

RANCANG BANGUN TRACKER UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 100 WATT BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

Moh. Hamdan Fidho Nugroho Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIM : 1312026 Pembimbing 1 Pembimbing 2
hamdanfidho@gmail.com

Abstract— Salah satu sifat solarcell adalah menyerap energi maksimum matahari pada saat solarcell tegak lurus sejajar dari matahari. Permasalahannya kebanyakan solarcell ditempatkan pada posisi yang tetap. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut perlu di buat alat penggerak yang dapat bekerja mengikuti arah sinar matahari. Komponen komponen yang digunakan adalah sensor LDR, mikrokontroler arduino uno, motor DC sebagai penggerak mekanikal solarcell . Prinsip kerja secara sederhana adalah saat mikrokontroler arduino uno mendapat sinyal dari sensor LDR maka motor DC akan menggerakkan panel solarcell mengikuti arah pergerakan matahari. Alat ini dapat mengikuti pergerakan matahari (tracker), arus masuk dan arus keluar dapat dikontrol. Saat solarcell terus sejajar dengan datangnya cahaya matahari, maka solarcell dapat mengeluarkan energi yang maksimal.. Hasil perhitungan tegangan yang didapat saat mengukur dengan menggunakan tracker maupun tanpa menggunakan tracker tidak jauh berbeda hasil data pengukurannya, dimana yang menggunakan tracker tegangan rata – rata nya 20,06 Volt dan yang tanpa menggunakan tracker 19,06 Volt, perbedaan hanya sekitar 1,00 Volt. Hasil uji coba menunjukkan bahwa terdapat peningkatan perolehan energi listrik sebesar 24,6 % yaitu dari posisi tetap tanpa menggunakan tracker diperoleh energi listrik sebesar 74,313 Watthour sedangkan posisi yang menggunakan tracker diperoleh energi sebesar 92,655 Watthour.

Kata kunci : solarcell, Tracking, Arduino, sensor LDR

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan manusia saat ini akan sumber energi listrik semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh semakin pesatnya pertumbuhan penduduk, semakin majunya penerapan teknologi di perindustrian dan semakin pesatnya perkembangan teknologi di dunia. Peningkatan kebutuhan energi ini mengakibatkan semakin berkurangnya ketersediaan sumber daya alam yang ada, sehingga manusia dituntut untuk mencari sumber – sumber energi lain yang sedapat mungkin energi tersebut dapat diperbaharui. Seiring dengan perkembangan ilmu, teknologi dan industri, energi surya merupakan modal dasar yang kuat untuk dikembangkan sebagai sumber energi terbarukan demi mencapai ketahanan energi di masa yang akan datang.

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 seringnya dilakukan pemadaman aliran listrik dari PLN [1]. 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 fotovoltaiik yang berbasis pada energi surya [2]. 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 fotovoltaiik [3]. Menurut data Green Peace Indonesia sumber energi alternatif ini cukup baik. Berdasarkan proyeksi dari tingkat arus hanya 354 MW, 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 bagi 30 juta rumah [4].

Untuk Sumber energi terbesar dan sifatnya kontinyu adalah energi surya, khususnya energi elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari. Energi surya merupakan energi yang sangat luar

biasa karena tidak bersifat polutif. Energi surya yang diterima dalam satu hari (solar insolation dan solar irradiation) dapat bervariasi mulai dari 0.55 kWh/m²(2MJ/m²) pada daerah dingin sampai 5.55 kWh/m²(220MJ/m²) pada daerah tropis. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terjadi peningkatan efisiensi panel surya hingga 50% dengan menggunakan metode solar tracker. Matahari merupakan energi yang terbarukan dan ketersediaannya melimpah, meskipun demikian dalam pemanfaatannya banyak hal yang perlu dipertimbangkan diantaranya: cuaca, temperatur, kelembaban, posisi dari sel surya serta debu. Debu mengakibatkan pengotoran pada sel surya yang akan mengurangi kemampuan dalam menerima cahaya matahari sehingga efisiensi dari konversi energi semakin menurun [5].

Solarcell dapat menghantarkan daya maksimalnya jika posisi *solarcell* tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari. Sehingga untuk mengoptimalkan daya yang dihasilkan oleh *solarcell*, maka perlu dirancang alat yang memosisikan agar *solarcell* selalu berada pada posisi tegak lurus terhadap arah datangnya sinar matahari. Pergerakan tahunan matahari juga mempengaruhi terhadap posisi datangnya sinar menuju *solarcell*. Untuk mengatasi pergerakan matahari tahunan ini, maka perlu dirancang menggunakan dua motor penggerak posisi *solarcell* agar *solarcell* dapat selalu berada pada posisi tegak lurus terhadap arah datangnya sinar matahari. Satu motor berfungsi untuk menggerakkan matahari dari terbit sampai tenggelam, dan satu motor lagi untuk memosisikan *solarcell* selalu berada pada jalur pergeseran matahari setiap tahunnya [6].

Menanggapi permasalahan yang ada maka dibuat sebuah alat solar tracker berbasis mikrokontroler arduino uno. Sebagai bentuk pengembangan teknologi dalam rangka konservasi energi memanfaatkan energi matahari. Solar tracker dibuat untuk diterapkan lebih lanjut pada sebuah piranti sel surya sebagai alat pengumpul energi matahari. Prinsip kendali ini adalah menjejak pergerakan sinar matahari dari pagi sampai sore hari agar jumlah sinar yang diperoleh maksimal. Energi matahari dipilih sebagai sumber energi alternatif karena sangat mudah didapatkan, melimpah, tidak memiliki dampak buruk terhadap lingkungan dan yang paling utama adalah gratis.

