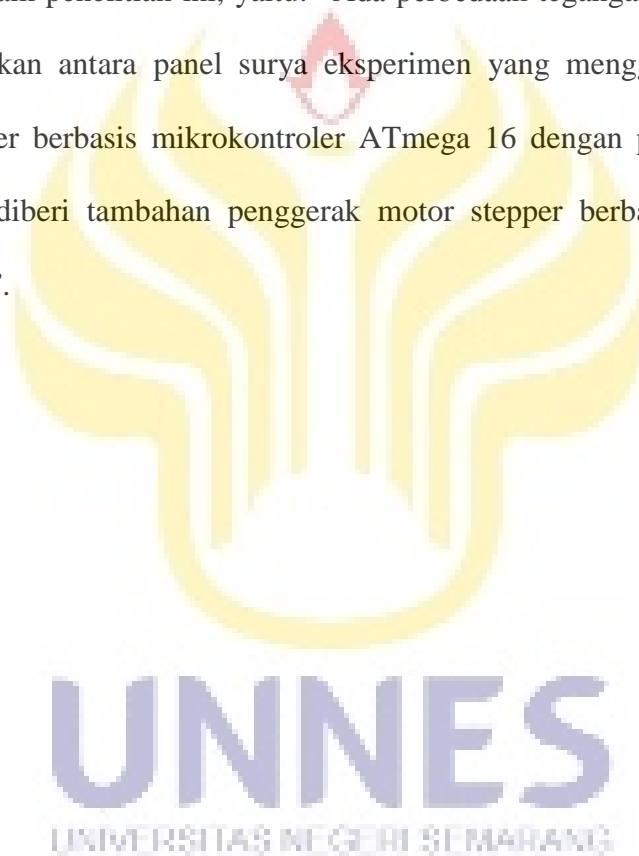


Gambar 2.10 Kerangka Berfikir

2.4. HIPOTESIS

Menurut (Arikunto, 2010 : 110), hipotesis adalah suatu jawaban yang bersifat sementara terhadap permasalahan penelitian, sampai terbukti melalui data yang terkumpul.

Berdasarkan penjabaran dari kerangka berfikir, maka hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini, yaitu: “Ada perbedaan tegangan dan arus keluaran yang signifikan antara panel surya eksperimen yang menggunakan penggerak motor stepper berbasis mikrokontroler ATmega 16 dengan panel surya kontrol yang tidak diberi tambahan penggerak motor stepper berbasis mikrokontroler ATmega 16”.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang diuraikan pada bab IV, maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

- 5.1.1 Alat penggerak modul panel surya dapat dirancang dan dibuat dengan menggunakan motor stepper, *power supply*, dan mikrokontroler ATmega 16 sebagai pemogram, serta sebuah LCD untuk menampilkan display pengaturan.
- 5.1.2 Dari dua kali pengambilan data tegangan keluaran pada kedua buah modul panel surya terdapat perbedaan hasil yang signifikan dimana modul panel surya dengan penggerak menghasilkan tegangan keluaran yang lebih besar, dan terjadi peningkatan tegangan sebesar 3,7%.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka penulis mengajukan saran sebagai berikut:

- 5.2.1 Alat penggerak panel surya ini sebaiknya diberikan Accu atau baterai kering 12VDC sebagai cadangan tenaga saat listrik tiba-tiba mati.
- 5.2.2 Alat penggerak panel surya yang dibuat diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut oleh mahasiswa Universitas Negeri Semarang untuk bahan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifudin, dkk. 2012. Optimalisasi Tegangan Keluaran dari Solar Cell Menggunakan Lensa Pemfokus Cahaya Matahari. *Jurnal*. UIN Maliki Malang. Malang.
- Alwi, dkk. 2005. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Departemen Pendidikan Nasional Balai Pustaka. Jakarta.
- Andrianto, Hari. 2013. *Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmega 16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*. Bandung : Informatika
- Anuraj, Ankit & Rahul Gandhi. 2014. Solar Tracking System Using Stepper Motor. *International Journal of Electronic and Electrical Engineering* 7(6): 561-566.
- Apriyanto, A. E. 2009. Rancang Bangun Pengendali Pergerakan Solar Cell Pada Peralatan Elektronik Menggunakan Motor Stepper Metode Half Step Berbasis Mikrokontroler. *Skripsi*. Universitas negeri Semarang. Semarang.
- Arikunto, Suharsimi. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- As'ari, dkk. 2012. Desain dan Konstruksi Sistem Kontrol Posisi Panel Surya Menggunakan Smart Peripheral Controller (SPC)-Stepper Motor dan PC-Link USBER. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Bahtiar, Ayi, *et all*. 2011. Sel-Surya Polimer: State of Art dan Progres Penelitiannya di Universitas Padjajaran. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*. 1(1): 7-14.
- Budiharto, Widodo. 2011. *Aneka Proyek Mikrokontroler*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- _____. 2008. *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega 16*. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- _____. 2008. *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*. Yogyakarta : Andi.
- Contained Energy Indonesia. 2010. *Buku Panduan Energi yang Terbarukan*. Jakarta : Kemendagri
- Malik, Naresh Kumar, *et all*. 2013. A Review on Solar PV Cell. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 3(1): 116-119.

- Nasrul. 2013. [Tutorial Excel] uji t Perbedaan Rata-rata Dua kelompok berpasangan (dependent) parametrik. <http://statistikceria.blogspot.co.id>. 28 Februari 2015 (16.23)
- Ovy. 2013. Sudut Datang Dan Pemanasan Di Muka Bumi. <http://theordinaryovy.blogspot.co.id>. 28 Februari 2015 (17.10)
- Pudjanarsa, Astu. 2006. *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta : Andi
- Sudradjat, Ajat. 2007. *Sistem-Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jakarta : BPPT PRESS
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta
- Umam, F. K. 2011. Pengaruh Solar sel Berbasis Mikrokontroller. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Yuwono, Budi. 2005. Panel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroller AT89C51. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Zulfi, M. M. 2010. Rancang Bangun Penggerak dan Sensor Arus Pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroller ATmega 8535. *Skripsi*. Universitas Diponegoro. Semarang.