

# SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ALAT SISTEM KONTROL DAYA DAN  
TEGANGAN PEMBANGKIT HYBRID (ANGIN DAN MATAHARI)  
BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO**



**Disusun Oleh:**

**MILIK  
PERPUSTAKAAN  
ITN MALANG**

**MUAMMAR ABUBAKAR**

**NIM: 07.12.213**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2015**

**RANCANG BANGUN ALAT SISTEM KONTROL DAYA DAN  
TEGANGAN PEMBANGKIT HYBRID (ANGIN DAN MATAHARI)  
BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh:**

**MUAMMAR ABUBAKAR**

**NIM: 07.12.213**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2015**



## LEMBAR PERSETUJUAN

### RANCANG BANGUN ALAT SISTEM KONTROL DAYA DAN TEGANGAN PEMBANGKIT HYBRID (ANGIN DAN MATAHARI) BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO

#### SKRIPSI

Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan guna  
mencapai gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

**MUAMMAR ABUBAKAR**

**NIM: 07.12.213**

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

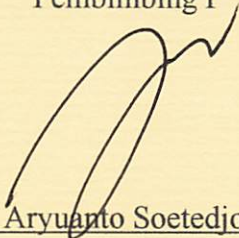


**M. IBRAHIM ASHARI, ST, MT**

**NIP .P.1030100358**

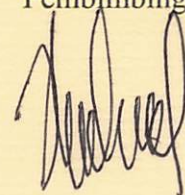
Di Periksa Dan Disetujui

Pembimbing I



Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT  
NIP. 1030800417

Pembimbing II



M. Ibrahim Ashari, ST, MT  
NIP.P. 1030100358

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : MUAMMAR ABUBAKAR  
Nim : 0712213  
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO S- 1  
Konsentrasi : TEKNIK ELEKTRONIKA  
Judul : RANCANG BANGUN ALAT SISTEM KONTROL DAYA DAN  
TEGANGAN PEMBANGKIT HYBRID (ANGIN DAN MATAHARI)  
BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari : Rabu  
Tanggal : 19 Agustus 2015  
Nilai : **73 (B+)**

**Panitia Ujian Skripsi**

Ketua Majelis Penguji

M. Ibrahim Ashari, ST., MT  
NIP. P. 1030100358

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT  
NIP.P.1030100361

**Anggota Ujian Skripsi**

Penguji I

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT  
NIP. Y.1030100361

Penguji II

Ir. Eko Nurcahyo, MT  
NIP.P. 1028700172





## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muammar Abubakar

NIM : 0712213

Program Studi : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 29 Juli 2016

Yang membuat Pernyataan,



MUAMMAR ABUBAKAR

NIM : 0712213

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Teriring Salam dan Do'a Semoga Skripsi ini Bermanfaat dan Menjadi Kesuksesan  
Dunia dan Akhirat

Skripsi Ini Ku Persembahkan Kepada:

Sang Pemilik Jiwaku, Yang Maha Mengabulkan Segala Do'a, Segala Puji Syukur  
Senantiasa Terlahir Untuk-Mu, Ya..Robbi.

Nabi Akhir Zaman Pemberi Safa'at, Sholawat Serta Salam Senantiasa Tercurahkan  
Kaharibaanmu, Ya... Rosululloh SAW.

Kedua Orang Tuaku Tercinta; Nurdin Abubakar dan Fatima Edi Madu Yang Selalu  
Mendidik, Mendoakan dan Menyayangiku... Terima Kasih Atas Segalanya. Semoga  
Allah Selalu Memberikan Kesehatan, Kebahagiaan Dunia-Akhirat dan Umur  
Panjang... Amin

Bapak – Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik Industri ITN Malang, Terima Kasih Atas Kesabaran dan Ketabahan  
Dalam Mendidik, Semoga Allah Membalas Dengan Kebaikan... Amin

Dan Untuk Semua Orang Yang Aku Sayangi dan Yang Menyayangiku: Kakak-Adik  
(Ke-6 Saudara/i) Serta Teman-Teman Seperjuangan, Semoga Selalu Bahagia  
Dimanapun Kalian Berada...Amin

## ABSTRAK

# RANCANG BANGUN ALAT SISTEM KONTROL DAYA DAN TEGANGAN PEMBANGKIT HYBRID (ANGIN DAN MATAHARI) BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO

MUAMMAR ABUBAKAR , NIM 0712213

Dosen Pembimbing:

Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST, MT dan M. Ibrahim Ashari, ST, MT

Kebutuhan akan pemanfaatan sumber energy listrik terbarukan semakin meningkat dengan adanya isu pemanasan global dan krisis energy. Berbagai macam sumber energy terbarukan telah dikembangkan para peneliti, seperti pembangkit listrik energy angin, surya , pasang air lautm biofuel, biomasa, panas matahari, panas bumi. Salah satu energy terbarukan yang berpotensi adalah energy angin dan energy matahari. Energi Energi kinetik dari angin dapat diubah menjadi listrik dengan menggunakan turbin angin begitu pula energi cahaya matahari dapat diubah menjadi energy listrik dengan menggunakan fotofoltaik.

Pada pembangkit listrik energi surya, peralatan utama yang digunakan untuk mengkonversi energi adalah *photovoltaic* (PV). Pembangkitan energi listrik menggunakan PV relatif mahal, oleh sebab itu perlu digabungkan dengan jenis pembangkit lainnya. Salah satu alternatifnya adalah dengan pembangkit listrik energi angin. Permasalahan pada pembangkit energi angin adalah sifat kecepatan angin yang tidak menentu. Dengan kecepatan yang senantiasa berubah-ubah, tegangan output alternator juga berubah-ubah, maka diperlukan sebuah pengendali yang digunakan untuk mengoptimalkan pemakaian energi dari masing-masing sumber dan baterai. Kontrol digital menjadi salah satu pilihan yang diminati untuk digunakan dalam banyak aplikasi

Kontrol digital menjadi salah satu pilihan yang diminati untuk digunakan dalam banyak aplikasi. Kontroller dapat digunakan untuk mengatur proses pengisian baterai. Hal ini dikarenakan over charging akan membuat baterai menjadi panas dan dapat merusak sel baterai . Selain itu apabila terjadi kelebihan atau kurangnya tegangan dari setiap pembangkit maka kontroller akan mengaturnya sesuai dengan kebutuhan. Kontroller dapat juga dilengkapi dengan sensor-sensor *malfunction* atau alat proteksi, indicator dan alarm.

**Kata kunci:** Microcontroller Arduino Uno, Turbin Angin, Solar Cell, Intensitas Cahaya

## **ABSTRACT**

# **BUILD AND PLAN CONTROLLER SYSTEM OF HYBRID POWER PLANT (WIND AND SOLAR) USING MICROCONTROLLER ARDUINO UNO**

**MUAMMAR ABUBAKAR , NIM 0712213**

**Supervisor :**

**Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT and M. Ibrahim Ashari, ST, MT**

The needs of renewable electrical energy are increasing every day, with the issues of global warming and crisis energy. Many things have been to solve that issues. Some researchers try to invent and use new type of energy such as wind energy, solar energy, geothermal, tidal energy . One of the potential energy to use were wind energy and solar energy. Kinetic energy can be converted to electric by using wind turbine, so also with the solar energy can ben converted to by using photovoltaic.

In Solar Power Plant the main component to use to converse the energy in to electricity was photovoltaic, but using PV was quiet expensive. So the alternative to use it was combined with the wind energy. The problem was the wind energy was unstable. That's why we must use controller. Digital controller is the most wanted, by using digital controller we can optimize the hybrid power plant.

The Digital can be used to control the charging process of hybrid power plant battery. Cause over charging can damaged the battery. Controller also can manage if there was . Controller also can be equipped with malfunction sensor or protection tools, indicator and alarm.

**Key word :** Microcontroller Arduino Uno, Wind turbine, Solar Cell, Light Intensity



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penelitian yang berjudul “ RANCANG BANGUN ALAT SISTEM KONTROL DAYA DAN TEGANGAN PEMBANGKIT HYBRID (ANGIN DAN MATAHARI) BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO ” dapat terselesaikan.

Penelitian ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana teknik. Ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kami ucapkan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang
4. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
5. Bapak Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT selaku Pembimbing I
6. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Pembimbing II
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyusunan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan penelitian ini.

Malang, November 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>BERITA ACARA .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR ORISINALITAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah .....	2
1.5. Metodologi .....	2
1.6. Sistematika Penulisan Laporan .....	3

## **BAB II LANDASAN TEORI**

2.1. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida .....	5
2.2. Solar Cell .....	5
2.3. Energi Angin .....	7
2.4. Sensor - Sensor .....	7
2.5. Microcontroller Arduino .....	10
2.6. Boost Converter .....	16
2.7. Buck Converter .....	17

## **BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI ALAT**

3.1. Dasar Perancangan .....	19
3.1.1. Tahapan Perancangan .....	19
3.1.2. Spesifikasi Alat .....	21
3.2. Deskripsi Kerja .....	21
3.2.1. Blok Diagram Sistem .....	21
3.2.2. Fungsi Masing – Masing Blok .....	21
3.2.3. Flow Cara Kerja Alat .....	24
3.3. Perancangan Dan Realisasi Hardware .....	25
3.3.1. Perancangan dan Realisasi Box Alat .....	26
3.3.2. Realisasi Alat Control .....	27
3.4 Realisasi Software .....	28
3.4.1 Perancangan dan Realisasi Software .....	28

## **BAB IV PENGUJIAN DAN HASIL ANALISA**

4.1. Pendahuluan .....	30
4.2. Pengujian Alat Kontrol Pembangkit Hybrid .....	30
4.2.1. Tujuan .....	30
4.2.2. Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya dan Kecepatan Angin .....	30
4.2.3. Pengujian Alat Kontrol dengan pembangkit solar cell dengan pembebanan Akumulator 12 v 75 Ah .....	32

4.2.4. Pengujian Alat Kontrol dengan pembangkit kincir angin dengan pembebanan Akumulator 12 v 75 Ah .....	36
4.3. Pengujian Alat Sistem Kontrol Pembangkit Hybrid Angin dan Matahari dengan pembebanan Akumulator 12 v 75 Ah .....	40
4.4. Prosedur Pengujian .....	41
4.5 Hasil Pengujian Alat Kontrol Pembangkit Hybrid Angin dan Matahari dengan Pembebanan Akumulator 12 V 75 Ah .....	42
4.6 Hasil pengujian alat control pembangkit hybrid angin dan matahari dengan pembebanan Lampu .....	46

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	48
---------------------	----

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>50</b>
-----------------------	-----------



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Tabel Hasil pengukuran kecepatan angin dan intensitas cahaya.....	31
Tabel 4.2. Tabel Hasil pengujian Solar Cell setelah di pasang baterai.....	32
Tabel 4.3. Tabel Hasil pengujian Turbin angin setelah di pasang baterai .....	36
Tabel 4.4 . Tabel Hasil Pengujian pembangkit Hybrid setelah dipasang baterai .....	40
Tabel 4.5. Tabel Hasil Pengujian Alat Sistem Kontrol Pembangkit Hybrid setelah dipasang baterai .....	42
Tabel 4.6. Hasil pengujian Alat sistem Control Pembangkit hybrid setelah di pasang dengan beban lampu 25 watt pada Bulan Juni dan Juli....	46
Tabel 4. 6 Tabel Hasil pengujian Alat sistem Control Pembangkit hybrid setelah di pasang dengan beban lampu 25 watt pada Bulan Oktober	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Solar Cell .....	6
Gambar 2.2. Sensor Arus ACS712 .....	8
Gambar 2.3. Konfigurasi Pin IC ACS712 .....	9
Gambar 2.4. Diagram blok IC ACS712 .....	10
Gambar 2.5. Arduino Uno .....	11
Gambar 2.6. Diagram Blok Microcontroller AtMega 328 .....	12
Gambar 2.7. Software Arduino IDE .....	15
Gambar 2.8. Basic Schematic Boost Converter .....	16
Gambar 2.9. Boost Converter .....	16
Gambar 2.10. Rangkaian Buck Converter .....	17
Gambar 2.11. Buck Converter .....	18
Gambar 3.1. Flowchart Penelitian .....	20
Gambar 3.2. Blok Diagram Sistem Kontrol .....	21
Gambar 3.3. Alat kontrol .....	22
Gambar 3.4. Flowchart Cara kerja Alat .....	24
Gambar 3.5. Tampak Depan Rancangan Box Alat .....	25
Gambar 3.6. Tampak Belakang Rancangan Box Alat .....	25
Gambar 3.7. Tampak Depan Box Alat .....	26
Gambar 3.8. Tampak Belakang Box Alat .....	26
Gambar 3.9. Alat Kontrol .....	27
Gambar 3.10. Loading Screen Software Arduino .....	28
Gambar 3.11. Tampilan Sketch Arduino .....	29
Gambar 3.12. Program Arduino .....	29

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Hubungan antara tegangan dan arus pada pembangkit solar cell Pada Percobaan bulan Juni dan Juli .....	35
Grafik 4.2. Hubungan antara tegangan dan arus pada pembangkit solar cell Pada Percobaan bulan Oktober .....	35
Grafik 4.3. Hubungan antara tegangan dan arus pada Kincir angin Pada Percobaan bulan Juni dan Juli .....	38
Grafik 4.4. Hubungan antara tegangan dan arus pada Kincir angin Pada Percobaan bulan Oktober .....	39
Grafik 4.5. Hubungan tegangan dan arus pada pembangkit solar cell dan kincir angin setelah dihubungkan dengan baterai pada percobaan Bulan Juni dan Juli .....	45
Grafik 4.6 Hubungan tegangan dan arus pada pembangkit solar cell dan kincir angin setelah dihubungkan dengan baterai pada percobaan Bulan Oktober .....	45

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Gambar Alat Sistem kontrol .....	51
Lampiran 2. Surat Monitoring Bimbingan Skripsi .....	52
Lampiran 3. Surat Monitoring Bimbingan Skripsi .....	53
Lampiran 4. Berita Acara Seminar Proposal .....	54
Lampiran 5. Berita Acara Seminar Progress Skripsi .....	55



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi menjadi faktor yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat modern. Sebagian besar pembangkit yang ada menggunakan bahan bakar fosil. Dengan cadangan bahan bakar fosil yang semakin sedikit, harga bahan bakar menjadi semakin mahal. Beberapa peneliti telah mencoba untuk menggunakan energi terbarukan sebagai alternatif pembangkit energi listrik diantaranya: energi surya, energi angin, dan dengan menggabungkan beberapa jenis, seperti pembangkit energi angin dan diesel, pembangkit energi angin dan surya. Dalam teknik hibrid tersebut, pada umumnya baterai digunakan sebagai penyimpan energi sementara, dan sebuah pengendali digunakan untuk mengoptimalkan pemakaian energi dari masing-masing sumber dan baterai.

