

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT HYBRID ANGIN DAN MATAHARI  
DENGAN KAPASITAS 200 WATT**

**SKRIPSI**

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL



Disusun Oleh :

**RANGGA ARIANTO**

**NIM. 0912001**

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

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT HYBRID ANGIN DAN  
MATAHARI DENGAN KAPASITAS 200 WATT**

**SKRIPSI**

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

**Disusun Oleh :**

**RANGGA ARIANTO  
NIM. 09.12.001**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

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

Di periksa dan Disetujui



Pembimbing I

A blue ink signature of Ir. M. Abdul Hamid, MT.

Ir. M. Abdul Hamid, MT  
NIP.Y.1018800188

Pembimbing II

A blue ink signature of Bambang Prio Hartono, ST, MT.

Bambang Prio Hartono, ST, MT  
NIP.Y. 1028400082

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

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN PEMBANGKIT HYBRID ANGIN DAN MATAHARI DENGAN KAPASITAS 200 WATT**

**Rangga Arianto, NIM 09.120.01**

**Dosen Pembimbing : Ir. M. Abdul Hamid, MT dan Bambang Prio Hartono, ST, MT**

Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Energi Listrik

Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo Km 2 Malang

#### **Abstrak**

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

Dari pengujian solar cell diperoleh bahwa tegangan maksimal 15 volt dan arus 5 ampere pada intensitas 1650 lux terjadi pada jam 13.00 WIB, Sedangkan pada hasil pengujian turbin angin diketahui  $n_1$  69 rpm,  $n_2$  480 rpm tegangan 14,30 volt dan arus 3,10 ampere pada kecepatan angin 8 m/s pada jam 11.00 WIB.

Pemanfaatan energi listrik dari hasil pengukuran hybrid angin dan matahari tertinggi pada jam 11.00 WIB yaitu dari generator turbin angin 3,10 ampere dan dari solar cell adalah 4,70 Ampere sehingga arus total menjadi 7,8 ampere sedangkan yang terendah terjadi pada jam 16.00 WIB yaitu dari generator turbin angin 1,75 ampere dan dari solar cell 2,20 ampere dan arus total menjadi 3,95 ampere

**Kata Kunci :** Turbin angin sumbu vertical, solar cell, Intensitas cahaya

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul ***“RANCANG BANGUN PEMBANGKIT HYBRID ANGIN DAN MATAHARI DENGAN KAPASITAS 200 WATT”***

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik di jurusan teknik elektro Institute Teknologi Nasional Malang.

Selesainya laporan ini berkat bantuan dari berbagai pihak, maka skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. M. Abdul Hamid, MT selaku Dosen Pembimbing 1.
5. Bapak Bambang Prio Hartono, ST, MT selaku Dosen Pembimbing 2.
6. Bapak Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT selaku Dosen Penguji 1
7. Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT selaku Dosen Penguji 2
8. Serta semua pihak yang telah mendukung sepenuhnya untuk penyelesaian skripsi ini

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan skripsi ini, sehingga diharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan laporan skripsi dimasa yang akan datang

Malang, 05 maret 2015

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>LEMBARAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GRAFIK .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi Penulisan.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Pendahuluan.....	5
2.2 Angin .....	5
2.3 Kincir angin sumbu vertical (TASV) .....	7
2.4 Kelebihan kincir angin sumbu vertical (TASV) .....	8
2.5 Kelemahan kincir angin sumbu vertical (TASV) .....	9
2.6 Tip speed ratio.....	10
2.7 Shaft speed .....	10
2.8 Torsi (T) .....	11
2.9 Sabuk dan puli.....	11
2.9.1 Sabuk datar.....	11
2.9.2 Sabuk V (V belt).....	12
2.9.3 Sabuk bundar/tali (circular balt/rope) .....	12
2.10 Mekanisme Sabuk dan puli.....	13
2.11 Solar cell .....	14
2.11.1 Monokristal (mono-crystalline) .....	15
2.11.2 Polikristal (poly-crystalline) .....	16

2.11.3 Amorphous .....	16
2.12 Generator AC .....	21
2.12.1 Bagian generator .....	22
2.12.2 Rangka stator .....	23
2.12.3 Stator .....	23
2.12.4 Rotor .....	23
2.12.5 Slip ring atau cincin geser .....	24
2.13 Reaksi jangkar .....	25
2.14 Hubungan tegangan dengan jumlah lilitan .....	25

### **BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

3.1. Pendahuluan .....	26
3.2. Blok diagram pembangkit hybrid angin dan matahari .....	26
3.3. Perencanaan pembangkit tenaga angin .....	30
3.3.1. Tip speed ratio .....	30
3.3.2. Shaft speed .....	30
3.3.3. Peforma turbin angin sumbu vertical .....	31
3.3.4. Torsi .....	31
3.3.5. Pemilihan generator .....	32
3.3.6. Akumulator .....	33
3.3.7. Desain geometris real alat untuk kincir angin .....	35
3.4. Perencanaan panel surya (solar cell) .....	37
3.5. Perhitungan daya secara teoritis system hybrid .....	38

### **BAB IV PENGUJIAN**

4.1. Pendahuluan .....	39
4.2. Pengujian pembangkit hybrid .....	39
4.2.1. Tujuan .....	39
4.2.2. Hasil pengukuran kecepatan angin .....	39
4.3. Peralatan pengujian .....	41
4.4. Pengujian turbin angin dengan pembebanan akumulator 12V 75 Ah ...	42
4.4.1. Prosedur pengujian .....	42
4.5. Pengujian solar cell dengan pembebanan akumulator 12V 75 Ah .....	48
4.5.1. Prosedur pengujian .....	48
4.6. Hasil pengujian dua buah pembangkit solar cell dan turbin angin dengan pembebanan akumulator 12V 75 Ah .....	54

4.7. Hasil pengujian Tegangan Dan Arus Pada Kedua Pembangkit Turbin Angin Dan Solar Cell Dengan Beban Lampu 25 Watt .....	57
--	----

**BAB V KESIMPULAN**

5.1. Kesimpulan .....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	59
LAMPIRAN .....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Angin Sumbu Vertical .....	8
Gambar 2.2 Macam-Macam Sabuk.....	12
Gambar 2.3 Mekanisme Sabuk .....	13
Gambar 2.4 Solar Cell Kapasitas 100 Wp.....	14
Gambar 2.5 Energi Gap .....	17
Gambar 2.6 Skema Rangkaian Tertutup Pada Solar Cell .....	17
Gambar 2.7 Generator AC Magnet Permanen.....	21
Gambar 2.8 Stator Generator AC.....	23
Gambar 2.9 Rotor Generator AC .....	23
Gambar 2.10 Slip ring Pada Solar Cell.....	24
Gambar 3.1 Blok Diagram Pembangkit Hybrid.....	26
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3.3 Generator AC .....	32
Gambar 3.4 Akumulator Tima Hitam 12V 75 Ah .....	34
Gambar 3.5 Desain Blade Tampak Dari Samping.....	35
Gambar 3.6 Desain Rotor Blade .....	35
Gambar 3.7 Desain Rangka Tower .....	36
Gambar 3.8 Solar Cell Kapasitas 100 Wp.....	37
Gambar 4.1 Blok Diagram Pengujian Turbin Angin .....	41
Gambar 4.2 Blok Diagram Pengujian Turbin Angin .....	47
Gambar 4.3 Pengukuran Intensitas matahari .....	49
Gambar 4.4 Pengukuran Tegangan Sebelum Dipasang Baterai Pada Solar Cell .....	49
Gambar 4.5 Pengukuran Tegangan Pada Solar Cell Saat Di Hubungkan Dengan Baterai .....	52



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Pada Generator.....	33
Tabel 3.2 Spesifikasi Dari Solar Cell .....	37
Tabel 4.1 Kecepatan Angin Di Kampus 2 Lantai 4 ITN Malang Pada Tanggal 1 Desember 2014 Sampai 17 Januari 2015.....	40
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Turbin Angin Sebelum Dipasang Baterai.....	43
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Turbin Angin Setelah Dipasang Baterai .....	45
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Intensitas, Arus Solar Cell Pada Bulan November Dan Januari 2014 Sebelum Dihubungkan Dengan Baterai.....	49
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Intensitas, Tegangan Dan Arus Solar Cell Pada Bulan November Dan Januari 2014 Setelah Dihubungkan Dengan Baterai .....	51
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Tegangan Dan Arus Pada Kedua Pembangkit Turbin Angin Dan Solar Cell Pada Bulan November Dan Januari 2014 Setelah Dihubungkan Dengan Baterai .....	54
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Tegangan dan Arus Pada Kedua Pembangkit Turbin Angin Dan Solar Cell Dengan Beban Lampu 25 Watt.....	57

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1 Daya Pada Solar Cell.....	18
Grafik 2.2 Daya Maksimum Pada Solar Cell.....	18
Grafik 4.1 Kecepatan Angin Kampus 2 ITN Malang Lantai 4.....	41
Grafik 4.2 Hubungan Tegangan Output Generator Terhadap Kecepatan Angin, Sebelum Dihubungkan Dengan Baterai .....	44
Grafik 4.3 Hubungan Kecepatan Putar Rotor $n_1$ Dan $n_2$ Terhadap Kecepatan Angin Setelah Dihubungkan Dengan Baterai.....	44
Grafik 4.4 Hubungan Tegangan Dan Arus Generator Terhadap Kecepatan Angin Setelah Dihubungkan Dengan Baterai .....	46
Grafik 4.5 Hubungan Kecepatan Putar Rotor $n_1$ Dan $n_2$ Terhadap Kecepatan Angin Setelah Dihubungkan Dengan Baterai.....	46
Grafik 4.6 Hubungan Antara Intensitas Cahaya Matahari, Waktu Dan Tegangan Sebelum Dipasang Baterai .....	49
Grafik 4.7 HubunganAantara Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Tegangan Dan Arus Pada Solar Cell Setelah Dihubungkan Dengan Baterai .....	51
Grafik 4.8 Hubungan Tegangan Dan Arus Pada Kedua Pembangkit Solar Cell Dan Turbin Angin Setelah Dihubungkan Dengan Baterai .....	52

## DAFTARLAMPIRAN

Lampiran 1 : Gambar Turbin Angin Vertical Dan Solar Cell .....	60
Lampiran 2 : Gambar Pengujian Pembangkit Hybrid Turbin Angin Vertical Dan Solar Cell.....	61
Lampiran 3 : Gambar Rangka Stator Dan Rotor Turbin Angin Sumbu Vertikal .....	62
Lampiran 4 : Gambar Rangka Tower Pembangkit Hybrid Angin Dan Matahari.....	63

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dewasa ini kebutuhan akan pemanfaatan sumber energi listrik terbarukan semakin meningkat dengan adanya krisis energi dan juga adanya isu pemanasan global. Berbagai macam sumber energi terbarukan telah dikembangkan para peneliti, seperti pembangkit listrik energi angin, air, surya, pasang air laut, biomasa, biofuel, panas bumi. Sumber energi angin dan surya merupakan sumber energi terbarukan yang cukup populer yang bersih dan tersedia secara bebas (free). Masalah utama dari kedua jenis energi tersebut adalah tidak tersedia terus menerus. Energi surya hanya tersedia pada siang hari ketika cuaca cerah (tidak mendung atau hujan). Sedangkan energi angin tersedia pada waktu yang seringkali tidak dapat diprediksi (sporadic), dan sangat berfluktuasi tergantung cuaca atau musim.

Untuk mengatasi permasalahan di atas, teknik hibrid banyak digunakan untuk menggabungkan beberapa jenis pembangkit listrik, seperti pembangkit energi angin, surya, dan diesel, pembangkit energi angin dan surya, pembangkit energi angin dan diesel. Dalam teknik hibrid ini, pada umumnya baterai digunakan sebagai penyimpan energi sementara, dan sebuah pengendali digunakan untuk mengoptimalkan pemakaian energi dari masing-masing sumber dan baterai, disesuaikan dengan beban dan ketersediaan energi dari sumber energi yang digunakan.



## **1.2 Rumusan Masalah**

Perancangan dan pembuatan sistem pembangkit hybrid angin dan matahari dengan kapasitas 200 watt, dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan dibahas yaitu :

1. Bagaimana merancang bangun pembangkit hybrid angin dan matahari dengan kapasitas 200 watt

## **1.3 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan skripsi ini adalah :

1. Merancang bangun pembangkit hybrid angin dan matahari dengan kapasitas 200 Watt.
2. Mengoptimalkan kemampuan system pembangkit.

## **1.4 Batasan Masalah**

Agar Perancangan dan Pembuatan Sistem Pembangkit Hybrid Angin dan matahari dengan kapasitas 200 watt ini tidak terlalu meluas, maka penulis perlu untuk memberikan batasan – batasan terhadap masalah yang dibahas yaitu :

1. Tidak membahas generator DC
2. Tidak membahas proteksi generator
3. Pengujian turbin angin dilakukan dikampus 2 ITN MALANG lantai empat
4. Penulis tidak membahas alat control hybrid
5. Tidak membahas turbin angin sumbu horizontal.

## **1.5 Metodologi penyelesaian masalah**

Metodologi yang dipakai dalam pembuatan skripsi ini adalah:

1. Studi literatur

Mencari referensi-referensi yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan alat yang akan dibuat.

2. Perancangan Sistem

Melakukan perancangan rangkain keseluruhan alat.

3. Pembuatan Sistem

Pada tahap realisasi alat yang dibuat, dilakukan perakitan sistem terhadap seluruh hasil rancangan yang telah dibuat

4. Pengujian Sistem

Untuk mengetahui cara kerja alat, maka dilakukan pengujian tiap blok dan pengujian sistem secara keseluruhan.

5. Pengolahan Data

Mengolah Data dan menganalisis hasil pengujian sistem untuk membuat kesimpulan

## **1.6 Sistematikan Pembahasan**

### **BAB I      Pendahuluan**

Dalam bab ini dijelaskan hal- hal yang berhubungan dengan latar belakang, tujuan, perumusan masalah, ruang lingkup pembahasan serta metodologi penelitian yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini.

### **BAB II     Landasan Teori**

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

### **BAB III    Perencanaan Sistem**

Dalam bab ini akan bahas mengenai perencanaan dan pembuatan tugas akhir ini yang meliputi seluruh sistem ini baik itu pembangkit tenaga matahari (solar cell) maupun pemangkit listrik tenaga angin (kincir angin).

### **BAB IV    Pengujian Sistem**

Dalam bab ini membahas tentang pengujian dan hasil yang diperoleh dari sistem yang telah dibuat.