B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan di bahas pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang tracker untuk pembangkit listrik tenaga surya 100 watt berbasis mikrokontroler arduino uno.
2. Bagaimana membuat sistem tracker untuk pembangkit listrik tenaga surya 100 watt agar dapat bergerak mengikuti sinar matahari.

C. Tujuan Penulisan

Tujuan dari skripsi ini adalah membuat rancang bangun tracker untuk pembangkit listrik tenaga surya 100 watt berbasis mikrokontroler arduino uno.

D. Batasan Masalah

Permasalahan pada Skripsi ini akan dibatasi sebagai berikut :

1. Daya maksimal sel surya 100 watt.
2. Sumber tegangan menggunakan baterai 12 volt 3.5 Ah.
3. Hasil tegangan keluaran hanya berupa analisa dan pengukuran tegangan.
4. Rangkain penggerak menggunakan motor DC.
5. Sistem pengisian aki menggunakan regulator tegangan.
6. Ic pemroses menggunakan mikrokontroler arduino uno.
7. Display tegangan output *solarcell* menggunakan LCD 2 x 16.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dihadapkan pada skripsi ini adalah :

1. Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah menghasilkan sebuah alat *solar tracker*.
2. Untuk mendapatkan energi matahari yang lebih maksimal karena *solarcell* akan mengikuti sinar matahari secara tegak lurus.
3. Diharapkan dapat berguna sebagai masukan bagi pengembangan keilmu khususnya dalam pengembangan energi potensial yang dilakukan untuk mengoptimalkan energi matahari.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Solarcell

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang merubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atau matahari atau “sol” karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai “cahaya listrik”. Sel surya bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi.



Gambar 2.1 Panel Surya
(sumber : http://id.wikipedia.org/wiki/Sel_surya)

Pada umumnya, sel surya merupakan sebuah hambaran semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya tersebut dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Pada sel surya

terdapat sambungan (function) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing – masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis “P” (positif) dan semikonduktor jenis “N” (Negatif). Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai junction. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif . Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negatif [7].

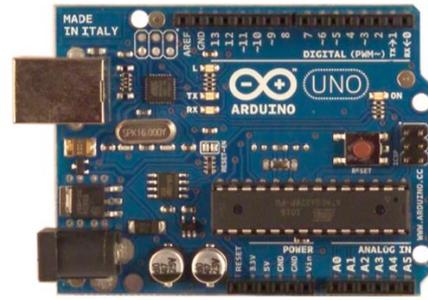
B. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (datasheet). Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

Arduino Uno berbeda dari semua board Arduino sebelumnya, Arduino UNO tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Sebaliknya, fitur-fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke serial. Revisi 2 dari board Arduino Uno mempunyai sebuah resistor yang menarik garis 8U2 HWB ke ground, yang membuatnya lebih mudah untuk diletakkan ke dalam DFU mode. Revisi 3 dari board Arduino UNO memiliki fitur – fitur baru sebagai berikut:

Pinout 1.0: ditambah pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya yang diletakkan dekat dengan pin RESET, IOREF yang memungkinkan shield-shield untuk menyesuaikan tegangan yang disediakan dari board. Untuk kedepannya, shield akan dijadikan kompatibel/cocok dengan board yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan tegangan 5V dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3V. Yang kedua ini merupakan sebuah pin yang tak terhubung, yang disediakan untuk tujuan kedepannya.

“Uno” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO adalah sebuah seri terakhir dari board Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino, untuk suatu perbandingan dengan versi sebelumnya [8].



Gambar 2.2 Arduino Uno

C. LCD (Liquid Crystal Display)

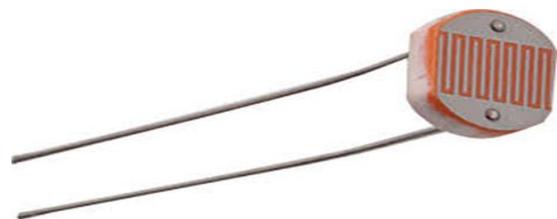
LCD merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan suatu karakter baik itu angka, huruf atau karakter tertentu, sehingga tampilan tersebut dapat dilihat secara visual. Pemakaian LCD sebagai indikator tampilan banyak digunakan disebabkan karena membutuhkan daya yang dibutuhkan LCD relatif kecil (orde mikrowatt), di samping itu dapat juga menampilkan angka, huruf atau simbol dan karakter tertentu. Meskipun pada komponen ini dibatasi oleh sumber cahaya eksternal/internal, suhu, dan lifetime.



Gambar 2.3 LCD Display

D. LDR (Light Depending Resistance)

Sensor Cahaya LDR adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada Sensor Cahaya LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya. Biasanya LDR terbuat dari cadmium sulfida yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. Resistansi LDR pada tempat yang gelap biasanya mencapai sekitar 10 M Ω , dan ditempat terang LDR mempunyai resistansi yang turun menjadi sekitar 150 Ω . Simbol LDR dapat dilihat seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.4 LDR

E. Regulator Accu (pengontrol pengisian aki)

Digunakan untuk menjaga dan memenuhi isi tegangan dari baterai agar selalu dalam kondisi terisi penuh. Rangkaian ini dihubungkan dengan tegangan output solar sell, dan dan langsung dihubungkan dengan terminal aki.