Pada pembangkit listrik energi surya, peralatan utama yang digunakan untuk mengkonversi energi adalah *photovoltaic* (PV). Pembangkitan energi listrik menggunakan PV relatif mahal, oleh sebab itu perlu digabungkan dengan jenis pembangkit lainnya. Salah satu alternatifnya adalah dengan pembangkit listrik energi angin. Permasalahan pada pembangkit energi angin adalah sifat kecepatan angin yang tidak menentu. Dengan kecepatan yang senantiasa berubah-ubah, tegangan output alternator juga berubah-ubah, maka diperlukan sebuah pengendali yang digunakan untuk mengoptimalkan pemakaian energi dari masing-masing sumber dan baterai.

Kontrol digital menjadi salah satu pilihan yang diminati untuk digunakan dalam banyak aplikasi. Keunggulan kontrol digital yaitu rangkaian yang lebih sederhana, satu kontroler dapat digunakan untuk banyak fungsi kontrol, mudah untuk melakukan modifikasi fungsi kontroler dan lain-lain. Kontroler dapat digunakan untuk mengatur proses pengisian baterai selama panel solar cell menerima sinar dan kincir menerima angin, memonitor isi baterai, dan menghentikan proses pengisian baterai (*charging*) bila baterai telah penuh. Hal ini dikarenakan over charging akan membuat baterai menjadi panas dan dapat merusak sel baterai. Selain itu apabila terjadi kelebihan atau kurangnya tegangan dari setiap pembangkit maka kontroler akan mengaturnya. Kontroler dapat juga dilengkapi dengan sensor-sensor *malfunction* atau alat proteksi, indicator dan alarm.

Dari latar belakang tersebut penulis ingin merancang sebuah kontroler yang berbasis mikrokontroler Arduino Uno , karena selain bersifat open source, baik untuk hardware maupun software-nya, diagram rangkaian elektronik Arduino juga digratiskan kepada semua orang. Dengan menggunakan mikrokontroler ini kita dapat membuat sebuah kontroler yang cukup ekonomis.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Sesuai dengan latar belakang maka Permasalahan yang akan dibahas pada skripsi ini yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang bangun alat sistem kontrol daya dan tegangan pembangkit hybrid (angin dan matahari) berbasis mikrokontroller Arduino Uno.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini adalah

1. Merancang bangun alat sistem kontrol daya dan tegangan pembangkit hybrid (angin dan matahari) berbasis mikrokontroller Arduino Uno.

## **1.4 Batasan Masalah**

Agar tidak terjadi penyimpangan maksud dan tujuan dalam penyusunan skripsi ini maka penulis member batasan sebagai berikut :

1. Tidak Membahas Pembangkit dan Generator yang digunakan
2. Tidak Membahas sistem proteksi lebih detail
3. Beban yang digunakan adalah untuk penerangan TYPE LED
4. Tidak membahas jenis baterai yang digunakan
5. Mikrokontroller yang digunakan adalah Arduino Uno

## **1.5 Metodologi Penyelesaian Masalah**

Untuk menyelesaikan skripsi ini diperlukan langkah - langkah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Mencari referensi – referensi yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan alat yang akan dibuat

2. Perancangan alat

Melakukan perancangan rangkain keseluruhan alat

3. Pembuatan alat

Tahap realisasi dari rancangan alat yang sudah dibuat.

4. Pengujian alat

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari fungsi alat yang sudah dibuat dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan.

5. Pengolahan data

Melakukan analisa dari data yang diperoleh melalui pengujian alat sehingga dapat dibuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk mendapat arah yang tepat mengenai hal-hal yang akan dibahas maka dalam skripsi ini disusun sebagai berikut :

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini.

#### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Pada bab ini dibahas teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat ini.

#### **BAB III : PERENCANAAN SISTEM**

Dalam bab ini dibahas mengenai perencanaan dalam pembuatan alat yang meliputi keseluruhan sistem.

#### BAB IV : PENGUJIAN ALAT

Berisi tentang pembahasan hasil pengujian alat secara keseluruhan. Dan analisa hasil pengujian.

#### BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh dari perencanaan dan pembuatan skripsi, serta saran – saran guna penyempurnaan dan pengembangan sistem lebih lanjut.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

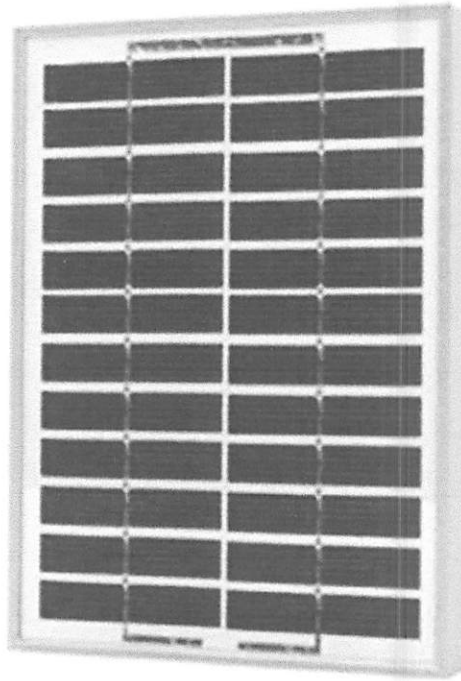
#### **2.1 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida**

Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) adalah sistem pembangkit listrik yang memadukan beberapa jenis pembangkit listrik. PLTH umumnya terdiri atas : generator disel, turbin angin, modul photo voltaic, baterai, dan sistem control yang terintegrasi. Tujuan sistem pembangkit listrik tenaga hibrida adalah mengkombinasikan keunggulan dari setiap pembangkit sekaligus untuk menutupi kelemahan dari masing – masing pembangkit.

#### **2.2 Solar Cell**

Matahari atau Surya adalah bintang di pusat Tata Surya. Bentuknya nyaris bulat dan terdiri dari plasma panas bercampur medan magnet. Diameternya sekitar 1.392.684 km atau kira-kira 109 kali diameter Bumi, dan massanya (sekitar  $2 \times 10^{30}$  kilogram atau 330.000 kali massa Bumi) mewakili kurang lebih 99,86 % massa total Tata Surya. Matahari memiliki jarak rata – rata  $1,496 \times 10^8$  km dari Bumi, dan terus menerus menyediakan energy yang di butuhkan oleh kehidupan di Bumi. Matahari melepaskan energi yang ekuivalen dengan konversi masa hydrogen yang besarnya adalah  $4,2 \times 10^6$  ton/detik yang ekuivalen dengan  $1,2 \times 10^{16}$  KW. Sebagian energi tersebut di transmisikan ke bumi dengan cara radiasi gelombang elektromagnetik. Radiasi menjalar dengan kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s) dalam bentuk gelombang yang mempunyai panjang gelombang yang berbeda-beda.

Solar cell atau sel photovoltaic, adalah sebuah alat semikonduktor yang terdiri dari sebagian besar dioda p-n junction dan dengan adanya cahaya matahari mampu menciptakan energi listrik. Perubahan ini disebut efek photovoltaic. Bidang riset berhubungan dengan sel surya dikenal sebagai photovoltaics.



Gambar 2.1 Solar Cell

Berdasarkan jenis dan bentuk susunan atom-atom penyusunnya, solar cell dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu

### 2.2.1 Monokristal (Mono-Crystalline)

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini dan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 14 - 18%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharianya kurang (teduh), sehingga efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan

### 2.2.2 Polikristal (Poly-crystalline)

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama.

Panel suraya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.

### 2.2.3 Amorphus

"Amorf" mengacu pada objek memiliki bentuk yang pasti dan tidak ada didefinisikan sebagai bahan non-kristal. Tidak seperti silikon kristal, di mana susunan atom yang teratur, fitur silikon amorf pengaturan atomnya tidak teratur. Sehingga, aktivitas timbal balik antara foton dan atom silikon lebih sering terjadi pada silikon amorf dibandingkan kristal silikon, memungkinkan lebih banyak cahaya yang dapat diserap. Dengan demikian, sebuah film silikon amorf yang sangat tipis yang kurang dari 1µm dapat diproduksi dan digunakan untuk pembangkit listrik. Selain itu, dengan memanfaatkan logam atau plastik untuk substrat, sel surya fleksibel juga dapat diproduksi.

## 2.3 Energi Angin

Angin adalah aliran udara dalam jumlah yang besar diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah. Energi angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan dan energi ramah lingkungan karena relative tidak menimbulkan emisi udara.

Keluaran daya dari wind generator dapat dinyatakan dengan fungsi non linear dari koefisien daya (*power coefficient*). Daya angin yang tersedia adalah potensi energi angin di suatu lokasi dan dikoreksi dengan menggunakan factor pola energi,  $k_E$  yang didefinisikan sebagai:

$$k_E = \frac{\text{daya angin tersedia}}{\text{daya kecepatan rata - rata}}$$

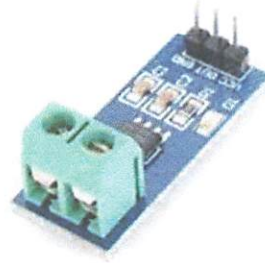
Pada turbin angin dikenal istilah Batasan Betz (Betz limit) yang menyatakan bahwa daya maksimum yang diserap oleh turbin angin tidak melebihi 59,3% dari daya angin yang tersedia.

## 2.4 Sensor – Sensor

### 2.4.1 Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah 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.

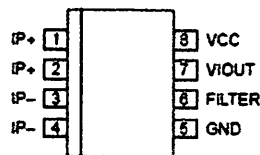


Gambar 2.2 Sensor Arus

Spesifikasi Sensor Arus ACS712:

1. Berbasis ACS712 dengan fitur:
  1. Waktu kenaikan perubahan luaran = 5  $\mu$ s.
  2. Lebar frekuensi sampai dengan 80 kHz.
  3. Total kesalahan luaran 1,5% pada suhu kerja  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .
  4. Tahanan konduktor internal 1,2 m $\Omega$ .
  5. Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8.
  6. Sensitivitas luaran 185 mV/A.
  7. Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.
  8. Tegangan luaran proporsional terhadap masukan arus AC atau DC.
2. Tegangan kerja 5 VDC.
3. Dilengkapi dengan penguat operasional untuk menambah sensitivitas luaran.

Sensor arus 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.



Gambar 2.3 :Konfigurasi pin IC ACS712

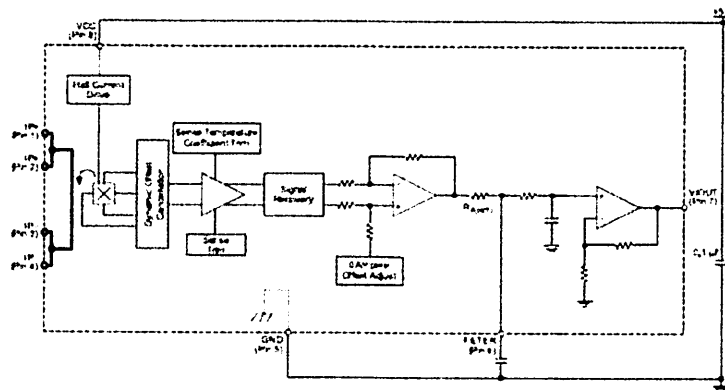
Sumber : datasheet ICS712

Tabel 3.1 Fungsi pin Sensor Arus ACS712

Pin	Sensor	Fungsi
ACS712		
IP +		Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekring di dalamnya
IP -		Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekring di dalamnya
GND		Terminal sinyal <i>ground</i>
FILTER		Terminal untuk kapasitor eksternal yang berfungsi sebagai pembatas <i>bandwith</i>
Viout		Terminal keluaran sinyal analog
Vcc		Terminal masukan catu daya

Hambatan dalam penghantar sensor sebesar 1,2 m $\Omega$  dengan daya yang rendah. Jalur terminal konduktif secara kelistrikan diisolasi dari sensor timah mengarah (pin 5 sampai pin 8). Hal ini menjadikan sensor arus ACS712 dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi yang membutuhkan isolasi listrik tanpa menggunakan opto-isolator atau teknik isolasi lainnya yang mahal.

Saat arus mengalir di jalur tembaga pada bagian pin 1-4, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksinya dan mengubahnya menjadi tegangan yang proporsional seperti yang dapat dilihat pada digram blok fungsi berikut:



Gambar 2.4: Diagram blok IC ACS712

## 2.5 MIKROKONTROLER ARDUINO

Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “*platform*” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory* mikrokontroler. Ada banyak proyek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi.

Salah satu yang membuat Arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya yang open source, baik untuk hardware maupun software-nya. Diagram rangkaian elektronik Arduino digratiskan kepada semua orang. Kita bisa dengan bebas men-download gambarnya, membeli komponen-komponennya, membuat PCB-nya dan merangkainya sendiri tanpa harus membayar kepada para pembuat Arduino. Sama halnya dengan IDE Arduino yang bisa di-download dan diinstal pada komputer secara gratis.

Arduino dikembangkan oleh sebuah tim yang beranggotakan orang-orang dari berbagai belahan dunia. Anggota inti dari tim ini adalah:

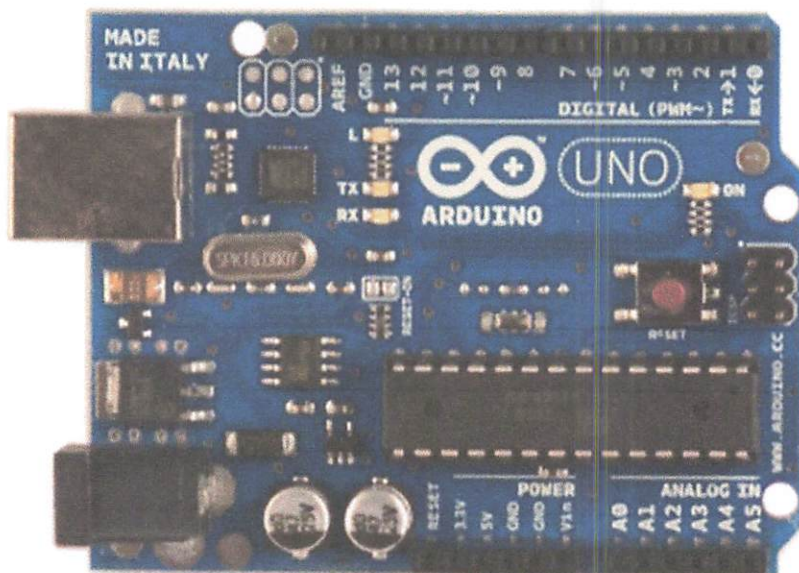
1. Massimo Banzi Milano, Italy
2. David Cuartielles Malmoe, Sweden
3. Tom Igoe New York, US
4. Gianluca Martino Torino, Italy
5. David A. Mellis Boston, MA, USA

Secara umum Arduino terdiri dari dua bagian, yaitu:

1. Hardware : Papan input/output (I/O)
2. Software : Software Arduino meliputi IDE untuk menulis program, *driver* untuk koneksi dengan komputer.

