

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA BAYU SKALA KECIL**



**DISUSUN OLEH :**

**ANDI ASLAN SYARIF**

**ISRAR ARDIANSYA**

**105 82 00483 10**

**105 82 00493 10**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2015**

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA BAYU SKALA KECIL**

**Skripsi**

**Diajukan sebagai salah satu syarat**

**Untuk menyelesaikan Strata Satu (S1)**

**Program Studi Teknik Listrik**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**ANDI ASLAN SYARIF**

**105 82 00483 10**

**ISRAR ARDIANSYA**

**105 82 00493 10**

**PADA  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2015**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Skala Kecil**

Nama : Andi Aslan Syarif

Israr Ardiansyah

Stambuk : 105 82 00483 10

105 82 00493 10

Makassar, 12 Maret 2015

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Dr. Ir. Indra Jaya Mansur, MT.

  
Ir. Abd. Hapid, MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro

  
Umar Katu, ST., MT.

NBM : 990 410



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

## FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### PENGESAHAN

Skripsi atas nama Andi Aslan Syarif dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 00483 10 dan Israr Ardiansyah dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 00493 10, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 332/05/A.5-II/II/36/2015, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu 28 Februari 2015

Makassar, 02 Jumadil Akhir 1436 H  
12 Maret 2015 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Irwan Akib, M.Pd.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng.

b. Sekretaris : Suryani, ST., MT.

3. Anggota : 1. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.

2. Andi Faharuddin, ST., MT.

3. A. Abd. Halik Lateko, ST., MT.

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Indra Jaya Mansur, MT.

Pembimbing II

Ir. Abd. Hapid, MT.

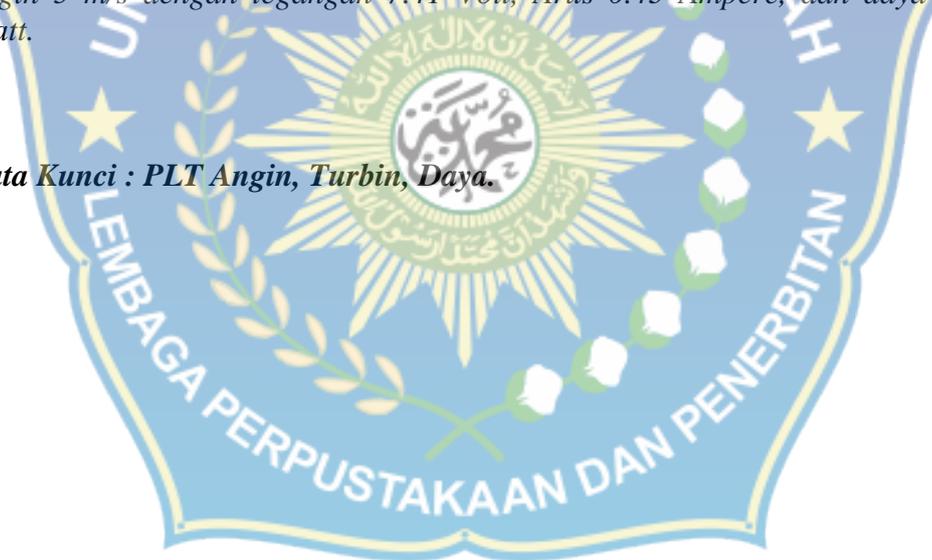
Ketua Program Studi  
Teknik Elektro

Umar Katu, ST., MT.  
NBM : 990 410

## ABSTRAK

*Andi Aslan Syarif dan Israr Ardiansya, 2015. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Skala Kecil". Dibimbing oleh Indra Jaya Mansur dan Abdul Hafid. Tenaga listrik merupakan salah satu kebutuhan yang paling pokok untuk menunjang kehidupan masyarakat saat ini. Untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dalam rumah tangga maupun bisnis, manusia memerlukan tenaga listrik. Seperti halnya pada Universitas Muhammadiyah Makassar, energi listrik sangat berperan penting dalam berlangsungnya kegiatan belajar mengajar mahasiswa. Untuk itu perancangan pembangkit listrik tenaga angin ini dilakukan di gedung Iqra' Universitas Muhammadiyah Makassar lantai 10 dengan ketinggian sekitar 40 meter sebagai loncatan awal dalam menganalisa seberapa besar daya angin yang dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik. Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan turbin poros horizontal yang berdiameter 0.46 m, serta jumlah sudu sebanyak 8 sudu, maka didapatkan hasil pengukuran dengan daya terendah berada pada kecepatan angin 3 m/s dengan tegangan 1.09 Volt, Arus 0.1 Ampere, dan daya 0.109 Watt. serta daya tertinggi berada pada kecepatan angin 5 m/s dengan tegangan 7.41 Volt, Arus 0.43 Ampere, dan daya 3.1863 Watt.*

**Kata Kunci : PLT Angin, Turbin, Daya.**



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum wr. wb.

Puji Syukur kami panjatkan atas ke hadirat Allah SWT, Sang pemilik kerajaan langit dan bumi. Sholawat serta salam dihaturkan bagi Rosulullah Muhammad SAW dan seluruh manusia yang menyerukan kebenaran. Syukur sebagai bukti atas nikmat yang diberikan, sehingga kami dapat menyelesaikan Skripsi ini sesuai jadwal yang ditentukan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana di Universitas Muhammadiyah Makassar Jurusan Teknik Elektro.

Dalam penyelesaian Skripsi ini, kami telah banyak mendapat bimbingan, saran dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimah kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat Dan karunia-Nya.
2. Nabi Muhammad SAW. Sebagai sumber motivasi dan teladan.
3. Kedua orang tua kami yang telah menyemangati kami baik dari segi material maupun moral yang telah membantu kami tanpa jasa.
4. Bapak Hamzah Al Imran, S.T.,M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Bapak Umar Katu, S.T., M.T. Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Bapak Dr. Ir. Indra Jaya Mansyur., M.T., Selaku Pembimbing I Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Bapak Ir. Abd. Hafid.,M.T., Dosen Pembimbing II Universitas Muhammadiyah Makassar.
8. Kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu telah membantu sehingga terselesainya Skripsi ini.

Dalam Penyusunan Skripsi ini, kami menyadari terdapat banyak kekurangan, hal ini disebabkan karena keterbatasan ilmu, wawasan dan pengalaman sehingga Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dengan segala kerendahan hati, kami meminta agar diberikan dan kritik yang membangun guna perbaikan Skripsi ini.

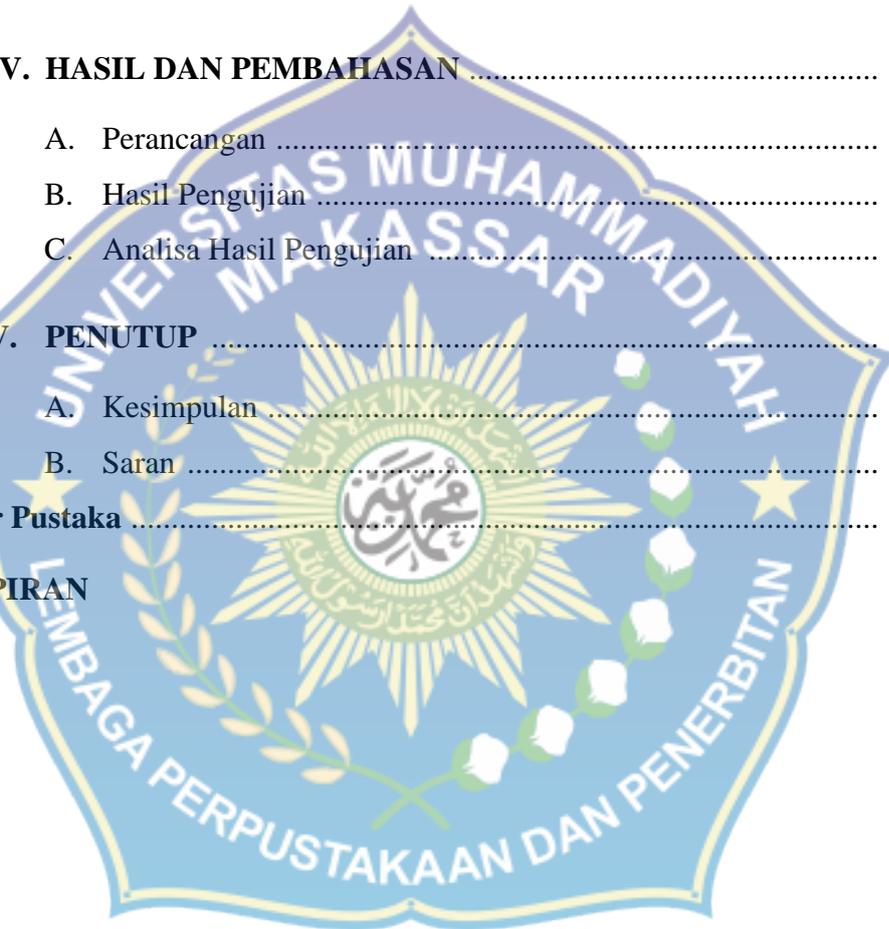
Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada kami pada khususnya, dan kepada pembaca pada umumnya bagi kemajuan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dibidang ilmu kelistrikan dan Sumber Daya Energi.



# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Batasan Masalah .....	2
D. Tujuan Penelitian .....	3
E. Manfaat Penelitian .....	3
F. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
A. Angin .....	6
1. Proposal dan Faktor terjadinya Angin .....	6
2. Sifat-Sifat Angin .....	7
3. Kecepatan Angin .....	8
4. Jenis-Jenis Angin .....	8
5. Alat untuk mengukur Angin .....	11
B. Kincir Angin .....	12
C. Generator DC .....	18

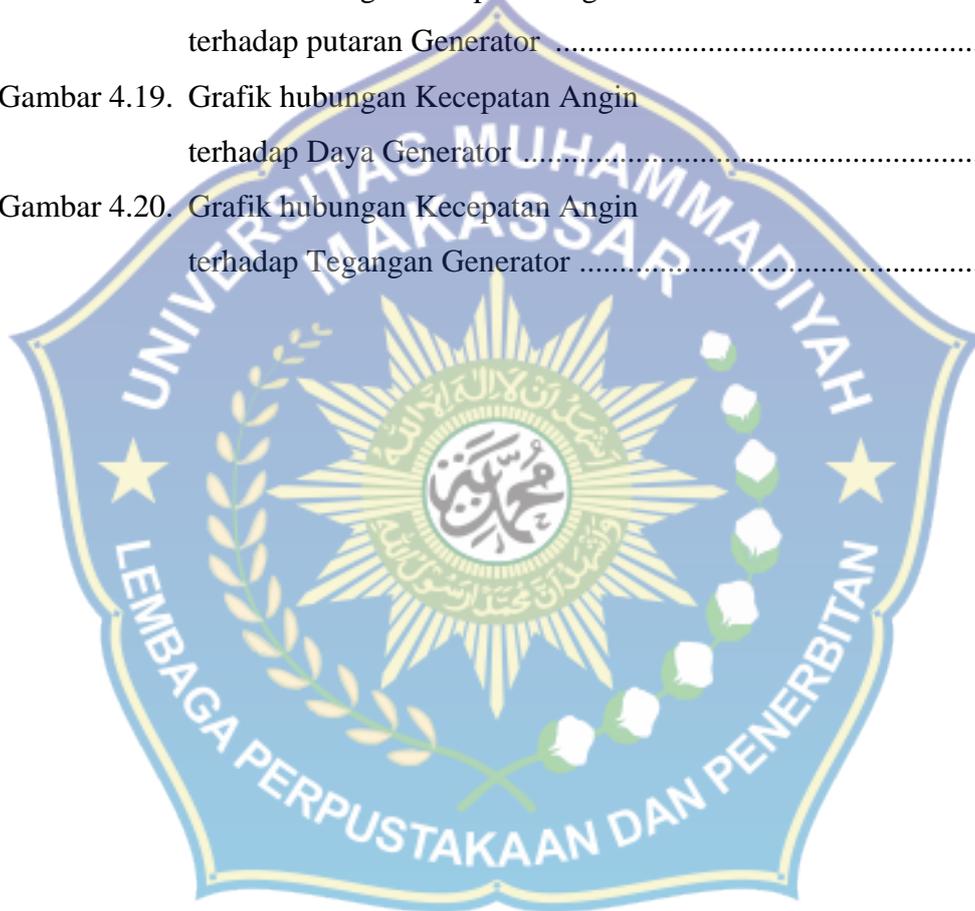
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
A. Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	22
B. Metode Penelitian .....	22
D. Alat dan Bahan .....	23
E. Diagram Blok .....	24
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
A. Perancangan .....	27
B. Hasil Pengujian .....	38
C. Analisa Hasil Pengujian .....	40
<b>BAB V. PENUTUP .....</b>	<b>48</b>
A. Kesimpulan .....	48
B. Saran .....	48
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Angin .....	5
Gambar 2.2	Angin Darat dan Angin Laut .....	7
Gambar 2.3	Angin Lembah dan Angin Gunung .....	8
Gambar 2.4	Angin Fohn .....	8
Gambar 2.5	Angin Muson .....	9
Gambar 2.6	Anemometer .....	10
Gambar 2.7	Windvane .....	10
Gambar 2.8	Windsock .....	10
Gambar 2.9	Turbin horisontal secara umum .....	12
Gambar 2.10	Roda Gigi .....	12
Gambar 2.11	Jenis-jenis model sudu .....	14
Gambar 2.12	Konstruksi Generator DC .....	16
Gambar 2.13	Pembangkitan Tegangan Induksi .....	18
Gambar 2.14	Tegangan Rotor yang dihasilkan melalui cincin-seret dan komutator. ....	18
Gambar 3.1	Diagram alir perencanaan PLT Angin skala kecil.....	21
Gambar 3.2	Diagram Blok PLT Angin .....	23
Gambar 3.3	Generator DC .....	25
Gambar 4.1.	Bentuk Rotor Turbin Angin .....	26
Gambar 4.2.	Bentuk Sudu Turbin Angin .....	27
Gambar 4.3.	Bentuk akhir dari turbin Angin poros horizontal .....	27
Gambar 4.4	Roller I dengan Diameter 0.06 m .....	28
Gambar 4.5	Roller II dengan Diameter 0.03 m .....	28
Gambar 4.6	Pullay tampak samping .....	29
Gambar 4.7	Pullay tampak depan .....	30
Gambar 4.8.	Bentuk ekor dari dari turbin .....	31
Gambar 4.9.	Tiang Generator untuk PLT Angin. ....	32
Gambar 4.10.	Skema Pembangkit listrik tenaga angin .....	33
Gambar 4.11.	Bentuk akhir turbin angin .....	34

Gambar 4.12. Bentuk Fisik Generator .....	34
Gambar 4.13. Rumah Generator .....	35
Gambar 4.14. Bentuk akhir Transmisi Pullay .....	35
Gambar 4.15. Bentuk Ekor turbin angin .....	36
Gambar 4.16. Bentuk Tiang / <i>Tower</i> Turbin .....	36
Gambar 4.17. Hasil Perakitan PLTAngin .....	37
Gambar 4.18. Grafik hubungan kecepatan angin terhadap putaran Generator .....	44
Gambar 4.19. Grafik hubungan Kecepatan Angin terhadap Daya Generator .....	45
Gambar 4.20. Grafik hubungan Kecepatan Angin terhadap Tegangan Generator .....	45



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Perancangan .....	20
Tabel 3.2. Peralatan yang digunakan .....	22
Tabel 3.3. Bahan-bahan yang digunakan .....	23
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Turbin Angin .....	38
Tabel 4.2. Hasil Pengujian PLT Angin .....	39



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A Latar Belakang

Tenaga listrik merupakan salah satu kebutuhan yang paling pokok untuk menunjang kehidupan manusia saat ini. Untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dalam rumah tangga maupun bisnis, manusia memerlukan tenaga listrik. Secara umum dapat dikatakan bahwa tenaga listrik merupakan salah satu prasyarat kehidupan manusia, dan perkembangan kehidupan manusia memerlukan tambahan penyediaan tenaga listrik. Banyak orang yang mengatakan bahwa untuk pertumbuhan ekonomi, diperlukan pertumbuhan kemampuan penyediaan tenaga listrik.

Dewasa ini, penggunaan energi listrik diperlukan sekali oleh masyarakat yang sudah maju maupun yang sedang berkembang dalam jumlah yang besar, namun diusahakan dengan biaya serendah mungkin. Banyak sekali energi alternatif dari alam terutama di Indonesia yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik. Salah satu contoh alternatif energi yang dapat dipilih adalah angin, karena angin terdapat dimana-mana sehingga mudah didapat serta tidak membutuhkan biaya besar.

Karena energi listrik tidak dihasilkan langsung oleh alam maka untuk memanfaatkan angin ini diperlukan sebuah alat yang bekerja dan menghasilkan energi listrik. Alat yang dapat digunakan adalah kincir angin.

Kincir angin ini akan menangkap energi angin dan menggerakkan generator yang nantinya akan menghasilkan energi listrik. Kincir angin yang akan kami gunakan adalah kincir angin bersudu banyak dengan poros horisontal, yang dimana kami akan memanfaatkan energi angin yang berada di puncak gedung Iqra' universitas Muhammadiyah Makassar.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah disebutkan, maka perumusan masalah yang dapat diangkat dalam tugas akhir ini, antara lain :

1. Bagaimana merancang sebuah pembangkit listrik skala kecil dengan energi terbarukan.
2. Bagaimana merancang sebuah sudu turbin yang mampu menangkap daya angin dengan cukup baik.
3. Bagaimana memanfaatkan puncak gedung Iqra' Universitas Muhammadiyah Makassar sebagai tempat pemasangan PLT Angin.

## **C Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penulis melakukan penelitian ini yaitu :

1. Untuk merancang sebuah pembangkit listrik skala kecil dengan energi terbarukan.
2. Untuk merancang sebuah sudu turbin yang mampu menangkap daya angin dengan cukup baik.
3. Untuk memanfaatkan puncak gedung Iqra' Universitas Muhammadiyah Makassar sebagai tempat pemasangan PLT Angin.

4. Untuk digunakan sebagai tolak ukur atau acuan awal dalam pembuatan PLT Angin disekitar Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Untuk meningkatkan dan mengembangkan kreatifitas mahasiswa dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK)

#### **D. Batasan Masalah**

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian dan perancangan, maka batasan-batasan masalah yang gunakan adalah :

1. Jumlah *blade* yang diujikan terdiri dari 2, 4, dan 8 *blade* sebagai perbandingan dengan sudut sudu 45 derajat.
2. Diameter turbin adalah 46 cm.
3. Angin yang digunakan berasal dari angin Alam yang berhembus di puncak gedung Iqra' Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Menggunakan beban lampu DC 4.8 V sebanyak 1 buah.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Mampu merancang sebuah pembangkit listrik skala kecil dengan energi terbarukan.
2. Mampu merancang sudu turbin yang mampu menangkap daya angin dengan cukup baik.
3. Dalam pembuatan skala besar mampu menghasilkan energi listrik yang besar pula, sehingga dapat diterapkan di dalam lingkungan Kampus.

## **F. Sistematika Penulisan**

Untuk memberikan gambaran umum dari keseluruhan penelitian ini, maka kami membuat dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian serta sistematika.

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini menjelaskan tentang teori pendukung yang digunakan untuk pembahasan. Teori pendukung antara lain tentang energi angin, kincir angin, transmisi step up, generator, dan beban yang digunakan.

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

Dalam bab ini akan dibahas perancangan dari alat, yaitu penentuan kincir angin dan generator yang akan dipakai, serta lamanya waktu perancangan.

### **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini akan dibahas tentang perancangan dan hasil perancangan dari alat tersebut, serta hasil pengujian yang telah penulis lakukan.

## **BAB V. PENUTUP**

Dalam bagian ini akan dibahas penjelasan atau kesimpulan dan saran akhir dari hasil perakitan dan pengujian alat yang telah dilakukan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. ANGIN**

Angin adalah udara yang bergerak akibat rotasi bumi dan perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah.

##### 1. Proses Dan Faktor Terjadinya Angin

Apabila dipanaskan, udara memuai. Udara yang telah memuai menjadi lebih ringan sehingga naik. Apabila hal ini terjadi, tekanan udara turun karena udaranya berkurang. Udara dingin di sekitarnya mengalir ke tempat yang bertekanan rendah tadi. Udara menyusut menjadi lebih berat dan turun ke tanah. Di atas tanah udara menjadi panas lagi dan naik kembali. Aliran naiknya udara panas dan turunnya udara dingin ini dinamakan konveksi.



