



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN VERTIKAL UNTUK  
PENERANGAN RUMAH TANGGA**

**TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :

Adityo Putranto (L0E 008 007)

Andika Prasetyo (L0E 008 014)

Arief Zatmiko U. (L0E 008 021)

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
SEMARANG**

**2011**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Telah disetujui Laporan Proyek Akhir mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Mesin yang disusun oleh:

Nama : Adityo Putranto  
NIM : L0E 008 007  
Judul PA : RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN VERTIKAL  
UNTUK PENERANGAN RUMAH TANGGA  
Disetujui pada tanggal:

Semarang, 23 November 2011  
Dosen Pembimbing,

**Ir. Sutomo, Msi**  
NIP. 195203211987031001

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh : Adityo Putranto (LOE 008 007)  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Untuk Penerangan  
Rumah Tangga  
Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian  
persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program  
Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

### TIM PENGUJI

Pembimbing	: Ir. Sutomo, Msi	(.....)
Penguji I	: Ir. Sutomo, Msi	(.....)
Penguji II	: Bambang Setyoko, ST, M.Eng	(.....)
Penguji III	: Drs. Juli Mrihardjono	(.....)

Semarang, 12 Desember 2011  
Ketua PSD III Teknik Mesin,

**Ir. Sutomo, Msi**  
NIP. 195203211987031001

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas akhir ini adalah hasil karya kami sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk Telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama	: 1. Adityo Putranto	(LOE 008 007)
	2. Andika Prasetyo	(LOE 008 014)
	3. Arief Zatmiko U.	(LOE 008 021)

Tanggal	: 23 November 2011
---------	--------------------

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adityo Putranto  
NIM : L0E 008 007  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah kami yang berjudul :

### **RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN VERTIKAL UNTUK PENERANGAN RUMAH TANGGA**

Dengan hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihkan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir kami selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : 13 Desember 2011  
Yang menyatakan,

(Adityo Putranto)

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

MOTO

*HIDUP ITU UNTUK DIJALANI DAN DINIKMATI DENGAN PENUH SEMANGAT!!!*

Persembahan

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk :

Kedua orang tuaku tercinta, adik, keluarga besar dan teman-temanku yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan semangat untukku.

Para dosen yang telah member ilmu dan bimbingan dengan sabar.

Teman-teman regular A dan B angkatan 2008 yang senantiasa member semangat...

Dan

Wulan Anjani, Am. Keb yang senantiasa member support dan doa

Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah segala puji hanya untuk ALLAH SWT atas semua rahmat dan karunia yang telah dilimpahkanNYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik dan tepat waktu. Penulis persembahkan karya tulis ini untuk :

1. ALLAH SWT atas rahmat dan karuniaNYA.
2. Bapak dan Ibu serta adik-adikku tercinta yang memberikan kepercayaan dan dukungan secara moril.
3. Bapak Ir. Sutomo, Msi, Selaku Ketua PSD III Teknik Mesin dan selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kami selama proses pengerjaan sampai laporan selesai.
4. Bapak Drs. Sutrisno selaku dosen wali.
5. Bapak Ibu Dosen yang telah membimbing dan membekali kami.
6. Bapak Teknisi yang telah membantu dan menyediakan sarana dan prasarana.
7. Teman-teman kelompok Tugas Akhir Arief Zاتمiko U dan Andika Prasetyo.
8. Teman-teman yang telah membantu.
9. Keluarga besar Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Betapapun karya ini masih ada kekurangan tentunya, jika diukur dengan skala keilmuan. Namun kiranya dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, 13 Desember 2011  
Team Pembimbing

## **ABSTRAK**

Salah satu sebab langkanya sumber daya alam di dunia ini adalah semakin tingginya kebutuhan minyak dan gas (migas). Sementara tingginya migas tidak diimbangi dengan kapasitas produksi. Oleh sebab itu, dibutuhkan sumber daya energi yang terbaru yaitu turbin angin.

Rumusan masalah dalam pembuatan turbin angin ini adalah “Adakah Hubungan Antara Panjang Lengan Dan Ratio Roda Gigi Dengan Daya Yang Dihasilkan Turbin” Rancang bangun turbin angin ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik daya yang dihasilkan dengan variabel bebas yaitu panjang lengan dan ratio roda gigi.

Rancang bangun turbin angin ini menggunakan metode perancangan, perakitan, dan pengujian turbin angin. Pada pengujiannya digunakan 4 buah variabel bebas yang diuji di Desa Jembangan, Kecamatan Batangan, Kabupaten Pati.