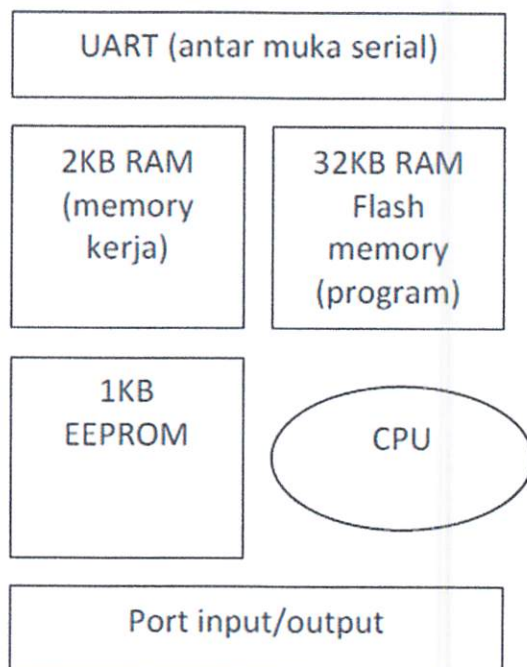
### 2.5.1 Hardware

Salah satu jenis Arduino yang Menggunakan USB sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi computer adalah Arduino Uno



Gambar 2.5 Arduino Uno

Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah microcontroller 8 bit dengan merk **ATmega** yang dibuat oleh perusahaan **Atmel Corporation**. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya. Arduino Uno menggunakan ATmega328. Untuk memberikan gambaran mengenai apa saja yang terdapat di dalam sebuah microcontroller, pada gambar berikut ini diperlihatkan contoh diagram blok sederhana dari microcontroller ATmega328.



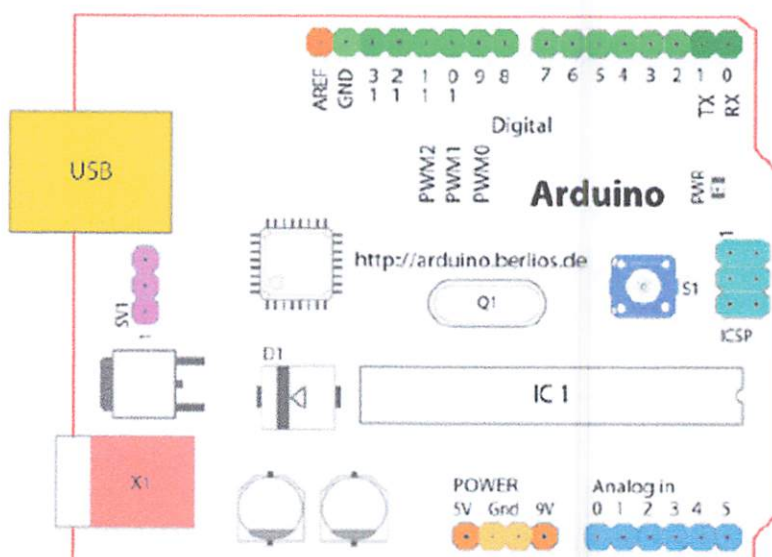


Gambar 2.6 Diagram Blok *microcontroller* ATmega 328

Blok-blok di atas dijelaskan sebagai berikut:

1. *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART)* adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS-485.
2. 2 KB RAM pada memory kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variable-variabel di dalam program.
3. 32 KB RAM flash memory bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, flash memory juga menyimpan *bootloader*. *Bootloader* adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.
4. 1 KB EEPROM bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.
5. *Central Processing Unit (CPU)*, bagian dari *microcontroller* untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
6. Port input/output, pin-pin untuk menerima data (input) digital atau analog, dan mengeluarkan data (output) digital atau analog.

#### Bagian-Bagian Papan Arduino Uno



1. 14 pin input/output digital (0-13)  
Berfungsi sebagai input / output, dapat diatur oleh program.  
Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan outputnya dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat deprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5v
2. USB  
Berfungsi untuk :
  1. Memuat program dari computer ke dalam papan
  2. Komunikasi serial antara papan dan computer
  3. Memberi daya listrik kepada papan
3. Sambungan SV1  
Sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.
4. Q1-Kristal (quartz crystal oscillator)  
Jika mikrokontroller dianggap sebagai sebuah otak, maka Kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada mikrokontroller agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz)
5. Tombol Reset S1  
Untuk me-reset papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan mikrokontroller.
6. In-circuit Serial Programming (ICSP)  
Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroller secara langsung, tanpa melalui bootloader.
7. IC 1 – Mikrokontroller Atmega  
Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM
8. X1 – Sumber daya eksternal  
Jika hendak di suplay dengan sumber daya eksternal papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9–12V.

9. 6 pin input analog (0-5)

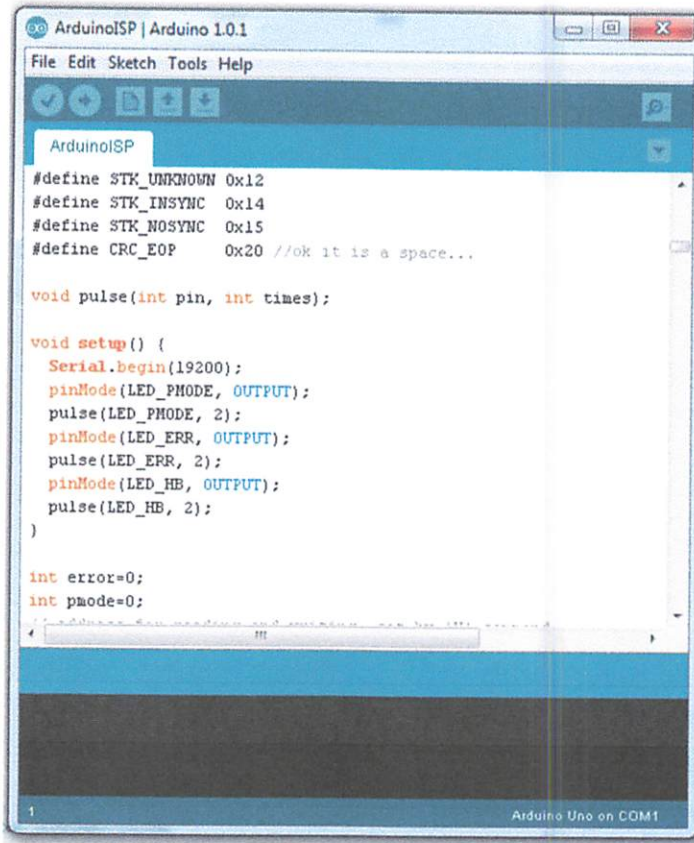
Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0-1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0-5V.

### 2.5.2 Software

Software Arduino yang akan digunakan adalah driver dan IDE (Integrated Development Environment) , walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino. *IDE* Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *Java*. *IDE* Arduino terdiri dari:

1. *Editor* program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah microcontroller tidak akan bisa memahami bahas Processing. Yang bisa dipahami oleh microcontroller adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory di dalam papan Arduino.

## Contoh tampilan IDE Arduino



```

ArduinoISP | Arduino 1.0.1
File Edit Sketch Tools Help

ArduinoISP
#define STK_UNKNOWN 0x12
#define STK_INSYNC 0x14
#define STK_NOSYNC 0x15
#define CRC_EOP 0x20 //ok it is a space...

void pulse(int pin, int times);

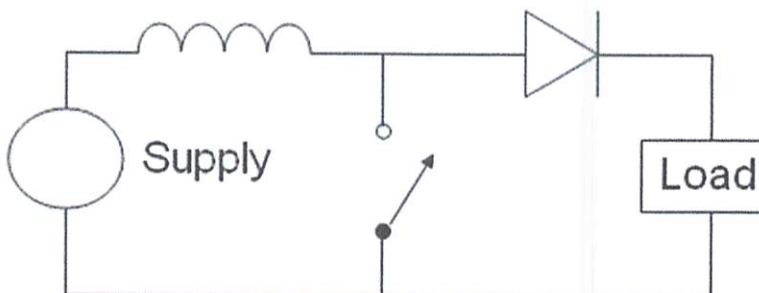
void setup() {
  Serial.begin(19200);
  pinMode(LED_PMODE, OUTPUT);
  pulse(LED_PMODE, 2);
  pinMode(LED_ERR, OUTPUT);
  pulse(LED_ERR, 2);
  pinMode(LED_HB, OUTPUT);
  pulse(LED_HB, 2);
}

int error=0;
int pmode=0;
  
```

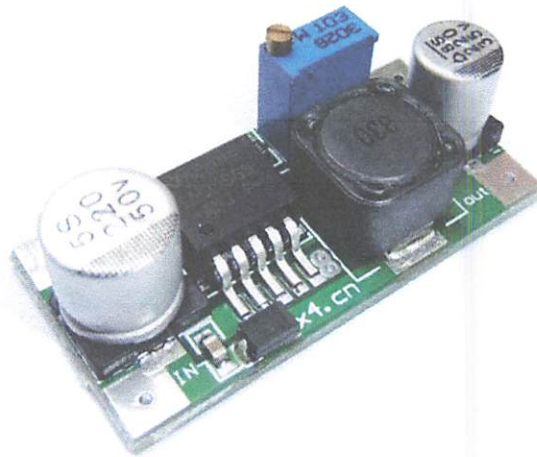
Gambar 2.7 Software Arduino IDE

## 2.6 Boost Converter

*Boost Converter* (step-up converter) adalah converter daya DC-ke-DC dimana tegangan output lebih besar dari tegangan input.



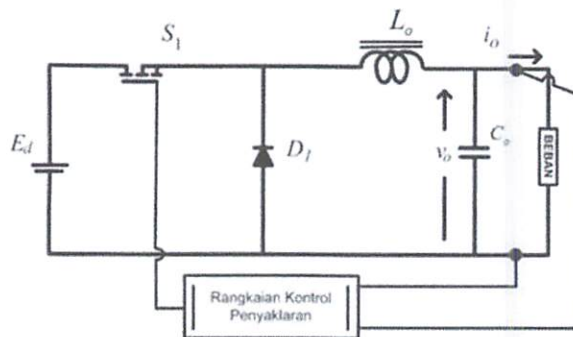
Gambar 2.8 *Basic schematic a boost converter*, Switch biasanya sebuah MOSFET, IGBT, or BJT.

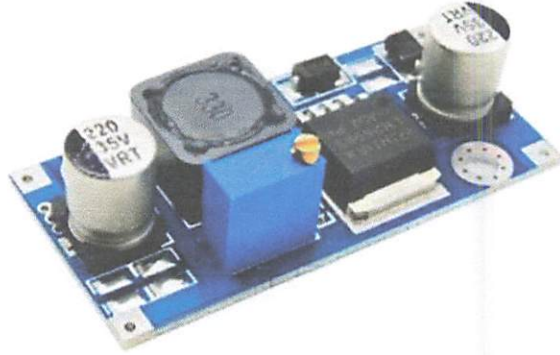


Gambar 2.9 Boost Converter

## 2.7 Buck Converter

Konverter jenis *buck* merupakan konverter penurun tegangan yang mengkonversikan tegangan masukan DC menjadi tegangan DC lainnya yang lebih rendah.

Gambar 2.10 Rangkaian *Buck Converter*



Gambar 2.11 Buck Converter

## **BAB III**

### **PERANCANGAN DAN REALISASI ALAT**

#### **3.1 Dasar Perancangan**

Ada beberapa factor yang harus di pertimbangkan baik aspek teknis maupun non teknis dalam merancang suatu alat. Aspek teknis berarti alat tersebut dibuat berdasarkan kebutuhan untuk menunjang suatu fungsi kerja tertentu dan harus memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu. Sedangkan aspek non teknis diartikan sebagai aspek di luar aspek teknis seperti segi ekonomis dan komersial.

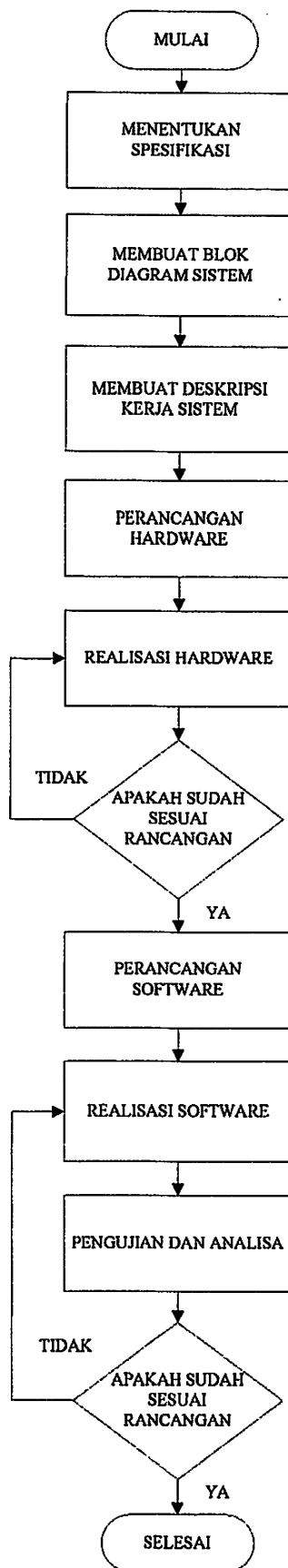
Dalam skripsi ini pembuatan alat lebih ditekankan pada aspek teknis, tetapi walaupun demikian factor ekonomis tetap ditentukan seperti dalam pemilihan komponen yang digunakan.

Sesuai dengan fungsinya bahwa alat ini harus mampu untuk mengendalikan beberapa sistem pembangkit listrik. Maka alat ini harus mempunyai kemampuan sebagai berikut.

1. Keandalan yang tinggi, artinya tujuan yang ingin di capai harus mempunyai factor kegagalan yang rendah.
2. Mudah dalam pengoperasian :
  1. Pemasangan sakelar, pada panel muka harus dibuat sedemikian rupa sehingga tidak membingungkan selama pengoperasian alat tersebut.
  2. Penandaan dan penamaan komponen atau alat yang terpasang pada panel muka harus jelas dan singkat.