### **BAB V     Kesimpulan dan Saran**

Dalam bab ini berisi kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh dari perencanaan dan pembuatan tugas akhir ini serta saran-saran guna menyempurnakan dan mengembangkan system lebih lanjut.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pendahuluan**

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori penunjang dari peralatan yang direncanakan. Teori penunjang ini akan membahas tentang komponen dan peralatan pendukung pada alat yang dibuat. Pokok pembahasan pada bab ini adalah :

1. Turbin angin (TASV)
2. Solar cell
3. Generator

#### **2.2 Angin <sup>[2]</sup>**

Menurut ilmu fisika, energi kinetik dari sebuah benda dengan massa  $m$  dan kecepatan  $v$  dirumuskan sesuai dengan rumus berikut, dengan ketentuan kecepatan  $v$  tidak mendekati kecepatan cahaya.

$$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

dimana :

$E$  = energi dari udara      (joule)

$m$  = massa udara      (kg)

$v$  = kecepatan angin      (m/detik)

rumus di atas juga berlaku untuk angin yang merupakan udara yang bergerak. Jika suatu "blok" udara memiliki penampang  $A$  dan bergerak dengan kecepatan  $v$ , maka jumlah massa yang melewati suatu tempat dapat dilihat pada rumus berikut:



$$m = \rho \cdot A \cdot v$$

dimana :

$m$  = laju alir massa udara (kg/s)

$\rho$  = kerapatan udara (kg/m<sup>3</sup>)

$A$  = luas penampang (m<sup>2</sup>)

$$A = d \times h$$

$d$  : diameter sudu (m)

$h$  : tinggi sudu (m)

$v$  = kecepatan udara (m/s)

Dengan demikian maka energi yang dapat dihasilkan per satuan waktu adalah sesuai dengan rumus berikut :

Power = Work (Energi angin) / time

$$= (\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2) / t$$

$$= \frac{1}{2} \cdot m/t \cdot v^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$= \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3$$

dimana :

$P$  = daya angin (W)

$E$  = energi angin (joule)

$t$  = waktu (s)

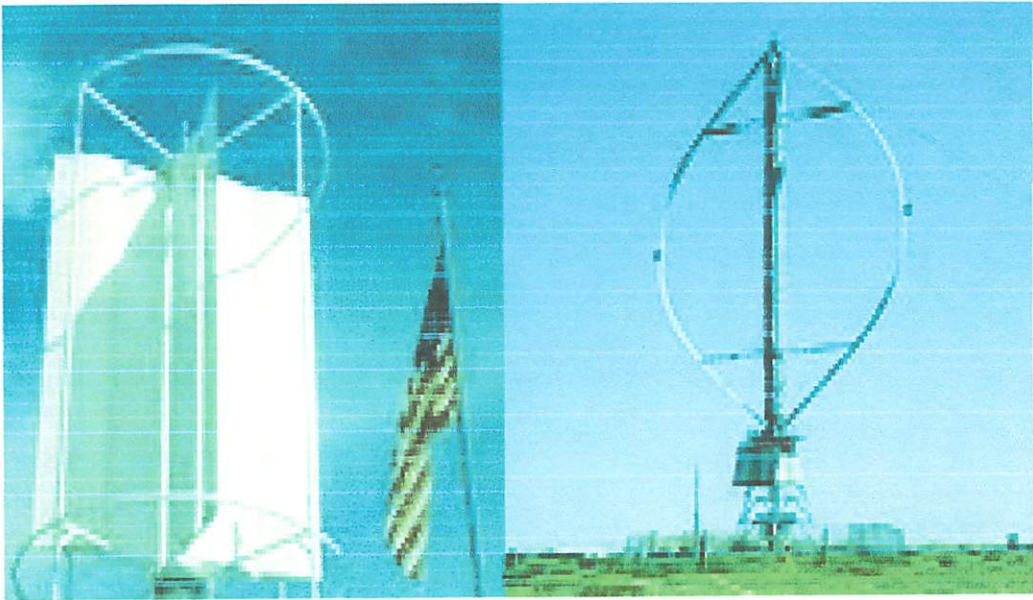
$\rho$  = kerapatan angin (kg/m<sup>3</sup>)

$A$  = luas penampang (m<sup>2</sup>)

$v$  = kecepatan angin (m/detik) <sup>[2]</sup>

### **2.3 Kincir angin sumbu vertical (TASV) <sup>[1]</sup>**

Turbin angin adalah alat yang digunakan untuk merubah energi kinetic dari angin menjadi energi mekanik. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dan lain-lain. Prinsip dasar kerja dari turbin angin adalah mengubah energi angin menjadi energi mekanik pada kincir, lalu putaran kincir digunakan untuk memutar generator yang akan menghasilkan listrik. Salah satu jenis turbin angin adalah Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV). TASV memiliki poros atau sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Kelebihan utama susunan ini adalah turbin tidak harus diarahkan ke angin untuk menghasilkan energi listrik. Kelebihan ini sangat berguna di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi. TASV mampu mendayagunakan angin dari berbagai arah. TASV terdiri dari beberapa jenis turbin angin, salah satunya adalah turbin angin savonius. Jenis ini memiliki kemampuan self-starting yang bagus, sehingga hanya membutuhkan angin dengan kecepatan rendah untuk dapat memutar rotor dari turbin angin ini. Selain itu, torsi yang dihasilkan turbin angin jenis savonius relatif tinggi. Unjuk kerja dari suatu turbin angin dapat dilihat dari daya poros, torsi, dan efisiensi turbin yang dihasilkannya



Gambar 2.1 turbin angin sumbu vertikal

#### 2.4 Kelebihan Kincir angin sumbu vertical (TASV)

- a. Tidak membutuhkan struktur menara yang besar.
- b. Sebuah TASV bisa diletakkan lebih dekat ke tanah, membuat pemeliharaan bagian-bagiannya yang bergerak jadi lebih mudah.
- c. TASV memiliki sudut airfoil (bentuk bilah sebuah baling-baling yang terlihat secara melintang) yang lebih tinggi, memberikan keaerodinamisan yang tinggi sembari mengurangi drag pada tekanan yang rendah dan tinggi.
- d. Desain TASV berbilah lurus dengan potongan melintang berbentuk kotak atau empat persegi panjang memiliki wilayah tiupan yang lebih besar untuk diameter tertentu daripada wilayah tiupan berbentuk lingkarannya TASH.
- e. TASV memiliki kecepatan awal angin yang lebih rendah daripada TASH. Biasanya TASV mulai menghasilkan listrik pada 10 km/jam (6 m.p.h.)

- f. TASV biasanya memiliki tip speed ratio (perbandingan antara kecepatan putaran dari ujung sebuah bilah dengan laju sebenarnya angin) yang lebih rendah sehingga lebih kecil kemungkinannya rusak di saat angin berhembus sangat kencang.
- g. TASV bisa didirikan pada lokasi-lokasi dimana struktur yang lebih tinggi dilarang dibangun.
- h. TASV yang ditempatkan di dekat tanah bisa mengambil keuntungan dari berbagai lokasi yang menyalurkan angin serta meningkatkan laju angin (seperti gunung atau bukit yang puncaknya datar dan puncak bukit).
- i. TASV tidak harus diubah posisinya jika arah angin berubah.

## **2.5 Kelemahan Kincir angin sumbu vertical (TASV)**

- a. Kebanyakan TASV memproduksi energi hanya 50% dari efisiensi TASH karena drag tambahan yang dimilikinya saat kincir berputar.
- b. TASV tidak mengambil keuntungan dari angin yang melaju lebih kencang di elevasi yang lebih tinggi.
- c. kebanyakan TASV mempunyai torsi awal yang rendah, dan membutuhkan energi untuk mulai berputar
- d. Sebuah TASV yang menggunakan kabel untuk menyanggahnya memberi tekanan pada bantalan dasar karena semua berat rotor dibebankan pada bantalan. Kabel yang dikaitkan ke puncak bantalan meningkatkan daya dorong ke bawah saat angin bertiup. <sup>[1]</sup>



## 2.6 Tip speed ratio <sup>[5]</sup>

Tip speed ratio (rasio kecepatan ujung) adalah rasio kecepatan ujung rotor terhadap kecepatan angin bebas. Untuk kecepatan angin nominal yang tertentu, tip speed ratio akan berpengaruh pada kecepatan putar rotor. Turbin angin tipe lift akan memiliki tip speed ratio yang relatif lebih besar dibandingkan dengan turbin angin tipe drag. Tipe speed ratio dihitung dengan persamaan:

$$\lambda = 4 \pi / B$$

Dimana :

$B = \text{Jumlah blade}$

$\lambda = \text{Tip speed ratio}$

## 2.7 Shaft speed

Kecepatan angin mempengaruhi kecepatan putar rotor kincir angin (rpm). hubungan kecepatan angin dengan kecepatan putar rotor kincir angin yaitu :

$$\text{Shaft speed} = \frac{60\lambda v}{\pi D} \text{ rpm}$$

Dimana :

$D = \text{diameter turbin (m)}$

$v = \text{kecepatan angin (m/s)}$

$D = \text{diameter rotor (m)}$

$\lambda = \text{Tip speed ratio}$

$\pi = \text{phi (3,14)}$

## 2.8 Torsi (T)

Torsi biasa disebut juga momen atau gaya yang menyatakan benda berputar pada suatu sumbu. Torsi juga bisa didefinisikan ukuran keefektifan gaya tersebut dalam menghasilkan putaran atau rotasi mengelilingi sumbu tersebut. Besar torsi dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2\pi n}$$

Dimana :

T = Torsi (Nm)

P = Daya (Watt)

n = Putaran (rpm)

V = kecepatan angin dalam m/s

$\Pi$  (phi) = 3,14 1592

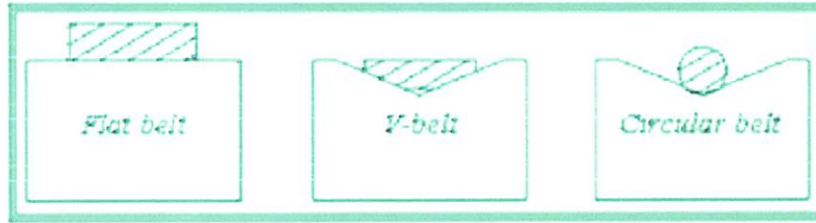
$\omega$  = kecepatan angular (rad/s) <sup>[5]</sup>

## 2.9 Sabuk dan puli <sup>[6]</sup>

Sabuk dan puli digunakan untuk mentransmisikan daya dari satu poros keporos yang lain yang berputar pada kecepatan yang sama atau berbeda

### 2.9.1 Sabuk datar (flat belt),

Bahan sabuk pada umumnya terbuat dari samak atau kain yang diresapi oleh karet. Sabuk datar yang modern terdiri atas inti elastis yang kuat seperti benang baja atau nilon. Pada sabuk datar terjadi pengereman karena adanya sambungan sabuk.



Gambar 2.2 Macam-macam Sabuk

### 2.9.2. Sabuk V (V- belt),

Sabuk V terbuat dari kain dan benang, biasanya katun rayon atau nilon dan diresapi karet.

Kelebihan sabuk V dibandingkan dengan sabuk datar, yaitu:

- Selip antara sabuk dan puli dapat diabaikan.
- Sabuk V yang dibuat tanpa sambungan sehingga memperlancar putaran.
- Memberikan umur mesin lebih lama, 3-5 tahun.
- Sabuk V mudah dipasang dan dibongkar.
- Operasi sabuk dengan puli tidak menimbulkan getaran.
- Sabuk V mempunyai kemampuan untuk menahan guncangan saat mesin dinyalakan.
- Sabuk V juga dapat dioperasikan pada arah yang berlawanan.

Sedangkan kelemahan sabuk V dibandingkan dengan sabuk datar, yaitu:

- Sabuk V tidak seawet sabuk datar.
- Konstruksi puli sabuk V lebih rumit daripada sabuk datar.

### 2.9.3 Sabuk bundar / tali (circular belt / rope)

Sabuk bundar pada umumnya digunakan untuk meneruskan daya yang besar dari satu puli ke puli yang lain dan mampu digunakan pada jarak antar puli lebih dari 8 meter.

## 2.10 Mekanisme sabuk dan puli

Efisiensi sabuk  $V$  pada umumnya berkisar antara 70-90 %, sedangkan sabuk yang dipilih secara tepat mempunyai efisiensi 90-95 %.

a. Mencari tegangan sabuk,

$$T_1 = T - T_c$$

Dan  $T_2$  dapat dicari dengan persamaan :

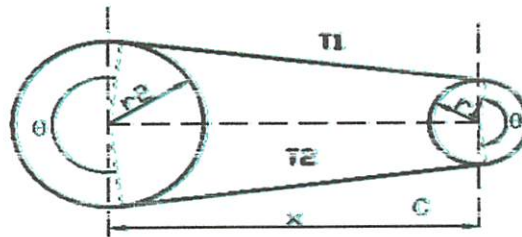
$$\text{Log} \frac{T_1}{T_2} = \mu \theta \text{ cosec } \beta$$

Dengan :  $\mu$  = koefisien gesek

$\theta$  = sudut kontak

$\beta$  = sudut miring penampang sabuk

b. Mencari panjang sabuk,



Gambar 2.3 Mekanisme Sabuk

$$L = \pi (r_2 + r_1) + 2x + \frac{(r_2 - r_1)^2}{x}$$

Dengan :  $L$  = panjang total sabuk (mm)

$X$  = jarak sumbu poros (mm)

$r_1$  = jari-jari puli penggerak (mm)

$r_2$  = jari-jari puli yang digerakkan (mm)

Sabuk memiliki beberapa karakteristik, diantara karakteristik sabuk adalah sebagai berikut :

- a. Sabuk biasa dipakai untuk sumbu yang panjang.
- b. Untuk beberapa waktu setelah pemakaian, diperlukan penyetelan atas jarak sumbu. [6]

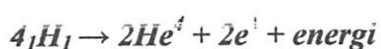
### 2.11 Solar cell [3]

Matahari adalah bintang yang paling dekat dengan bumi, sehingga penelitian tentang bintang ini lebih mudah dari pada bintang lainnya. Matahari memiliki jarak 150 juta kilometer dari bumi, dan dia menyediakan energi yang dibutuhkan oleh kehidupan di bumi ini secara terus-menerus. Energi yang dibebaskan oleh matahari setiap detinya menurut perhitungan para ahli, adalah ekuivalen dengan konversi massa hidrogen yang besarnya adalah  $4,2 \times 10^6$  ton/detik, yang ekuivalen dengan  $1,2 \times 10^8$  KW.



Gambar 2.4 solar cell kapasitas 100 wp

Energi yang diradiasikan akibat transformasi hidrogen menjadi helium yang kemudian menghasilkan energi



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. Peristiwa ini akan berhenti jika hidrogen dalam reaksi inti habis.

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.

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

#### **2.11.1 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 matahari kurang (teduh), sehingga efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

#### **2.11.2 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

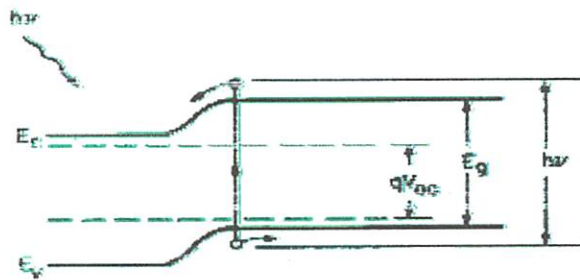
listrik yang sama. Panel suraya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.