Hasil Penelitian rancang bangun ini dengan menggunakan variabel bebas, yaitu pada panjang lengan 84 cm dengan perbandingan roda gigi 28:1 efisiensi maksimal sebesar (55%), panjang lengan 84 cm dengan perbandingan roda gigi 60:1 efisiensi maksimal sebesar (100%), panjang lengan 64 cm dengan perbandingan roda gigi 28:1 efisiensi maksimal sebesar (84,66%), sedangkan panjang lengan 64 cm dengan perbandingan roda gigi 60:1 efisiensi maksimal sebesar (100%). Sehingga disarankan kepada peneliti yang membuat turbin angin untuk menggunakan panjang lengan yang pendek dan ratio roda gigi yang lebih besar agar didapatkan daya yang maksimal.

Kata Kunci : Turbin Angin, Panjang Lengan, Ratio Roda Gigi, Daya



## **ABSTRACT**

### ***Design of Vertical Wind Turbine For The Household Lighting Coastal***

*One reason for the scarcity of natural resources in the world is increasingly high demand for oil and gas (gas). While high oil and gas are not matched by production capacity. Therefore needed renewable energy from wind turbine.*

*Formulation of the problem in the manufacture of wind turbines is "Are there Relationship Between Long Arm Wind Turbine And Gear Ratio By The Generated Power Turbine" Design of wind turbine is intended to investigate the characteristics of the power generated by the independent variable the length of the arm and the gear ratio.*

*Design of wind turbine uses a method of designing, assembling, and testing of wind turbines. In the test used 4 independent variables tested in the Jembangan, Pati District.*

*The results of this study design by using the independent variables, namely the long arm of 84cm with a 28:1 gear ratio for maximum efficiency (55%), sleeve length 84cm with a 60:1 gear ratio for maximum efficiency (100%), long sleeve 64cm with a 28:1 gear ratio for maximum efficiency (84.66%), whereas the long arm of 64cm with a 60:1 gear ratio for maximum efficiency (100%). So it is recommended to researchers who make wind turbines to use shorter length sleeves and a gear ratio greater efficiency in order to have a maximum power.*

*Keywords: Wind Turbine, Long Sleeve, Gear Ratio, Power*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	
Halaman Persetujuan Dosen Pembimbing .....	
Halaman Pengesahan .....	
Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir .....	
Halaman Motto dan Persembahan .....	
Kata Pengantar.....	
Abstrak.....	
Daftar Isi .....	
BAB I	PENDAHULUAN
1.1	Latar Belakang
1.2	Alasan Pemilihan Judul
1.3	Pembatasan Masalah
1.4	Tujuan Tugas Akhir
1.5	Manfaat Penelitian
1.6	Metodelogi
1.7	Sistematika Penyusunan
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA
2.1	Studi Literatur
2.2	Teori Penunjang
2.3	Alat Penunjang
BAB III	PERENCANAAN, PERHITUNGAN, PEMBUATAN, DAN PERAKITAN
3.1	Proses Perencanaan
3.2	Perhitungan Pembuatan Turbin Angin
3.3.	Proses Pembuatan
3.4.	Peroses Perakitan
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN
4.1	Desain Pengujian
4.2	Tempat Pengujian
4.3	Tahap Penelitian
4.4	Metode Pengumpulan Data
4.5	Alat dan Bahan
4.6	Menentukan Spesifikasi Turbin Angin

- 4.7 Metode Perancangan
- 4.8 Desain Perancangan
- 4.9 Perancangan dan Pembuatan Komponen Turbin
- 4.10 Mekanisme Pengujian Turbin Angin

## **BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

- 5.1 Perhitungan Daya Angin Teoritis
- 5.2 Perhitungan Daya Angin Sebenarnya
- 5.3 Perhitungan Efisiensi Energi Listrik yang Dihasilkan Turbin
- 5.4 Perhitungan Efisiensi Sudu Turbin.