##### **3.1.1 Tahapan Perancangan**

Untuk merancang alat ini terdapat beberapa tahapan yang akan dilaksanakan seperti ditunjukkan pada diagram alir dibawah ini



Gambar 3.1 *FlowChart* Penelitian



### 3.1.2 Spesifikasi Alat

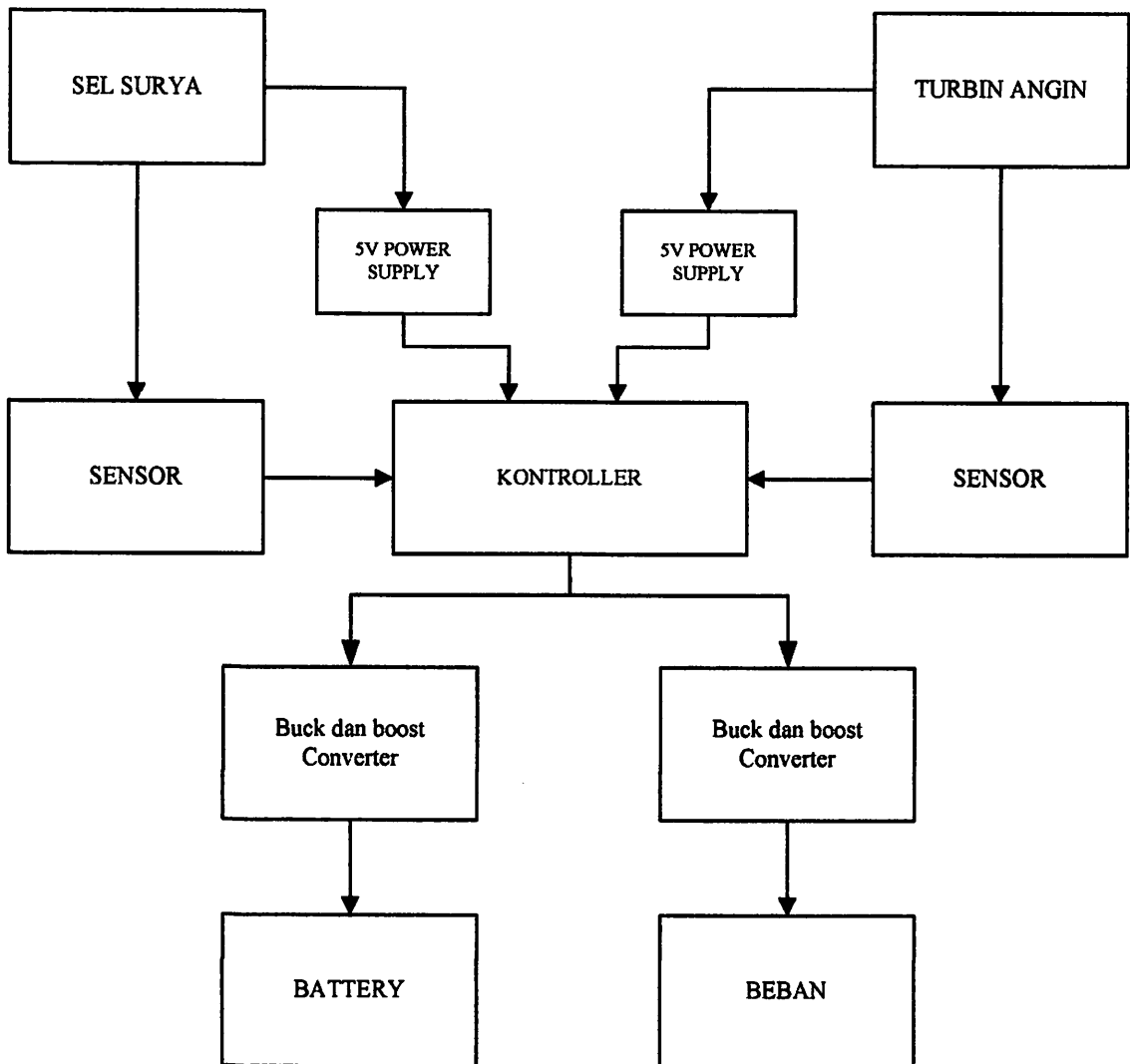
Adapun Alat yang akan dirancang memiliki spesifikasi :

1. Kontroller : Mikrokontroler Arduino Uno
2. Rating tegangan output sensor : 0-5 V DC
3. Fault Detector : *Solar cell accu warning*
4. *Buck dan Boost Converter* :

## 3.2 Deskripsi Kerja

### 3.2.1 Blok Diagram

Dibawah ini adalah blok diagram sistem pengontrolan.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Kontrol

### 3.2.2 Fungsi Masing-Masing Blok

#### 3.2.2.1 Turbin Angin

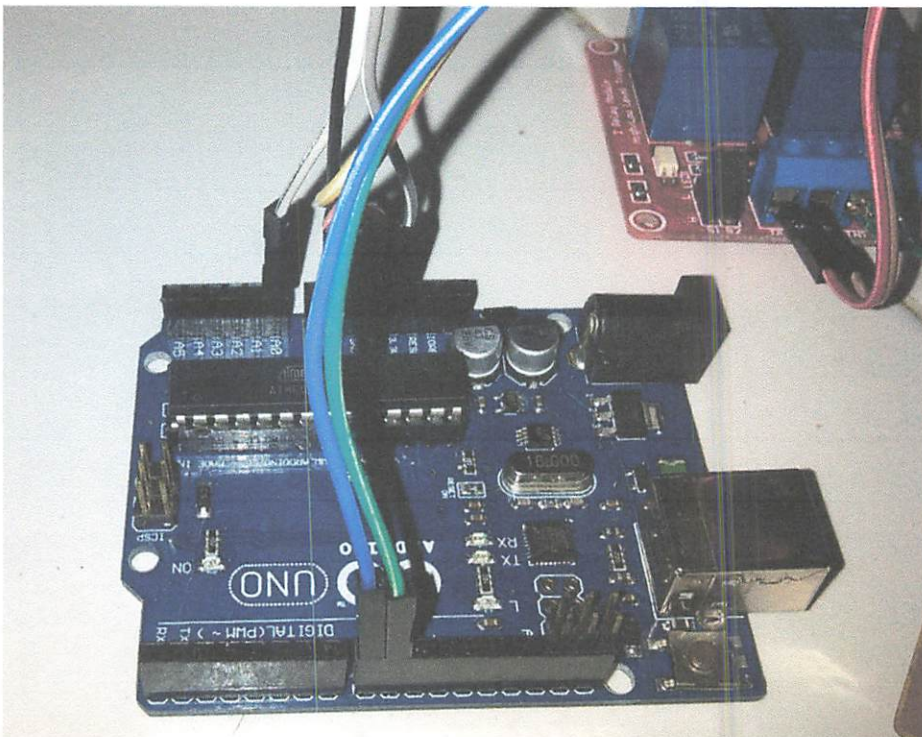
Turbin angin ini berfungsi sebagai penggerak mula yaitu mengubah energi potensial angin menjadi energi mekanik, perputaran kincir ini di hubungkan ke generator

#### 3.2.2.2 Sel Surya

Sel surya berfungsi untuk mengubah energy matahari menjadi listrik

#### 3.2.2.3 Kontroller

Kontroller digunakan untuk mengatur proses pengisian baterai selama panel solar cell menerima sinar dan kincir menerima angin, memonitor isi baterai, dan menghentikan proses pengisian baterai (charging) bila baterai telah penuh. Hal ini dikarenakan over charging akan membuat baterai menjadi panas dan dapat merusak sel baterai. Selain itu apabila terjadi kelebihan atau kurangnya tegangan dari setiap pembangkit maka kontroller akan mengaturnya.



Gambar 3.3 Alat Kontrol

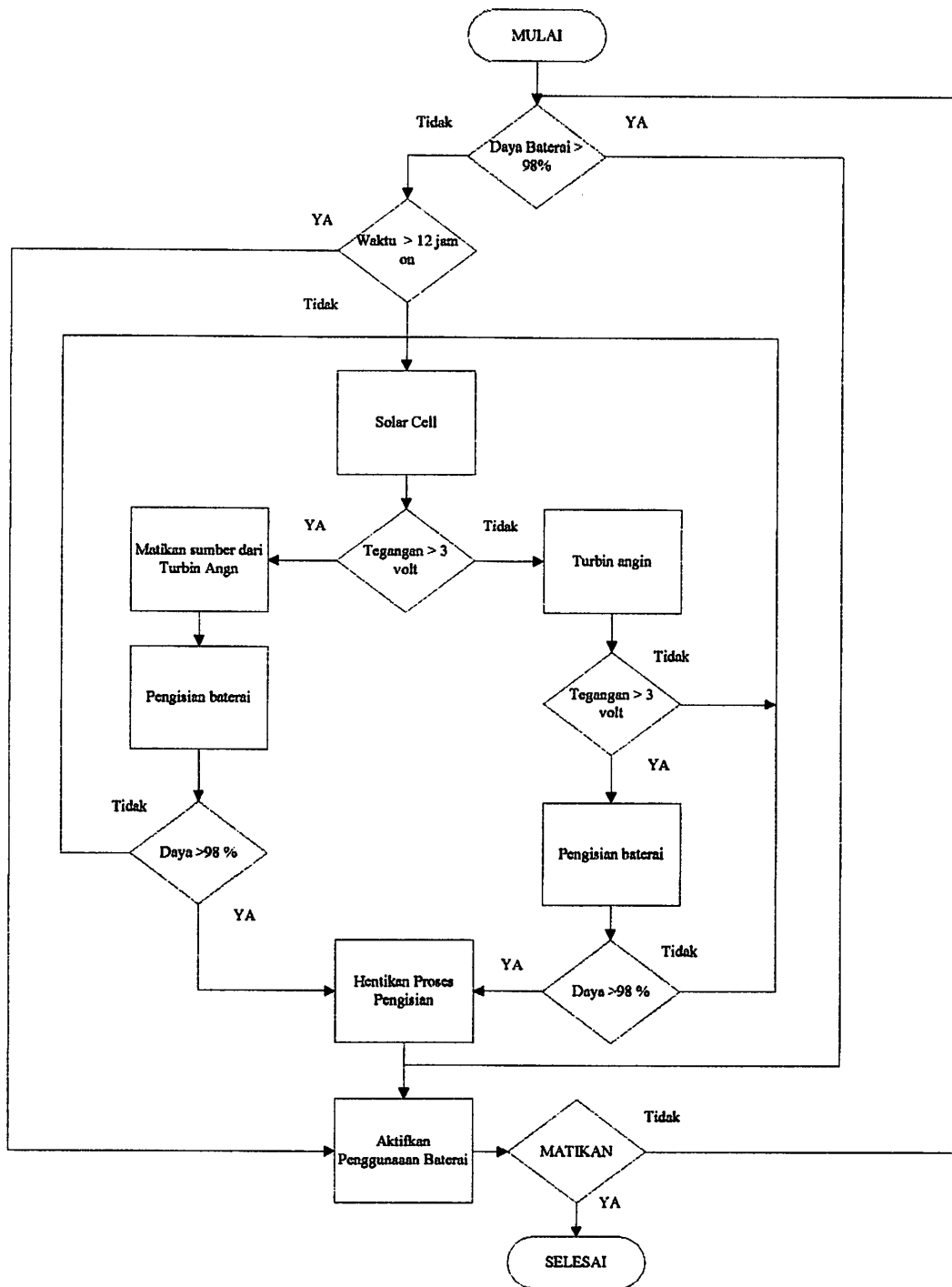
#### **3.2.2.4.Baterai (accu)**

Baterai atau aki adalah berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke beban

#### **3.2.2.5.Beban**

Beban listrik adalah suatu komponen yang membutuhkan atau yang mengkonsumsi energi listrik dalam tugas akhir ini beban yang terpasang adalah lampu LED

### 3.2.3. Flowchart Cara Kerja Alat



Gambar 3.4 Flow Chart Cara Kerja Alat

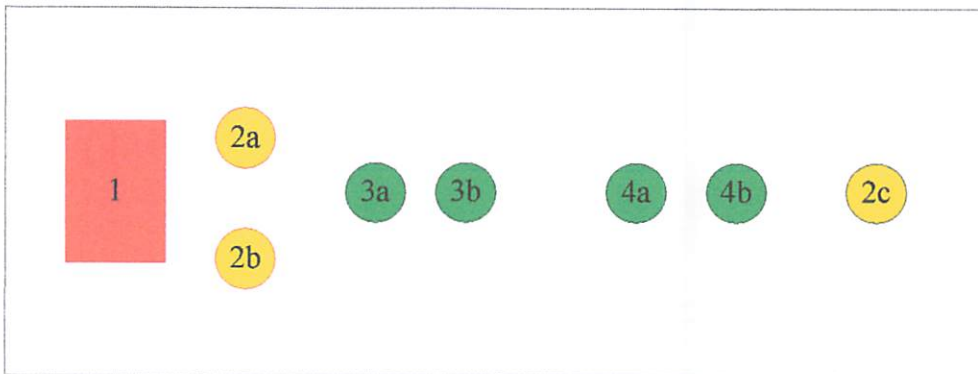
Energi Listrik di dapat dari Solar Cell dan kincir angin selanjutnya di hubungkan ke alat control dan kemudian disalurkan atau disimpan ke dalam baterai. Apabila

tegangan keluaran dari kedua pembangkit kurang atau tidak mncukupi maka tegangan dari ke 2 pmbangkit akan dinaikan mikrokontroller menggunakan boost converter atau diturunkan menggunakan buck converter.

### 3.3. Perancangan dan Realisasi Hardware

#### 3.3.1 Perancangan dan Realisasi Box Alat

Agar memudahkan penggunaan dan meningkatkan tingkat keamanan dan kenyamanan pengguna maka perlu adanya wadah untuk meletakkan alat control tersebut.