Gambar 2.1. Angin

Faktor-faktor yang menyebabkan adanya atau timbulnya angin antara lain adalah :

- a) Gradien Barometris, yaitu bilangan yang menunjukkan perbedaan tekanan udara dari dua isobar yang jaraknya 111 km. Makin besar gradien barometrisnya, makin cepat tiupan anginnya.
- b) Lokasi, kecepatan angin di dekat khatulistiwa lebih cepat dari pada angin yang jauh dari garis khatulistiwa.
- c) Tinggi Lokasi, semakin tinggi lokasinya semakin kencang pula angin yang bertiup. Hal ini disebabkan oleh pengaruh gaya gesekan yang menghambat laju udara. Di permukaan bumi, gunung, pohon, dan topografi yang tidak rata lainnya memberikan gaya gesekan yang besar. Semakin tinggi suatu tempat, gaya gesekan ini semakin kecil.
- d) Waktu, Angin bergerak lebih cepat pada siang hari, dan sebaliknya terjadi pada malam hari.
- e) Sebenarnya yang kita lihat saat angin berhembus adalah partikel-partikel ringan seperti debu yang terbawa bersama angin. Angin bisa kita rasakan hembusannya karena kita mempunyai indra perasa, yaitu kulit, sehingga kita bisa merasakannya.

## 2. Sifat-Sifat Angin

Beberapa sifat angin antara lain :

- a) Angin menyebabkan tekanan terhadap permukaan yang menentang arah angin tersebut.
- b) Angin mempercepat pendinginan dari benda yang panas.

c) Kecepatan angin sangat beragam dari tempat ke tempat lain, dan dari waktu ke waktu.

### 3. Kecepatan Angin

Kecepatan angin ditentukan oleh perbedaan tekanan udara antara tempat asal dan tujuan angin dan resistensi medan yang dilaluinya.

### 4. Jenis-Jenis Angin

#### a). Angin laut dan Angin Darat



Gambar 2.2. Angin Darat dan Angin Laut

#### (1). Angin Laut

Angin laut adalah angin yang bertiup dari arah laut ke arah darat yang umumnya terjadi pada siang hari dari pukul 09.00 sampai dengan pukul 16.00. Angin ini bisa dimanfaatkan para nelayan untuk pulang dari menangkap ikan di laut.

#### (2). Angin Darat

Angin darat adalah angin yang bertiup dari arah darat ke arah laut, yang pada umumnya terjadi saat malam hari, dari jam 20.00 sampai dengan 06.00.

Angin jenis ini bermanfaat bagi para nelayan untuk berangkat mencari ikan dengan perahu bertenaga angin sederhana.

b). Angin Lembah dan Angin Gunung



Gambar 2.3. Angin Lembah dan Angin Gunung

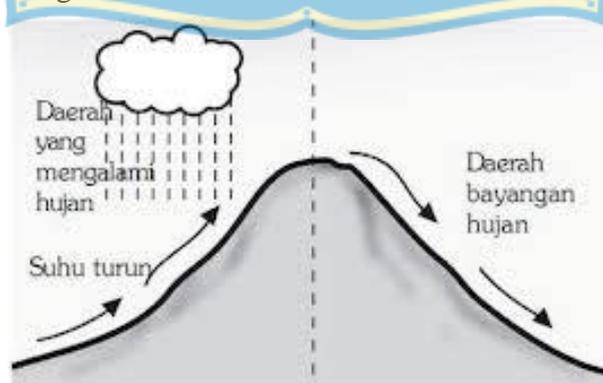
(1). Angin Lembah

Angin Lembah adalah angin yang bertiup dari arah lembah ke puncak gunung dan biasa terjadi pada siang hari.

(2). Angin Gunung

Angin Gunung adalah angin yang bertiup dari puncak gunung ke lembah gunung dan terjadi pada malam hari.

c). Angin Fohn



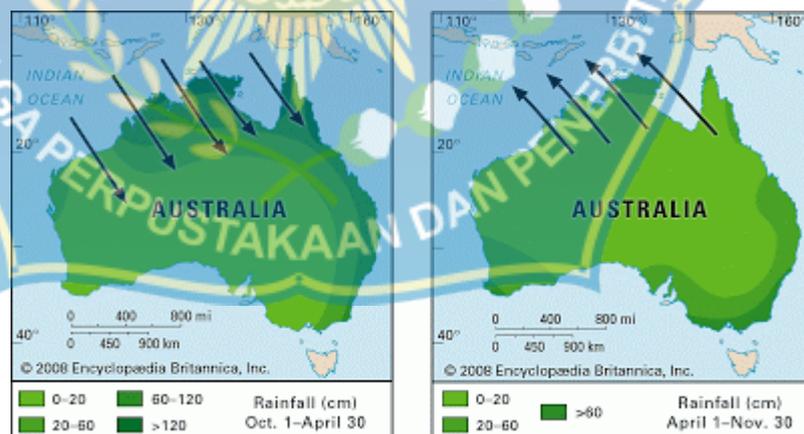
Gambar 2.4. Angin Fohn

Angin Fohn (Angin Jatuh) adalah angin yang terjadi sesuai hujan Orografis. Angin yang bertiup pada suatu wilayah dengan temperatur dan kelengasan yang berbeda.

Angin Fohn terjadi karena ada gerakan massa udara yang naik pegunungan yang tingginya lebih dari 200 meter, naik di satu sisi lalu turun di sisi lain. Angin Fohn yang jatuh dari puncak gunung bersifat panas dan kering, karena uap air sudah di buang pada saat hujan orografis.

Biasanya angin ini bersifat panas merusak dan dapat menimbulkan korban. Tanaman yang terkena angin ini bisa mati dan manusia yang terkena angin ini bisa turun daya tahan tubuhnya terhadap serangan penyakit.

d. Angin Muson



Gambar 2.5. Angin Muson

Angin muson atau biasanya disebut sengan angin musim adalah angin yang berhembus secara periodik (minimal 3 bulan) dan antara

periode yang satu dengan periode yang lain polanya akan berlawanan yang berganti arah secara berlawanan setiap setengah tahun.

5. Alat Untuk Mengukur Angin

Alat untuk mengukur angin antara lain :

a) *Anemometer*, adalah alat yang mengukur kecepatan angin.



Gambar 2.6. Anemometer

b). *Wind Vane*, adalah alat untuk mengetahui arah angin.



Gambar 2.7. Windvane

c). *Windsock*, adalah alat untuk mengetahui arah angin dan memperkirakan besar kecepatan angin, yang biasanya banyak ditemukan di bandara-bandara.



Gambar 2.8. Windsock

## B. Kincir Angin

Dasar dari alat untuk merubah energi angin adalah turbin angin. Meskipun masih terdapat susunan dan perencanaan yang beragam, biasanya turbin digolongkan ke dalam dua macam tipe (horisontal dan vertikal) dan yang paling banyak digunakan adalah Turbin dengan sumbu x (axis) horisontal. Turbin jenis ini mempunyai rotasi horisontal terhadap tanah (secara sederhana sejajar dengan arah tiupan angin).

Energi yang dimiliki oleh angin dapat diperoleh dari persamaan :

$$W = \frac{1}{2} \rho A v^3 \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

$W$  = Energi angin (Watt)

$\rho$  = Kerapatan udara ( $kg/m^3$ )

$A$  = Area penangkapan angin ( $m^2$ )

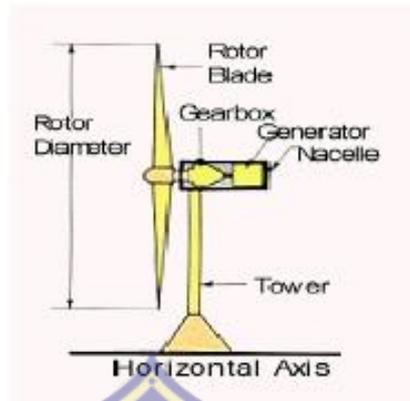
$v$  = Kecepatan angin (m/s)

Dimana:

$A = \pi R^2$  ( $m^2$ ) daerah sapuan berbentuk lingkaran oleh rotor

$\rho$  = kerapatan udara = 1,2 ( $kg/ m^3$ )

Prinsip dasar kerja dari turbin angin adalah mengubah energi mekanis dari angin menjadi energi putar pada kincir, lalu putaran kincir digunakan untuk memutar generator, yang akhirnya akan menghasilkan listrik. Besar energi listrik yang dihasilkan sangat bergantung pada besar kecepatan angin yang ada di sekitar kincir tersebut.



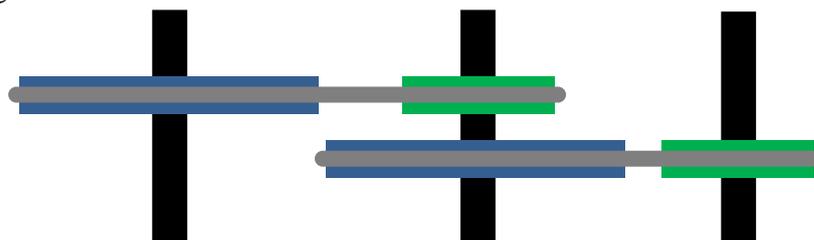
Gambar 2.9. Turbin horisontal secara umum

Prinsip dasar kerja dari turbin angin adalah mengubah energi mekanis dari angin menjadi energi putar pada kincir, selanjutnya putaran kincir digunakan untuk memutar generator, yang akhirnya akan menghasilkan listrik.

Sebenarnya prosesnya tidak mudah, karena terdapat berbagai macam sub-sistem yang dapat meningkatkan safety dan efisiensi dari turbin angin, yaitu :

1. Pullay.

Alat ini berfungsi untuk mengubah putaran rendah pada kincir menjadi putaran tinggi. Pullay yang digunakan berupa 2 buah roller yang dihubungkan menggunakan karet pullay dengan perbandingan 1 : 2. Dan memiliki 2 tingkat pullay, sehingga mampu menghasilkan kecepatan putaran 4 kali lipat dari putaran awalnya. Berikut adalah gambar pullay 2 tingkat :



Gambar 2.10. Pullay 2 tingkat tampak samping.

Perbandingan roda gigi ini dimaksudkan agar torsi yang dihasilkan kincir angin lebih besar daripada torsi generator sehingga putaran generator menjadi lebih cepat.

Untuk Menghitung jumlah RPM output dari transmisi diatas maka menggunakan persamaan berikut :

$$n_{output} = n_{input} \cdot 4 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :  $n_{output}$  = jumlah putaran yang keluar dari roller.

$n_{input}$  = jumlah putaran yang masuk ke roller.