## **BAB VI PENUTUP**

- 6.1 Kesimpulan
- 6.2 Saran

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Kincir angin pertama kali digunakan untuk membangkitkan listrik dibangun oleh P. La Cour dari Denmark diakhir abad ke-19. Setelah perang dunia I, layar dengan penampang melintang menyerupai sudut propeler pesawat sekarang disebut kincir angin tipe propeler' atau turbin. Eksperimen kincir angin sudut kembar dilakukan di Amerika Serikat tahun 1940, ukurannya sangat besar yang disebut mesin Smith-Putman, karena dirancang oleh Palmer Putman, kapasitasnya 1,25 MW yang dibuat oleh Morgen Smith Company dari York Pennsylvania. Diameter propelernya 175 ft(55m) beratnya 16 ton dan menaranya setinggi 100 ft (34m). Tapi salah satu batang propelernya patah pada tahun 1945. (Astu Pudjanarso, 2006)

Pada tahun 2005, cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2004 diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 18 tahun dengan rasio cadangan/produksi pada tahun tersebut. Sedangkan gas diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 61 tahun dan batubara 147 tahun. Sementara tingginya kebutuhan migas tidak diimbangi oleh kapasitas produksinya menyebabkan kelangkaan sehingga di hampir semua negara berpacu untuk membangkitkan energi dari sumber-sumber energi baru dan terbarukan. (DESDM, 2005)

Kebutuhan energi di Indonesia khususnya dan di dunia pada umumnya terus meningkat karena pertambahan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi itu sendiri yang senantiasa meningkat. Salah satu sumber pemasok listrik, PLTA bersama pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dan pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) memang memegang peran penting terhadap ketersediaan listrik terutama di Jawa, Madura, dan Bali.

Indonesia adalah negara yang memiliki sumber daya energi yang sangat melimpah, salah satunya adalah sumber energi angin. Indonesia yang merupakan negara kepulauan dan salah satu Negara yang terletak di garis khatulistiwa merupakan faktor, bahwa Indonesia memiliki potensi energi angin yang melimpah. Pada dasarnya angin terjadi karena ada perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin. Di daerah katulistiwa, udaranya menjadi panas mengembang dan menjadi ringan, naik ke atas dan bergerak ke daerah yang lebih dingin. Sebaliknya daerah kutub yang dingin, udara menjadi dingin dan turun ke bawah. Dengan demikian

terjadi perputaran udara berupa perpindahan udara dari kutub utara ke garis katulistiwa menyusuri permukaan bumi dan sebaliknya suatu perpindahan udara dari garis katulistiwa kembali ke kutub utara, melalui lapisan udara yang lebih tinggi. Potensi energi angin di Indonesia cukup memadai, karena kecepatan angin rata-rata berkisar 3,5 - 7 m/s. Hasil pemetaan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada 120 lokasi menunjukkan, beberapa wilayah memiliki kecepatan angin di atas 5 m/detik, masing-masing Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan, dan Pantai Selatan Jawa.

Tabel 1.1 Pengelompokkan potensi energi angin, pemanfaatan dan lokasi potensial.

KELAS	Kec. Angin (m/s)	Daya Spesifik ( $W/m^2$ )	Kapasitas (kW)	Lokasi
Skala Kecil	2,5 - 4,0	< 75	s/d 10	Jawa, NTB, NTT, Maluku, sulawesi
Skala Menengah	4,0 – 5,0	75 -150	10 -100	NTB, NTT, Sulsel, Sultra
Skala Besar	>5,0	> 150	> 100	Sulsel, NTB, NTT, Pantai Selatan Jawa

Sumber: LAPAN, 2005

Pada tahun 2009, kapasitas terpasang dalam sistem konversi angin di seluruh Indonesia mencapai 1,4 MW yang tersebar di Pulau Selayar (Sulawesi Utara), Nusa Penida (Bali), Yogyakarta, dan Bangka Belitung. Melihat potensi wilayah pantai cukup luas, pemanfaatan tenaga angin sebagai sumber energi terbarukan di Indonesia sangat mungkin untuk dikembangkan lebih lanjut (Eko S. Baruna, Pusat data dan Informasi ESDM).

Salah satu pemanfaatan energi angin adalah penggunaan turbin angin yang banyak digunakan untuk kebutuhan pertanian, seperti untuk menggerakkan pompa untuk keperluan irigasi, serta kebutuhan akan energi yaitu sebagai pembangkit listrik energi angin. Berbagai macam penemuan turbin angin sebagai pembangkit energi alternatif sudah ditemukan sejak lama dengan berbagai macam bentuk desain. Turbin angin tipe *savonius* adalah salah satu macam turbin angin yang ditemukan sebagai pemanfaatan energi angin yang bekerja dengan memanfaatkan kecepatan angin. Bentuk sudu dibuat sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan gaya dorong yang akan memutar rotor. Besarnya putaran rotor yang dihasilkan berbanding lurus dengan besarnya kecepatan angin.