Gambar 3.5 Tampak Depan Rancangan Box Alat



Gambar 3.6 Tampak Belakang Rancangan Box Alat

Keterangan Angka Pada Gambar :

1 : Tombol Power

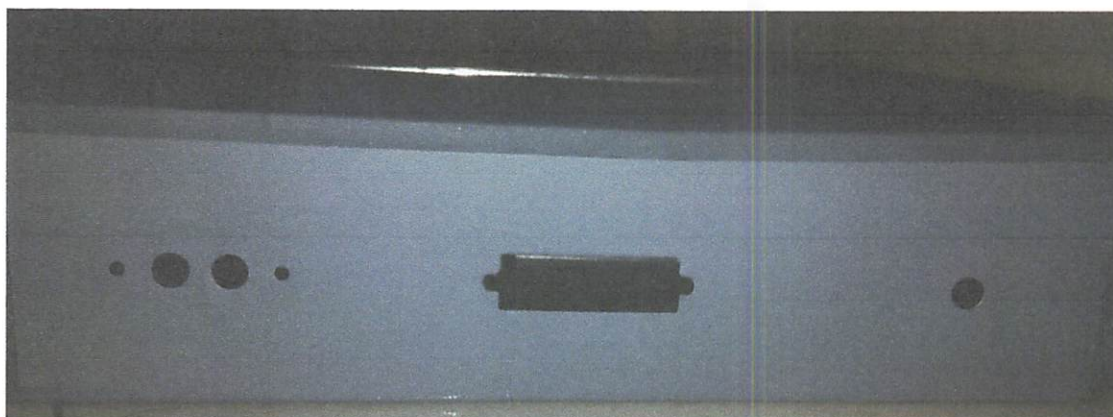
2a,2b,2c : Fuse (Sekering)

3a,3b,4a,4b: DC Output

5a,5b,6a,6b : DC Input



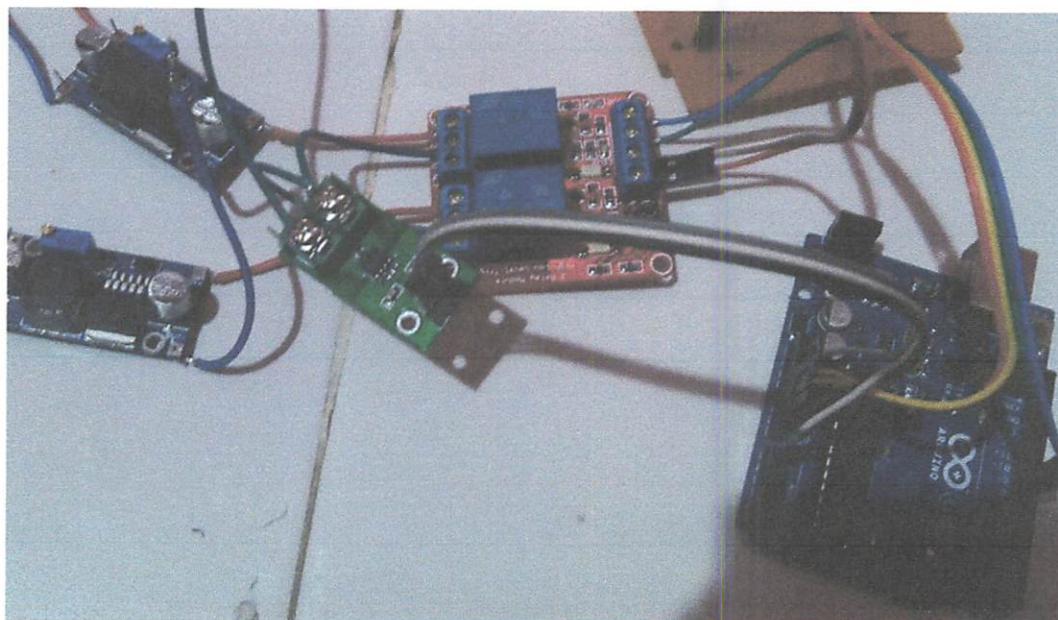
Gambar 3.7 Tampak Depan Box Alat



Gambar 3.8 Tampak Belakang Box Alat



### 3.3.2. Realisasi Alat Kontrol

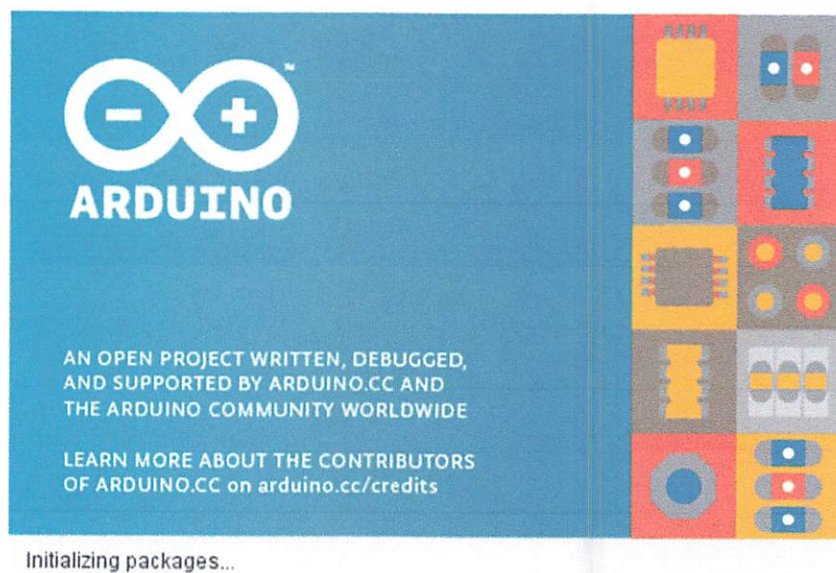


**Gambar 3. 9 Gambar Alat Kontrol**

### 3.4. Realisasi Software

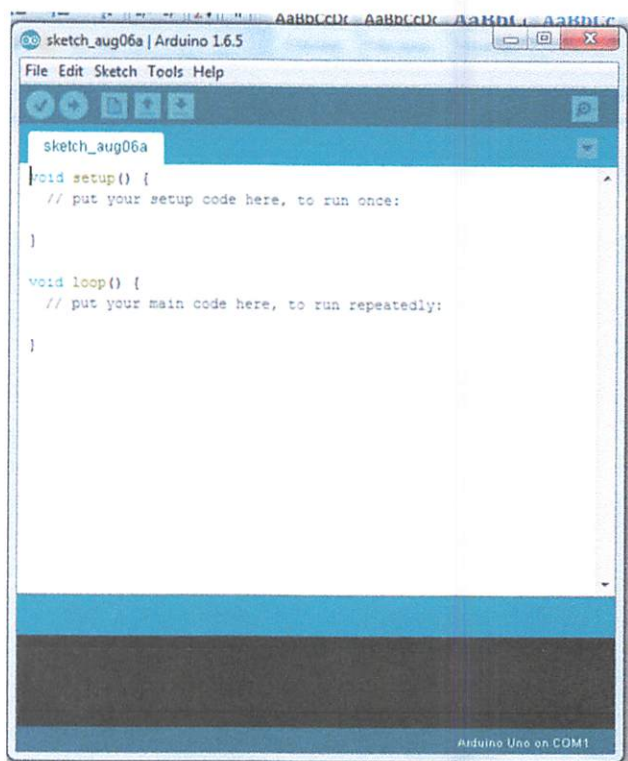
#### 3.4.2. Perancangan dan Realisasi Software

Software yang digunakan dalam proses pembuatan alat control ini adalah Arduino 1.6.5

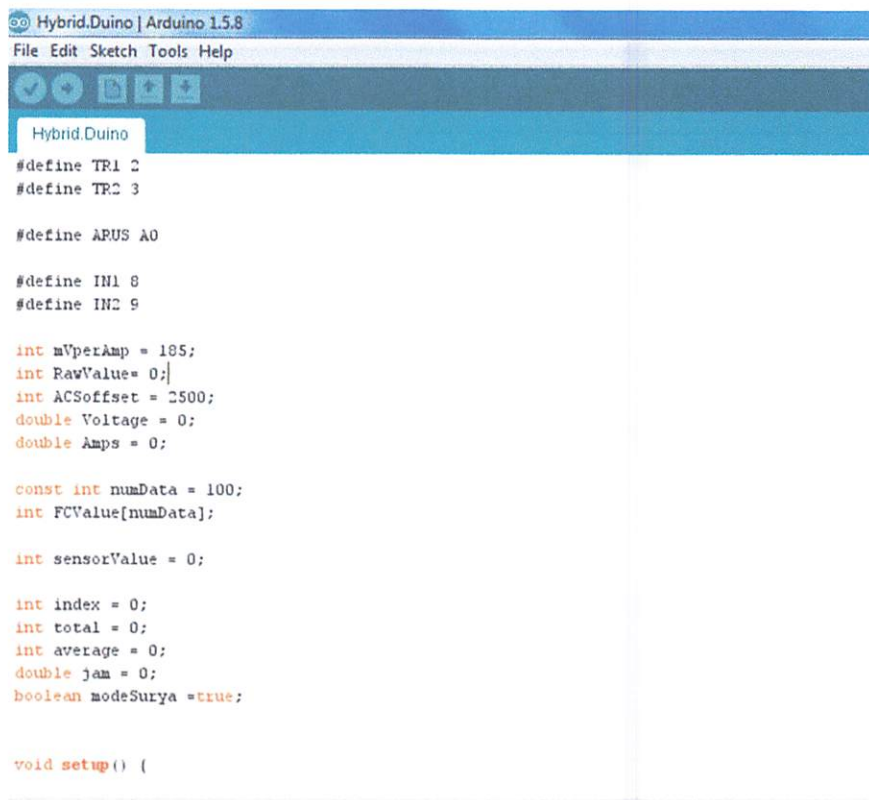


Gambar 3.10 Loading Screen Software Arduino





Gambar 3.11 Tampilan Sketch Arduino



Gambar 3.12 Program Arduino

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN HASIL ANALISA**

#### **4.1. Pendahuluan**

Dalam bab ini membahas tentang pengujian dan pengukuran dari peralatan yang dibuat. Secara umum pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah piranti yang telah direalisasikan dapat bekerja sesuai dengan perencanaan yang telah direncanakan.

#### **4.2. Pengujian Alat Kontrol Pembangkit Hybrid**

##### **4.2.1 Tujuan**

Tujuan pengujian pembangkit hybrid adalah untuk mengetahui energy yang dibangkitkan dari kedua pembangkit serta ingin mengetahui besar tegangan yang mengalir baik itu tegangan minimalnya maupun maksimalnya.

##### **4.2.2 Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya dan Kecepatan Angin**

Disini penulis melakukan pengukuran kecepatan angin dan intensitas cahaya yang dilakukan pada tanggal 25 Juni 2015 sampai 03 Juli 2015 dan 12 Oktober 2015 sampai 20 Oktober 2015. Pengambilan data intensitas cahaya dan kecepatan angin dilakukan selama 8 jam (09.00 – 16.00). Berikut ini hasil pengukuran kecepatan angin dan intensitas cahaya dapat dilihat pada table 4.1.

Table 4.1 Hasil pengukuran kecepatan angin dan intensitas cahaya

Tanggal	Jam	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Kecepatan angin (m/s)
25 – 06 – 2015	09.00	700	2 m/s
26 – 06 – 2015	10.00	930	6 m/s
30 – 06 – 2015	11.00	1100	7,5 m/s
01 – 07 – 2015	12.00	1480	5 m/s
01 – 07 – 2015	13.00	1500	7 m/s
02 – 07 – 2015	14.00	1320	6,5
02 – 07 – 2015	15.00	830	8 m/s
03 – 07 – 2015	16.00	390	4 m/s
12 – 10 – 2015	09.00	720	3 m/s
12 – 10 – 2015	10.00	910	6 m/s
14 – 10 – 2015	11.00	1150	7,3 m/s
14 – 10 – 2015	12.00	1450	5,4 m/s
15 – 10 – 2015	13.00	1490	7 m/s
19 – 10 – 2015	14.00	1280	6,7
20 – 10 – 2015	15.00	790	7,9 m/s
20 – 10 – 2015	16.00	392	3,8

Data yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil pengukuran selama 8 jam pada tanggal 25 Juni 2015 sampai 03 Juli 2015 diketahui bahwa intensitas cahaya rata – rata 943,75 dengan intensitas cahaya tertinggi pada pukul 13.00 yaitu sebesar 1500 dan kecepatan angin rata – rata 5,75 m/s, dengan kecepatan angin minimal pada pukul 09.00 yaitu 2 m/s

Sedangkan pada pengujian yang dilakukan pada tanggal 10 Oktober 2015 sampai 20 Oktober 2015 diketahui bahwa intensitas cahaya rata – rata 1022,75 dengan intensitas cahaya tertinggi pada pukul 13.00 yaitu sebesar 1490 dan kecepatan angin rata – rata 5,8875 m/s, dengan kecepatan angin minimal pada pukul 09.00 yaitu 3 m/s

#### 4.2.3 Pengujian Alat Kontrol dengan Pembangkit Solar cell dengan pembebanan akumulator 12V 75Ah

Table 4.2 Hasil pengujian Solar Cell setelah di pasang baterai

Tanggal	Jam	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya Baterai (watt)
25 – 06 – 2015	09.00	700	14,4	4,35	62,640
26 – 06 – 2015	10.00	930	14,6	4,73	69,058
30 – 06 – 2015	11.00	1100	14,7	4,42	64,974
01 – 07 – 2015	12.00	1480	14,9	4,85	72,265
01 – 07 – 2015	13.00	1500	15	5	75
02 – 07 – 2015	14.00	1320	14,8	4,43	65,564
02 – 07 – 2015	15.00	830	14,5	4,40	63,800
03 – 07 – 2015	16.00	390	13,4	2,25	30,375
12 – 10 – 2015	09.00	720	14,4	4,36	62,784
12 – 10 – 2015	10.00	910	14,6	4,72	68,912

14 – 10 – 2015	11.00	1150	14,7	4,42	64,974
14 – 10 – 2015	12.00	1450	14,9	4,83	71,967
15 – 10 – 2015	13.00	1490	14,9	4,88	72,712
19 – 10 – 2015	14.00	1280	14,8	4,43	65,564
20 – 10 – 2015	15.00	790	14,4	4,37	62,928
20 – 10 – 2015	16.00	392	13,5	2,25	30,375

Pada pengujian Solar cell yang dilakukan dari tanggal 25 Juni 2015 samapai tanggal 03 Juli 2015 ketika dihubungkan dengan baterai, Tegangan dan arus yang dihasilkan oleh solar cell pada jam 09.00 adalah 14,4 volt dengan arus 4,35 ampere dan mengalami peningkatan tegangan pada jam 12.00 sebesar 14,9 volt dengan arus 4,85 ampere. Sedangkan pada jam 14.00 tegangan dan arus mengalami penurunan menjadi 14,8 volt dan arus 4,43 ampere dan pada jam 16.00 tegangannya menjadi 13,4 volt dan arus 2,25 ampere