4 = jumlah roler dalam 1 pully (2) berpangkat jumlah tingkat transmisi yang digunakan (2) menjadi :  $(2^2) = 4$

## 2. Generator

Ini adalah salah satu komponen terpenting dalam pembuatan sistem turbin angin. Generator ini dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Prinsip kerjanya dapat dipelajari dengan menggunakan teori medan elektromagnetik. Singkatnya, (mengacu pada salah satu cara kerja generator) poros pada generator dipasang dengan material ferromagnetic permanen. Setelah itu disekeliling poros terdapat stator yang bentuk fisisnya adalah kumparan-kumparan kawat yang membentuk loop. Ketika poros generator mulai berputar maka akan terjadi perubahan fluks pada stator yang akhirnya karena terjadi perubahan fluks ini akan dihasilkan tegangan dan arus listrik tertentu. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan ini disalurkan melalui kabel jaringan listrik untuk akhirnya digunakan oleh

masyarakat. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh generator ini berupa DC.

Untuk menghitung daya listrik dari generator menggunakan persamaan berikut :

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots (3)$$

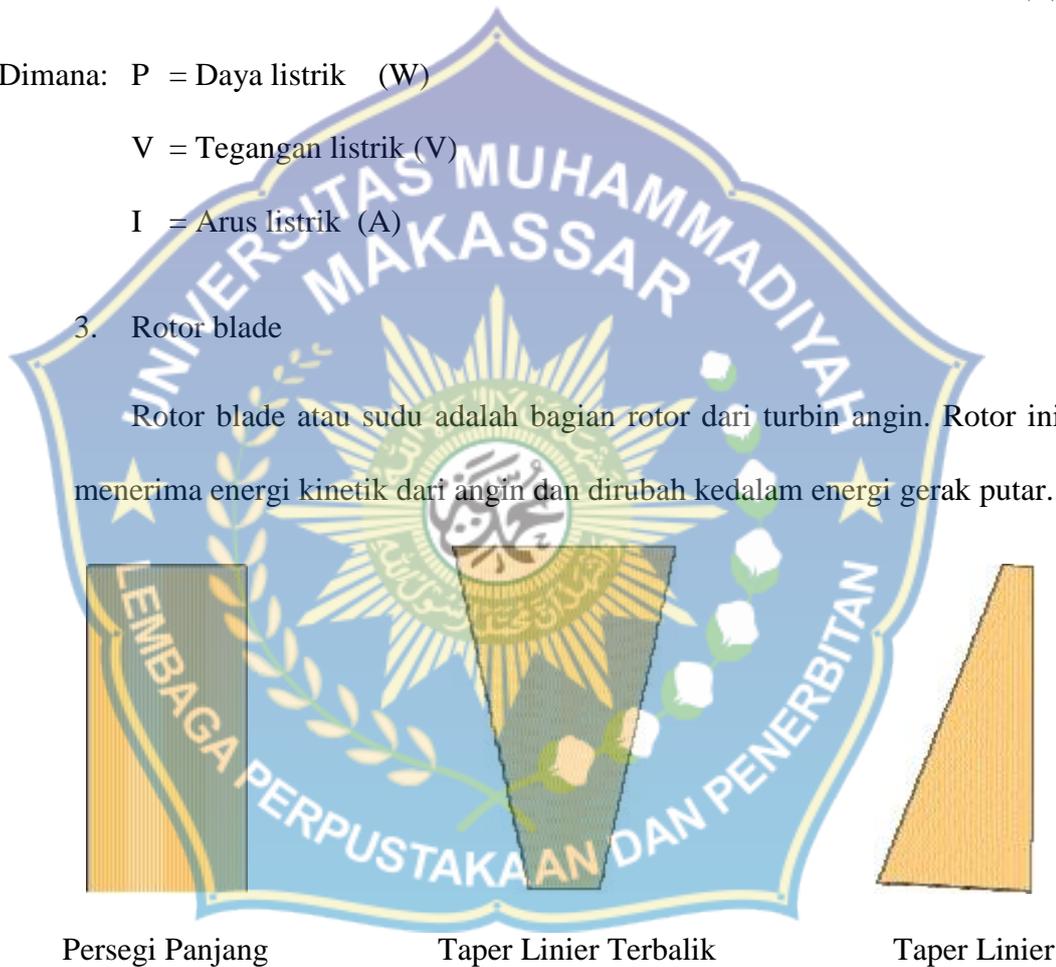
Dimana: P = Daya listrik (W)

V = Tegangan listrik (V)

I = Arus listrik (A)

3. Rotor blade

Rotor blade atau sudu adalah bagian rotor dari turbin angin. Rotor ini menerima energi kinetik dari angin dan dirubah kedalam energi gerak putar.



Gambar 2.11. Jenis-jenis model sudu

Untuk menghitung luas dari sudu / blade, kita menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Luas blade} = \frac{1}{2} (s_1 + s_2) \times t \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :  $s_1$  dan  $s_2$  = sisi sejajar pada trapesium (m)

$t$  = tinggi trapesium (m)

Model sudu yang paling baik adalah yang mendekati bentuk streamline, dalam pengujian digunakan bentuk taper linear terbalik sebagai bentuk yang mendekati kondisi streamline.

Sudu merupakan perangkat keras utama yang terpenting pada turbin angin dan berfungsi untuk mengonversikan sebagian tenaga angin menjadi tenaga mekanik berguna. Efisiensi aerodinamik proses konversi tersebut disebut koefisien prestasi yang didefinisikan proses dengan tenaga angin melalui luasan sapuan sudu rotor turbin angin. Nilai ideal koefisien prestasi atau “ batas Betz’ adalah  $16/27 \approx 0,59$  yang dapat didekati bila turbin angin beroperasi pada ujung desain. Koefisien prestasi di pengaruhi oleh parameter aerodinamik, utamanya kecepatan ujung desain, kualitas airfoil dan jumlah sudu. Makin banyak jumlah sudu makin rendah kecepatan operasinya.

Kelajuan perputaran baling- baling secara konvensional dinyatakan dengan bilangan tak berdimensi yang dikenal dengan nama *tip speed ratio* ( $\lambda$ ). lamda merupakan perbandingan kelajuan baling - baling pada radius R ketika berputar pada  $\omega$  rad/detik terhadap kecepatan angin  $v$  menggunakan persamaan berikut :

$$\lambda = \frac{\omega R}{v} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:  $\omega = 2 \pi n$  , dan n = putaran baling- baling (rad/detik)

R = Jari-jari rotor (m)

$\mathcal{V}$  = Kecepatan Angin (m/s)

Untuk menentukan kecepatan poros dan torsi menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Kecepatan poros} = \frac{60\lambda\mathcal{V}}{\pi D} \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{Torsi} = T = F \times r / (Nm) \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :  $\lambda$  = Tip speed ratio

$\mathcal{V}$  = Kecepatan angin (m/s)

$\pi$  = 3.14

D = Diameter blade (m)

r = Jari-jari blade (m)

F = Fektor Gaya (N)

Untuk mencari nilai Fektorgaya putar pada turbin maka menggunakan persamaan berikut :

$$F = m \left( \frac{v^2}{r} \right) \dots\dots\dots (8)$$

Dimana : m = massa turbin (kg)

r = Jari-jari Turbin (m)

V = Kecepatan putar Turbin (m/s)

Untuk Menghitung Kecepatan Putar Turbin maka menggunakan persamaan berikut :

$$V = \omega \times r \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :  $\omega$  = putaran turbin dalam Rad/s

#### 4. Tower

Tower atau tiang penyangga adalah bagian struktur dari turbin angin horizontal yang memiliki fungsi sebagai struktur utama penopang dari komponen sistem terangkai sudu, poros, dan generator.

### C. Generator DC

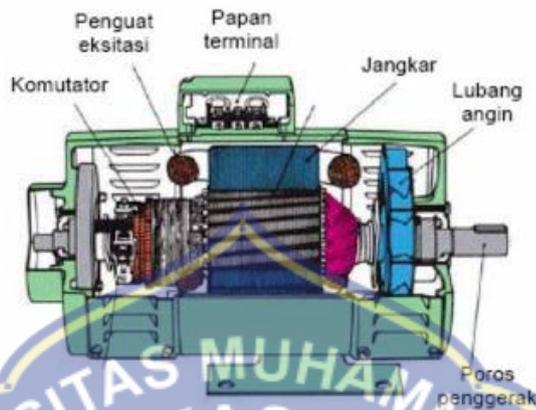
Generator DC merupakan sebuah perangkat mesin listrik dinamis yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Generator DC menghasilkan arus DC / arus searah. Generator DC dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan dari rangkaian belitan magnet atau penguat eksitasinya terhadap jangkar (anker), jenis generator DC yaitu:

- a) Generator penguat terpisah
- b) Generator shunt
- c) Generator kompon.

#### 1. Konstruksi Generator DC

Pada umumnya generator DC dibuat dengan menggunakan magnet permanent dengan 4-kutub rotor, regulator tegangan digital, proteksi terhadap beban lebih, starter eksitasi, penyearah, bearing dan rumah

generator atau casis, serta bagian rotor. Gambar 1 menunjukkan gambar potongan melintang konstruksi generator DC.



Gambar 2.12. Konstruksi Generator DC

Generator DC terdiri dua bagian, yaitu stator, yaitu bagian mesin DC yang diam, dan bagian rotor, yaitu bagian mesin DC yang berputar. Bagian stator terdiri dari: rangka motor, belitan stator, sikat arang, bearing dan terminal box. Sedangkan bagian rotor terdiri dari: komutator, belitan rotor, kipas rotor dan poros rotor.