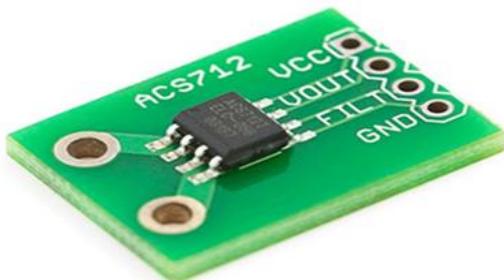


Gambar 2.5 Modul Regulator Aki
(<https://www.google.co.id/search?q=modul+regulator+aki>)

Regulator ini memiliki sebuah pengontrol tegangan sehingga tegangan DC yang dihasilkan dapat diatur secara manual sesuai dengan keinginan kita. Tegangan yang dihasilkan berkisar dari 0 hingga 15 Volt DC. Selain itu regulator ini juga dilengkapi dengan satu unit regulator tegangan 5 V, untuk mensuplay mikrokontroler Arduino. Tegangan DC yang dihasilkan kemudian di pecah menjadi 2 yaitu salah satunya masuk ke rangkaian regulator tegangan dan yang lainnya ke regulator 7805. Dari rangkaian voltage regulator kita dapat menghasilkan tegangan DC murni yang linier dari 0 hingga 15 Volt dengan arus maksimum 3 A sedangkan dari regulator tegangan 7805 kita akan mendapatkan tegangan DC murni 5 Volt dengan arus 1 A.

F. Sensor Arus

Sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas pengukuran arusnya meningkat dan dapat mengukur perubahan arus yang kecil. Sensor ini digunakan pada aplikasi-aplikasi di bidang industri, komersial, maupun komunikasi. Contoh aplikasinya antara lain untuk sensor kontrol motor, deteksi dan manajemen penggunaan daya, sensor untuk catu daya tersaklar, sensor proteksi terhadap arus lebih, dan lain sebagainya.



Gambar 2.6 Sensor Arus

Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena di dalamnya terdapat rangkaian offset rendah linier medan dengan satu lintasan yang

terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh IC medan terintegrasi dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada di dalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan transducer medan secara berdekatan [9].

G. Motor DC

Sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor elektrostatik menggunakan gaya elektrostatik.

Proses sebaliknya menghasilkan energi listrik dari energimekanik yang dilakukan oleh generator seperti alternator atau dinamo. Banyak jenis motor listrik dapat dijalankan sebagai generator dan sebaliknya. Misalnya generator / starter untuk turbin gas, atau motor traksi yang digunakan untuk kendaraan, sering melakukan kedua tugas. Motor listrik dan generator yang sering disebut sebagai mesin-mesin listrik. Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC. Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Untuk membedakan sebagai generator atau motor dari mesin difungsikan sebagai apa. Generator DC alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC. Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC. Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik [10].



Gambar 2.7 Motor DC
(<https://www.google.com/search?q=pengertian+motor+dc+36v>)

H. Accumulator / Bateray

Adalah alat yang dapat menyimpan energi, umumnya energi listrik dalam bentuk energi kimia. Ada dua jenis aki yang ada di pasaran, yakni : Aki

basah dan aki kering. Aki basah bekerja berdasarkan reaksi kimia. Energi yang tersimpan dikeluarkan dalam bentuk energi listrik, dilakukan secara berulang – ulang. Berdasarkan konstruksinya aki basah mengandung timah dan lead feroksida sebagai bahan dasar. Aki basah terdiri dari tiga elemen utama yaitu, pelat positif, pelat negative, dan panel separator (pemisah dua led). Ketika elemen tersebut diletakkan dalam cairan elektrolit (sulfurid acid) dalam satu sel. Pada aki kering larutan elektrolit sengaja dikeluarkan agar bagian dalam aki menjadi kering. Akibatnya timbul kevakuman setelah disetrum oleh pabrik pembuatnya. Aki kering tidak memerlukan pengisian ulang dan biasa dipakai selama dua sampai lima tahun.



Gambar 2.8 Accumulator

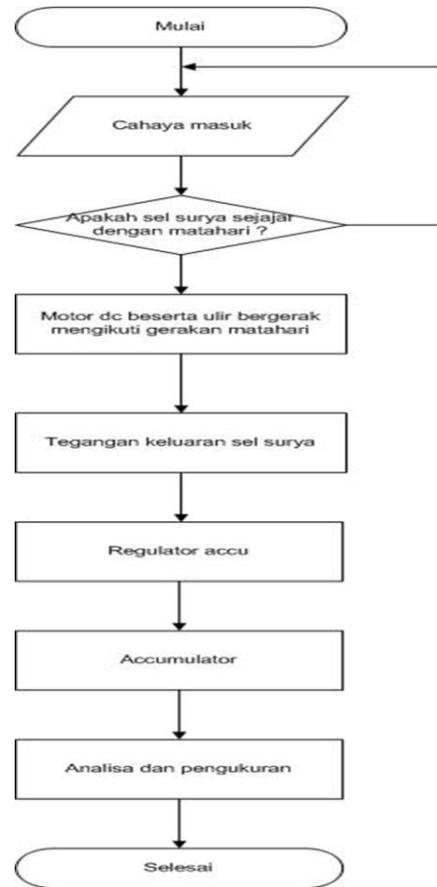
III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

A. Tinjauan Umum

Bab ini menjelaskan mengenai spesifikasi alat, perancangan perangkat keras dari *tracker* untuk pembangkit listrik tenaga surya 100 watt berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, yang meliputi diagram blok sistem, cara kerja sistem, flowchart atau diagram alir sistem, gambar rancangan alat dan perancangan perangkat lunak.