### **2.11.3 Amorphous**

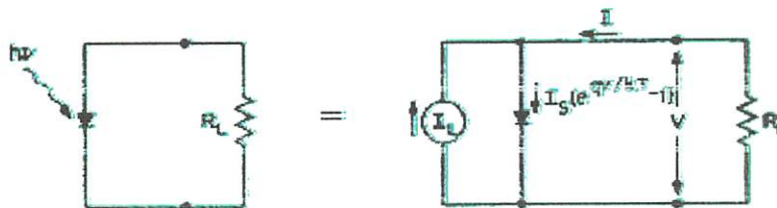
"Amorf" mengacu pada objek memiliki bentuk yang pasti dan tidak ada didefinisikan sebagai bahan non-kristal. Tidak seperti silikon kristal, di mana susunan atom yang teratur, fitur silikon amorf pengaturan atomnya tidak teratur seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Sehingga, aktivitas timbal 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 1 $\mu$ m dapat diproduksi dan digunakan untuk pembangkit listrik. Selain itu, dengan memanfaatkan logam atau plastik untuk substrat, sel surya fleksibel juga dapat diproduksi.

Solar cell jenis amorphous adalah solar cell yang dibentuk dengan mendoping material silikon di belakang lempeng kaca. Dinamakan amorphous atau tanpa bentuk karena material silikon yang membentuknya tidak terstruktur atau tidak mengkristal. Solar cell jenis ini biasanya berwarna coklat tua pada sisi yang menghadap matahari dan keperakan pada sisi konduktifnya. Pada solar cell jenis ini terdapat garis-garis tipis paralel di permukaannya, garis-garis ini merupakan lapisan n dan p dari substrat silikon dan menjadi batas-batas individu solar cell dalam panel. Solar cell jenis ini biasanya tanpa titik hook-up atau kabel yang jelas, sehingga dapat membingungkan untuk menggunakannya.

Sel surya konvensional, misalnya p-n, memiliki energi gap ( $E_g$ ), ketika sel terkena spektrum matahari, sebuah foton dengan energi kurang dari  $E_g$ , tidak akan membuat kontribusi terhadap output sel (mengabaikan fonon yang membantu penyerapan). Sedangkan sebuah foton dengan energi lebih besar dari  $E_g$ , akan memberikan kontribusi sebesar energi  $E_g$  ke output sel, dan energi yang terlalu besar dari pada  $E_g$  akan terbuang menjadi panas. Untuk memperoleh efisiensi konversi yang ideal, harus dipertimbangkan besarnya energi.



Gambar 2.5 Energi Gap



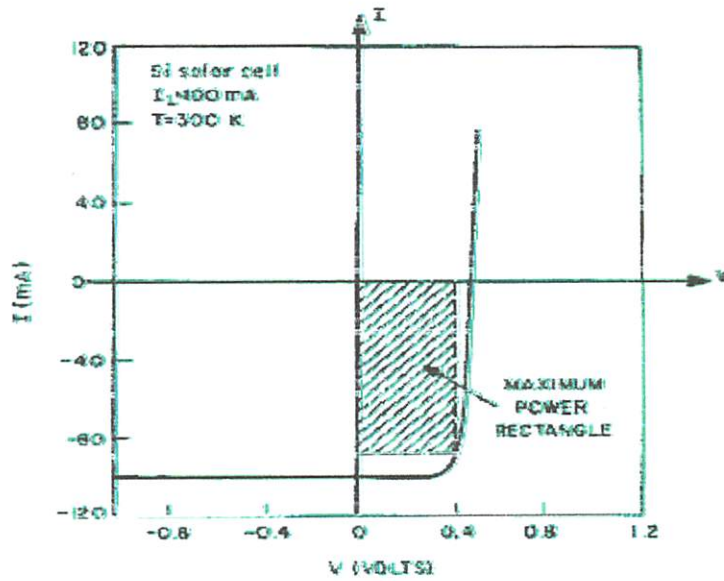
Gambar 2.6 Skema Rangkaian Tertutup pada Solar Cell

Diagram pita p-n di bawah radiasi matahari. Tampilkan dalam Gambar.1 sel surya diasumsikan memiliki karakteristik  $I$  dan  $V$  yang ideal. Rangkaian ekuivalen ditunjukkan pada Gambar. 2.6 Dimana sumber arus konstan di paralel dengan persimpangan (sambungan). Sumber arus  $I_L$  adalah hasil eksitasi berlebih yang dibawa oleh radiasi matahari.  $I_S$  adalah arus saturasi diode dan  $R_L$  adalah resistansi beban. Karakteristik  $I$  dan  $V$  dari rangkaian tersebut adalah :

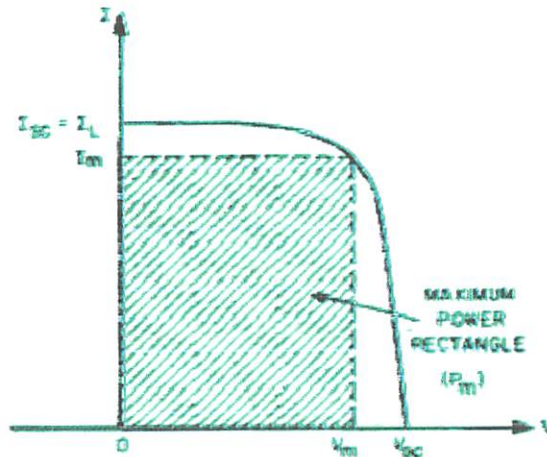


$$I = I_s (e^{qV/KT} - 1) - I_L$$

$$J_s = \frac{I_s}{A} = qNcNv \left( \frac{1}{N_A} \sqrt{\frac{D_N}{\tau_N}} + \frac{1}{N_D} \sqrt{\frac{D_P}{\tau_P}} \right) e^{-\frac{E_g}{kT}}$$



Grafik 2.1 Daya pada Solar Cell



Grafik 2.2 Daya Maksimum pada Solar Cell

Dimana A adalah luas daerah, plot A dari persamaan (1) ditunjukkan pada Gambar. 3 untuk  $I_L = 100 \text{ mA}$  dan  $I_S = 1 \text{ nA}$  luas wilayah  $A = 4 \text{ cm}^2$  dan

$T = 300 \text{ K}$ . Kurva melewati ke empat kuadran dan oleh karena itu daya dapat dihasilkan dari rangkaian ini. Dengan pemilihan yang benar, mendekati 80%  $I_{sc}$   $V_{oc}$  dapat dihasilkan ( $I_{sc}$  adalah arus short circuit dan  $V_{oc}$  adalah tegangan open circuit dari solar cell, dan daerah yang diasir adalah luas daya maksimum). Kurva I-V umumnya ditunjukkan oleh Gambar. 4 dimana kurva tersebut adalah inverse dari Gambar. 3 dengan sumbu tegangan. Kita juga mendefinisikan pada Gambar. Kuantitas  $I_m$  dan  $V_m$  yang masing-masing adalah arus dan tegangan maksimum untuk daya keluaran maksimum. ( $P_m = I_m V_m$ ). Dari persamaan (1) kita peroleh tegangan untuk rangkaian terbuka ( $I = 0$ ) :

$$V_{oc} = \frac{KT}{q} \ln\left(\frac{I_L}{I_s} + 1\right) \approx \frac{KT}{q} \ln(I_L / I_s)$$

Tegangan open circuit meningkat secara logaritma dengan menurunnya arus saturasi, maka daya keluarannya adalah :

$$P = I V = I_s V (e^{qV/KT} - 1) - I_L V$$

Keadaan daya maksimum dapat diperoleh jika  $dP/dV = 0$ , atau

$$I_m = I_s \beta V_m e^{\beta V_m} \approx (1 - 1/\beta V_m)$$

$$V_m = \frac{1}{\beta} \ln\left(\frac{\frac{I_L}{I_s} + 1}{1 - \beta V_m}\right) \approx V_{oc} - \frac{1}{\beta} \ln(1 + \beta V_m)$$

Dimana  $\beta = q/kT$ , maka daya maksimum keluaran adalah (Sze, 1981: 406):

$$P_m = I_m V_m \approx I_L \left[ V_{oc} - \frac{1}{\beta} \ln(1 + \beta V_m) - \frac{1}{\beta} \right] = I_L (E_m/q)$$

$$\text{Dimana } E_m = q \left[ V_{oc} - \frac{1}{\beta} \ln(1 + \beta V_m) - \frac{1}{\beta} \right]$$

Energi  $E_m$  berhubungan dengan energi per foton yang diambil pada titik maksimum. Maka efisiensi ideal dari solar cell adalah :

$$\eta = \frac{P_m}{P_{in}} = \left[ V_m^2 I_s \left(\frac{q}{KT}\right) e^{qV_m/KT} \right] / P_{in}$$

efisiensi maksimum yang diperoleh yaitu 31% untuk  $E_g = 1.35 \text{ eV}$  dengan menggunakan parameter sifat bahan semikonduktor dari III – V.

Efisiensi sel surya  $\eta$  juga dapat dinyatakan dengan perbandingan antara daya listrik maksimum sel surya atau daya output yang dikeluarkan sel surya dengan daya pancaran (radiant) atau daya input yang berasal dari cahaya matahari pada sel surya:

$$\eta = \frac{I \times V}{\text{intensitas cahaya} \times \text{luas panel}} \times 100 \%$$

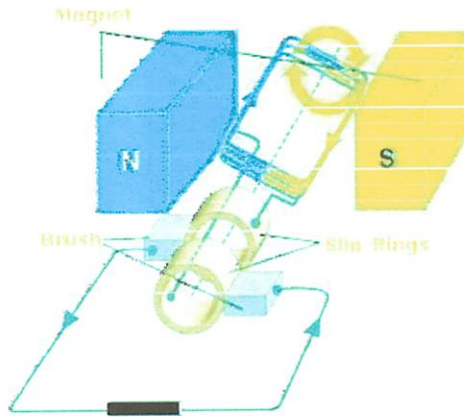
$$\eta = \frac{P}{G \times A} \times 100\%$$

$\eta$  menunjukkan nilai efisiensi dalam persen (%),  $P$  adalah daya output yang dihasilkan sel surya.  $G$  menunjukkan Intensitas irradiasi matahari dalam  $\text{W/m}^2$  dan  $A$  menunjukkan luas permukaan modul sel surya dalam  $\text{m}^2$ . [3]

## 2.12 Generator AC [4]

Bagian utama generator AC terdiri atas magnet permanen (tetap), kumparan (seelenoid). Cincin geser, dan sikat. Pada generator perubahan garis gaya magnet diperoleh dengan cara memutar kumparan didalam medan magnet permanen. Karena dihubungkan dengan cincin geser, perputaran kumparan menimbulkan GGL induksi AC. Oleh karena itu, arus induksi yang ditimbulkan berupa arus AC. Adanya arus AC ini ditunjukkan oleh menyalnya lampu pijar yang disusun seri dengan kedua sikat. Sebagai percobaan faraday, GGL induksi yang ditimbulkan oleh generator AC dapat diperbesar dengan cara:

- a. Memperbanyak lilitan kumparan
- b. Menggunakan magnet permanen yang lebih kuat
- c. Mempercepat perputran kumpara, dan menyisipkan inti besi lunak kedalam kumparan



Gambar 2.7 generator AC magnet permanen

Generator AC yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah dynamo sepeda. Bagian utama dynamo sepeda adalah sebuah magnet tetap dan kumparan yang disisipkan besi lunak. Jika magnet tetap diputar, perputaran tersebut menimbulkan GGL induksi pada kumparan. Jika sebuah lampu pijar (lampu sepeda) dipasang pada kabel yang menghubungkan kedua ujung kumparan lampu tersebut akan dilalui arus induksi AC. Akibatnya, lampu tersebut menyala. Nyala lampu akan semakin terang jika erputaran magnet tetap makin cepat (laju sepeda semakin kencang)

Kecepatan medan putar stator berbanding terbalik dengan jumlah kutub, hal ini dtujukan pada persamaan dibawah ini

$$N_s = 120 \cdot f / p$$

yang mana :

$f$  = frekuensi sumber AC (Hz)

$p$  = jumlah kutup yang terbentuk pada motor

$N_s$  = kecepatan putaran medan magnet stator (putaran/menit, rpm)

### **2.12.1 bagian generator**

Generator dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian generator yang berputar dan bagian generator yang tidak berputar. Bagian generator yang berputar disebut rotor, dan ini terbagi atas:

- a. Poros jangkar (armatur)
- b. Inti jangkar
- c. Komutator
- d. Kumbaran jangkar

Bagian generator yang tidak berputar disebut stator dan stator ini terdiri atas:

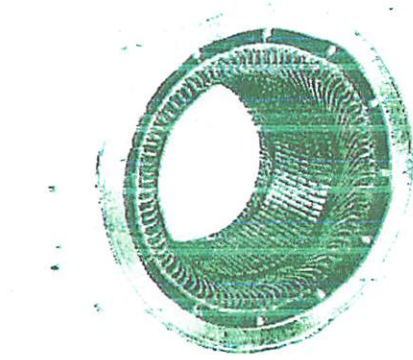
- a. Kerangka generator
- b. Kutub utama bersama belitannya
- c. Bantalan-bantakan poros
- d. Sikat arang (pull brush)

### **2.12.2 Rangka stator**

Rangka stator adalah salah satu bagian utama dari alternator yang terbuat dari besi tuang dan ini merupakan rumah dari semua bagian bagian generator

### **2.12.3 Stator**

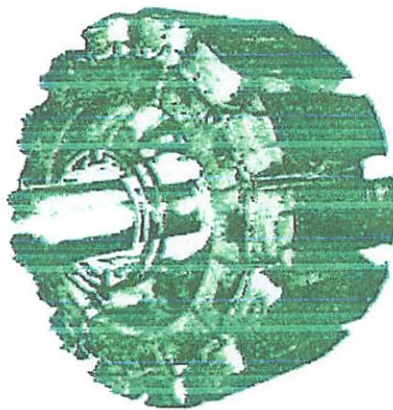
Stator terdiri dari stator core (inti) dan kumbaran stator dan diletakan pada frame depan dan belakang. Stator core dibuat dari beberapa lapisan plat besi tipis dan mempunyai alur pada bagian dalamnya untuk menempatkan bagian stator.



Gambar 2.8 stator generator AC

#### 2.12.4 Rotor

Rotor berfungsi untuk membangkitkan medan magnet. Rotor berputar bersama poros, karena gerakannya maka disebut generator dengan medan magnet berputar. Rotor terdiri dari: Inti kutub (pole core), Kumputan medan, Slip ring, Poros dan lain-lain. Inti kutub berbentuk seperti cakar dan didalamnya terdapat kumputan medan.