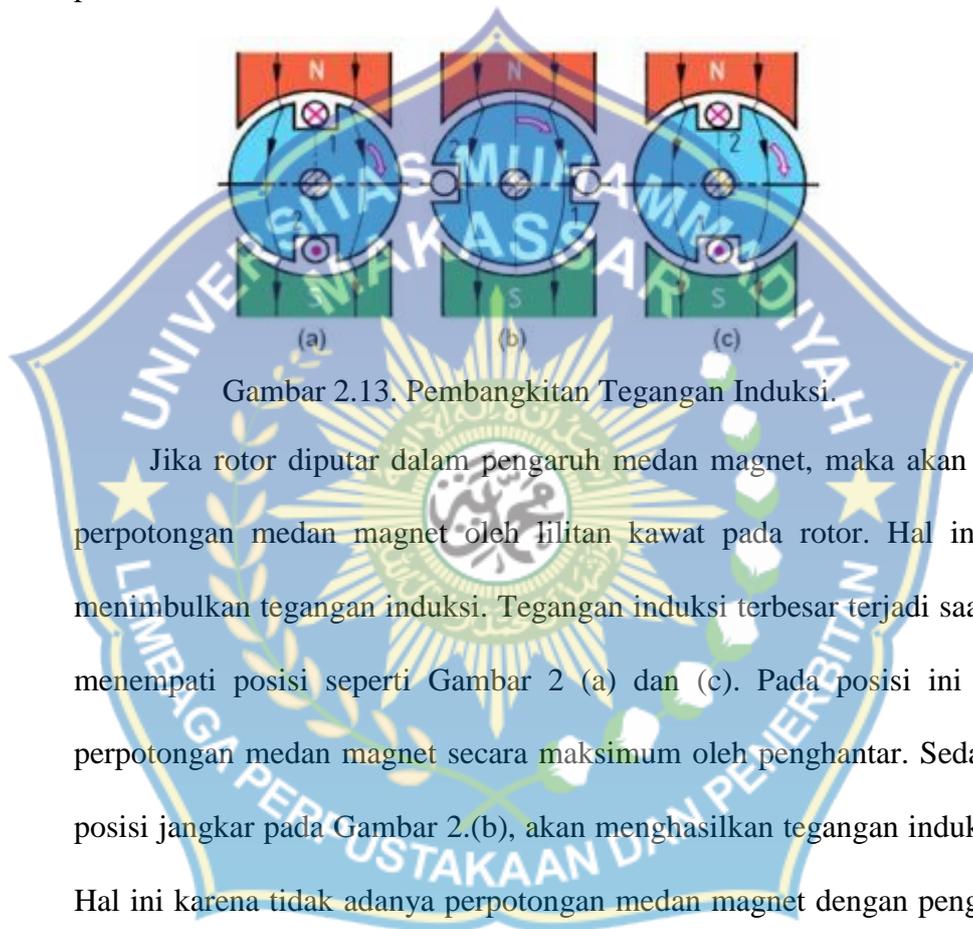
Bagian yang harus menjadi perhatian untuk perawatan secara rutin adalah sikat arang yang akan memendek dan harus diganti secara periodic / berkala. Komutator harus dibersihkan dari kotoran sisa sikat arang yang menempel dan serbuk arang yang mengisi celah-celah komutator, gunakan amplas halus untuk membersihkan noda bekas sikat arang.

## 2. Prinsip kerja Generator DC

Pembangkitan tegangan induksi oleh sebuah generator diperoleh melalui dua cara :

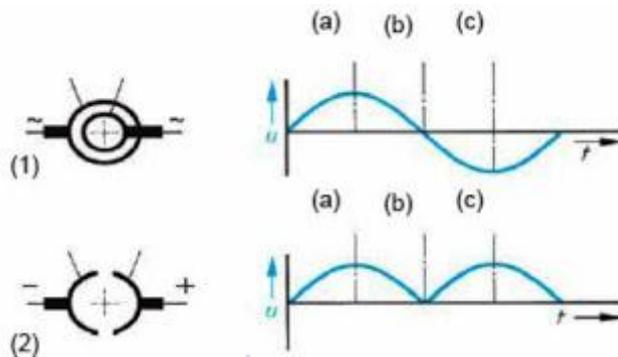
- a). dengan menggunakan cincin-seret, menghasilkan tegangan induksi bolak-balik.
- b). dengan menggunakan komutator, menghasilkan tegangan DC.

Proses pembangkitan tegangan induksi tersebut dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar 2.13. Pembangkitan Tegangan Induksi.

Jika rotor diputar dalam pengaruh medan magnet, maka akan terjadi perpotongan medan magnet oleh lilitan kawat pada rotor. Hal ini akan menimbulkan tegangan induksi. Tegangan induksi terbesar terjadi saat rotor menempati posisi seperti Gambar 2 (a) dan (c). Pada posisi ini terjadi perpotongan medan magnet secara maksimum oleh penghantar. Sedangkan posisi jangkar pada Gambar 2.(b), akan menghasilkan tegangan induksi nol. Hal ini karena tidak adanya perpotongan medan magnet dengan penghantar pada jangkar atau rotor. Daerah medan ini disebut daerah netral.



Gambar 2.14. Tegangan Rotor yang dihasilkan melalui cincin-seret dan komutator.

Jika ujung belitan rotor dihubungkan dengan slip-ring berupa dua cincin (disebut juga dengan cincin seret), seperti ditunjukkan Gambar 3.(1), maka dihasilkan listrik AC (arus bolak-balik) berbentuk sinusoidal. Bila ujung belitan rotor dihubungkan dengan komutator satu cincin Gambar 3.(2) dengan dua belahan, maka dihasilkan listrik DC dengan dua gelombang positif.

- a). Rotor dari generator DC akan menghasilkan tegangan induksi bolak-balik. Sebuah komutator berfungsi sebagai penyearah tegangan AC.
- b). Besarnya tegangan yang dihasilkan oleh sebuah generator DC, sebanding dengan banyaknya putaran dan besarnya arus eksitasi (arus penguat medan).

Untuk menghitung efisiensi Daya generator adalah menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Daya output}}{\text{Daya Input}} \times 100 \% \dots\dots\dots(10)$$

### BAB III

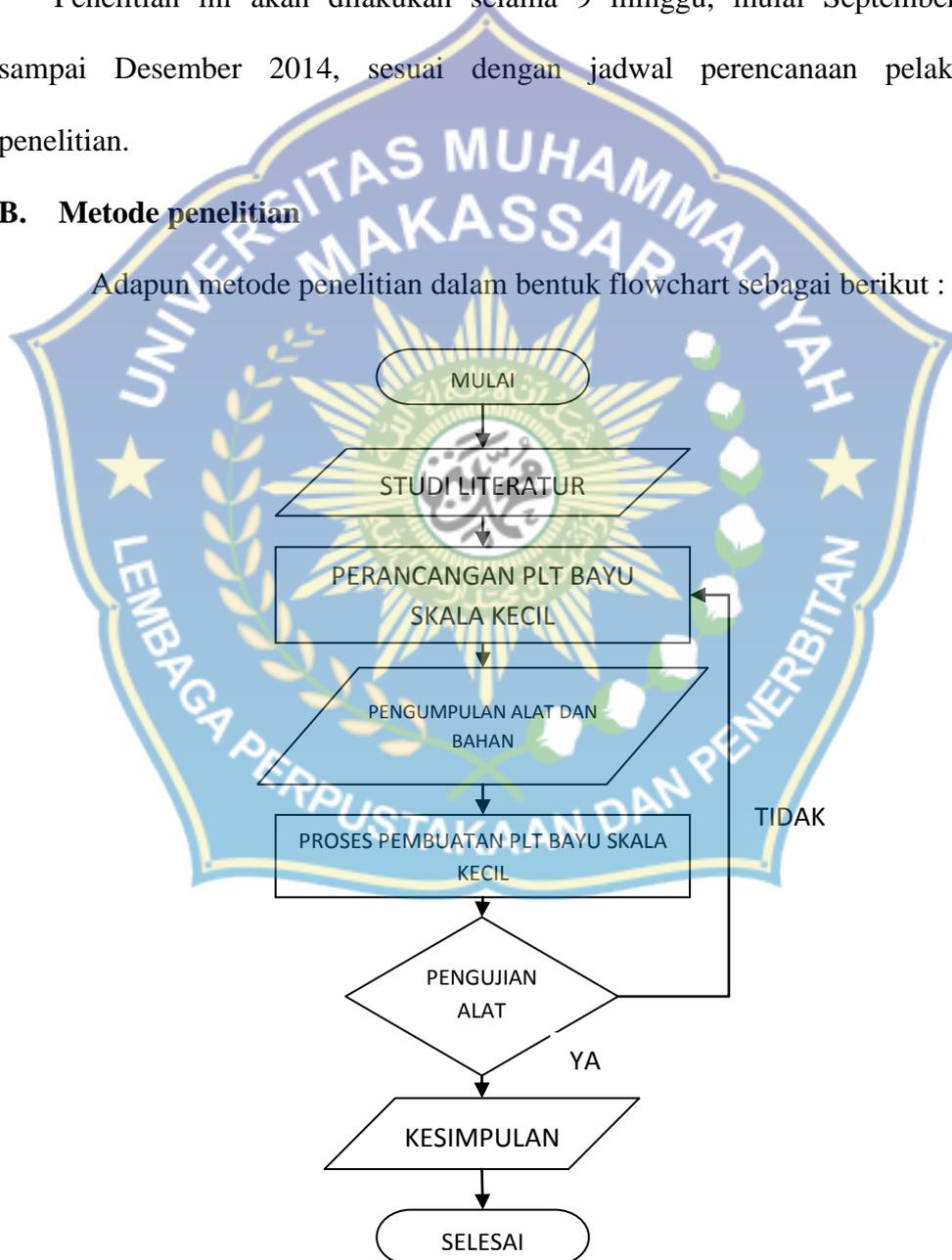
## METODE PENELITIAN

#### A. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilakukan selama 9 minggu, mulai September 2014 sampai Desember 2014, sesuai dengan jadwal perencanaan pelaksanaan penelitian.

#### B. Metode penelitian

Adapun metode penelitian dalam bentuk flowchart sebagai berikut :



Gambar 3.1. Diagram alir perencanaan PLTBayu skala kecil

## C. Alat dan Bahan

### 1. Alat

Peralatan yang digunakan pada pembuatan serta pengujian alat ini penulis cantumkan pada tabel di bawah ini :

No.	Nama	Fungsi
1	Multimeter	Untuk mengukur tegangan dan arus
2	Anemometer	Untuk mengukur kecepatan angin
3	Tachometer	Untuk menghitung putaran kincir angin
4	Obeng	Untuk mengencatkan baut yang akan digunakan
5	Tang	Untuk membantu dalam pengerjaan kincir
6	Palu	Untuk meratakan atau meluruskan besi
7	Kertas Gosok	Untuk menghaluskan hasil perakitan
8	Gerinda Tangan	Untuk memotong besi dan bahan lainnya
9	Bor Tangan	Untuk membuat lubang di rumah generator dan lainnya
10	Pahat	Untuk membuat lubang di rumah generator dan lainnya
11	Pisau	Untuk merapikan sisi rumah generator yang kasar
12	Kuas	Untuk mengecat rumah generator

Tabel 3.2. Peralatan yang digunakan.