B. Perencanaan Sistem

Untuk memudahkan dalam perencanaan, maka sistem yang akan dirancang akan dilakukan secara bertahap, berikut sistem tahapan yang akan dilakukan untuk menyelesaikan skripsi ini :

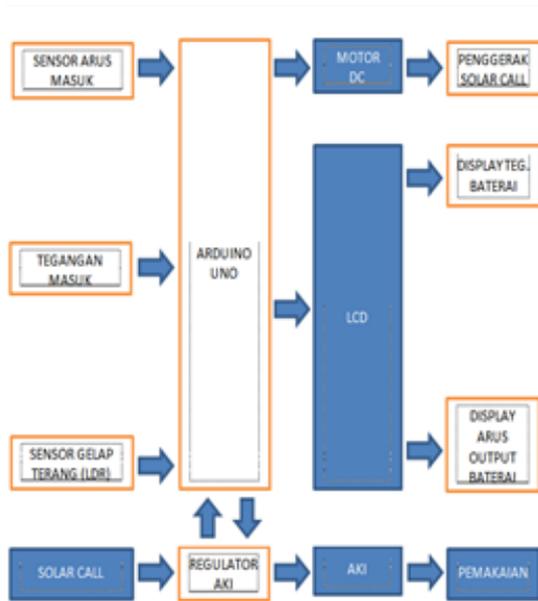


Gambar 3.1 Flowchart Pembuatan Sistem Alat

Perancangan *tracker* untuk pembangkit listrik tenaga surya dirancang dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Dimensi mekanik *tracker* untuk pembangkit listrik tenaga surya dengan panjang 104 cm, lebar 60 cm, tinggi 85 cm, yang terbuat dari besi ukuran 3,5 x 1,5 cm, dilengkapi dengan 2 buah bearing.
- Menggunakan sensor cahaya LDR sebagai pengindera posisi matahari.
- Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengontrol utama.
- Menggunakan LCD type JHD 162 A.
- Motor DC sebagai penggerak utama mekanikal *solarsell*.
- Keluaran tegangan *solarsell* dipergunakan untuk mengisi battery 12 V 3,5 Ah.
- Menggunakan bahasa pemrograman C+ (plus) untuk membuat program pada Mikrokontroler Arduino Uno.

Untuk memudahkan perancangan dan pembuatan alat, langkah utama adalah membuat blok diagram sebagai acuan untuk mengetahui rangkaian keseluruhan maupun rangkaian tiap blok pada Mikrokontroler Arduino Uno. Blok keluaran dari rangkaian ini adalah display LCD untuk menampilkan tegangan solar cell, juga arus yang dipergunakan oleh beban. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada blok diagram yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

C. Perancangan Sistem Kerja

Pada rancang bangun tracker untuk pembangkit listrik tenaga surya dilengkapi dengan 2 sensor cahaya (LDR), yang diletakkan pada tengah – tengah *solarcell*. Sensor cahaya (LDR) 1 untuk mendeteksi posisi matahari pada posisi timur, sensor cahaya (LDR) 2 untuk mendeteksi posisi matahari pada posisi barat.

Sebagai penggerak digunakan sebuah motor DC beserta ulir actuator (actuator parabola). Motor tersebut dikontrol secara otomatis sesuai program dari Mikrkontroler Arduino Uno.



Gambar mekanik 3.3
Rancang Bangun *Tracker* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Watt Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno

D. Perancangan Solarcell

Tegangan yang dikeluarkan *solarsell* berubah – ubah tergantung intensitas cahaya matahari yang ditangkap oleh *solarsell* tersebut. Apabila sinar matahari yang mengenai *solarsell* sedikit, maka tegangan keluaran solar juga akan kecil. Namun apabila sinar matahari yang mengenai *solarsell*

banyak atau terus menerus maka tegangan keluaran solar sell akan berubah menjadi besar.



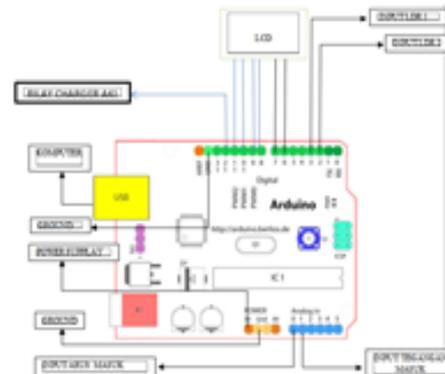
Gambar 3.4 Bentuk Fisik *Solarcell*

TABEL 3.1 Spesifikasi Panel Surya

Max. Power	P.max	100 W
Max. Power Voltage	Vmp	18 V
Max. Power Current	Imp	5.73 A
Max. Circuit Voltage	Voc	19.05 V
Short Circuit Current	Isc	6.09 A

E. Rangkaian Mikrokontroler Aduino Uno

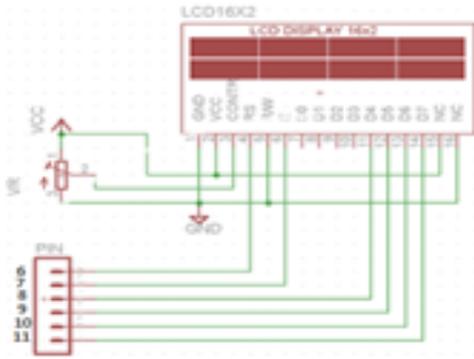
Pada perancangan alat ini, mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno sebagai pengontrol utamanya. Dalam gambar 3.5 ditunjukkan pin – pin yang digunakan dan dihubungkan dengan rangkaian – rangkaian lain.