Pada jam 09.00 tegangan 14,4 volt x 4,35 ampere = 62,640 watt jam

Pada jam 10.00 tegangan 14,6 volt x 4,73 ampere = 69,058 watt jam

Pada jam 11.00 tegangan 14,7 volt x 4,42 ampere = 64,975 watt jam

Pada jam 12.00 tegangan 14,9 volt x 4,85 ampere = 72,265 watt jam

Pada jam 13.00 tegangan 15,0 volt x 5,00 ampere = 75 watt jam

Pada jam 14.00 tegangan 14,8 volt x 4,43 ampere = 65,564 watt jam

Pada jam 15.00 tegangan 14,5 volt x 4,40 ampere = 63,800 watt jam

Pada jam 16.00 tegangan 13,4 volt x 2,25 ampere = 30,375 watt jam

Jadi  $I_{total} = 4,35 + 4,73 + 4,42 + 4,85 + 5 + 4,43 + 4,40 + 2,25$

= 34,43 ampere

Jadi daya total selama 8 jam yaitu :

$$\begin{aligned}
 P_{total} &= 62,64 + 69,058 + 64,975 + 72,265 + 75 + 65,564 + 63,8 + 30,375 \\
 &= 503,677 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk pengujian Solar cell yang dilakukan dari tanggal 12 Oktober 2015 sampai tanggal 20 Oktober 2015 ketika dihubungkan dengan baterai, Tegangan dan arus yang dihasilkan oleh solar cell pada jam 09.00 adalah 14,4 volt dengan arus 4,36 ampere dan mengalami peningkatan tegangan pada jam 13.00 sebesar 14,9 volt dengan arus 4,88 ampere. Sedangkan pada jam 14.00 tegangan dan arus mengalami penurunan menjadi 14,8 volt dan arus 4,43 ampere dan pada jam 15.00 tegangannya menjadi 14,4 volt dan arus 4,37 ampere

Pada jam 09.00 tegangan 14,4 volt x 4,36 ampere = 62,784 watt jam

Pada jam 10.00 tegangan 14,6 volt x 4,73 ampere = 69,058 watt jam

Pada jam 11.00 tegangan 14,7 volt x 4,42 ampere = 64,974 watt jam

Pada jam 12.00 tegangan 14,9 volt x 4,83 ampere = 71,967 watt jam

Pada jam 13.00 tegangan 14,9 volt x 4,88 ampere = 72,712 watt jam

Pada jam 14.00 tegangan 14,8 volt x 4,43 ampere = 65,564 watt jam

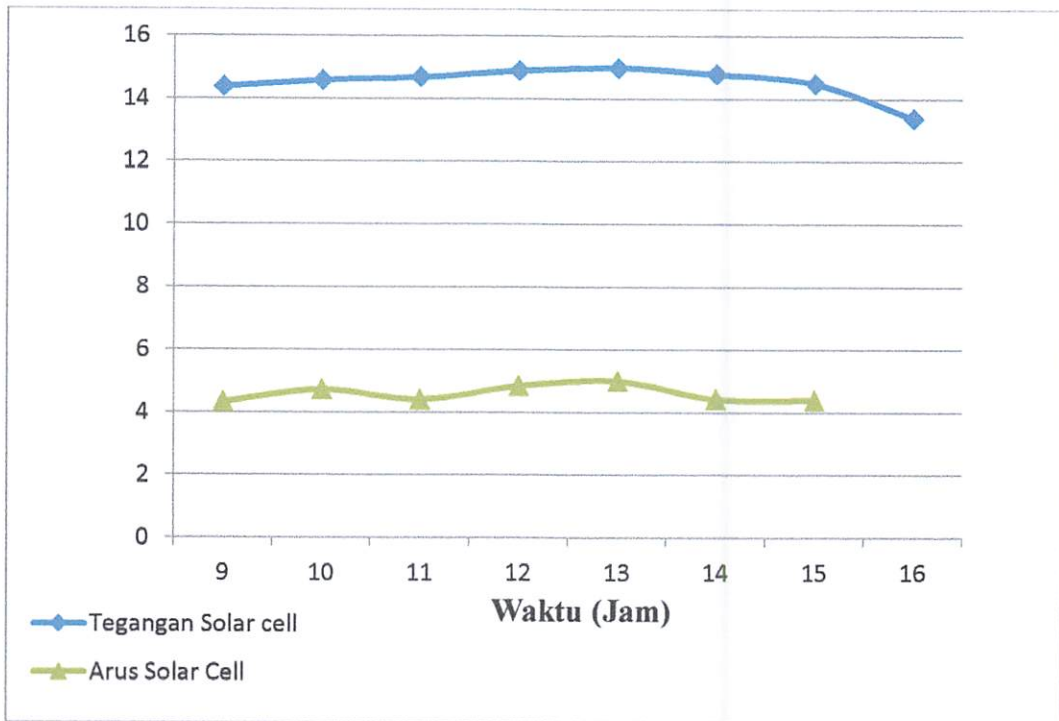
Pada jam 15.00 tegangan 14,4 volt x 4,37 ampere = 62,928 watt jam

Pada jam 16.00 tegangan 13,5 volt x 2,25 ampere = 30,375 watt jam

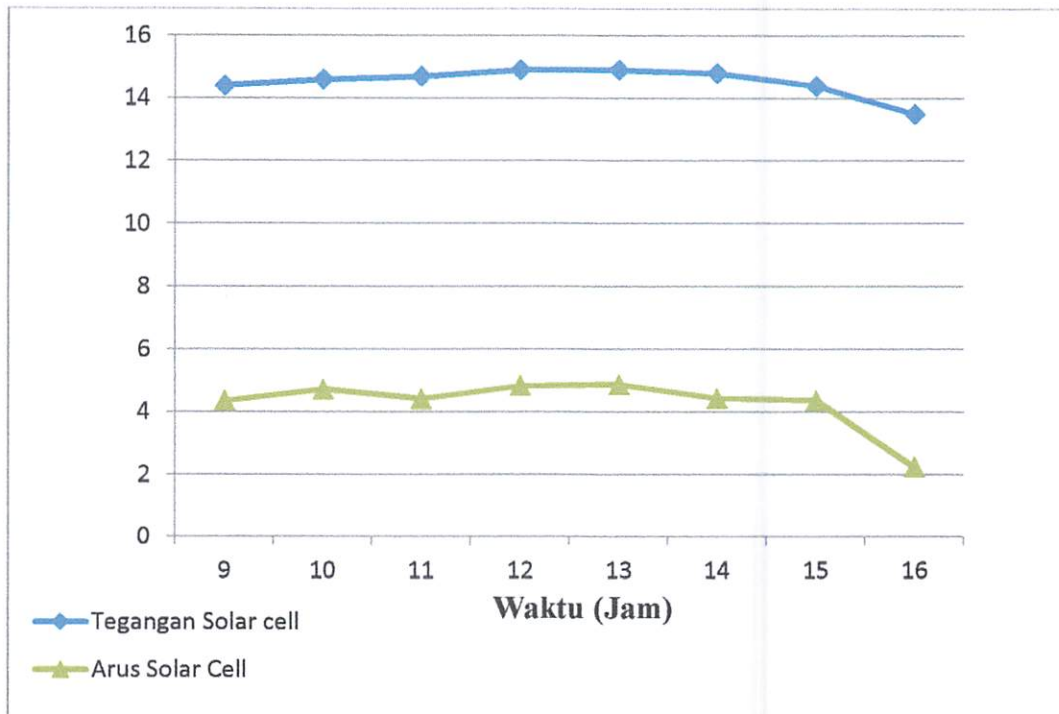
$$\begin{aligned}
 \text{Jadi } I_{total} &= 4,36 + 4,73 + 4,42 + 4,83 + 4,88 + 4,43 + 4,37 + 2,25 \\
 &= 34,27 \text{ ampere}
 \end{aligned}$$

Jadi daya total selama 8 jam yaitu :

$$\begin{aligned}
 P_{total} &= 62,784 + 69,058 + 64,974 + 71,967 + 72,712 + 65,564 + 62,928 + 30,375 \\
 &= 500,362 \text{ watt}
 \end{aligned}$$



Grafik 4.1 Hubungan antara tegangan dan arus pada pembangkit solar cell Pada Percobaan bulan Juni dan Juli



Grafik 4.2 Hubungan antara tegangan dan arus pada pembangkit solar cell Pada Percobaan bulan Oktober

#### 4.2.4 Pengujian Alat Kontrol dengan Pembangkit Kincir Angin dengan pembebanan akumulator 12V 75Ah

Table 4.3 Hasil pengujian Turbin angin setelah di pasang baterai

Tanggal	Jam	Kecepatan angin (m/s)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
25 – 06 – 2015	09.00	2 m/s	3	-
26 – 06 – 2015	10.00	6 m/s	13,20	2,20
30 – 06 – 2015	11.00	7,5 m/s	13,75	2,80
01 – 07 – 2015	12.00	5 m/s	12	1,73
01 – 07 – 2015	13.00	7 m/s	13,45	2,60
02 – 07 – 2015	14.00	6,5	13,35	2,40
02 – 07 – 2015	15.00	8 m/s	14,3	3,10
03 – 07 – 2015	16.00	4 m/s	10	-
12 – 10 – 2015	09.00	3 m/s	6	-
12 – 10 – 2015	10.00	6 m/s	13,20	2,20
14 – 06 – 2015	11.00	7,3 m/s	13,65	2,70
14 – 10 – 2015	12.00	5,4 m/s	12,45	1,78
15 – 10 – 2015	13.00	7 m/s	13,45	2,60
19 – 10 – 2015	14.00	6,7	13,39	2,45
20 – 10 – 2015	15.00	7,9 m/s	14,1	3,10
20 – 10 - 2015	16.00	3,8	9	-



Pada table 4.2 hasil pengujian turbin daya yang masuk ke baterai yang dilakukan pada tanggal 25 Juni – 03 Juli 2015 yaitu

Pada jam 10.00 tegangan 13,20 volt x 2,20 ampere = 29,04 watt jam

Pada jam 11.00 tegangan 13,75 volt x 2,80 ampere = 38,5 watt jam

Pada jam 12.00 tegangan 12 volt x 1,73 ampere = 20,73 watt jam

Pada jam 13.00 tegangan 13,45 volt x 2,6 ampere = 34,97 watt jam

Pada jam 14.00 tegangan 13,35 volt x 2,4 ampere = 32,04 watt jam

Pada jam 15.00 tegangan 14,3 volt x 3,1 ampere = 44,33 watt jam

Jadi  $I_{total} = 2,20 + 2,8 + 1,73 + 2,6 + 2,4 + 3,1 =$

$= 14,43$  ampere

Jadi daya total selama 6 jam yaitu :

$P_{total} = 29,04 + 38,5 + 20,73 + 34,97 + 32,04 + 44,33$

$= 199,61$  watt

Pada Kecepatan angin 6m/s sampai 8m/s pengisian accumulator paling efektif di lakukan. Pada kecepatan angin 6 m/s tegangan yang dihasilkan adalah 13,20 volt dengan arus 2,20 ampere, sedangkan pada kecepatan angin 8 m/s tegangan yang dihasilkan adalah 14,30 volt dengan arus 3,10 ampere.

Pada table 4.2 hasil pengujian turbin daya yang masuk ke baterai yang dilakukan dari tanggal 12 Oktober sampai 20 Oktober 2015 yaitu

Pada jam 10.00 tegangan 13,20 volt x 2,20 ampere = 29,04 watt jam

Pada jam 11.00 tegangan 13,65 volt x 2,70 ampere = 35,855 watt jam

Pada jam 12.00 tegangan 12,45 volt x 1,78 ampere = 22,161 watt jam

Pada jam 13.00 tegangan 13,45 volt x 2,6 ampere = 34,97 watt jam

Pada jam 14.00 tegangan 13,39 volt x 2,45 ampere = 32,8055 watt jam

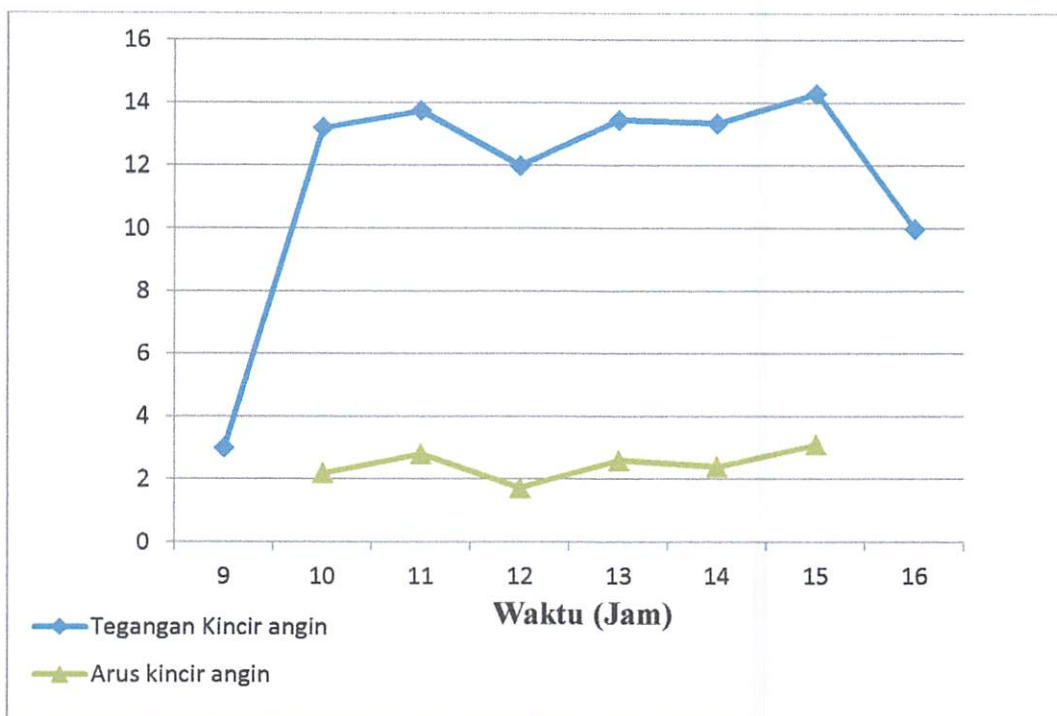
Pada jam 15.00 tegangan 14,1 volt x 3,1 ampere = 43,71 watt jam

$$\begin{aligned} \text{Jadi } I_{total} &= 2,20 + 2,70 + 1,73 + 2,6 + 2,45 + 3,1 = \\ &= 14,78 \text{ ampere} \end{aligned}$$