## 1.2 Alasan Pemilihan Judul

Pemilihan judul “Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga” didasarkan atas beberapa alasan sebagai berikut:

1. Mengembangkan dan menerapkan ilmu yang telah diperoleh dibangku kuliah, khususnya mengenai konversi energi.

2. Merancang turbin angin tipe vertikal yang memberikan manfaat sebagai sumber energi penerangan tambahan pada rumah tangga.
3. Mengembangkan Program Kreatifitas Mahasiswa (PKM) yang didanai Direktorat Jendral Perguruan Tinggi Negeri (DIKTI) dalam bidang Teknologi Terapan (PKM-T).

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis memfokuskan pada kajian dan analisa sebagai berikut:

1. Penulis tidak membahas dan memaparkan tentang perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada kerangka turbin.
2. Penulis tidak membahas tentang perhitungan sistem kelistrikan karena hanya digunakan untuk mengetahui daya keluaran yang diketahui oleh turbin.
3. Penulis tidak membahas tentang perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada sudu turbin.
4. Turbin angin yang digunakan adalah jenis turbin angin vertikal tipe *savonius*.
5. Pengujian turbin angin dilakukan di desa Jembangan kecamatan Batangan kabupaten Pati.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

2. Untuk memenuhi persyaratan dalam rangka menyelesaikan studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.
3. Menyelesaikan Program Kreatifitas Mahasiswa (PKM) yang didanai Direktorat Jendral Perguruan Tinggi Negeri (DIKTI) dalam bidang Teknologi Terapan (PKM-T).
4. Membuat alat yang dapat memanfaatkan energi angin untuk keperluan penerangan dalam skala rumah tangga.
5. Tersedianya listrik di daerah/pulau terpencil terutama untuk listrik rumah tangga.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Pembuatan pembangkit listrik tenaga angin dengan turbin *savonius* dapat digunakan sebagai pensuplai tambahan energi listrik yang kemudian diterapkan pada suatu daerah yang berpotensi memiliki angin yang baik.

Manfaat rancang bangun turbin angin *savonius* ini adalah:

1. Terciptanya sebuah teknologi baru dalam penerapan Sistem Konversi Energi Angin (SKEA) yang digunakan untuk berbagai keperluan di Indonesia.
2. Memberikan manfaat ekonomis dalam upaya pemenuhan energi nasional.
3. Memberikan solusi terhadap masalah penyediaan energi yang murah dan ramah lingkungan.
4. Memberikan pengalaman kepada mahasiswa dalam membuat dan terlibat dalam proyek ilmiah.

5. Menghemat biaya listrik bulanan akibat penggunaan listrik berlebih dari alat kelistrikan pada rumah tangga.
6. Memperkaya khasanah ilmu pengetahuan dalam pengembangan turbin angin.

## **1.6 Metodologi**

Metode Penelitian yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Metode Penyusunan Akademis

- a. Metode Bimbingan

Metode ini bertujuan untuk mendapatkan pengarahan dari Dosen Pembimbing dalam penyusunan sistematik laporan tugas akhir dan bentuk yang baik serta koreksi dan masukan materi selama proses pembuatan dan penyusunan tugas akhir.

- b. Studi Kepustakaan

Metode ini digunakan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan topik Tugas Akhir yang dapat diambil dari literatur dan digunakan sebagai referensi.

2. Metode Pelaksanaan Program

Dalam perancangan alat “Rancang Bangun Turbin Angin vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga”, penulis menerapkan beberapa metode pelaksanaan penelitian, yaitu:

- a. Rancangan Konseptual

Rancangan konseptual adalah suatu rancangan awal yang berupa gambar sketsa dasar perancangan yang didasarkan pada pemahaman konsep-konsep mekanik kincir angin untuk memecahkan masalah. Tahap ini didahului dengan identifikasi masalah yang dihadapi, kemudian menumbuhkan struktur fungsi dari masing-masing blok komponennya dan akhirnya menentukan cara yang paling tepat dan efektif.

- b. Rancangan Tata Letak

Gambar-gambar sketsa rangka dan rangkaian mekanik yang sudah jadi kemudian dianalisa untuk menentukan tata letak yang terbaik agar alat tersebut dapat bekerja dengan efektif.