Gambar 3.5 Skema Rangkaian Arduino Uno

F. Rangkaian LCD

LCD yang digunakan adalah type 1602A (16 kolom x 2 baris). Bus data LCD (D4 – D7) terhubung dengan pin PC8 – PC11 dari mikrokontroler. RS dihubungkan dengan pin 6 dari mikrokontroler, R/ W, VO, VSS, BLK dihubungkan dengan pin ground pada mikrokontroler. VDD, BLA dihubungkan dengan sumber 5 volt pada mikrokontroler, dan untuk mengaktifkan E (Enable) LCD dihubungkan dengan pin 7 pada mikrokontroler.



Gambar 3.6 Skema Rangkaian LCD

G. Sensor Cahaya

Komponen sensor yang digunakan adalah modul sensor cahaya ldr (*ligh dependent resistance*) yang digunakan untuk mendeteksi adanya cahaya dari sinar matahari. Dengan menambahkan modul sensor cahaya ic lm 393 yang digunakan sebagai pembanding antara tegangan keluaran sensor ldr dengan tegangan rangkaian referensi. Rangkaian dipergunakan sebagai nilai setting batas bawah. Apabila keluaran tegangan rangkaian ldr lebih besar terhadap keluaran tegangan referensi maka keluaran komparator akan high atau sebesar tegangan sumber.



Gambar 3.7 Modul Sensor Cahaya IC Im 393

H. Motor DC

Motor DC yang digunakan adalah motor DC jenis bhursed 36V. Motor DC ini bertugas untuk menggerakkan gearbox aktuator yang digunakan untuk menyangga panel surya agar dapat bergerak ke timur dan ke barat.



Gambar 3.8 Bentuk Fisik Motor DC Dan Aktuator

I. Sensor Arus ACS712T

Digunakan sebagai pendeteksi arus masuk dari panel ke *accu*. Ketika ada arus, pada LCD akan memunculkan arus yang lewat. Hal ini juga dapat

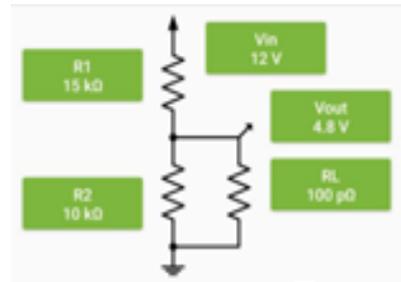
digunakan untuk mengetahui ada tidaknya beban output pada baterai.



Gambar 3.9 Modul Sensor Arus ACS712T

J. Sensor Tegangan

Digunakan untuk mendeteksi tegangan pada *accu*. Tegangan pada aki akan digunakan untuk parameter *charger accu*. Ketika *charger* sudah penuh maka pengisian baterai akan diputus dengan relay. Nilai tegangan ini juga digunakan untuk nilai persentase baterai yang akan ditampilkan di LCD.



Gambar 3.10 Rangkaian Sensor Tegangan

IV. HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini ditujukan untuk melakukan pengujian dan menentukan apakah alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perencanaan. Pengujian pada sistem ini meliputi pengujian setiap blok maupun pengujian secara keseluruhan. Pengujian dilakukan untuk menemukan letak kesalahan dan mempermudah analisis pada sistem apabila alat tidak bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian pada sistem ini dibagi menjadi 6 bagian :

1. Pengujian rangkaian sensor cahaya (LDR).
2. Pengujian rangkaian Arduino Uno dan LCD.
3. Pengujian rangkaian sensor tegangan pada aki.
4. Pengujian motor DC.
5. Pengujian *solarcell*.
6. Pengujian sistem secara keseluruhan.

A. Pengujian Alat

Pengujian rangkaian sensor cahaya bertujuan untuk mengetahui tingkat keakurasian dari sensor tersebut. Dikarenakan tidak adanya alat ukur langsung tingkat intensitas cahaya matahari maka diperlukan data simulasi dengan menggunakan lampu LED sebagai indikator dan untuk mempermudah penyetalan dari keakurasian sensor tersebut. Simulasi pengujian dilakukan di dalam dan di luar ruangan.

Hasil pengujian dan analisis :

TABEL 4.1 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Cahaya

Intensitas Cahaya	Resistansi LDR (K ohm)	Tegangan keluaran (V)
Gelap	15.6	3.02
Redup	7.1	1.65
Terang	0.5	0.43



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Resistansi Sensor Cahaya

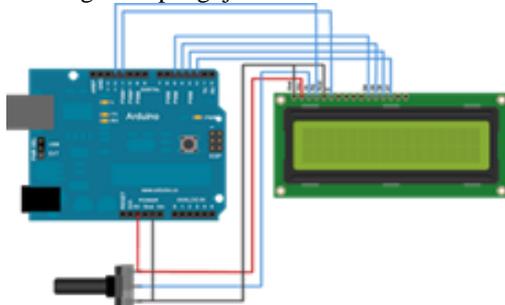


Gambar 4.2 Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Sensor Cahaya

B. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler Dan LCD

Pegujian rangkaian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa mikrokontroler sudah dapat berfungsi sebagai pengontrol, dan LCD juga dapat berfungsi untuk menampilkan data dari program yang telah dibuat, dan dapat menampilkan karakter dengan benar.