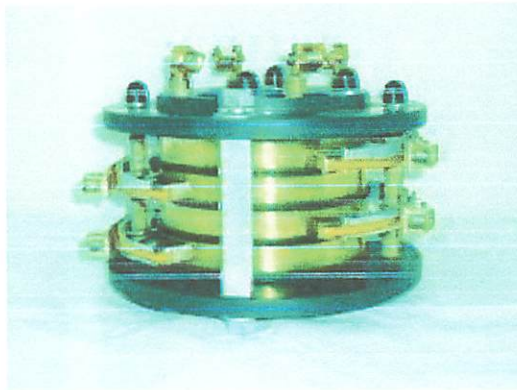


Gambar 2.9 rotor generator AC



### 2.12.5 Slip ring atau cincin geser

Cincin geser terbuat dari bahan kuningan atau tembaga yang dipasang pada poros dengan memakai bahan isolasi. Slip ring ini berputar secara bersama-sama dengan poros (as) dan rotor. Banyaknya slip ring ada duadan pada tiap-tiap slip ring dapat menggeser bostelpositif dan bostel negative, guna penguatan (excitation current) kelilitan magnet pada rotor



Gambar 2.10 Slip Ring pada generator AC

### 2.13 Reaksi jangkar

Bila generator diberi beban maka pada belitan stator akan mengalir arus yang besar. Ini berarti di sekitar belitan stator akan terbentuk medan magnet. Medan magnet tersebut akan membentuk jangkar. Pengaruhnya fluks jangkar ini dinyatakan dengan A (ampere belitan perkutub) atau ampere turn per pole

$$A = 0,9 m Kd Kp I T$$

A : besarnya reaksi jangkar (ampere belitan)

m : jumlah fasa

Kd : factor langka

Kp : factor distribusi

I : arus fasa (ampere)

T : banyaknya belitan tiap fasa

### **2.14 hubungan tegangan dengan jumlah lilitan**

Suatu generator pasti ada tegangan dan besarnya tegangan tersebut ditentukan oleh berapa banyaknya lilitan yang ada pada stator. Dengan kata lain jika sebuah generator semakin banyak jumlah lilitannya maka akan semakin besar tegangan yang dihasilkan. Hubungan tersebut ditunjukkan pada persamaan dibawah ini :

$$e = N \frac{d\phi}{dt}$$

Yang mana :

N : banyaknya lilitan pada kumparan

$d\phi$  : perubahan fluks magnet (weber)

dt : perubahan waktu dalam satuan detik (dt)

e : tegangan (volt) <sup>[4]</sup>



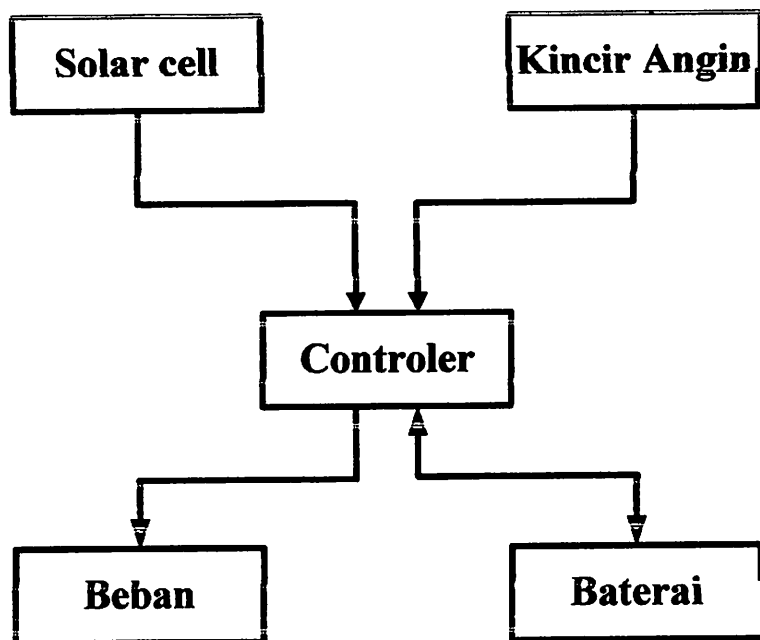
## BAB III

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

#### 3.1 Pendahuluan

Dalam bab ini akan membahas tentang perencanaan dan pembuatan keseluruhan alat dari sistem pembangkit hybrid angin dan matahari.

#### 3.2 blok diagram pembangkit hybrid angin dan matahari



Gambar 3.1 blok diagram pembangkit hybrid

#### Penjelasan Blog Diagram

##### a. solar cell

Komponen utama pembangkit energi surya adalah sel fotovoltaiik (PV) yang dapat mengubah energi cahaya (foton) menjadi energi listrik..

**b. Kincir angin**

Pembangkit energi angin mengubah energi kinetik yang dihasilkan angin menjadi energi mekanik kemudian dikopel dengan generator sehingga menghasilkan energi listrik

**c. Generator**

Generator adalah alat yang merubah tenaga mekanik dari kincir angin menjadi energi listrik, generator dihubungkan dengan alat control dan selanjutnya difungsikan untuk pengisian baterai

**d. Controller**

Controller digunakan untuk mengatur arus 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 .

**e. Battery (accu)**

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

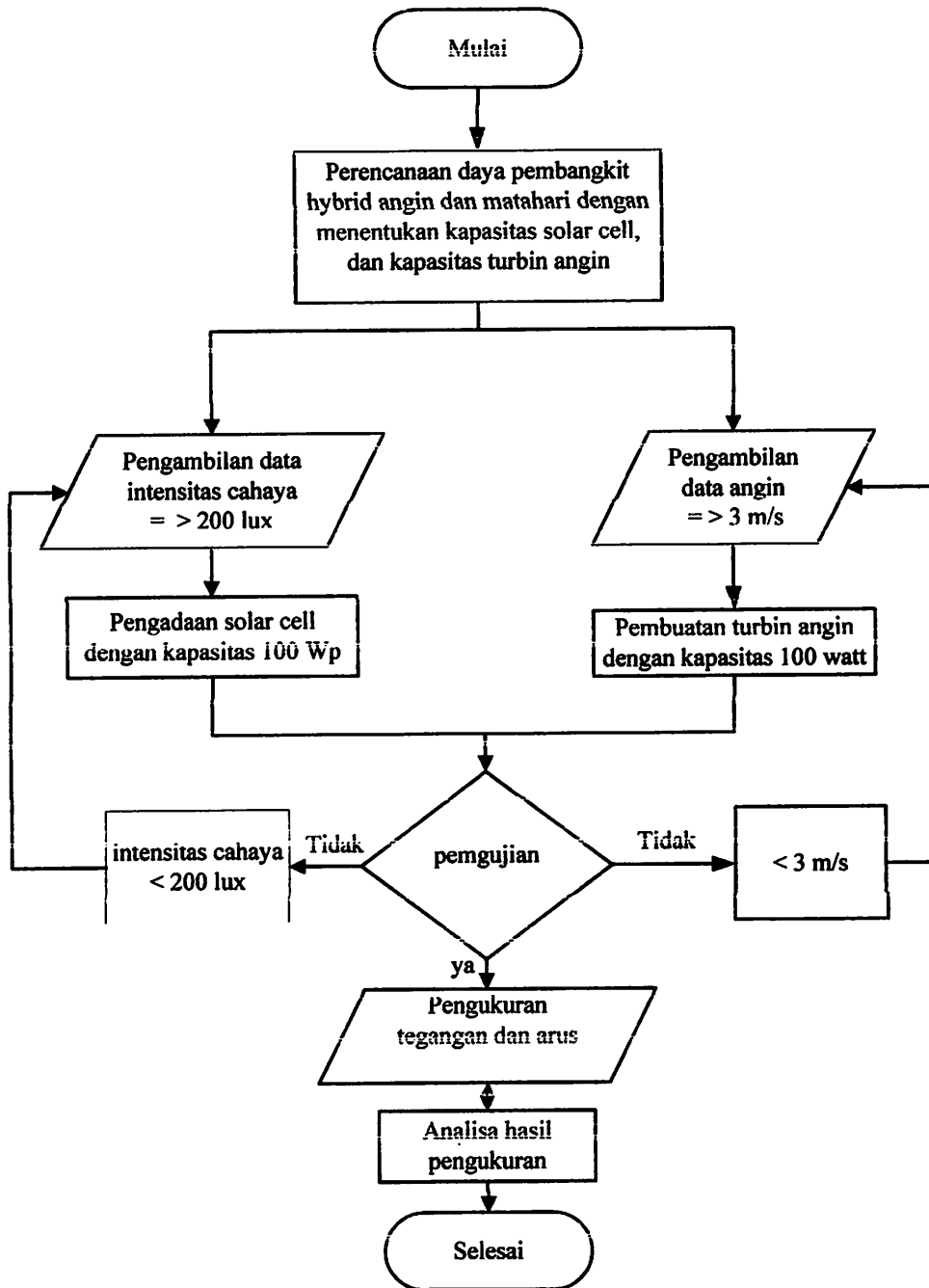
**f. Beban**

Beban listrik adalah suatu komponen yang membutuhkan atau yang mengkonsumsi energi listrik contohnya lampu, televise, setrika dan lain-lain. karena dalam tugas akhir ini beban yang terpasang adalah lampu LED

## **Cara kerja alat pembangkit hybrid**

Energi listrik di dapat dari Solar Cell dan kincir Angin selanjutnya di hubungkan ke alat kontrol dan kemudian disalurkan atau disimpan ke ACCU. Karena beban mengkonsumsi sumber tegangan DC maka dari ACCU kemudian energi listrik yang berupa tegangan DC langsung di salurkan ke beban. Sistem control hibrid yang dirancang mempunyai prinsip kerja yaitu :

- Apabila tegangan dari kedua pembangkit kurang atau tidak mencukupi maka tegangan keluaran dari solar cell dan kincir angin akan di jumlahkan
  
- Selain itu alat control digunakan untuk mengatur arus pengisian baterai selama panel solar cell menerima sinar dan kincir menerima angin, memonitoring isi baterai, serta menghentikan proses pengisian baterai (charging) bila baterai telah penuh



Gambar  
Diagram Alir Penelitian

### 3.3 Perencanaan Pembangkit Tenaga Angin

Hal pertama yang harus diperhatikan dalam perencanaan turbin angin adalah TSR (tip speed ratio).

#### 3.3.1 Tip speed ratio

Tip speed ratio (rasio kecepatan ujung) adalah rasio kecepatan ujung rotor terhadap kecepatan aliran angin. Tip speed ratio akan berpengaruh pada kecepatan putar rotor. Tip speed ratio dihitung dengan persamaan :

Diketahui :

$$B = 4 \text{ Blade}$$

$$n = 500 \text{ rpm}$$

$$V = 8 \text{ (m/s)}$$

$$\Lambda = \frac{4\pi}{B}$$

$$\Lambda = \frac{3,14 \times 4}{4}$$

$$= 3,14$$

#### 3.3.2 Shaft speed

Untuk menentukan kecepatan putar rotor (rpm) maka hubungan kecepatan angin dengan kecepatan putar rotor kincir yaitu :

$$\text{Shaft speed} = \frac{60\lambda v}{\pi D}$$

Dimana :

$$\Lambda = 3,14$$

$$V = 8 \text{ m/s}$$

$$D = 1 \text{ meter}$$

$$= \frac{60 \times 3,14 \times 8}{3,14 \times 1} = 480 \text{ rpm}$$

### 3.3.3 Peforma turbin angin sumbu vertikal

Energi mekanik yang dapat dihasilkan oleh angin setiap satuan waktu pada perubahan kecepatannya dinyatakan dengan persamaan :

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

Dimana :

P = daya mekanik (w)

V = kecepatan angin yaitu 8 m/s

$\rho$  = densitas udara (1,225 kg/m<sup>3</sup>)

A = luas penampang blade yang menerima angin = 0,5m x 0,8m = 0,4 m<sup>2</sup>

$$P = \frac{1}{2} \times 1,225 \times 0,4 \times 8^3 = 125,44 \text{ watt}$$

Daya yang dikonversikan oleh angin pada kecepatan 8 m/s adalah 125,44 watt

### 3.3.4 Torsi

turbin angin yang mengkonfersi energi dari angin dalam bentuk mekanik dan selanjutnya dikopel dengan rotor generator. Ketika daya mekanik ditransmisikan melalui poros maka dengan begitu akan didapat nilai torsi :

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2 \pi n}$$

Dimana :

T = torsi (Nm)

P = daya (watt)

$\omega$  = kecepatan angular (rad/s)

n = putaran (rpm)

diketahui :

P = 100 watt

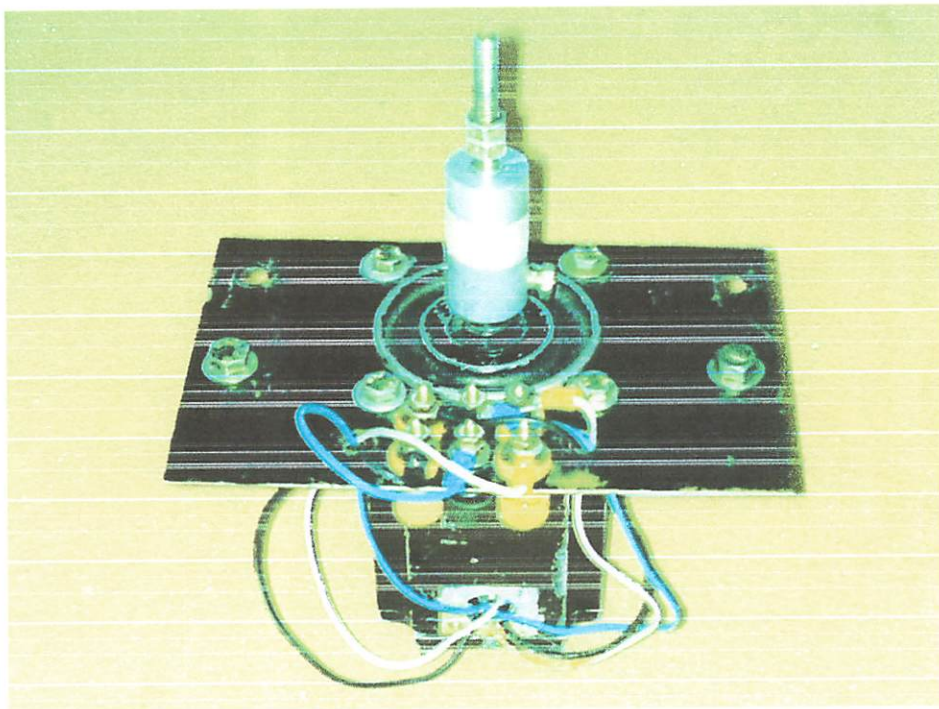
$$n = 500 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{125,44}{2 \times 3,14 \times 500} = 0,03995 \text{ Nm}$$

Disini kita dapat melihat untuk mencapai daya 125,44 watt oleh turbin angin dengan kecepatan 500 maka didapat torsi sebesar 0,03995 Nm

### 3.3.5 Pemilihan generator

Generator yang digunakan pada turbin angin yaitu generator magnet permanen atau generator AC dan mempunyai kapasitas 100 watt. Berikut spesifikasi teknis generator 100 watt



Gambar 3.3 generator AC

*Tabel 3.1 Spesifikasi Dari generator*

<b>nama komponen</b>	<b>keterangan</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotor               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jenis magnet permanen</li> <li>➤ Jumlah magnet</li> <li>➤ Ukuran magnet</li> </ul> </li> </ul>	NdFeb 6 kutub 80 mm x 10 mm
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stator               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jenis kawat</li> <li>➤ Jumlah lilitan</li> <li>➤ Jumlah kumparan</li> <li>➤ Diameter kawat</li> </ul> </li> </ul>	Tembaga 2 x 85 6 kumparan 0,75 mm
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poros               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jenis</li> <li>➤ Diameter</li> <li>➤ Bahan</li> </ul> </li> </ul>	Besi poros magnet permanen 10 mm Stainless steel
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rumah generator               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bahan</li> <li>➤ diameter</li> </ul> </li> </ul>	Aluminium 90 mm
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Output               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tegangan</li> <li>➤ Arus</li> <li>➤ Daya</li> <li>➤ Rpm</li> <li>➤ Fasa</li> <li>➤ Torsi</li> </ul> </li> </ul>	24 VAC 8 Ampere 100 Watt 450-750 rpm 3 fasa 0,03 Nm

### **3.3.6 Akumulator**

Accumulator digunakan karena pertimbangan tegangan yang dihasilkan oleh turbin angin dan solar cell tidak dapat secara terus menerus tergantung dari kecepatan angin dan cahaya matahari.