- c. Rancangan Detail

Tahap pembuatan rancangan detail yang sebelumnya dilakukan optimalisasi konsep dasar, tata letak dan bentuk, penyiapan daftar komponen dan dokumen produksi. Dan terakhir yaitu penyiapan gambar kerja disertai dengan bahan komponen yang sudah diperhitungkan keamanannya berdasarkan kekuatan bahan.

- d. Persiapan Alat dan Bahan

Proses ini dimulai setelah selesainya rancangan detail. Alat-alat dan bahan yang diperlukan disiapkan secara keseluruhan, sehingga proses pembuatan prototipe terlaksana secara sempurna.

e. Pembuatan Alat

Persiapan yang telah direncanakan dilaksanakan sesuai rancangan yang dibuat, kemudian membuat rangka komponen, merakit semua komponen lalu diuji kinerja. Bila dalam proses ini ada suatu kesalahan atau kekurangan pada alat, maka akan dilakukan perbaikan sampai alat ini dapat berfungsi dengan baik. Kemudian langkah terakhir adalah penyempurnaan alat.

f. Pengujian Alat

Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga ini akan diuji pada rumah di pesisir pantai pada waktu dan tempat tertentu.

### **1.7 Sistematika Penyusunan**

Untuk memperoleh gambaran tentang isi dari tugas akhir ini maka akan dikemukakan sistematika penulisan sebagai berikut:

**BAB I PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang permasalahan, pembatasan masalah, tujuan penulisan Tugas Akhir, metodologi penyusunan dan sistematika penyusunan.

**BAB II LANDASAN TEORI**

Berisi tentang pendekatan teoritis baik yang bersumber dari acuan pustaka maupun analisis penulis sendiri, dan disertai pertimbangan pemilihan bahan.

**BAB III PERENCANAAN, PEMBUATAN, DAN PERAKITAN**

Berisi tentang perhitungan, proses awal pembuatan yang kemudian dilanjutkan pada proses perakitan alat, sampai pada perawatannya.

**BAB IV METODE PENELITIAN**

Berisi tentang tempat, metode dan tujuan pengujian, alat bantu uji, prosedur pengujian.

**BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Berisi tentang perhitungan yang berkaitan dengan objek setelah melaksanakan pengujian.

**BAB VI PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Studi Literatur**

Beberapa penelitian yang telah melakukan penelitian terkait ilmu yang menyangkut tentang turbin angin, antara lain:

Bambang setioko (2007), Kenaikan harga BBM mendorong masyarakat untuk mencari alternative baru yang murah dan mudah didapat untuk mendapatkan tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Tenaga angin merupakan tenaga gerak yang murah dan mudah didapat, sehingga hal ini dijadikan penelitian dan dimanfaatkan untuk tenaga penggerak generator listrik sehingga menghasilkan arus listrik. Teknik pengolahan dan analisis data dalam pembuatan turbin angin ini dibuat dengan mengambil data jumlah kipas, besarnya sudut, kecepatan angin, dan jumlah putaran. Analisis regresi digunakan sebagai metode untuk menyusun hubungan fungsional antara dua variable yaitu variable bebas dan tak bebas. Dengan konstruksi tinggi tiang 9 meter, dimensi kipas terdiri dari empat daun dengan diameter 3 m, lebar 1,30 m dan tinggi 2,50 m yang terbuat dari lembaran alumunium. Putaran kipas dipercepat 20 kali (1:20) untuk memutar dynamo ampere dan dapat mengisi strum accu sehingga accu mampu memutar dynamo DC dan dynamo AC ikut berputar menghasilkan listrik. Arus listrik yang dihasilkan sekitar  $\pm 1500$  watt untuk waktu  $\pm 30$  menit

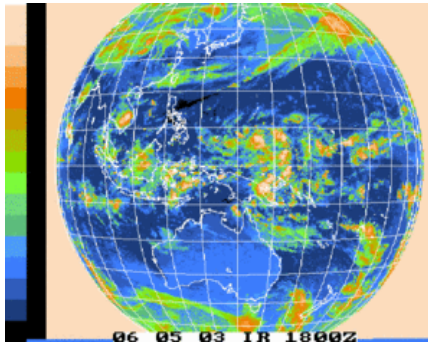
Sulistyo atmadi (2008), mewakili Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional (LAPAN) meneliti tentang pengembangan metode parameter rotor turbin angin sumbu vertikal tipe savonius. Penelitian ini dikembangkan dengan metode penentuan parameter awal rotor turbin angin sumbu vertical tipe savonius. Dengan daya dan kecepatan angin tertentu, maka kisaran luas, diameter, tinggi, dan kecepatan putar rotor dapat diketahui. Luas rotor sangat dipengaruhi oleh koefisien daya.