Skema rangkaian pengujian :



Gambar 4.3 Skema Rangkaian Arduino Uno Dan LCD

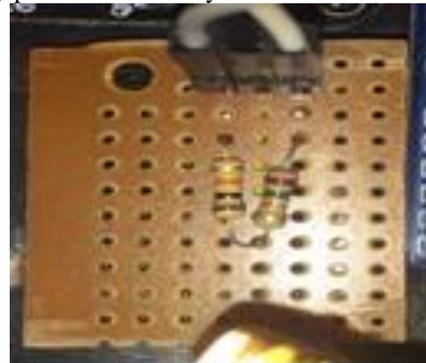
Hasil pengujian dan analisa :



Gambar 4.4 Hasil Pengujian Mikrokontroler Dan LCD

C. Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan Pada Accu

Pengujian sensor tegangan digunakan untuk melihat tegangan aki yang akan ditampilkan di LCD . hasil dari nilai tersebut akan digunakan sebagai display persentase batteray.



Gambar 4.5 Rangkaian Sensor Tegangan

Hasil pengujian dan analisa :

TABELI 4.2 Pengukuran Accu

No	AVO Meter (V)	Sensor Tegangan (V)	Selisih (V)
1	11.98	11.93	0.05
2	10.58	10.55	0.03
3	11.42	11.37	0.05

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa pengukuran tegangan pada *accu* dengan menggunakan AVO meter didapatkan rata - rata sebesar 11,326 Volt dan sedangkan pengukuran tegangan pada *accu* menggunakan sensor tegangan didapatkan rata – rata sebesar 11,283 Volt sehingga memiliki hasil selisih rata - rata 0.043 Volt.

D. Pengujian Rangkaian Motor DC

Untuk mengetahui putaran motor, apakah dapat berputar ke kiri dan ke kanan, serta mencoba kekuatan motor dc untuk mengangkat beban mekanik rancang bangun tracker untuk pembangkit listrik tenaga surya.

Hasil pengujian dan analisa :



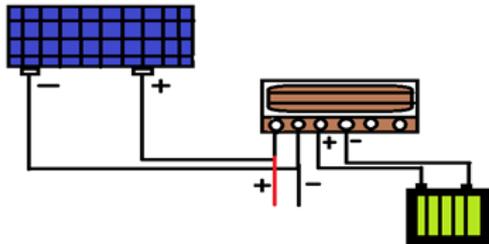
Gambar 4.6 Pengujian Motor DC Keseluruhan

Dari hasil pengujian seperti ditunjukkan pada gambar diatas bahwa motor DC yang terdapat pada aktuator dapat bergerak kekiri dan kekanan sesuai dengan program yang telah dibuat. Sehingga menggerakkan ulir aktuator keatas dan kebawah yang bertujuan memposisikan solar cell pada posisi timur dan barat.

E. Pengujian Solarcell

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi solarcell saat terkena sinar matahari, untuk mengetahui karakteristik tegangan solar cell terhadap waktu, dan juga untuk mengetahui tegangan puncak pada solarcell.

Hasil pengujian dan analisa :



Gambar 4.7 Rangkaian Pengujian Solarcell

Jam	Tegangan Tanpa Tracker (Volt)	Tegangan Tracker (Volt)	Selisih (Volt)
08.00	18,10	19,97	1,87
09.00	18,53	20,04	1,51
10.00	19,24	20,07	0,83
11.00	19,24	20,69	1,45
12.00	19,51	20,30	0,79
13.00	19,62	20,27	0,65
14.00	19,56	19,97	0,41
15.00	19,24	19,87	0,63
16.00	18,54	19,43	0,89
Rata - rata	19,06	20,06	1,00



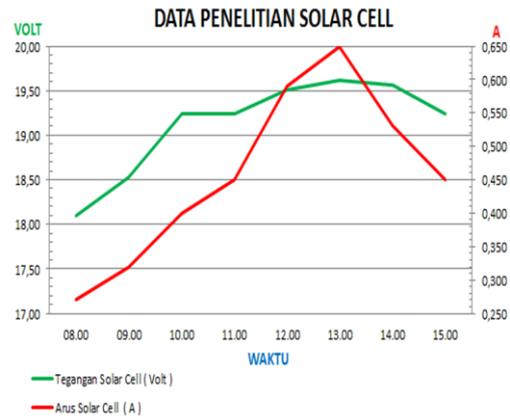
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Solarcell

Penelitian dilakukan pada Hari Rabu, Tanggal 12 Desember 2018 dengan hasil ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

TABEL 4.3 Data Penelitian Solarcell

No	Cuaca	Waktu	Tegangan Solarcell (Volt)	Arus Solarcell (A)
1	Terang	8.00	18,10	0,27
2	Terang	9.00	18,53	0,32
3	Terang	10.00	19,24	0,40
4	Terang	11.00	19,24	0,45
5	Terang	12.00	19,51	0,59
6	Terang	13.00	19,62	0,65
7	Terang	14.00	19,56	0,53
8	Terang	15.00	19,24	0,45
9	Terang	16.00	18,54	0,26

Dari hasil penelitian di atas, solarcell dinyatakan baik karena tegangan keluarannya berubah – ubah sesuai dengan intensitas cahaya matahari yang diterimanya.