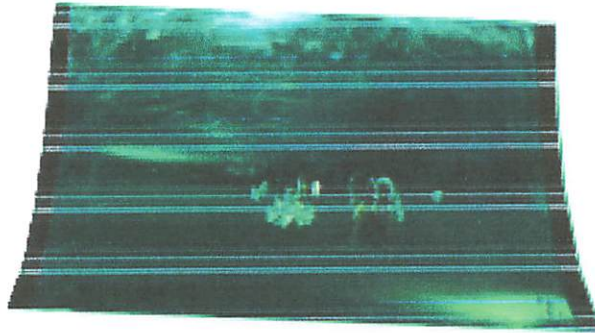
Gambar 3.4 Akumulator Timah Hitam 12V 75Ah

Bagian-bagian akumulator timah hitam dan fungsinya adalah sebagai berikut :

1. Rangka, berfungsi sebagai rumah akumulator.
2. Kepala kutub positif, berfungsi sebagai terminal kutub positif.
3. Penghubung sel, berfungsi untuk menghubungkan sel-sel.
4. Tutup Ventilasi, berfungsi menutup lubang sel..
5. Penutup, berfungsi untuk menutup bagian atas akumulator.
6. Plat-plat, berfungsi sebagai bidang pereaktor.
7. Plat negatif, terbuat dari Pb, berfungsi sebagai bahan aktif akumulator.
8. Plat positif, terbuat dari PbO<sub>2</sub>, berfungsi sebagai bahan aktif akumulator.
9. Ruang sedimen, berfungsi untuk menampung kotoran.
10. Plastik pemisah, berfungsi untuk memisahkan plat positif dan negatif.
11. Sel-sel.

### 3.3.7 Desain geometris real alat untuk kincir angin

- Desain blade



Gambar 3.5 desain blade tampak dari samping

- Desain rangka rotor dan stator



Gambar.3.6 Desain rotor blade

- **Desain tower**



Gambar 3.7 Desain rangka tower



### 3.4 Perencanaan Panel Surya (solar cell)

Pada perencanaan panel surya ini penulis menggunakan panel surya dengan spesifikasi seperti pada Tabel dibawah ini



Gambar 3.8 solar cell kapasitas 100 wp

Tabel 3.2. Spesifikasi Dari solar cell

Rated maximum power (P max)	100 W
Tolerance (%)	0-+3%
Voltage at P max (V mp)	18,50 v
Current at I max (I mp)	5,43 A
Open- circuit voltage (V oc)	22,14 v
Short- circuit current (I sc)	5,78 A
Nominal operating cell temperature (NOCT)	47±2C
Maximum system voltage	1000VDC
Maximum series fuse rating	15 A
Operating temperature	-40C to +85C
Application class	Class A
Protection class	
Cell technology	Poly-Si
Weight (kg)	8,50
dimensions	1008 X 678 X 35
Technical performance data recorded at standard test condition (STC)	
Am = 1,5      E = 1000W/m      TC = 25C	

### 3.5 Perhitungan Daya Secara Teoritis Sistem hybrid

Pada pukul 10.00 sampai 14.00 WIB intensitas cahaya matahari yang menerpa sel surya mengalami kenaikan. Intensitas cahaya ini menyebabkan electron-elektron yang melewati sambungan p-n pada sel surya semakin besar, sehingga arus dan tegangan dari solar cell semakin besar. Pada waktu menunjukkan pukul 15.00 sampai 16.00 WIB arus dan tegangan dari solar cell mengalami penurunan. Hal ini disebabkan intensitas cahaya matahari pada jam-jam tersebut menurun, yang menyebabkan lalulintas elektron yang melewati sambungan p-n berkurang sehingga arus dan tegangan dari solar cell menurun.

Jika pemanfaatan energi listrik dari kincir angin dan solar cell secara maksimal, maka rata-rata arus dari generator kincir angin *8 ampere* dan dari solar cell adalah *5,43 Ampere*. Sehingga jumlah arus yang mensuplai baterai adalah: arus rata-rata dari generator + arus rata-rata dari solar cell.

$$I_{total} = I_{generator} + I_{solar\ cell}$$

$$= 8\ Ampere + 5,43\ Ampere = 13,43\ Ampere$$

Sedangkan tegangan yang masuk baterai setelah melalui regulator adalah 15 volt. Jadi daya yang masuk baterai adalah:

$$P = I_{total} \times Volt = 13,43 \times 15 = 201,45\ watt$$

Setelah 9 jam pengisian baterai, maka arus yang masuk baterai:

$$I_{baterai} = I_{total} \times 9\ jam = 13,43\ ampere \times 9\ jam = 120,87\ ampere\ jam$$

Sedangkan daya yang masuk baterai:

$$P_{baterai} = P \times 9\ jam = 201,45 \times 9\ jam = 1813,05\ watt\ jam$$

## **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 pembangkit hybrid**

##### **4.2.1 Tujuan**

Tujuan pengujian pembangkit hybrid angin (turbin angin) dan matahari (solar cell) adalah untuk mengetahui energi yang dibangkitkan dari kedua pembangkiti serta ingin mengetahui besar tegangan yang mengalir baik itu tegangan minimalnya, maupun tegangan maksimalnya.

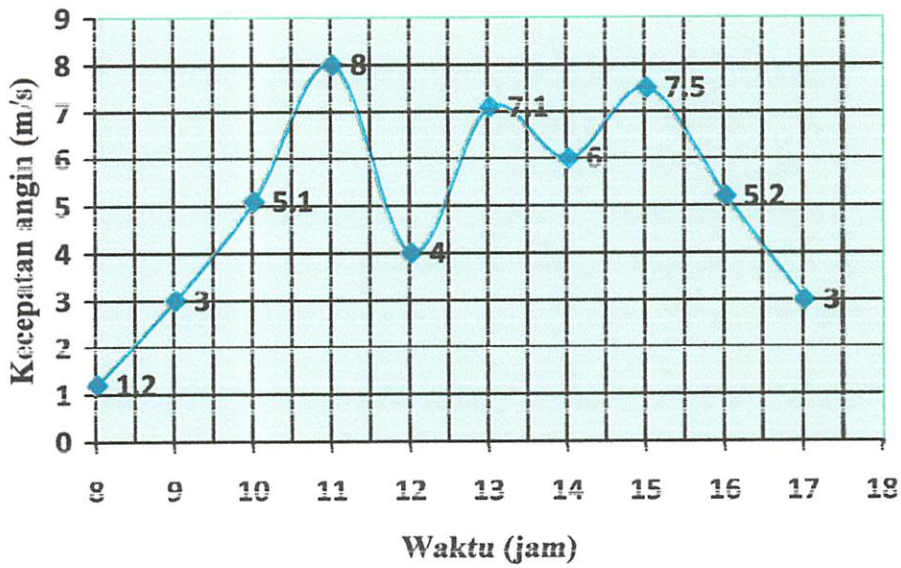
##### **4.2.2 Hasil pengukuran kecepatan angin**

Disini penulis melakukan pengukuran kecepatan angin Yang dilakukan pada tanggal 1 desember 2014 sampai 17 januari 2015. pengambilan data kecepatan angin ini dilakukan selama 9 jam (08.00-17.00) untuk mengetahui karakteristik angin di kampus 2 lantai 4 ITN malang.berikut hasil pengukuran kecepatan angin di kampus 2 lantai 4 ITN malang

Table 4.1 kecepatan angin di kampus 2 lantai 4 ITN malang pada tanggal 1 desember 2014 sampai 17 januari 2015

Tanggal	Jam	Kecepatan angin (m/s)
01 - 12 - 2014	08.00	1,2
05 - 12 - 2014	09.00	3
11 - 12 - 2014	10.00	5,1
20 - 12 - 2014	11.00	8
23 - 12 - 2014	12.00	4
29 - 12 - 2014	13.00	7,1
02 - 01 - 2015	14.00	6
08 - 01 - 2015	15.00	7,5
13 - 01 - 2015	16.00	5,2
17 - 01 - 2015	17.00	3

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran pada tanggal 1 desember 2014 sampai 17 januari 2015, diketahui kecepatan angin rata-rata minimal 5 m/s, dengan kecepatan angin pada siang hari jam 13.30 maksimal 8 m/s. dan kecepatan angin minimal terjadi pada jam 08.00 pagi hari dengan kecepatan 1,2 m/s



grafik 4.1  
kecepatan angin kampus 2 ITN malang lantai 4

Gambar 4.1 grafik kecepatan angin kampus 2 ITN malang lantai 4 yang diperoleh dari hasil pengukuran pada tanggal 1 desember 2014 sampai 17 januari 2015, memperlihatkan bahwa kecepatan angin tertinggi terjadi pada jam 11.00 siang dengan kecepatan angin 8 m/s.

#### 4.3 Peralatan Pengujian

1. Turbin angin
2. Generator magnet permanen
3. Reactifier
4. Akumulator
5. Alat ukur volt meter, ampere meter dan Anemometer
6. Tachometer
7. Kabel
8. Solar cell

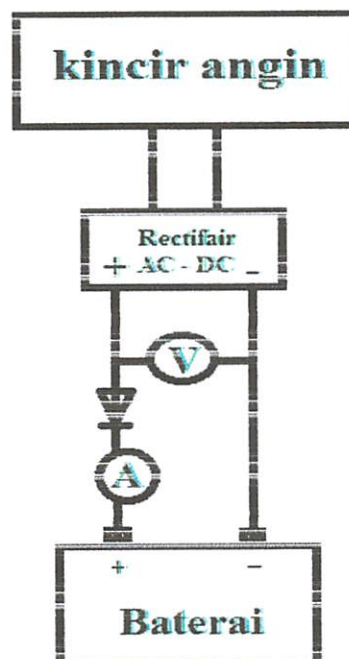


## 4.4 pengujian turbin angin dengan pembebanan akumulator 12V 75Ah

### 4.4.1 Prosedur pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan tanpa menggunakan beban lampu tetapi langsung ke baterai, hal ini bertujuan untuk melihat pengaruh pembebanan terhadap daya dan arus yang dihasilkan generator terhadap baterai

1. Merangkai dan menghubungkan turbin angin dengan alat ukur multimeter untuk mengetahui tegangan, arus sesuai gambar 4.1 dibawah ini.
2. Mengukur kecepatan angin untuk mengetahui keluaran tegangan dan arus pada turbin angin



Gambar 4.1  
Blok diagram pengujian turbin angin.

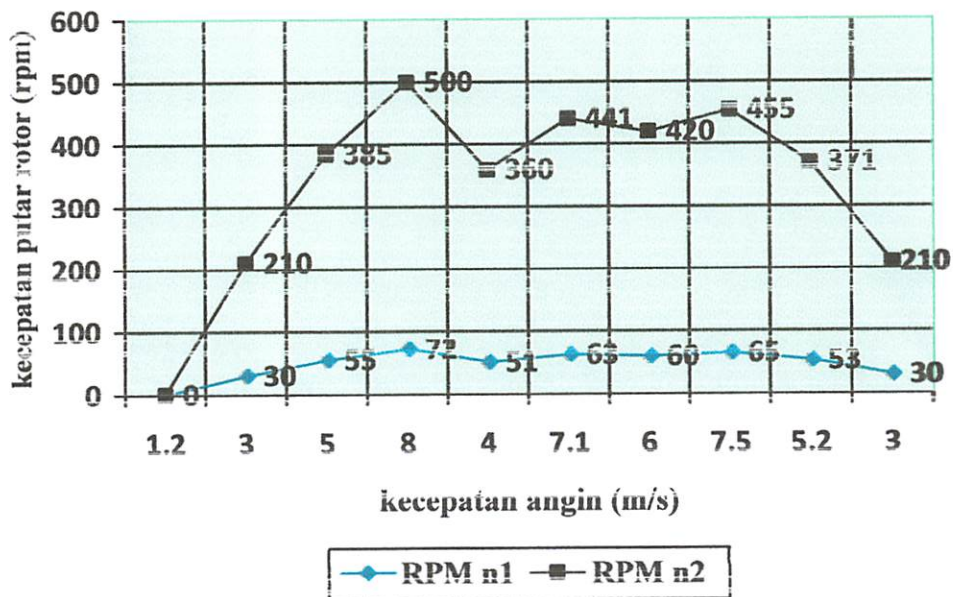
Table 4.2 Hasil pengujian turbin angin sebelum dipasang baterai

Tanggal	Jam	Kecepatan angin (m/s)	Kecepatan putar rotor rata-rata (RPM)		Tegangan keluaran (Vdc)
			N1	N2	
01 - 12 - 2014	08.00	1,2 m/s	-	-	-
05 - 12 - 2014	09.00	3 m/s	30	210	6
11 - 12 - 2014	10.00	5 m/s	55	385	12,60
20 - 12 - 2014	11.00	8 m/s	72	500	14,80
23 - 12 - 2014	12.00	4 m/s	51	360	10,70
29 - 12 - 2014	13.00	7,1 m/s	63	441	13,65
02 - 01 - 2015	14.00	6 m/s	60	420	13,40
08 - 01 - 2015	15.00	7,5 m/s	65	455	14,25
13 - 01 - 2015	16.00	5,2 m/s	53	371	12,60
17 - 01 - 2015	17.00	3 m/s	30	210	6

Pada pengujian diatas, tegangan yang dihasilkan generator pada kecepatan angin terendah yaitu 3 m/s adalah 6 volt dengan kecepatan putaran n1 30 rpm dan n2 210 rpm. Dan pada saat kecepatan angin 8 m/s tegangan yang dihasilkan adalah 14,80 volt dengan kecepatan putaran n1 72 dan n2 500.



Grafik 4.2 hubungan tegangan output generator terhadap kecepatan angin, sebelum dihubungkan dengan baterai



Grafik 4.3 hubungan kecepatan putar rotor n1 dan n2 terhadap kecepatan angin, sebelum dihubungkan dengan baterai

Pada gambar 4.3 dan 4.4 memperlihatkan bahwa kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap putaran pada rotor serta tegangan listrik listrik yang dihasilkan generator. Hal ini ditunjukkan bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan rpm dan tegangan listrik yang dihasilkan generator.