## 2. Bahan

Dalam pembuatan pembangkit listrik tenaga angin, bahan yang digunakan yaitu sebagai berikut :

No.	Nama	Kegunaan
1	Plastik PVC	Sebagai bahan kincir angin dan ekor turbin
2	Papan Aluminium	Sebagai bahan pembuatan rumah generator dan Pullay
3	Besi batangan berbagai ukuran	Sebagai poros turbin, Pullay, dan menara generator
4	Bering	Penghubung poros kincir dengan rumah generator
5	Lem Besi	Sebagai perekat untuk rumah generator dan lainnya
6	Generator DC	Sebagai penghasil tegangan dan arus
7	Baut berbagai ukuran	untuk merekatkan kincir angin dan rumah generator
8	Cat besi	Sebagai finishing untuk PLTBayu
9	Lampu DC	Beban yang digunakan dalam pengujian

Tabel 3.3. Bahan-bahan yang digunakan.

### D. Diagram Blok



Gambar 3.2. Diagram Blok PLTBayu.

Dimana :

1. Arah Angin.

Dalam pembangkit listrik tenaga angin ini, kami menggunakan 2 kali pengujian. Pengujian awal kami lakukan di dalam ruangan, yaitu dengan menggunakan angin buatan yang bersumber dari kipas angin. Setelah berhasil pada pengujian awal, maka kami melanjutkan pengujian di daerah terbuka dengan ketinggian yang berbeda-beda.

Untuk dapat mengetahui Energi kinetic yang terkandung dalam angin atau udara bergerak ialah dengan menggunakan persamaan (1), dan jika suatu Blok udara yang mempunyai penampang  $A$  ( $m^2$ ) dan bergerak dengan kecepatan  $V$  ( $m/s$ ), maka penghitungan jumlah massa udara yang mengalir tiap detik menggunakan persamaan (2).

2. Kincir Angin.

Dalam pembuatan kincir angin, hal yang harus kita perhatikan yaitu pembuatan sudu kincirnya. Bahan yang kami gunakan dalam pembuatan sudu ini yaitu plastic PVC (*Polyvinyl chloride*). Dengan ukuran panjang sudu 20 Cm.

3. Generator DC.

Dalam sistem ini generator yang digunakan adalah generator DC magnet permanen 30 Vdc, 0,75 A dengan kecepatan maksimum 2750 rpm. Mampu menghasilkan daya yang maksimal yaitu 25 watt, apabila berada pada RPM maksimal.



*Gambar 3.3 Generator DC*

4. Beban.

Beban yang kami pergunakan dalam PLT Angin ini adalah lampu DC dengan tegangan 4.8 Volt



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perancangan

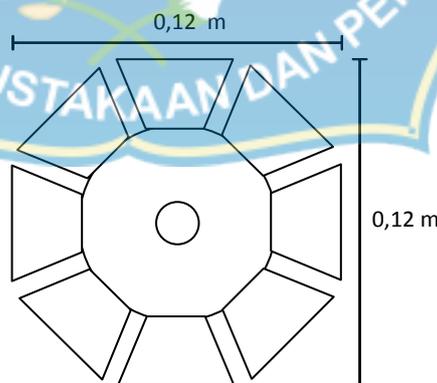
Setelah memiliki cukup referensi maka pada tahapan ini dibuat alur perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin skala kecil sebagai berikut :

1. Tahapan pertama

Pada tahapan ini kami melakukan perancangan serta perakitan bagian-bagian penting dari Pembangkit listrik tenaga Angin yang direncanakan, yaitu perancangan sudu turbin angin, Transmisi peningkat putaran turbin menggunakan pullay, jenis generator yang digunakan, serta perancangan sudu ekor dan tiang penyangga.

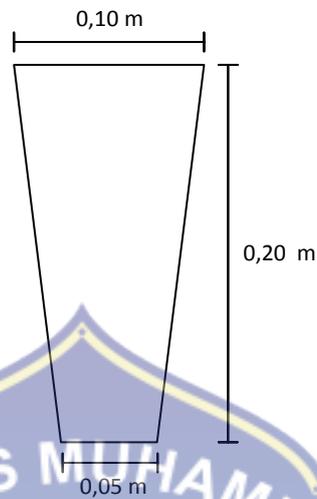
a. Kincir / Turbin Angin.

Bentuk Rotor :



Gambar 4.1. Bentuk Rotor Turbin Angin

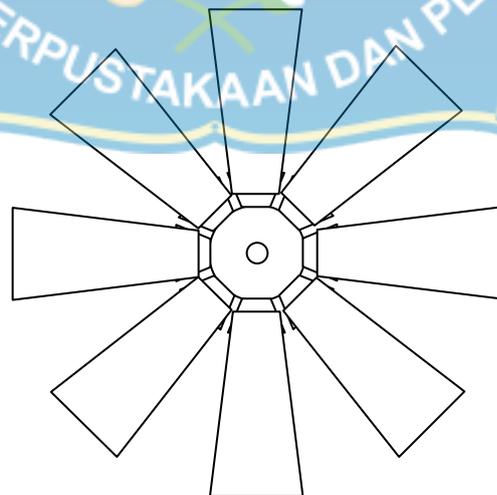
Bentuk Sudu :



Gambar 4.2. Bentuk Sudu Turbin Angin

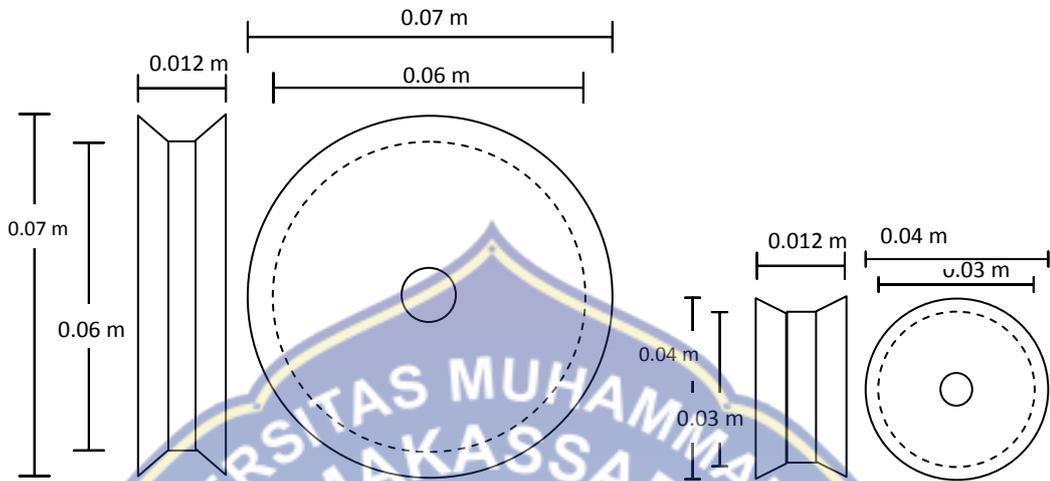
Luas dari Sudu diatas adalah :

$$A = \frac{1}{2} \times (0.10 + 0.05) \times 0.20 \quad A = \frac{0.03}{2}$$
$$A = \frac{1}{2} \times (0.15) \times 0.20 \quad A = 0.015 \text{ m}^2$$
$$A = \frac{0.15}{2} \times 0.20$$



Gambar 4.3. Bentuk akhir dari turbin Angin poros horizontal

b. Pullay :



Gambar 4.4. Roller I dengan  
Diameter 0.06 m

Gambar 4.5. Roller II dengan  
Diameter 0.03 m

Gambar 4.4 adalah roller dengan diameter 0.06 m ( $r = 0.03$  m), memiliki luas lingkaran sebesar :

$$L = \pi r^2$$

$$L = 3.14 \times 0.03^2 \text{ m}$$

$$L = 3.14 \times 0.0009 \text{ m}$$

$$L = 0.002826 \text{ m}^2$$

Serta memiliki keliling lingkaran sebesar :

$$\odot = \pi D$$

$$\odot = 3.14 \times 0.06 \text{ m}$$

$$\odot = 0.1884 \text{ m}$$

Gambar 4.5 adalah roller dengan diameter 0.03 m ( $r = 0.015$  m), memiliki

luas lingkaran sebesar :

$$L = \pi r^2$$

$$L = 3.14 \times 0.015^2 \text{ m}$$

$$L = 3.14 \times 0.000225 \text{ m}$$

$$L = 0.0007065 \text{ m}^2$$

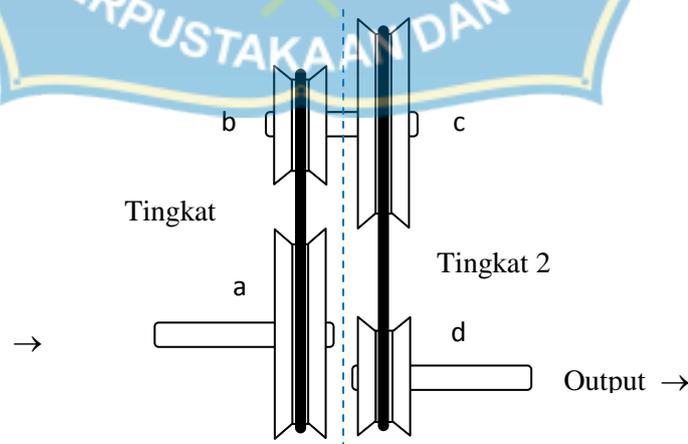
Serta memiliki keliling lingkaran sebesar :

$$\odot = \pi D$$

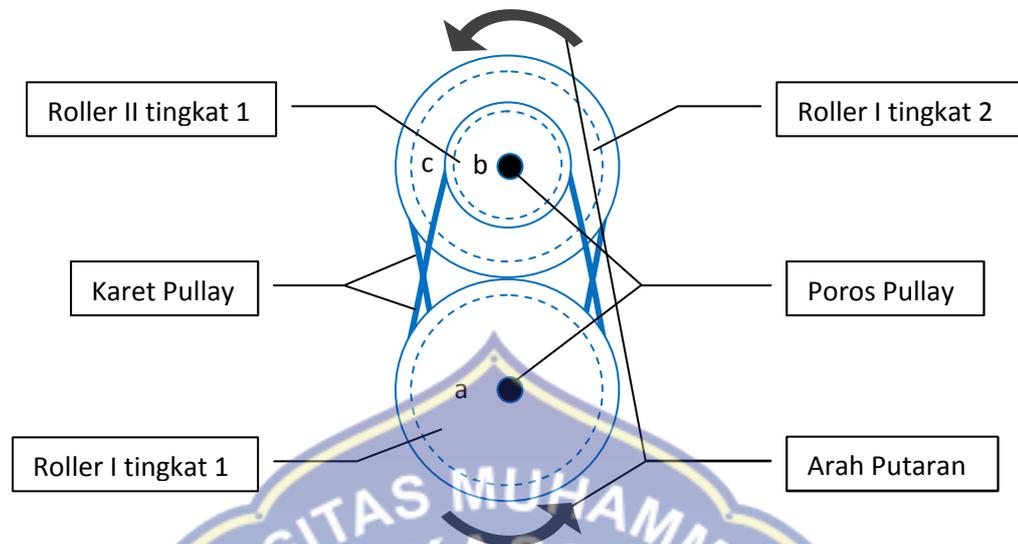
$$\odot = 3.14 \times 0.03 \text{ m}$$

$$\odot = 0.0942 \text{ m}$$

Roller I dan II memiliki perbandingan 1 : 2, yaitu apabila Roller I mengalami putaran sebanyak 1 kali, maka Roller ke II akan berputar sebanyak 2 kali. Disini kami akan menggunakan transmisi step up pulley 2 tingkat sehingga dapat meningkatkan putaran awal turbin menjadi 4 kali lipat. Berikut adalah bentuk utuh transmisi Step Up pulley 2 tingkat :