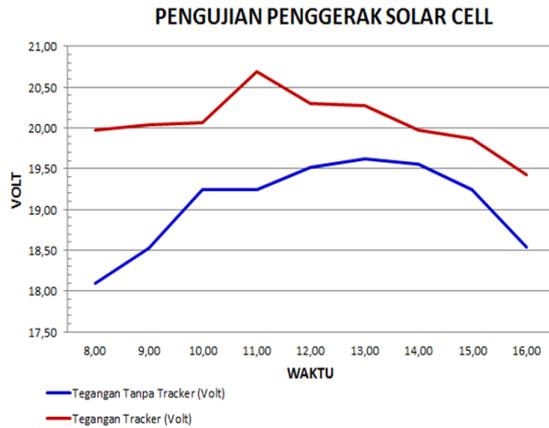
Gambar 4.9 Data Penelitian Solarcell

F. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian sistem ini bertujuan untuk mengetahui fungsi dari rancang bangun penggerak solarcell secara keseluruhan. Sistem ini akan diuji secara menyeluruh ditempat terbuka untuk mengetahui kinerja sistem sesuai dengan deskripsi awal perencanaan alat.

Hasil pengujian dan analisa :

TABEL 4.4 Hasil Pengujian Sistem Penggerak Solarcell



Gambar 4.10 Hasil Pengujian Solarcell

Dari data tabel 4.4 dapat kita lihat bahwa solarcell mampu mengeluarkan tegangan secara maksimal ketika menggunakan sistem penggerak. Hasil perhitungan diperoleh rata – rata nilai tegangan untuk posisi tanpa menggunakan tracker adalah sebesar 19,06 Volt sedangkan pada posisi menggunakan tracker adalah sebesar 20,06 volt dan terdapat selisih rata – rata 1,00 Volt.



Gambar 4.11 Hasil Sistem Tracker Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil keluaran tegangan dan arus pada solarcell dengan menggunakan sistem tracker dan tanpa menggunakan sistem tracker, tanpa menggunakan beban. Pengujian ini dilakukan mulai pukul 08.00 – 16.00 WIB, dengan pengambilan data setiap 1 jam.

TABEL 4.5 Hasil Pengujian Keseluruhan Tanpa Penggerak (Tracker)

No	Cuaca	Waktu	Tegangan Solarcell (Volt)	Arus Solarcell (A)
1	Terang	08.00	18,10	0,27
2	Terang	09.00	18,53	0,32
3	Terang	10.00	19,24	0,40
4	Terang	11.00	19,24	0,45
5	Terang	12.00	19,51	0,59
6	Terang	13.00	19,62	0,65
7	Terang	14.00	19,56	0,53
8	Terang	15.00	19,24	0,45
9	Terang	16.00	18,54	0,26
		Rata - rata	19,06	0,43

TABEL 4.6 Hasil Pengujian Keseluruhan Dengan Penggerak (Tracke)

No	Cuaca	Waktu	Tegangan Solarcell (Volt)	Arus Solarcell (A)
1	Terang	8.00	19,97	0,40
2	Terang	9.00	20,04	0,43
3	Terang	10.00	20,07	0,45
4	Terang	11.00	20,69	0,50
5	Terang	12.00	20,30	0,70
6	Terang	13.00	20,27	0,67
7	Terang	14.00	19,97	0,56
8	Terang	15.00	19,87	0,48
9	Terang	16.00	19,43	0,42
		Rata - rata	20,06	0,51

Untuk mendapatkan daya listrik yang dihasilkan oleh solarcell pada satu jam sekali merupakan hasil perkalian dari tegangan keluaran dengan besarnya arus yang dihasilkan

$$P = V \times I$$

P = Daya keluaran (Watt)

V = Tegangan keluaran (Volt)

I = Arus (Ampere)

$$P = V \times I$$

$$= 20,06 \times 0,51$$

$$= 10,230 \text{ Watt}$$

Untuk mendapatkan daya pada pengukuran di tiap jamnya dapat dihitung dengan metode yang sama. Maka dari hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

TABEL 4.7 Data Hasil Perhitungan Daya Tanpa Penggerak (Tracker)

Waktu	Daya Tidak Tracker (Watt)	
8.00	4,887	
9.00	5,930	
10.00	7,696	
11.00	7,696	
12.00	11,511	
13.00	12,753	
14.00	10,367	
15.00	8,658	
16.00	4,820	
Rata - rata		8,257

TABEL 4.8 Data Hasil Perhitungan Daya Dengan Penggerak (Tracker)

Waktu	Daya Tracker (Watt)	
8.00	7,988	
9.00	8,617	
10.00	9,032	
11.00	10,345	
12.00	14,210	
13.00	13,581	
14.00	11,183	
15.00	9,538	
16.00	8,161	
Rata - rata		10,295

Maka daya rata – rata yang diperoleh dari hasil pengukuran tanpa menggunakan tracker, dari jam 8.00 – jam 16.00 sebesar 8,257 Watt dan hasil daya rata –

rata yang diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan *tracker* dari jam 8.00 – jam 16.00 sebesar 10,295 Watt artinya terdapat kenaikan daya sebesar 24,6 %.