Besarnya tegangan listrik yang dibutuhkan pada saat melakukan proses pengisian accumulator adalah 12,10 sampai 15 volt. Dari table 4.3 bisa dilihat bahwa pada kecepatan angin 5 m/s sampai 8 m/s dapat memutar turbin dengan kecepatan 385 rpm sampai 500 rpm, generator telah mampu menghasilkan tegangan listrik melebihi 12 volt.

Table 4.3 hasil pengujian turbin angin setelah dipasang baterai

Tanggal	Jam	Kecepatan angin (m/s)	Kecepatan putar rotor rata-rata (RPM)		Tegangan (Vdc)	Arus (Ampere)
			N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>		
01 - 12 - 2014	08.00	1,2 m/s	-	-	-	-
05 - 12 - 2014	09.00	3 m/s	25	175	4	-
11 - 12 - 2014	10.00	5,1 m/s	52	365	12,20	1,73
20 - 12 - 2014	11.00	8 m/s	69	480	14,30	3,10
23 - 12 - 2014	12.00	4 m/s	48	340	10	-
29 - 12 - 2014	13.00	7,1 m/s	63	441	13,50	2,60
02 - 01 - 2015	14.00	6 m/s	58	406	13,20	2,20
08 - 01 - 2015	15.00	7,5 m/s	65	455	13,75	2,80
13 - 01 - 2015	16.00	5,2 m/s	53	371	12,25	1,75
17 - 01 - 2015	17.00	3 m/s	25	175	4	-

Pada table 4.3 hasil pengujian turbin angin daya yang masuk ke baterai

yaitu :

Pada jam 10.00 tegangan 12,20 volt x 1,73 ampere = 21,106 watt jam

Pada jam 11.00 tegangan 14,30 volt x 3,10 ampere = 44,33 wat jam

Pada jam 13.00 tegangan 13,50 volt x 2,60ampere = 35,1 watt jam

Pada jam 14.00 tegangan 13,20 volt x 2,20 ampere = 29,04 watt jam

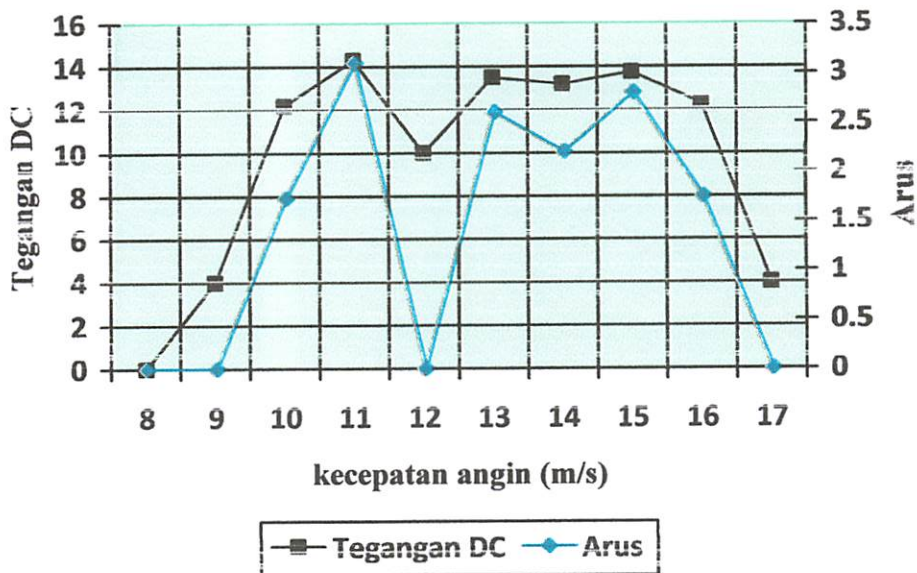
Pada jam 15.00 tegangan 13,75 volt x 2,80 ampere = 38,5 watt jam

Pada jam 16.00 tegangan 12,25 volt x 1,75 ampere = 23,1875 watt jam

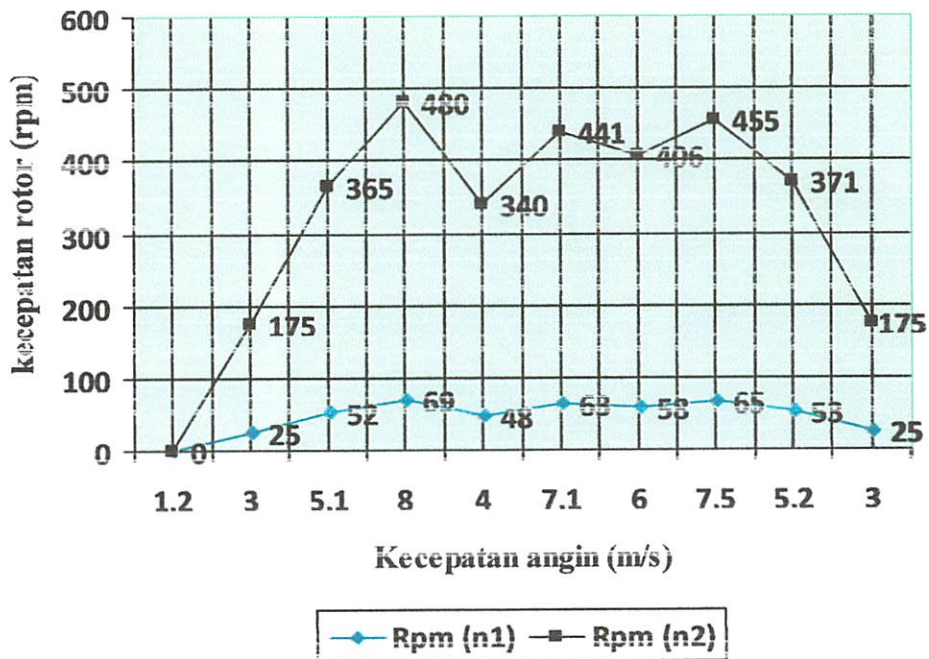
Jadi  $I_{total} = 1,73 + 3,10 + 2,60 + 2,20 + 2,80 + 1,75 = 14,18$  ampere

Jadi daya total selama 6 jam yaitu :

$P_{total} = 21,106 + 44,33 + 35,1 + 29,04 + 38,5 + 23,1875 = 191,2635$  watt



Grafik 4.4 hubungan tegangan dan arus generator terhadap kecepatan angin, setelah dihubungkan dengan baterai



Grafik 4.5 hubungan kecepatan putar rotor n1 dan n2 terhadap kecepatan angin, setelah dihubungkan dengan baterai

Pada kecepatan angin 5 m/s sampai 8 m/s pengisian accumulator paling efektif dilakukan. Pada kecepatan angin 5 m/s tegangan yang dihasilkan adalah 12,20 volt dengan arus 1,73 ampere, sedangkan pada kecepatan angin 8 m/s tegangan yang dihasilkan 14,30 volt dengan arus 3,10 ampere.

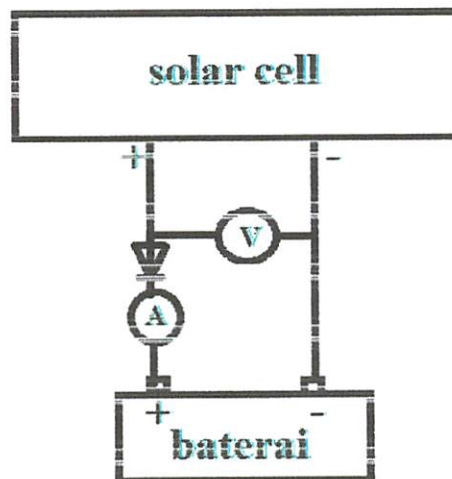


## 4.5 pengujian solar cell dengan pembebanan akumulator 12V 75Ah

### 4.5.1 Prosedur pengujian

Pengujian ini dilakukan sama dengan pengujian turbin angin yaitu tanpa menggunakan beban lampu tetapi langsung ke baterai, hal ini bertujuan untuk melihat pengaruh pembebanan terhadap daya dan arus yang dihasilkan generator terhadap baterai

1. Merangkai dan menghubungkan solar cell dengan alat ukur multimeter untuk mengetahui tegangan dan arus sesuai gambar 4.2 dibawah ini.
2. Mengukur intensitas cahaya matahari dalam rentang waktu satu jam untuk mengetahui keluaran tegangan dan arus pada solar cell



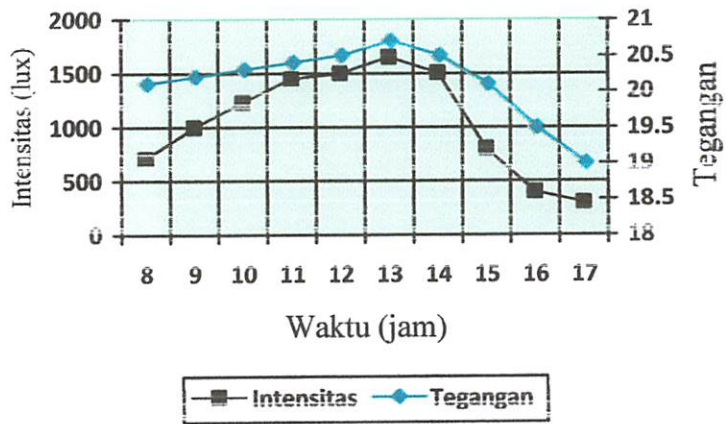
Gambar 4.2  
blok diagram pengujian solar cell

**Tabel 4.4 Hasil Pengujian Intensitas, Tegangan, Arus dan Daya Solar Cell Pada Bulan November Dan Januari 2014 sebelum dihubungkan dengan baterai**

Tanggal	Jam	Intensitas cahaya matahari (Lux)	Tegangan (Volt)
01 – 12 - 2014	08:00	704	20
05 – 12 - 2014	09:00	1000	20,2
11 – 12 - 2014	10:00	1230	20,3
20 – 12 - 2014	11:00	1450	20,4
23 – 12 - 2014	12:00	1500	20,5
29 – 12 - 2014	13:00	1650	20,7
02 – 01 - 2015	14:00	1504	20,5
08 – 01 - 2015	15:00	800	20.1
13 – 01 - 2015	16:00	400	19,5
17 – 01 - 2015	17:00	300	19

Pada pengujian diatas, Tegangan yang dihasilkan oleh solar cell sebelum dihubungkan dengan baterai pada jam 08.00 adalah 20 volt dengan intensitas cahaya matahari 704 lux dan mengalami peningkatan tegangan pada jam 13.00 sebesar 20,7 volt dengan intensitas matahari 1650 lux. Sedangkan pada jam 14.00 intensitas cahaya matahari mengalami penurunan dari 1504 lux sampai 300 lux pada jam 17.00.





Grafik 4.6 hubungan antara intensitas cahaya matahari, waktu dan tegangan sebelum dipasang baterai



Gambar. 4.3 Pengukuran intensitas cahaya matahari



Gambar. 4.4 Pengukuran tegangan sebelum dipasang baterai pada solar cell

**Tabel 4.5 Hasil Pengujian Intensitas, Tegangan Dan Arus Solar Cell  
Pada Bulan 1 Desember 2014 sampai 17 Januari 2015 setelah  
dihubungkan dengan baterai**

Tanggal	Jam	Intensitas cahaya matahari (Lux)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya baterai (watt)
01 12 - 2014	08:00	704	14,3	3,55	50,765
05 - 12 - 2014	09:00	1000	14,4	4,20	60,48
11 - 12 - 2014	10:00	1230	14,5	4,32	62,64
20 - 12 - 2014	11:00	1450	14,6	4,70	68,62
23 - 12 - 2014	12:00	1500	14,7	4,40	64,68
29 - 12 - 2014	13:00	1650	15	5	75
02 - 01 - 2015	14:00	1504	14,8	4,41	65,268
08 - 01 - 2015	15:00	800	14,3	3,56	50,908
13 - 01 - 2015	16:00	400	13,5	2,20	31,9
17 - 01 - 2015	17:00	300	13	1,66	21,58

Pada pengujian solar cell saat dihubungkan dengan baterai, Tegangan dan arus yang dihasilkan oleh solar cell pada jam 08.00 adalah 14,4 volt dengan arus 3,55 ampere dan mengalami peningkatan tegangan pada jam 13.00 sebesar 15 volt dengan arus 5 ampere. Sedangkan pada jam 14.00 tegangan dan arus mengalami penurunan dari 14,8 volt, 4,41 ampere dan pada jam 17.00. tegangan 13 volt dengan arus 1,66 ampere

Pada table 4.5 hasil pengujian turbin angin daya yang masuk ke baterai yaitu :

Pada jam 08.00 tegangan 14,3 volt x 3,55 ampere = 50,765 watt jam

Pada jam 09.00 tegangan 14,4 volt x 4,20 ampere = 60,48 watt jam

Pada jam 10.00 tegangan 14,5 volt x 4,32 ampere = 62,64 watt jam

Pada jam 11.00 tegangan 14,6 volt x 4,70 ampere = 68,62 watt jam

Pada jam 12.00 tegangan 14,7 volt x 4,40 ampere = 64,68 watt jam

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

Pada jam 14.00 tegangan 14,8 volt x 4,41 ampere = 65,268 watt jam

Pada jam 15.00 tegangan 14,3 volt x 3,56 ampere = 50,908 watt jam

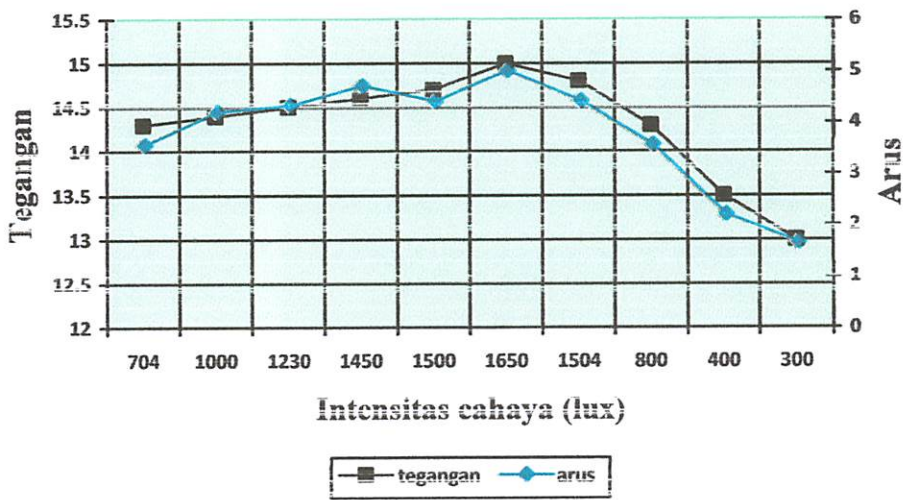
Pada jam 16.00 tegangan 13,5 volt x 2,20 ampere = 31,9 watt jam

Pada jam 17.00 tegangan 13 volt x 1,66 ampere = 21,58 watt jam

$$\begin{aligned} \text{Jadi } I_{total} &= 3,55 + 4,20 + 4,32 + 4,70 + 4,40 + 5 + 4,41 + 3,56 + 2,20 + 1,66 \\ &= 38 \text{ ampere} \end{aligned}$$