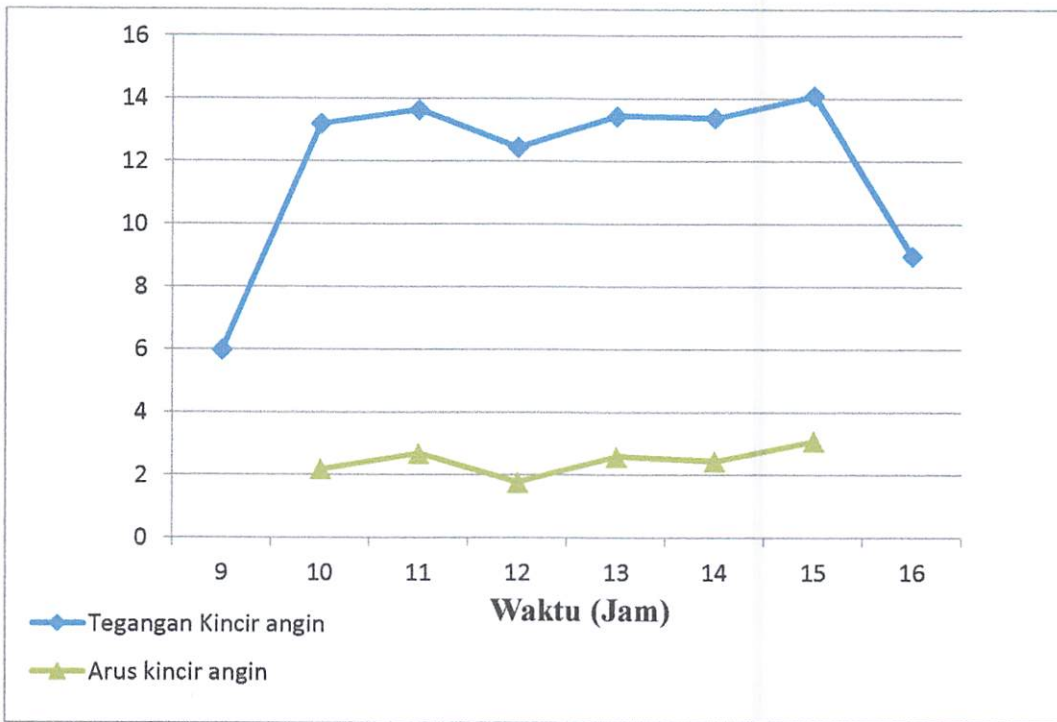
Jadi daya total selama 6 jam yaitu :

$$\begin{aligned} P_{total} &= 29,04 + 38,855 + 20,161 + 34,97 + 32,8055 + 43,71 \\ &= 198,5415 \text{ watt} \end{aligned}$$

Pada Kecepatan angin 6m/s sampai 7,9m/s pengisian accumulator paling efektif di lakukan. Pada kecepatan angin 6 m/s tegangan yang dihasilkan adalah 13,20 volt dengan arus 2,20 ampere, sedangkan pada kecepatan angin 7,9m/s tegangan yang dihasilkan adalah 14,10 volt dengan arus 3,10 ampere.



Grafik 4.3 Hubungan antara tegangan dan arus pada Kincir angin Pada Percobaan bulan Juni dan Juli



Grafik 4.4 Hubungan antara tegangan dan arus pada Kincir angin Pada Percobaan bulan Oktober

### 4.3 Pengujian Alat Sistem control Pembangkit hybrid Angin dan Matahari dengan pembebanan Akumulator 12 v 75 Ah

Table 4.4 Hasil pengujian Pembangkit hybrid setelah di pasang baterai

Tanggal	Jam	Tegangan Solar Cell (Volt)	Arus (Ampere)	Tegangan Kincir Angin (Volt)	Arus (Ampere)
25 – 06 – 2015	09.00	14,4	4,35	3	-
26 – 06 – 2015	10.00	14,6	4,73	13,20	2,20
30 – 06 – 2015	11.00	14,7	4,42	13,75	2,80
01 – 07 – 2015	12.00	14,9	4,85	12	1,73
01 – 07 – 2015	13.00	15	5	13,45	2,60
02 – 07 – 2015	14.00	14,8	4,43	13,35	2,40
02 – 07 – 2015	15.00	14,5	4,40	14,3	3,10
03 – 07 – 2015	16.00	13,4	2,25	10	-
12 – 10 – 2015	09.00	14,4	4,36	3	-
12 – 10 – 2015	10.00	14,6	4,73	13,20	2,20

2015					
14 – 10 – 2015	11.00	14,7	4,42	13,65	2,70
14 – 10 – 2015	12.00	14,9	4,83	12,45	1,78
15 – 10 – 2015	13.00	14,9	4,88	13,45	2,60
19 – 10 – 2015	14.00	14,8	4,43	13,39	2,45
20 – 10 – 2015	15.00	14,4	4,37	14,1	3,10
20 – 10 – 2015	16.00	13,5	2,25	9	-

#### 4.4 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan tanpa menggunakan beban lampu tetapi langsung ke baterai.

1. Merangkai dan menghubungkan alat control dengan pembangkit hybrid dan Multimeter untuk mengetahui tegangan.

#### 4.5 Hasil pengujian alat control pembangkit hybrid angin dan matahari dengan pembebanan akumulator 12 V 75 Ah

Table 4.5 Hasil pengujian Alat sistem Control Pembangkit hybrid setelah di pasang baterai

Tanggal	Jam	Tegangan Solar Cell (Volt)	Arus (Ampere)	Tegangan Kincir Angin (Volt)	Arus (Ampere)	Tegangan Keluaran Controller
25 – 06 – 2015	09.00	14,4	4,35	3	-	14,3
26 – 06 – 2015	10.00	14,6	4,73	13,20	2,20	14,3
30 – 06 – 2015	11.00	14,7	4,42	13,75	2,80	14,3
01 – 07 – 2015	12.00	14,9	4,85	12	1,73	14,3
01 – 07 – 2015	13.00	15	5	13,45	2,60	14,3
02 – 07 – 2015	14.00	14,8	4,43	13,35	2,40	14,3
02 – 07 – 2015	15.00	14,5	4,40	14,3	3,10	14,3
03 – 07 – 2015	16.00	13,4	2,25	10	-	14,3
12 – 10 – 2015	09.00	14,4	4,35	3	-	14,3

12 – 10 – 2015	10.00	14,6	4,73	13,20	2,20	14,3
14 – 10 – 2015	11.00	14,7	4,42	13,65	2,70	14,3
14 – 10 – 2015	12.00	14,9	4,83	12,45	1,78	14,3
15 – 10 – 2015	13.00	14,9	4,88	13,45	2,60	14,3
19 – 10 – 2015	14.00	14,8	4,43	13,39	2,45	14,3
20 – 10 – 2015	15.00	14,4	4,37	14,1	3,10	14,3
20 – 10 – 2015	16.00	13,5	2,25	9	-	14,3

Dari table 4.5 hasil pengujian sistem kontrol Pembangkit hybrid pada bulan Juni dan Juli 2015 yaitu untuk Solar cell karena intensitas cahaya matahari sangat tinggi terjadi maka proses pengisian terjadi mulai dari pukul 09.00 sampai 16.00, tegangan minimal yang dihasilkan solar cell adalah 13,4 volt dan arus 2,25 ampere, dan tegangan maksimal yang dihasilkan adalah 15 volt dan arus 5 ampere. Sedangkan untuk turbin angin pada jam 09.00, 12.00 dan 16.00 tidak ada sumber yang masuk ke baterai dikarenakan tegangan yang di hasilkan generator dari turbin angin tegangannya tidak mencukupi/terpenuhi. Karena minimal tegangan yang masuk ke baterai adalah 12,10 volt.

Sedangkan untuk pengujian pada bulan Oktober , dari table 4.5 hasil pengujian sistem kontrol Pembangkit hybrid yaitu untuk Solar cell karena intensitas cahaya matahari sangat tinggi terjadi maka proses pengisian terjadi mulai dari pukul 09.00 sampai 16.00, tegangan minimal yang dihasilkan solar cell adalah 13,5 volt dan arus 2,25 ampere, dan tegangan maksimal yang dihasilkan adalah 14,9 volt dan arus 4,88 ampere. Sedangkan untuk turbin angin pada jam 09.00 dan 16.00 tidak ada sumber yang

masuk ke baterai dikarenakan tegangan yang di hasilkan generator dari turbin angin tegangannya tidak mencukupi/terpenuhi. Karena minimal tegangan yang masuk ke baterai adalah 12,10 volt.

Dari table 4.5 dapat kita lihat bahwa pada pengujian yang dilakukan mulai tanggal 25 Juni sampai 03 Juli 2015 , tegangan yang masuk pada baterai adalah 14, 3 volt jadi daya yang masuk ke baterai selama 8 jam melalui pembangkit solar cell adalah

$$P = I_{total} \times Volt = 34,43 \text{ ampere} \times 14,3 \text{ volt} = 492,349 \text{ watt}$$

Tegangan yang masuk pada baterai adalah 14, 3 volt jadi daya yang masuk ke baterai selama 8 jam melalui pembangkit turbin angin adalah

$$P = I_{total} \times Volt = 14,43 \text{ ampere} \times 14,3 \text{ volt} = 206,349 \text{ watt}$$

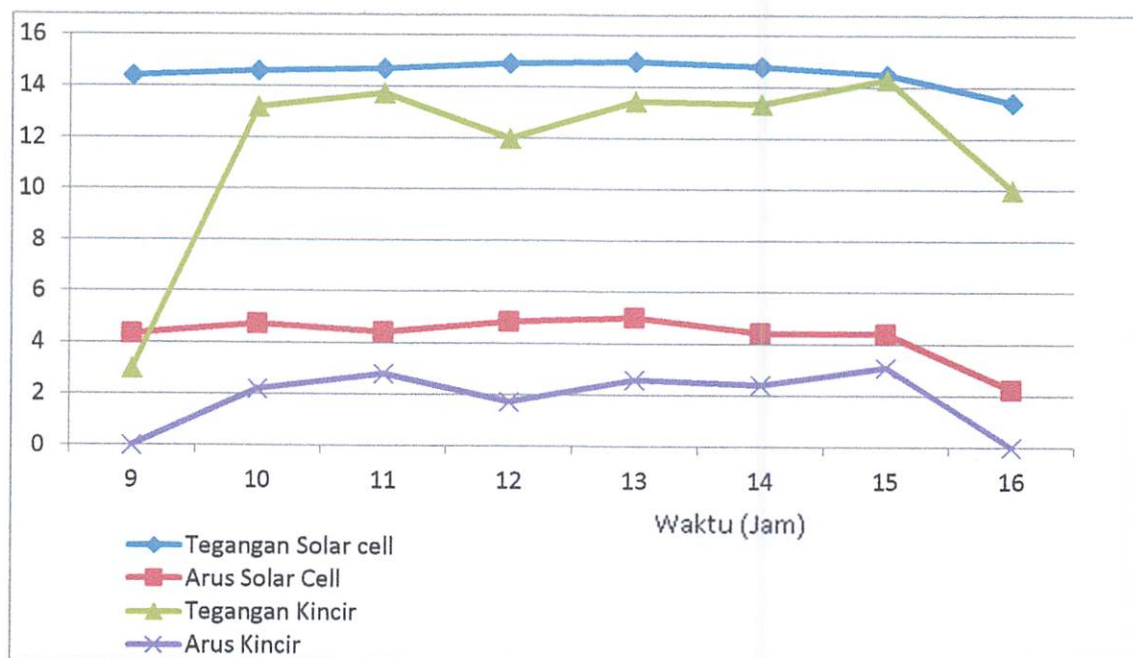
Sedangkan Pada pengujian yang dilakukan mulai tanggal 25 Juni sampai 03 Juli 2015 , tegangan yang masuk pada baterai adalah 14, 3 volt jadi daya yang masuk ke baterai selama 7 jam melalui pembangkit solar cell adalah

$$P = I_{total} \times Volt = 32,02 \text{ ampere} \times 14,3 \text{ volt} = 457,886 \text{ watt}$$

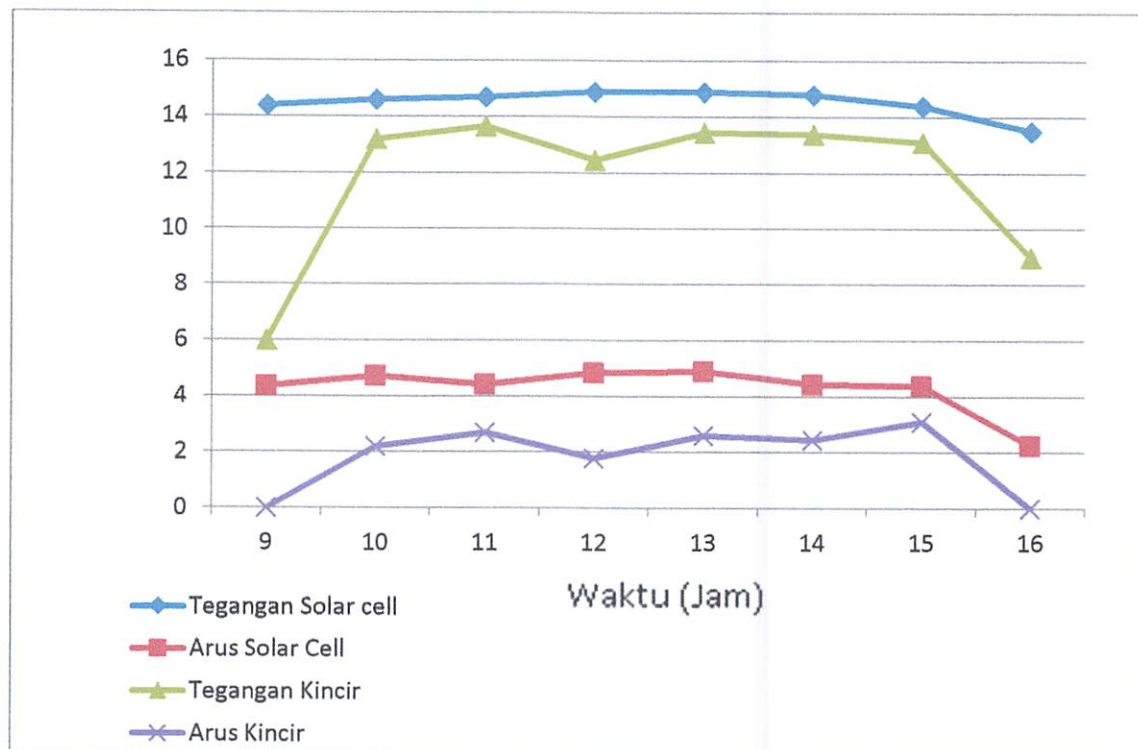
Tegangan yang masuk pada baterai adalah 14, 3 volt jadi daya yang masuk ke baterai selama 7 jam melalui pembangkit turbin angin adalah

$$P = I_{total} \times Volt = 14,78 \text{ ampere} \times 14,3 \text{ volt} = 211,354 \text{ watt}$$





Grafik 4.5 Hubungan tegangan dan arus pada pembangkit solar cell dan kincir angin setelah dihubungkan dengan baterai pada percobaan Bulan Juni dan Juli



Grafik 4.6 Hubungan tegangan dan arus pada pembangkit solar cell dan kincir angin setelah dihubungkan dengan baterai pada percobaan Bulan Oktober