Dari hasil perhitungan perolehan energi listrik pada posisi tanpa *tracker* dari jam 08.00 – jam 16.00 didapatkan rata – rata sebesar 74,313 Watthour sedangkan pada posisi *tracker* adalah sebesar 92,655 Watthour artinya terjadi kenaikan 24,6 %

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Saat intensitas cahaya matahari mengenai sensor cahaya LDR pada kondisi cahaya matahari terang, maka tegangan hasil keluaran sensor cahaya nilainya kecil, namun sebaliknya jika cahaya matahari yang mengenai sensor cahaya dalam keadaan redup maka hasil keluaran tegangan menjadi besar dan apabila kondisi gelap, maka akan menjadi lebih besar.
2. Pada pengujian sensor tegangan bahwa pengukuran pada aki dengan menggunakan AVO meter dan sensor tegangan memiliki hasil selisih rata - rata 0.043 Volt.
3. Motor DC yang terdapat pada aktuator dapat bergerak ke kiri dan ke kanan sesuai dengan program yang telah dibuat. Sehingga menggerakkan ulir aktuator ke atas dan ke bawah yang bertujuan memposisikan *solarcell* pada posisi timur dan barat.
4. *Solarcell* dapat mengisi *accu* sesuai dengan intensitas cahaya yang diterimanya.
5. Hasil perhitungan tegangan yang didapat saat mengukur dengan menggunakan *tracker* maupun tanpa menggunakan *tracker* tidak jauh berbeda hasil data pengukurannya, dimana yang menggunakan *tracker* tegangan rata – rata nya 20,06 Volt dan yang tanpa menggunakan *tracker* 19,06 Volt, perbedaan hanya sekitar 1,00 Volt.
6. Hasil uji coba menunjukkan bahwa terdapat peningkatan perolehan energi listrik sebesar 24,6 % yaitu dari posisi tanpa menggunakan *tracker* diperoleh energi sebesar 74,313 Watthour sedangkan posisi yang menggunakan *tracker* diperoleh energi listrik sebesar 92,655 Watthour.

5.2 Saran

Pembuatan sistem ini sangat dimungkinkan untuk dilakukan pengembangan dan penyempurnaan, diantaranya yaitu :

1. Perlu dilakukan pengembangan kegunaan *tracker* lebih lanjut dengan mekanik penggerak untuk mendeteksi 4 arah mata angin.

2. Menambahkan sensor sudut untuk mendeteksi posisi kemiringan pada *tracker* penggerak *solarcell*.

REFERENSI

- [1] Saxena,. Dan Dutta,. 1990; Koyuncu dan Balasubramanian, 1991; Harakawa dan Tujimoto, 2001.
- [2] Ashraf Balabel, Ahmad A. Mahfouz, Farhan A. Salem 2013, Design and Performance of Solar Tracking Photo-Voltaic System; Research and Education, International Journal Of Control, Automation And Systems, ISSN 2165-8277, Vol.1 No.2 April 2013.
- [3] As'ari , Michael Kolondam 2012, Desain Dan Konstruksi Sistem Kontrol Posisi Pada Panel Surya Dengan Menggunakan Smart Peripheral Controller(Spc)-Stepper Motor Dan Pc-Link Usber, Program Studi Fisika Fmipa Universitas Sam Ratulangi, Jurnal Ilmiah Sains Vol. 12 No.1 April 2012.
- [4] Hemant Kumar Nayak et al 2011, Fabrication and Experimental Study on Two-Axis Solar Tracking, International Journal of Applied Research in Mechanical Engineering, Volume-1, Issue-1, 2011.
- [5] Dhanabal.R et al.,2013, Comparison of Efficiencies of Solar Tracker systems with static panel Single-Axis Tracking System and Dual-Axis Tracking System with Fixed Mount, ISSN : 0975-4024 Vol 5 No 2 Apr-May 2013.
- [6] Midriem Mirdanies et al 2011, Rancang Bangun Sistem Kontrol Mekanisme Pelacakan Matahari Beserta Fasilitas Telekontrol Hemat Energi, Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology e-ISSN 2088-6985 p-ISSN 2087-3379 Vol. 02, No 1, pp 31-40, 2011.
- [7] [Digilab.its.ac.id/public/ITS-Maret-13287-Chapter1I.pdf](http://digilab.its.ac.id/public/ITS-Maret-13287-Chapter1I.pdf)
- [8] [Library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc/Bab2/2011-2-01650-SK Bab2001.pdf](http://library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc/Bab2/2011-2-01650-SK Bab2001.pdf)
- [9] [Digilib.umg.ac.id/files/disk1/26/jipptumg--yogabagusy-2574-2-06babii.pdf](http://digilib.umg.ac.id/files/disk1/26/jipptumg--yogabagusy-2574-2-06babii.pdf)
- [10] [Http://www.academia.edu/90912444/makalah_motor_dc](http://www.academia.edu/90912444/makalah_motor_dc) diakses pada tanggal 3 Juli 2015

BIODATA PENULIS



Moh. Hamdan Fidho Nugroho
Lahir di Malang 13 Oktober 1994
merupakan anak pertama dari 2
bersaudara dari pasangan Hari
Kartinioko dan Karyamik.
Penulis menyelesaikan
pendidikan dasar di SDN 1
Wonomulyo pada tahun 2007
dilanjutkan dengan pendidikan
tingkat menengah di SMPN 1 Poncokusumo pada
2010 dan SMKN 1 Singosari pada tahun 2013, dan
pada tahun 2013 penulis diterima di ITN Malang
dengan mengambil jurusan Teknik Elektro dengan
peminatan yang dipilih Teknik Energi Listrik S1.

Email:
hamdanfidho@gmail.com