Jadi daya total selama 10 jam yaitu :

$$\begin{aligned} P_{total} &= 50,765 + 60,48 + 62,64 + 68,62 + 64,68 + 75 + 65,268 + 50,908 + \\ &31,9 + 21,58 = 551,841 \text{ watt} \end{aligned}$$



Grafik 4.7 hubungan antara intensitas cahaya matahari terhadap tegangan dan arus pada solar cell setelah dihubungkan dengan baterai

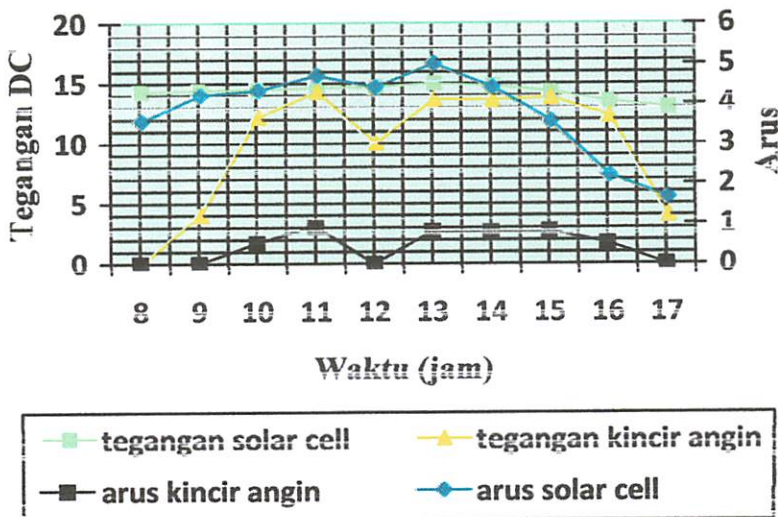


Gambar. 4.5 Pengukura tegangan pada solar cell saat dihubungkan dengan baterai

**4.6 Hasil pengujian dua buah pembangkit solar cell dan turbin angin dengan pembebanan akumulator 12V 75Ah**

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Tegangan dan Arus pada kedua pembangkit turbin angin dan Solar Cell dengan pembebanan baterai 12 V 75 Ah

Tanggal	Jam	Tegangan solar cell (Vdc)	Arus (Ampere)	Tegangan kincir angin (Vdc)	Arus (Ampere)
01 - 12 - 2014	08.00	14,3	3,55	-	-
05 - 12 - 2014	09.00	14,4	4,20	4	-
11 - 12 - 2014	10.00	14,5	4,32	12,20	1,73
20 - 12 - 2014	11.00	14,6	4,70	14,30	3,10
23 - 12 - 2014	12.00	14,7	4,40	10	-
29 - 12 - 2014	13.00	15	5	13,65	2,65
02 - 01 - 2015	14.00	14,8	4,41	13,60	2,60
08 - 01 - 2015	15.00	14,3	3,56	13,80	2,70
13 - 01 - 2015	16.00	13,5	2,20	12,30	1,75
17 - 01 - 2015	17.00	13	1,66	4	-



Grafik 4.8 hubungan tegangan dan arus pada kedua pembangkit solar cell dan kincir angin setelah dihubungkan dengan baterai

Dari Tabel 4.6 hasil pengujian kedua pembangkit kincir angin dan solar cell pada bulan november dan januari 2014 yaitu untuk turbin angin jam 08.00, 09.00, 12.00, dan 17.00 tidak ada sumber yang masuk ke baterai ini dikarenakan tegangan yang dihasilkan generator dari turbin angin tegangannya tidak mencukupi/terpenuhi, karena minimal tegangan yang masuk ke baterai adalah 12,10 volt. Sedangkan pada solar cell karena intensitas cahaya matahari sangat tinggi terjadi maka proses pengisian terjadi dari 08.00 sampai 17.00 tegangan minimal yang dihasilkan solar cell 13 volt arus 1,66 ampere, dan maksimal 15 volt arus 5 ampere.

Proses pengisian/charger kedua pembangkit hybrid turbin angin dan solar cell secara bersamaan terjadi pada jam 10.00 arus turbin angin 1,73 ampere solar cell 4,32 ampere. Pada jam 11.00 arus turbin angin 3,10 ampere solar cell 4,70 ampere. Pada jam 13.00 arus turbin angin 2,65 ampere solar cell 5 ampere. Pada jam 14.00 arus turbin angin 2,60 ampere solar cell 4,41 ampere. Pada jam 15.00 arus turbin angin 2,70 ampere solar cell 3,56 ampere, dan pada jam 16.00 arus pada turbin angin 1,75 ampere solar cell 2,20 ampere.

Pemanfaatan energi listrik dari hasil pengukuran hybrid angin dan matahari tertinggi pada jam 11.00 yaitu dari generator turbin angin 3,10 ampere dan dari solar cell adalah 4,70 Ampere sehingga arus total menjadi 7,8 ampere sedangkan yang terendah terjadi pada jam 16.00 yaitu dari generator turbin angin 1,75 ampere dan dari solar cell 2,20 ampere dan arus total menjadi 3,95 ampere.

Jumlah arus yang masuk ke baterai secara hybrid dari jam 10.00, 11.00, 13.00, 14.00, 15.00, 16.00 yaitu :

Pada jam 10.00  $I_{total}$  yaitu:

$$I_{total} = 1,73 \text{ ampere} + 4,32 \text{ ampere} = 6,05 \text{ ampere/jam}$$

Pada jam 11.00  $I_{total}$  yaitu:

$$I_{total} = 4,70 \text{ ampere} + 3,10 \text{ ampere} = 7,8 \text{ ampere/jam}$$

Pada jam 13.00  $I_{total}$  yaitu:

$$I_{total} = 2,65 \text{ ampere} + 5 \text{ ampere} = 7,65 \text{ ampere/jam}$$

Pada jam 14.00  $I_{total}$  yaitu:

$$I_{total} = 4,41 \text{ ampere} + 2,60 \text{ ampere} = 7,01 \text{ ampere/jam}$$

Pada jam 15.00  $I_{total}$  yaitu:

$$I_{total} = 2,70 \text{ ampere} + 3,56 \text{ ampere} = 6,26 \text{ ampere/jam}$$

Pada jam 16.00  $I_{total}$  yaitu:

$$I_{total} = 1,75 \text{ ampere} + 2,20 \text{ ampere} = 3,95 \text{ ampere/jam}$$

Jadi  $I_{total} = I_{total \text{ generator}} + I_{total \text{ solar cell}}$

$$= 14,53 \text{ Ampere} + 24,19 \text{ Ampere} = 38,72 \text{ Ampere}$$

Sedangkan tegangan yang masuk baterai adalah 15 volt. Jadi daya yang masuk ke baterai selama 6 jam adalah:

$$P = I_{total} \times Volt = 38,72 \times 15 = 580,8 \text{ watt}$$

#### 4.7 Hasil pengujian dua buah pembangkit solar cell dan turbin angin dengan pembebanan lampu

Tabel 4.7 Hasil pengujian tegangan dan arus pada kedua pembangkit turbin angin dan solar cell dengan beban lampu 25 watt

Jam	Tegangan pembangkit hybrid setelah dipasang baterai (Vdc)	Beban lampu (watt)	Arus beban (Ampere)
08.00	14,3	25	3,49
09.00	14,4		3,47
10.00	14,5		3,44
11.00	14,6		3,42
12.00	14,7		3,40
13.00	15		3,33
14.00	14,8		3,37
15.00	14,3		3,49
16.00	13,5		3,44
17.00	13		3,84

Karena daya yang masuk ke baterai selama 6 jam adalah:

$$P = I_{total} \times Volt = 38,72 \times 15 = 580,8 \text{ watt}$$

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

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

$$T = 580,8 \text{ watt} / 25 \text{ watt} = 23,2 \text{ jam}$$



## **BAB V**

### **PENUTUP**

Berdasarkan perancangan, pembuatan, pengujian dan analisis alat sistem pembangkit hybrid angin dan matahari

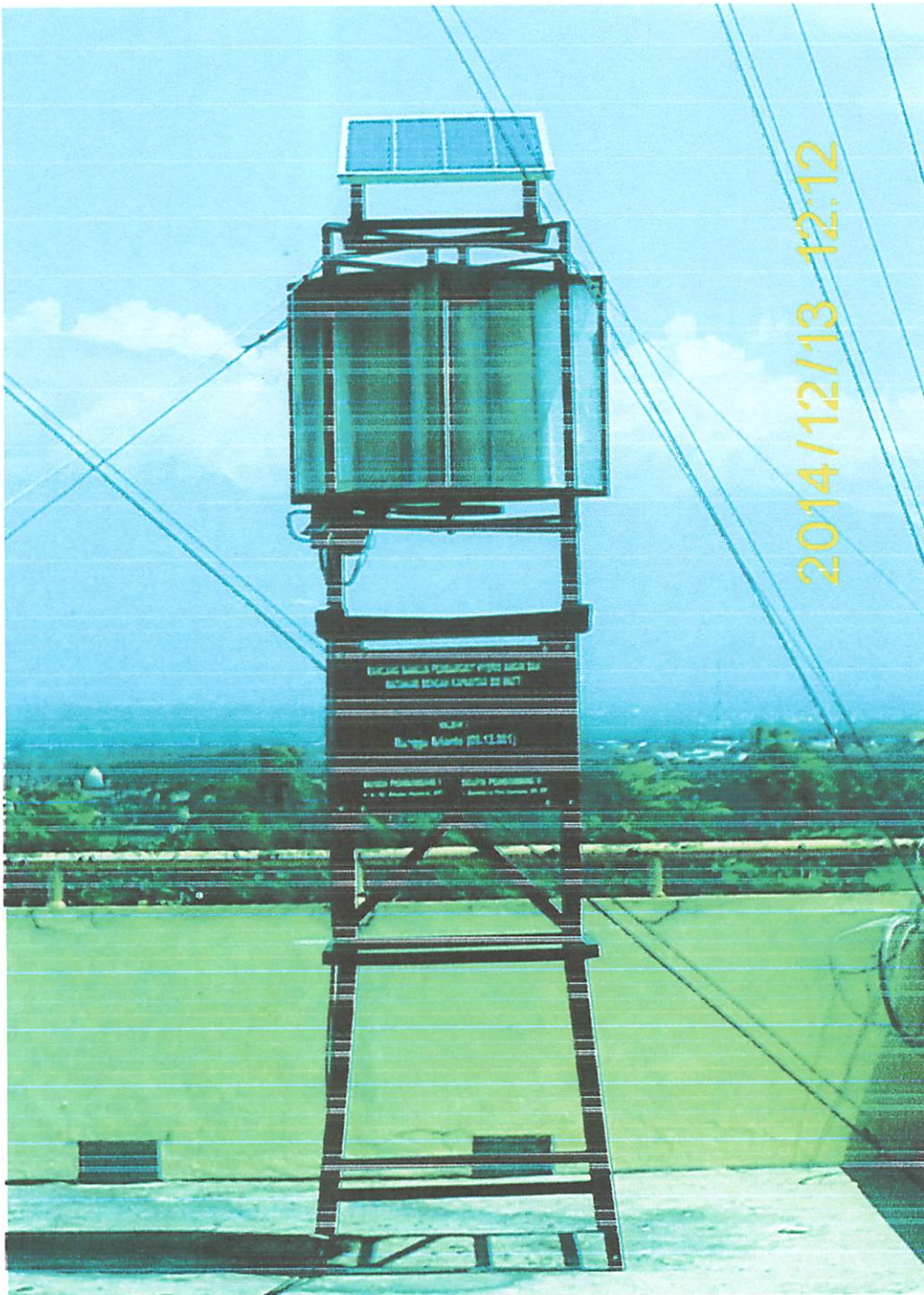
#### **5.1 Kesimpulan**

1. 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
2. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan solar cell menyebabkan loncatan electron yang melewati sambungan p-n sel surya semakin besar, sehingga energi listrik yang dihasilkan juga semakin meningkat.
3. Untuk turbin angin arus total yang dihasilkan yaitu 14,18 ampere selama 6 jam dan daya sebesar 191,2635 watt
4. Sedangkan untuk solar cell arus total yang dihasilkan yaitu 38 ampere selama 10 jam dan daya sebesar 551,841
5. Untuk system hybrid arus total yang dihasilkan yaitu 38 ampere selama 6 jam dan daya sebesar 580,72 watt
6. Arus maksimal yang dihasilkan pembangkit pada sistem hybrid turbin angin dan solar cell yaitu 7,8 ampere terjadi pada jam 11.00
7. Sedangkan pada Arus minimal yang dihasilkan pembangkit pada sistem hybrid yaitu 3,95 ampere terjadi pada jam 17.00

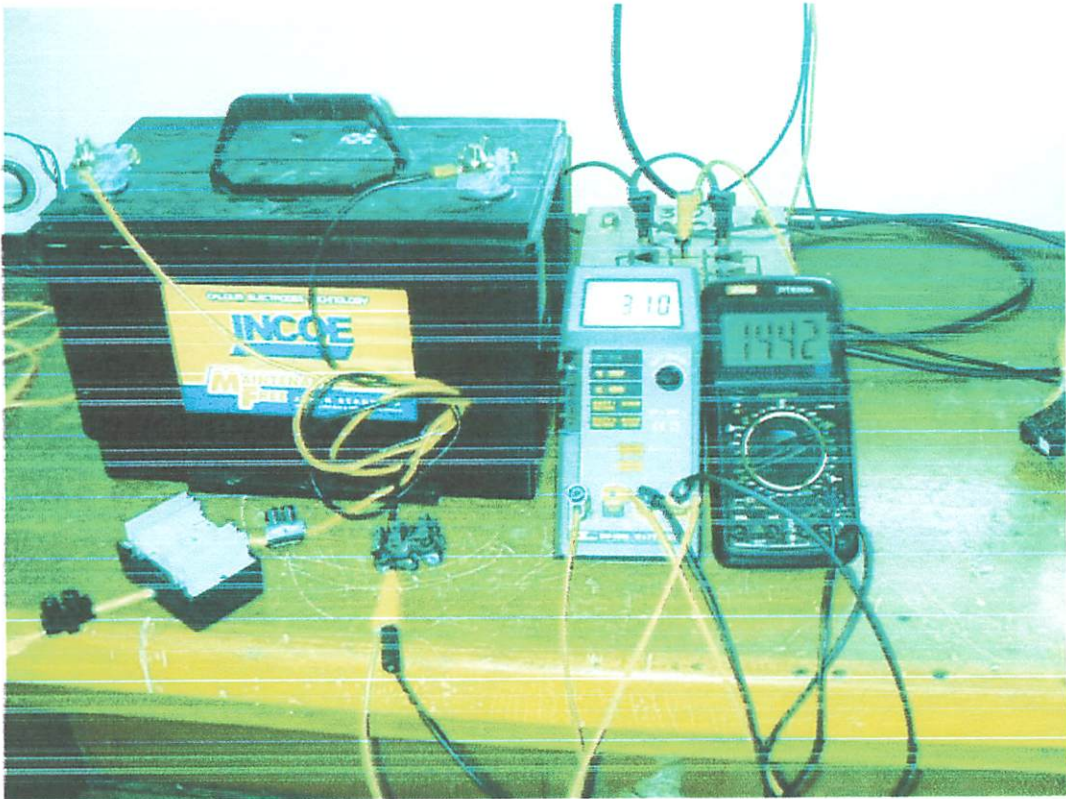
## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adityo Putranto, Andika Prasetyo, Arief Zatmiko U, Desember 2011 "*rancang bangun turbin angin vertical untuk penerangan rumah tangga*" Tugas Akhir Diploma III Teknik mesin Universities diponegoro
- [2] Andri Kusbiantoro, Rudi Soenoko, Joko Sutikno, Maret 2013 "*pengaruh panjang lengkung sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros vertical savonius*" Teknik Mesin Universities Brawijaya
- [3] Faslucky Afifudin. Farid Samsu Hananto April 2002 "*optimalisasi tegangan kuluaran dari solar cell menggunakan lensa pemfokus cahaya matahari*" Jurnal Neutrino Vol 4, No 2
- [4] Hasim Asy'ari, Jatmiko, Azis Ardiyatmoko, juni 2012 "*desain generator magnet permanen kecepatan rendah untuk pembangkit listrik tenaga angina tau bayu (PLTB)*" Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi ISSN :1907-5022
- [5] Moch. Arif Afiludin, November 2010 "*studi eksperimental performansi vertical axis wind turbine (VAWT) dengan variasi desain turbin*" Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh November
- [6] Prasetyo Dwi N, 2010 "*pembuatan alat praktikum perawatan system transmisi I*" Tugas Akhir Program Studi DIII Teknik Mesin Universities Sebelas Maret