Gambar 4.6. Pulley tampak samping



Gambar 4.7. Pullay tampak depan

Transmisi Step Up 1 : 2, 2 tingkat, sehingga untuk menentukan jumlah putaran keluar atau yang terjadi pada roller  $d$  maka kami menggunakan persamaan (2).

Jika Roller (a) berputar sebanyak 1 kali, dengan prinsip 1 : 2 maka Roller (b) yang terhubung dengan Roller (a) menggunakan karet pullay akan berputar sebanyak 2 kali, Roller (c) memiliki jumlah putaran yang sama dengan Roller (b) karena memiliki poros yang sama sehingga jumlahnya tetap 2 putaran. Untuk Roller (d) terhubung dengan Roller (c) menggunakan karet pullay sehingga jumlah putaran dari roller (d) meningkat menjadi 2 kali lipat yaitu 4 putaran.

c. Generator.

PLT Angin skala kecil ini menggunakan Generator DC.

d. Ekor.

Sudu ekor disini berfungsi untuk menyesuaikan arah posisi sudu turbin agar selalu berhadapan dengan arah datangnya sumber angin.



e. Tiang / tower Kincir

Fungsi dari tiang kincir ini yaitu sebagaiudukan atau penyangga dari rumah generator generator dan turbin dapat berputar ke segala arah dengan poros vertikal, serta dapat berdiri kokoh dan tidak mudah jatuh apabila terkena hembusan angin.



Gambar 4.9. Tiang Generator untuk PLTA Angin.

Tinggi tiang = 0.39 m, memiliki tiang sebanyak 3 buah dengan panjang jari-jari kaki = 0.24 m

f. Skema hasil perancangan.



Gambar 4.10. Skema Pembangkit listrik tenaga angin

## 2. Tahapan Kedua

Pada tahapan kedua ini, yang kami lakukan adalah finishing atau pekerjaan akhir bagian – bagian utama dari tahapan pertama tadi, serta melakukan perakitan komponen sehingga membentuk sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Angin secara utuh.

a. Hasil finishing dari komponen utama PLTA Angin :

(a) Turbin.

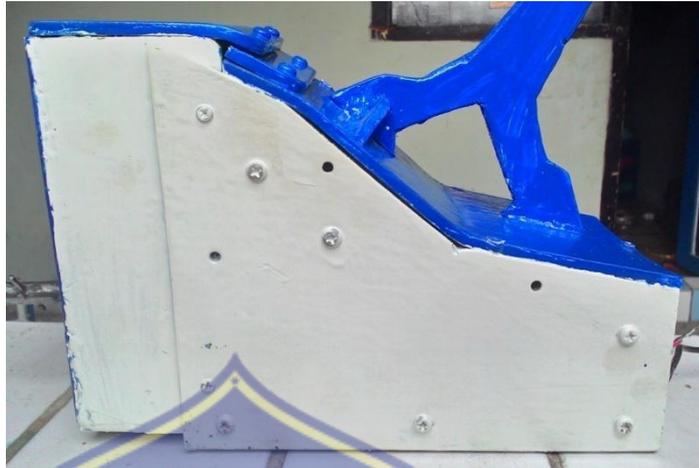


Gambar. 4.11. Bentuk akhir turbin angin

(b) Generator dan Rumah Generator.



Gambar. 4.12. Bentuk Fisik Generator



Gambar. 4.13. Rumah Generator  
(c) Transmisi Pullay.



Gambar. 4.14. Bentuk akhir Transmisi Pullay

(d) Ekor Turbin.



Gambar. 4.15. Bentuk Ekor turbin angin

(e) Tiang / *Tower* Turbin.



Gambar. 4.16. Bentuk Tiang / *Tower* Turbin

b. Hasil Perakitan



Gambar 4.17. Hasil Perakitan PLT Angin

## B. Hasil Pengujian.

Pengujian dengan membandingkan 3 variabel yang akan diujikan, yaitu turbin 2 sudu, 4 sudu, dan 8 sudu. Yang diuji dengan menggunakan 3 tingkat kecepatan angin dari kipas angin.

No.	Jumlah Sudu	Tingkat Kecepatan Kipas Angin								
		Kecepatan I			Kecepatan II			Kecepatan III		
		V	A	W	V	A	W	V	A	W
1.	2 Sudu	TTB	TTB	TTB	TTB	TTB	TTB	TTB	TTB	TTB
2.	4 Sudu	TTB	TTB	TTB	TTB	TTB	TTB	TTB	TTB	TTB
3.	8 Sudu	TTB	TTB	TTB	TTB	TTB	TTB	0.78	0.025	0.0195
<b>Rata-rata</b>		-	-	-	-	-	-	0.78	0.025	0.0195

Tabel 4.1. Hasil Pengujian turbin Angin

Ket :

- TTB = turbin tidak berputar.
- Kecepatan angin terlalu rendah.

Dari Hasil Pengujian diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa variable 1 dan 2 yaitu turbin dengan 2 sudu dan 4 sudu tidak berputar karena kecepatan angin yang terlalu rendah. Sedangkan untuk turbin 8 sudu hanya mampu berputar dengan lambat pada kecepatan III pada kipas angin.

Pengujian dengan pengukuran langsung di lapangan, dengan menggunakan jumlah sudu yang mampu menangkap daya angin dengan baik (yaitu 8 sudu) dan dilakukan pada hari sabtu, pukul 10.00 – 17.00, tanggal 31 Januari 2015

Tempat : Lantai 10 gedung *Iqra' Universitas Muhammadiyah Makassar*.

Turbin diberikan beban lampu *DC* 4.8 Volt.

NO	JAM	KECEPATAN ANGIN (m/s)	PUTARAN TURBIN (rpm)	PUTARAN GENERATOR (rpm)	TEGANGAN (V)	ARUS (A)	DAYA (W)	BEBAN (lampu)	ARAH ANGIN
1	10:00	3	30	120	1.09	0.1	0.109	LM	B
2	10:30	3.15	40	160	1.47	0.12	0.1764	LM	BBL
3	11:00	3.46	89	356	3.29	0.24	0.7896	LH	BBL
4	11:30	3.43	83	332	3.05	0.21	0.6405	LH	B
5	12:00	3.33	67	268	2.48	0.2	0.496	LH	B
6	12:30	3.63	100	400	3.7	0.25	0.925	LH	BBL
7	13:00	5	196	784	7.41	0.43	3.1863	LH	BBL
8	13:30	4	150	600	4.6	0.3	1.38	LH	BBL
9	14:00	4.15	158	632	5.2	0.35	1.82	LH	BL
10	14:30	4.7	174	696	6.45	0.38	2.451	LH	BBL
11	15:00	4.3	162	648	5.41	0.36	1.9746	LH	BBL
12	15:30	4.91	192	768	7.13	0.4	2.852	LH	BL
13	16:00	3.43	83	332	3.07	0.21	0.6447	LH	UBL
14	16:30	3.88	139	556	4.21	0.28	1.1788	LH	BBL
15	17:00	3.45	86	344	3.26	0.22	0.7172	LH	B
<b>RATA-RATA</b>		3.855	116.600	466.400	4.121	0.27	1.289	-	-

Tabel 4.2. Hasil Pengujian PLT Angin

Ket :

1. m/s : Meter per second (meter per detik)
2. rpm : Rotation per menit (putaran per menit)
3. V (Volt) : Tegangan
4. A (Ampere) : Arus
5. W (Watt) : Daya
6. Rata-rata suhu udara : 32 °C
7. LH : Lampu Hidup
8. LM : Lampu Mati
9. Arah mata angin :
  - a. B : Barat
  - b. BBL : Barat barat laut
  - c. BL : Barat laut
  - d. UBL : Utara barat laut

### C. Analisa Hasil Pengujian.

Dari hasil pengujian diatas, kami mendapatkan data kecepatan angin serta daya terendah, tertinggi, serta rata-rata daya yang dihasilkan dalam satu hari, yaitu :

1. Daya terendah :

Untuk daya terendah terjadi pada pukul 10.00 pagi, dengan data :

- (1). Kecepatan angin : 3 m/s
- (2). Putaran turbin : 30 rpm
- (3). Tegangan : 1.09 V
- (4). Arus : 0.1 A

a. Untuk menghitung besar Daya angin yang masuk ke turbin maka digunakan persamaan (1), yaitu :

$$W = \frac{1}{2} \times 1.166 \times (3.14 \times 0.23^2) \times 3^3$$

$$W = \frac{1}{2} \times 1.166 \times 0.1661 \times 27$$

$$W = \frac{1}{2} \times 5.38183$$

$$W = 2.615 \text{ Watt}$$

b. Untuk menghitung besar putaran generatornya maka digunakan persamaan (2), yaitu :

$$n_{output} = 30 \cdot 4$$

$$n_{output} = 120 \text{ rpm}$$

c. Untuk menghitung besar Daya generatonya maka digunakan persamaan (3), yaitu :

$$P = 1.09 \times 0.1$$

$$P = 0.109 \text{ Watt}$$

d. Untuk menghitung perbandingan Perbandingan kelajuan baling-baling pada radius R (jari-jari Rotor) menggunakan persamaan (5) yaitu :

$$\lambda = \frac{\omega R}{v}$$

$$\lambda = \frac{(2 \pi n) \times R}{v}$$

$$\lambda = \frac{(2 \times 3.14 \times 3.1416) \times 0.23}{3}$$

$$\lambda = \frac{(19.7292) \times 0.23}{3}$$

$$\lambda = \frac{4.5377}{3}$$

$$\lambda = 1.5126$$

e. Untuk menghitung torsi dari turbin maka menggunakan persamaan (7) yaitu :

$$T = F \times r$$

$$T = 6.255 * 0.23$$

$$T = 1.439 \text{ Nm}$$

f. Untuk menghitung efisiensi Daya menggunakan persamaan berikut yaitu :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Daya output}}{\text{Daya Input}} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{0.109}{2.615} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi} = 0.0409 \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi} = 4.1682 \%$$