#### 4.6 Hasil pengujian alat control pembangkit hybrid angin dan matahari dengan pembebanan Lampu

Tabel 4.6 Hasil pengujian Alat sistem Control Pembangkit hybrid setelah di pasang dengan beban lampu 25 watt pada Bulan Juni dan Juli

Tanggal	Jam	Tegangan Keluaran Controller	Beban Lampu (watt)	Arus Beban (Ampere)
25 – 06 – 2015	09.00	14,3	25	3,49
26 – 06 – 2015	10.00	14,3		3,49
30 – 06 – 2015	11.00	14,3		3,49
01 – 07 – 2015	12.00	14,3		3,49
01 – 07 – 2015	13.00	14,3		3,49
02 – 07 – 2015	14.00	14,3		3,49
02 – 07 – 2015	15.00	14,3		3,49
03 – 07 – 2015	16.00	14,3		3,49

Karena daya yang masuk ke baterai selama 8 jam adalah :

$$P = I_{total} \times Volt = 27,92 \times 14,3 = 399,256 \text{ watt}$$

Maka dengan beban 25 watt waktu yang di butuhkan untuk menyalakan lampu yaitu :

$$T = P_{total} / P_{beban}$$

$$T = 399,256 \text{ watt} / 25 \text{ watt} = 15,9702$$

Tabel 4. 7 Hasil pengujian Alat sistem Control Pembangkit hybrid setelah di pasang dengan beban lampu 25 watt pada Bulan Oktober

Tanggal	Jam	Tegangan Keluaran Controller	Beban Lampu (watt)	Arus Beban (Ampere)
12 – 10 – 2015	09.00	14,3	25	3,49
12 – 10 – 2015	10.00	14,3		3,49
14 – 10 – 2015	11.00	14,3		3,49
14 – 10 – 2015	12.00	14,3		3,49
15 – 10 – 2015	13.00	14,3		3,49
19 – 10 – 2015	14.00	14,3		3,49
20 – 10 – 2015	15.00	14,3		3,49
20 – 10 – 2015	16.00	14,3		3,49

Karena daya yang masuk ke baterai selama 8 jam adalah :

$$P = I_{total} \times Volt = 27,92 \times 14,3 = 399,256 \text{ watt}$$

Maka dengan beban 25 watt waktu yang di butuhkan untuk menyalakan lampu yaitu :

$$T = P_{total} / P_{beban}$$

$$T = 399,256 \text{ watt} / 25 \text{ watt} = 15,9702$$

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Berdasarkan perancangan, pembuatan pengujian dan analisis alat sistem pembangkit hybrid angin dan matahari berbasis microcontroller Arduino Uno

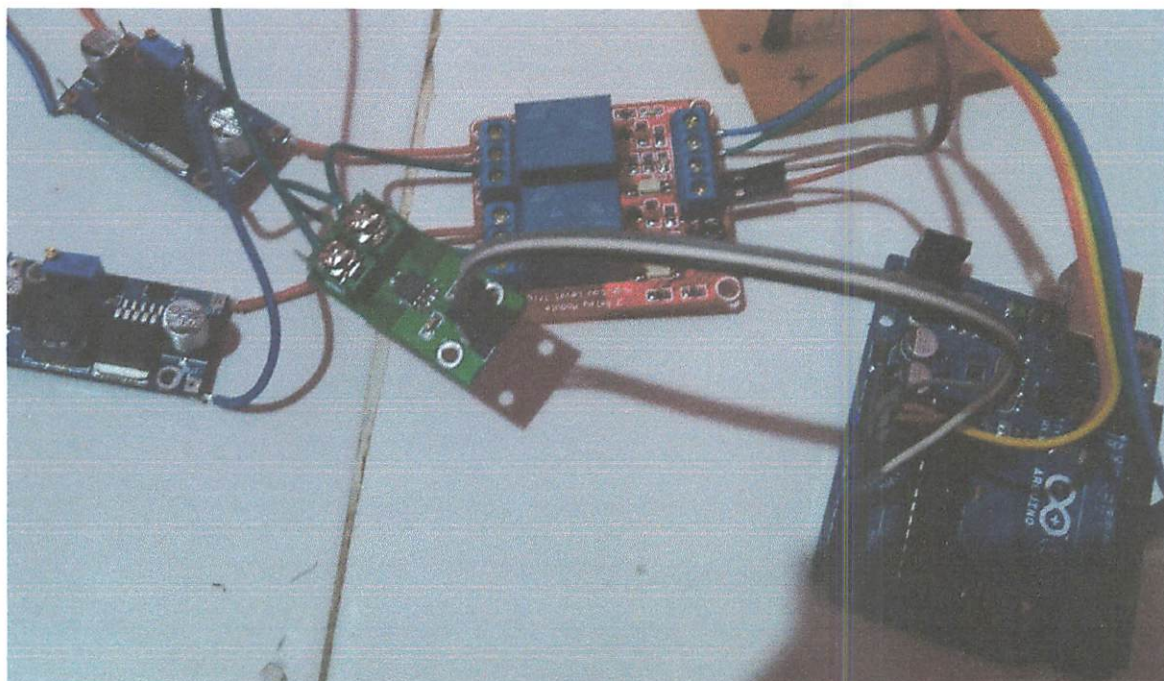
#### **5.1 Kesimpulan**

1. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan solar cell menyebabkan loncatan electron yang melewati sambungan p-n sel surya semakin besar, sehingga energy listrik yang dihasilkan juga semakin meningkat.
2. Semakin tinggi kecepatan angin akan meningkatkan putaran turbin angin yang mengakibatkan garis gaya magnet yang memotong lilitan generator semakin cepat sehingga gaya gerak listrik (GGL) yang dihasilkan semakin besar.
3. Untuk turbin angin angin arus total yang di hasilkan yaitu selama 6 jam yaitu 14,43 ampere dan daya sebesar 199,61 watt
4. Sedangkan untuk solar cell arus total yang dihasilkan yaitu 34,43 ampere selama 8 jam dan daya sebesar 503,677 watt
5. Tegangan yang masuk pada baterai adalah 14, 3 volt jadi daya yang masuk ke baterai selama 8 jam melalui pembangkit solar cell adalah  
 **$P = I_{total} \times Volt = 34,43 \text{ ampere} \times 14,3 \text{ volt} = 492,349 \text{ watt}$**
6. Tegangan yang masuk pada baterai adalah 14, 3 volt jadi daya yang masuk ke baterai selama 8 jam melalui pembangkit turbin angin adalah  
 **$P = I_{total} \times Volt = 14,43 \text{ ampere} \times 14,3 \text{ volt} = 206,349 \text{ watt}$**

## DAFTAR PUSTAKA

1. Eftichios Koutroulis, Kostas Kalaitzakis, and Nicholas C. Voulgaris, "Development of a microcontroller-based, Photovoltaic Maximum Power Point Tracking Control Systems", IEEE Trans. On Power Electronics, Vol 16 No1, January 2001, pp 46-54.
2. Kalaitzakis K.C., Vachtsevanos G.J., "Power Optimization of Wind Electric Conversion Systems Integrated into the Utility Grid", Wind Engineering, vol. VI, No 1, 1982, pp. 24-36.
3. E. Muljadi, H E McKenna, *Power Quality Issues in a Hybrid Power System*, IEEE-IAS 2001 Conferece, Chicago, Illinois, 2001.
4. Huynh Alan, Martinez Blaine, Dahl Chuck, Breen David, Park David (2010). *An Intelligent Alternative Energy Controller*. Final Report in New Mexico Institute of Mining and Technology.
5. Kale Neeraj Vijay, Malge Prashant Shivasharan, " Design and Implementation of Photo Voltaic System: Arduino Approach " International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Vol. 76– No.8, August 2013
6. Faslucky Afifudin. Farid Samsu Hananto April 2002 "Optimalisasi tegangan keluaran dari solar cell menggunakan lensa pemfokus cahaya matahari'Jurnal Neutrino Vol 4, No 2
7. Adityo Putranto, Andika Prasetyo, Arief Zatmiko U, Desember 2011 "rancang bangun turbin angin vertical untuk penerangan rumah tangga" Tugas Akhir Diploma III Teknik mesin Universitas Diponegoro
8. N. Moubayeh, A.E.-Ali, R. Outbib (2009) Control of an hybrid solar-wind syatem with acid battery for storage. *WSEAS Trans. On Power Systems*, Issue 9, Vol 4, pp. 307-318
9. <http://www.arduino.cc>

# LAMPIRAN



**Gambar Alat Kontrol**



## MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI

SEMESTER GENAP TAHUN AKHIR 2014 – 2015

Nama Mahasiswa : MUAMMAR ABUBAKAR  
NIM : 07.12.213  
Nama Pembimbing : Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST, MT  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Sistem Kontrol Daya Dan Tegangan  
Pembangkit Hybrid (Angin Dan Matahari) Berbasis  
Mikrokontroler Arduino Uno

Minggu Ke	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	13-09-2015	09.00-10.00	Bimbingan lapsed Skripsi Bab I, II, III, IV	✓
2	20-09-2015	10.00-11.00	Revisi lapsed Skripsi Bab I, II, III, IV	✓
3				
4				
5				

Malang, .....

Pembimbing

Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST, MT

NIP. 1030800417





PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

# INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG Kampus I : JL. Bendungan Sigura-gura No 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145

BANK NIAGA MALANG Kampus II : JL. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

## MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI

SEMESTER GENAP TAHUN AKHIR 2014 – 2015

Nama Mahasiswa : MUAMMAR ABUBAKAR  
NIM : 07.12.213  
Nama Pembimbing : M. Ibrahim Ashari, ST, MT  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Sistem Kontrol Daya Dan Tegangan  
Pembangkit Hybrid (Angin Dan Matahari) Berbasis  
Mikrokontroler Arduino Uno

Minggu Ke	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	14-01-2015	09.00-10.00	Bimbingan Laporan Skripsi Bab I, II, III, IV	
2	21-01-2015	10.00-11.00	Revisi Laporan Skripsi Bab I, II, III, IV	
3				
4				
5				

Malang, .....

Pembimbing

**M. IBRAHIM ASHARI, ST, MT**

**NIP. P. 1030100358**



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

## INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG Kampus I : JL. Bendungan Sigura-gura No 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145

BANK NIAGA MALANG Kampus II : JL. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

### PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari/Tanggal : Rabu, 19 Agustus 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :



Nama : MUAMMAR ABUBAKAR

Nim : 0712213

Jurusan : TEKNIK ELEKTRO S- 1

Konsentrasi : TEKNIK ELEKTRONIKA

Judul : RANCANG BANGUN ALAT SISTEM KONTROL DAYA DAN TEGANGAN PEMBANGKIT HYBRID (ANGIN DAN MATAHARI) BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Tata tulis dan Font	
2.	Data Hasil Pengujian	

Dosen Penguji I



Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT  
NIP. P. 1030100361

Dosen Pembimbing I



Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT  
NIP. P. 1030800417

Dosen Pembimbing II



M. Ibrahim Ashari, ST., MT  
NIP. P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

## INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG Kampus I : JL. Bendungan Sigura-gura No 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145

BANK NIAGA MALANG Kampus II : JL. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

### PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari/Tanggal : Rabu, 19 Agustus 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : MUAMMAR ABUBAKAR

Nim : 0712213

Jurusan : TEKNIK ELEKTRO S- 1

Konsentrasi : TEKNIK ELEKTRONIKA

Judul : RANCANG BANGUN ALAT SISTEM KONTROL DAYA DAN  
TEGANGAN PEMBANGKIT HYBRID (ANGIN DAN MATAHARI)  
BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Tata tulis dan Font	
2.	Data Hasil Pengujian	

Dosen Penguji II

Ir. Eko Nurcahyo, MT  
NIP.P: 1028700172

Dosen Pembimbing I

Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST, MT  
NIP. P. 1030800417

Dosen Pembimbing II

M. Ibrahim Ashari, ST, MT  
NIP. P. 1030100358



**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1**  
**Konsentrasi : Teknik Elektronika**

1.	Nim	: 0712213	
2.	Nama	: MUAMMAR ABUBAKAR/	
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Elektronika	
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat
	14 Oktober 2014	09.00	III.1.1
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	RANCANG BANGUN ALAT SISTEM KONTROL DAYA DAN TEGANGAN PEMBANGKIT HYBRID (ANGIN DAN MATAHARI) BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO	
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian		
7.	Catatan : - Di fokuskan pd perbandingan sistem dg PLC & Mikrokontroler.		
	Catatan :- judul " Perbandingan Sistem Kontrol Pembangkit Hybrid (Angin & Matahari) dengan Mikrokontroler & PLC.		
<b>Persetujuan judul Skripsi</b>			
8.	Disetujui, Dosen Keahlian I  (.....)	Disetujui, Dosen Keahlian II  (.....)	Disetujui, Dosen Keahlian III  (.....)
	Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1  <u>M. Ibrahim Ashari, ST, MT</u> NIP. P 1030100358	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs	
Pembimbing I  (.....)		Pembimbing II  (.....)	



**BERITA ACARA SEMINAR PROGRESS SKRIPSI**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1**

<b>KONSENTRASI</b>		Elektronika		
1.	Nama Mahasiswa	MUAMMAR ABUBAKAR	NIM	0712213
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang
	Pelaksanaan			
3.	Judul Skripsi	RANCANG BANGUN ALAT SISTEM KONTROL DAYA DAN TEGANGAN PEMBANGKIT HYBRID (ANGIN DAN MATAHARI) BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO		
4.	Perubahan Judul	..... ..... .....		
5.	Catatan :			
	<p>1) Tujuan Tentukan, dan di perjelas</p> <p>2) sebahainya cepat dilakukan pengujian</p> <p>3) Harus punya aral yg jelas</p>			
6.	Mengetahui, Ketua Jurusan	Disetujui, Dosen Pembimbing		
		Pembimbing I	Pembimbing II	
	<u>M. Ibrahim Ashari, ST, MT</u>	Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT	M. Ibrahim Ashari, ST, MT	





PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

T. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-242/EL-FTI/2014

Temporampiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT**  
Dosen Teknik Elektro S-1  
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa

Nama : **MUAMMAR ABUBAKAR**  
Nim : **0712213**  
Fakultas : **Teknologi Industri**  
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**  
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Ganjil Tahun Akademik 2014-2015 "

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1  
  
**M. Ibrahim Ashafi, ST, MT**  
NIP.P. 1030100358





PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-242/EL-FTI/2014

Lampiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
Dosen Teknik Elektro S-1  
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa

Nama : **MUAMMAR ABUBAKAR**  
Nim : **0712213**  
Fakultas : **Teknologi Industri**  
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**  
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Ganjil Tahun Akademik 2014-2015 "

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**

NIP.P. 1030100358