# LAMPIRAN



Gambar turbin angin vetikal dan solar cell



Gambar pengujian pembangkit hybrid turbin angin dan solar cell



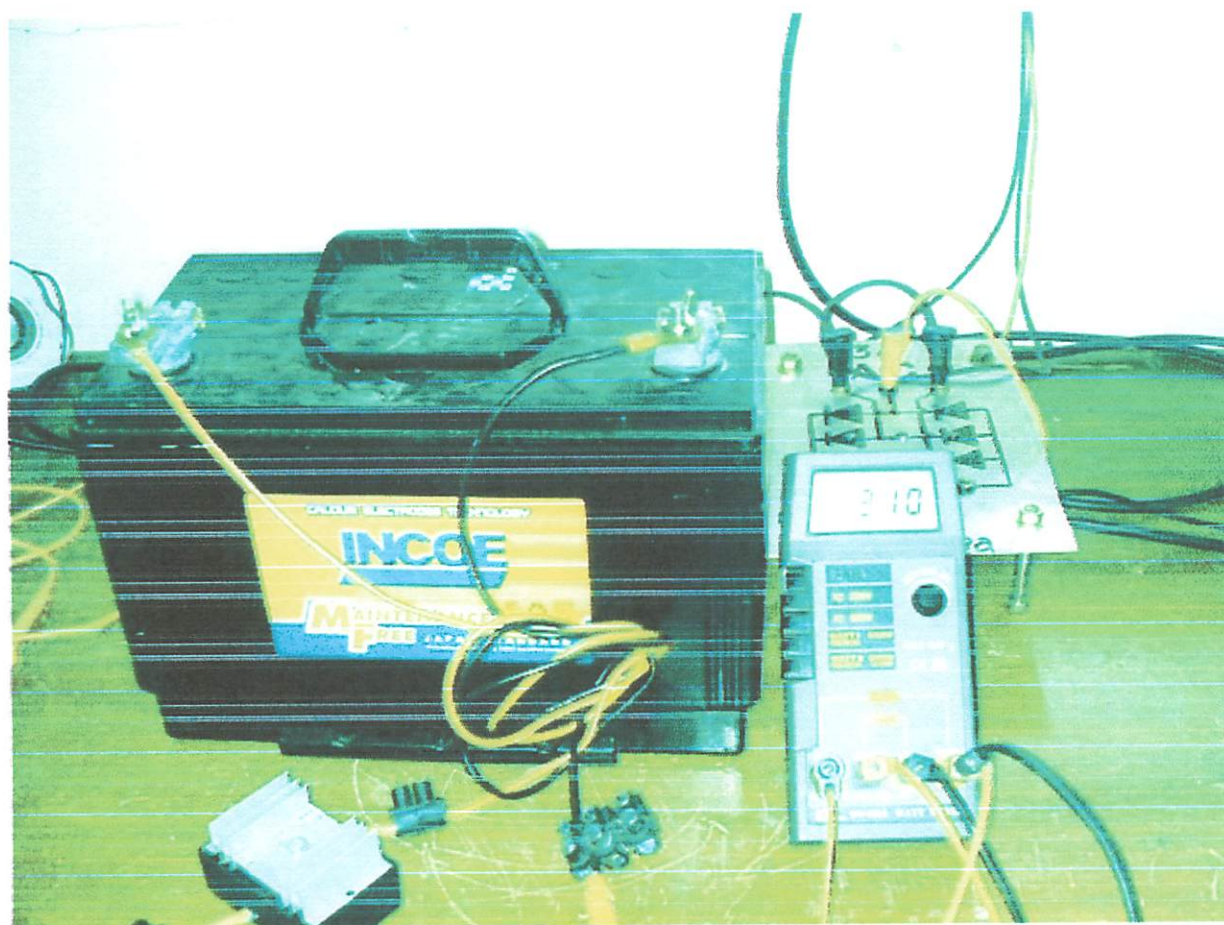


Gambar rangka stator dan rotor turbin angin sumbu vertical



Gambar rangka tower pembangkit hybrid angin dan matahari





Gambar pengujian arus turbin angin vertical





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

**PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

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

Hari/Tanggal : Rabu, 18 Februari 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : RANGGA ARIANTO  
NIM : 0912001  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN PEMBANGKIT HYBRID ANGIN DAN MATAHARI DENGAN KAPASITAS 200 WATT**

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Kata pengantar	
2.	Tinjauan pustaka, di sesuaikan dengan daftar pustaka	
3.	Table halaman 39, 48, 50 di lengkapi dan daya batracai dihitung sesuai dengan table yang dikaji	

Dosen Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT  
NIP. Y. 1030100371

Dosen Pembimbing I

Ir. M. Abdul Hamid, MT  
NIP.Y. 1018800188

Dosen Pembimbing II

Bambang Prio Hartono, ST, MT  
NIP. Y. 1028400082

**PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang sarjana (S-1) yang berjudul "Analisa Daya pada Busbar"

Tanggal : Rabu, 18 Februari 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : RANGGA ARIANTO  
 NIM : 0912001  
 Jurusan : Teknik Elektro S-1  
 Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
 Nama Dosen Pembimbing I : BANGANG PRIO HANONO, ST, MT  
 Nama Dosen Pembimbing II : DAN MATAHARI DENGAN KAPASITAS 200 WATT

No	Materi Perbaikan	Kel
1.	Kata pengantar	✓
2.	Tinjauan pustaka di susuaikan dengan daftar pustaka	✓
3.	Table halaman 50-58, 50 di lekarkan dan daya baterai dihilangkan sesuai dengan table yang dikaji	✓

Dosen Pembimbing II

Dr. Ni Puji Agustini, MT  
 NIP. 71.1025100271

Dosen Pembimbing II

Bambang Prio Hanono, ST, MT  
 NIP. 71.1025400082

Dosen Pembimbing I

Dr. M. Abdul Hamid, MT  
 NIP. 71.1018500188



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

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : RANGGA ARIANTO  
NIM : 0912001  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

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 dikemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 05 maret 2015

Yang membuat pernyataan



RANGGA ARIANTO

NIM : 0912001



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

**PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

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

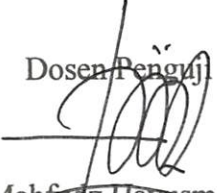
Hari/Tanggal : Rabu, 18 Februari 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : RANGGA ARIANTO  
NIM : 0912001  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN PEMBANGKIT HYBRID ANGIN DAN MATAHARI DENGAN KAPASITAS 200 WATT**

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Tata tulis diperbaiki, kata pengantar	h.
2.	Daftar pustaka dilengkapi dan diperbaiki	h.
3.	Table 4.1 kecepatan angin dilengkapi mulai tanggal 1 desember 2014 sampai 17 januari 2015	h.
4.	Flowchart – metodologi penelitian	h.
5.	Pengujian ditambah dengan beban lampu	h.

Dosen Penguji I

  
Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT  
NIP. P. 1031400472

Dosen Pembimbing I

  
Ir. M. Abdul Hamid, MT  
NIP.Y. 1018800188

Dosen Pembimbing II

  
Bambang Prio Hartono, ST, MT  
NIP. Y. 1028400082

**PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

Dini hasil ujian skripsi jurusan Teknik Elektro jeringan tenaga (S-1) yang  
dibuat oleh mahasiswa pada

Hari/Tanggal : Rabu 18 Februari 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : RANGGA ARIANTO  
 NIM : 0912001  
 Jurusan : Teknik Elektro S-1  
 Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
 Judul Skripsi : ANALISIS RANCANGAN PERALATAN PENYALURAN

**DAN MATAHARI DENGAN KAPASITAS 200 WATT**

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Tata tulis diperbaiki, kata pengantar	
2.	Daftar pustaka diteliti dan diperbaiki	
3.	Table 4.1 kecocokan angka diteliti dan diperbaiki	
4.	2014 sampai 17 Januari 2015	
4.	Powchar - metodologi penelitian	
5.	Penelitian diuraikan dengan benar	

Dosen Penguji I

Lecturer Multidisciplinary ST. MT  
 NIM. 101800188

Dosen Pembimbing II

Bangbang Prio Hartono, ST. MT  
 NIM. 101800082

Dosen Pembimbing I

Dr. M. Abdul Hamid, MT  
 NIM. 101800188





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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : RANGGA ARIANTO
2. NIM : 0912001
3. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO S-1
4. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
5. Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN PEMBANGKIT HYBRID ANGIN DAN MATAHARI DENGAN KAPASITAS 200 WATT**

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

- Hari : Rabu  
Tanggal : 18 Februari 2015 ✕  
Dengan Nilai : **83,5 (A)**

**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 Penguji**

Penguji I

Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT  
NIP. P. 1031400472

Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT  
NIP. Y. 1030100371

**BERITA ACARA LULUS SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : KANGGA ARIANTO  
 2. NIM : 0912001  
 3. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO 2-1  
 4. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK  
 5. Judul Skripsi : RANCANG BANGUN PERBANDINGAN HYBRID ANGIN DAN  
 MATAHARI BERKAWAL KAPALAN 200 WATT

Diperatapkan dihadapan Majelis Penguji terjemah 2 (2-1) pada :

1 Hari : Rabu  
 Tanggal : 18 Februari 2015  
 Dengan Nilai : 55,5 (A)

**Panitia Ujian Skripsi**

Sekretaris Majelis Penguji

Ketua Majelis Penguji

Dr. Ing. I Komang Somanwara, S.T., MT

M. Ibrahim Ashari, S.T., MT

NIP. 1.1930100301

NIP. 1.1930100328

**Anggota Penguji**

Penguji II

Penguji I

Dr. Ir. Iwan Agusman, MT

Latih Mardiana Haryuman, S.T., MT

NIP. 1.1930100373

NIP. 1.1931400472



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

**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI**  
SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama : Rangga Arianto  
Nim : 0912001  
Masa Bimbingan : Semester Ganjil 2014 – 2015  
Judul : Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Angin Dan Matahari  
Dengan Kapasitas 200 Watt

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	29-10-2014	Penjelasan tentang penentuan generator pada turbin angin vertikal	
2	20-11-2014	Penjelasan tentang proses pembuatan alat pembangkit hybrid	

Malang, Maret 2015

Dosen Pembimbing



**Ir M. Abdul Hamid, MT**

**NIP.Y. 1018800188**

Form.S-4b





**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

**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI**  
**SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2014-2015**

Nama : Rangga Arianto  
Nim : 0912001  
Masa Bimbingan : Semester Ganjil 2014 – 2015  
Judul : Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Angin Dan Matahari  
Dengan Kapasitas 200 Watt

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	30-10-2014	Bimbingan laporan skripsi Bab 1, Bab 2, Bab 3, Bab 4	
2	06-11-2014	Refisi laporan skripsi Bab 1, Bab 2, Bab 3, Bab 4	

Malang, Maret 2015

Dosen Pembimbing




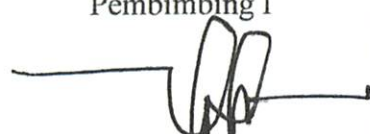

Bambang Prio Hartono, S1, MT  
NIP.Y. 1028400082

Form.S-4b



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

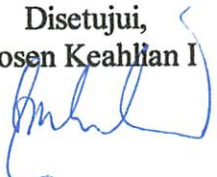

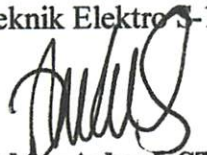


<b>KONSENTRASI</b>	<b>T. ENERGI LISTRIK</b>
--------------------	--------------------------

1.	Nama Mahasiswa	RANGGA ARIANTO	NIM	912001
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang
	Pelaksanaan	<b>08 Desember 2014</b>		<b>2322</b>
3.	Judul Skripsi	RANCANG BANGUN PEMBANGKIT HYBRID ANGIN DAN MATAHARI UNTUK BEBAN PENERANGAN TYPE LED DI DAERAH PEDESAAN		
4.	Perubahan Judul	RANCANG BANGUN PEMBANGKIT HYBRID ANGIN DAN MATAHARI DENGAN KAPASITAS 200 WATT.		
5.	Catatan : 1. Hitung Torsi nya ? 2. Proyeksi putaran mak ? 3. Hitungan gear box ? 4. Pengujian Kincir Angin. (lokasi)			
6.	Mengetahui, Ketua Jurusan  <u>M. Ibrahim Ashari, ST, MT</u>	Disetujui, Dosen Pembimbing		
		Pembimbing I  Ir. M. Abdul Hamid, MT	Pembimbing II  Bambang Prio Hartono, ST, MT	





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

1.	Nim	: 0912001		
2.	Nama	: RANGGA ARIANTO		
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Energi Listrik		
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat	
	7 Oktober 2014	09:00	III.1.1	
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	RANCANG BANGUN PEMBANGKIT HYBRID ANGIN DAN MATAHARI UNTUK BEBAN PENERANGAN TYPE LED DI DAERAH PEDESAAN		
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	<i>Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Angin dan matahari untuk daya Kapasitas 200 W.</i>		
7.	Catatan :			
8.	Catatan :			
	Persetujuan judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I  (.....)	Disetujui, Dosen Keahlian II  (.....)	Disetujui, Dosen Keahlian III (.....)	
	Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1  <b>M. Ibrahim Ashari, ST, MT</b> NIP. P 1030100358	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
Pembimbing I  (.....)		Pembimbing II  (.....)		