2. Daya tertinggi :

Untuk daya tertinggi terjadi pada pukul 13.00 siang, dengan data :

(1). Kecepatan angin : 5 m/s

(2). Putaran turbin : 196 rpm

(3). Tegangan : 7.41 V

(4). Arus : 0.43 A

a. Untuk menghitung besar Daya angin yang masuk ke turbin maka digunakan persamaan (1), yaitu :

$$W = \frac{1}{2} \times 1.166 \times (3.14 \times 0.23^2) \times 5^3$$

$$W = \frac{1}{2} \times 1.166 \times 0.1661 \times 125$$

$$W = \frac{1}{2} \times 24.2091$$

$$W = 12.1045 \text{ Watt}$$

b. Untuk menghitung besar putaran generatornya maka digunakan persamaan (2), yaitu :

$$n_{output} = 196 \cdot 4$$

$$n_{output} = 784 \text{ rpm}$$

- c. Untuk menghitung besar Daya generatonya maka digunakan persamaan (3), yaitu :

$$P = 7.41 \times 0.43$$

$$P = 3.1863 \text{ Watt}$$

- d. Untuk menghitung perbandingan Perbandingan kelajuan baling-baling pada radius R (jari-jari Rotor) menggunakan persamaan (5) yaitu :

$$\lambda = \frac{\omega R}{v}$$

$$\lambda = \frac{(2 \pi n) \times R}{v}$$

$$\lambda = \frac{(2 \times 3.14 \times 20.5251) \times 0.23}{5}$$

$$\lambda = \frac{(128.8974) \times 0.23}{5}$$

$$\lambda = \frac{29.6464}{5}$$

$$\lambda = 5.9293$$

- e. Untuk menghitung torsi dari turbin maka menggunakan persamaan (7) yaitu :

$$T = F \times r$$

$$T = 34.882 * 0.23$$

$$T = 8.023 \text{ Nm}$$

- f. Untuk menghitung efisiensi Daya menggunakan persamaan berikut yaitu :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Daya output}}{\text{Daya Input}} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{3.1863}{12.45795} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi} = 0.2558 \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi} = 25.5764 \%$$

### 3. Daya rata-rata :

Setelah data pengujian didapatkan, maka nilai rata-rata yang didapatkan adalah sebagai berikut :

(1). Kecepatan angin : 3.855 m/s

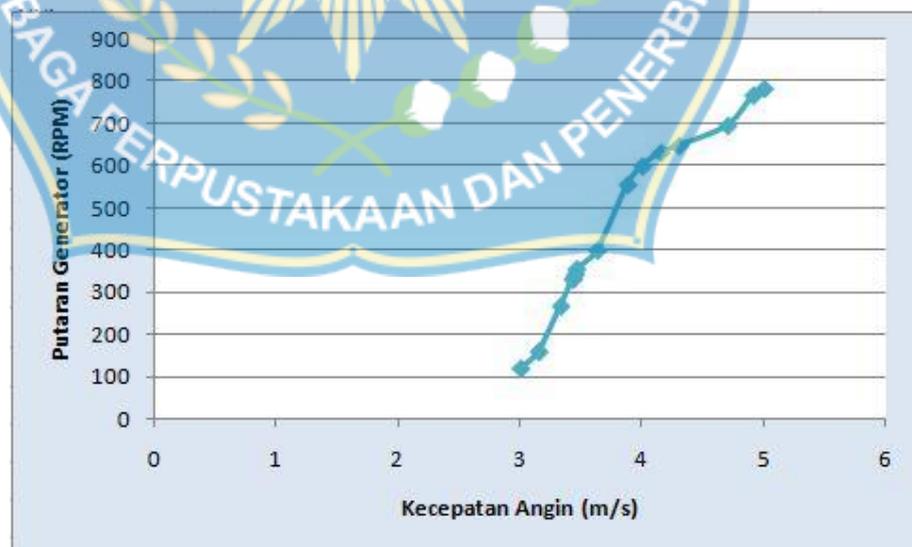
(2). Putaran turbin : 110.533 rpm

(3). Tegangan : 4.095 V

(4). Arus : 0.267 A

(5). Daya : 1.265 Watt

### 4. Hubungan Kecepatan Angin terhadap Putaran Generator :



Gambar 4.18. Grafik hubungan kecepatan angin terhadap putaran Generator.

Dari grafik diatas maka dapat terlihat bahwa kecepatan putaran terendah turbin terjadi pada kecepatan angin 3 m/s dengan jumlah putaran yaitu 120 rpm. Sedangkan untuk putaran turbin tertinggi terjadi pada kecepatan angin 5 m/s dengan putaran 784 rpm.

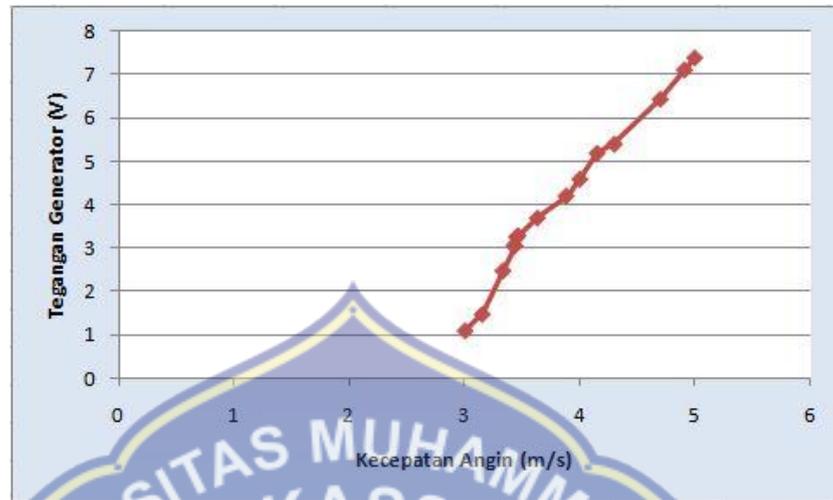
5. Hubungan Kecepatan Angin terhadap Daya Generator :



Gambar 4.19. Grafik hubungan Kecepatan Angin terhadap Daya Generator.

Dari grafik diatas maka dapat terlihat bahwa Daya Generator terendah terjadi pada kecepatan angin 3 m/s dengan Daya yang dihasilkan yaitu 0.109 Watt. Sedangkan untuk Daya tertinggi terjadi pada kecepatan angin 5 m/s dengan Daya 3.1863 Watt.

6. Hubungan Kecepatan Angin terhadap Tegangan Generator :



Gambar 4.20. Grafik hubungan Kecepatan Angin terhadap Tegangan Generator.

Dari grafik diatas maka dapat terlihat bahwa Tegangan Generator terendah terjadi pada kecepatan angin 3 m/s dengan tegangan yang dihasilkan yaitu 1.09 Volt. Sedangkan untuk tegangan tertinggi terjadi pada kecepatan angin 5 m/s dengan tegangan 7.41 Volt.

7. Hubungan Kecepatan Angin terhadap Torsi Turbin :



Dari grafik diatas maka dapat terlihat bahwa Torsi Generator terendah terjadi pada kecepatan angin 3 m/s dengan tegangan yang dihasilkan yaitu 1.439 Nm. Sedangkan untuk Torsi Generator tertinggi terjadi pada kecepatan angin 5 m/s dengan nilai 8.023 Nm.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan.**

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah sudu turbin yang mampu menangkap daya angin ialah turbin dengan 8 sudu dengan Luas turbin  $0.1661 \text{ m}^2$ .
2. Turbin 2 dan 4 sudu tidak mampu berputar karena kurang mampu menangkap daya angin yang bersumber dari kipas angin.
3. Dalam pengukuran di lapangan kecepatan angin tertinggi terjadi pada pukul 13.00 siang yaitu sebesar  $7.41 \text{ m/s}$  dengan daya Generator  $3.1863 \text{ Watt}$ .

#### **B. Saran.**

Setelah melakukan pengujian, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan serta perlu ditingkatkan agar skripsi menjadi lebih baik lagi. Yaitu :

1. Pemilihan bahan dalam pembuatan turbin perlu diperhatikan, agar putaran turbin lebih maksimal.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan daya generator yang dihasilkan agar dapat dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari.
3. Perancangan prototype pembangkit listrik tenaga angin ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga membutuhkan masukan-masukan yang bersifat membangun dari para pembaca.

## DAFTAR PUSTAKA

Ackerman, Steve, 2014, *Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas : Angin.*  
<http://id.wikipedia.org/wiki/Angin>.

Hage, 2009. *Mesin Listrik, Sistem Pembangkitan, dan Konversi Energi : Generator DC,* <http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/01/generator-dc.html>

I Kade, Made Mara, Arif, Muliadi, 2014. *Dinamika Teknik Mesin , Volume 4 : Pengaruh Variasi Jumlah Blade, Nusa Tenggara Barat.*

Patabang, Daud. 2010, *Jurnal Mekanikal : Rancang Bangun Kincir Angin Savonius Untuk Membangkitkan Energi Listrik Skala Kecil, Sulawesi Tengah.*

Sumita, Ruzita, 2013. *Rancang Bangun Miniatur Turbin Angin Pembangkit Listrik untuk media pembelajaran, Padang.*

Wikipedia bahasa Indonesia, 2014. *ensiklopedia bebas : Turbin Angin.*  
[http://id.wikipedia.org/wiki/Turbin\\_angin](http://id.wikipedia.org/wiki/Turbin_angin).

## LAMPIRAN

### A. Proses Perakitan



Gambar proses pembuatan sudu turbin



Gambar proses perangkaian sudu turbin

## B. Proses Pengujian



Gambar Pengujian di BMKG Makassar



Gambar Pengujian di Gedung Iqra' lantai 10