Kecepatan putaran rotor rancangan dapat dihitung setelah diameter rotor dihitung dan *Tip Speed Ratio* ditentukan. Penelitian ini menggunakan ratio diameter terhadap tinggi masing-masing 0,1; 0,8; 0,8. Hasilnya berupa table daya, kecepatan angin, luas rotor, diameter, tinggi serta kecepatan putar dapat digunakan sebagai rancangan awal turbin angin Savonius bagi para pemula karena turbin angin ini dapat dibuat secara sederhana.

#### **2.2 Teori Penunjang**

### 2.2.1 Definisi Energi Angin

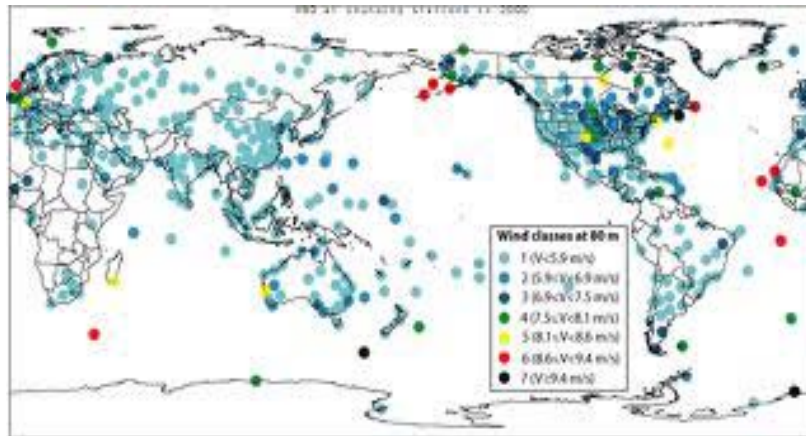
Angin adalah udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara disekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah. Apabila dipanaskan, udara memuai. Udara yang telah memuai menjadi lebih ringan sehingga naik. Apabila hal ini terjadi, tekanan udara turun karena udaranya berkurang. Udara dingin disekitarnya mengalir ke tempat yang bertekanan rendah tadi. Udara menyusut menjadi lebih berat dan turun ke tanah. Diatas tanah udara menjadi panas lagi dan naik kembali. Aliran naiknya udara panas dan turunnya udara dingin ini dikarenakan konveksi.



Gambar 2.1 Foto satelit gerakan angin. (Wikipedia, 2010)

Tenaga angin menunjuk kepada pengumpulan energi yang berguna dari angin. Pada tahun 2005, kapasitas energi generator tenaga angin adalah 58.982 MW, hasil tersebut kurang dari 1% pengguna listrik dunia. Meskipun masih berupa sumber energi listrik minor dikebanyakan Negara, penghasil tenaga angin lebih dari empat kali lipat antara 1999 dan 2005.

Kebanyakan tenaga angin modern dihasilkan dalam bentuk listrik dengan mengubah rotasi dari pisau turbin menjadi arus listrik dengan menggunakan generator listrik. Pada kincir angin energi angin digunakan untuk memutar peralatan mekanik untuk melakukan kerja fisik, seperti menggiling atau memompa air. Tenaga angin banyak jumlahnya, tidak habis-habis, tersebar luas dan bersih.



Gambar 2.2 Peta Energi Angin di Indonesia  
(<http://energialternatif.wordpress.com>)

### 2.2.2 Asal Energi Angin

Semua energi yang dapat diperbaharui dan bahkan energi pada bahan bakar fosil, kecuali energi pasang surut dan panas bumi berasal dari matahari. Matahari meradiasi  $1,74 \times 1.014$  Kilowatt jam energi ke Bumi setiap jam. dengan kata lain, bumi ini menerima daya  $1,74 \times 1.017$  watt.

Sekitar 1-2% dari energi tersebut diubah menjadi energi angin. Jadi, energi angin berjumlah 50-100 kali lebih banyak daripada energi yang diubah menjadi biomassa oleh seluruh tumbuhan yang ada di muka bumi.

Sebagaimana diketahui, pada dasarnya angin terjadi karena ada perbedaan temperatur antara udara panas dan udara dingin. Daerah sekitar khatulistiwa, yaitu pada busur  $0^\circ$ , adalah daerah yang mengalami pemanasan lebih banyak dari matahari dibanding daerah lainnya di Bumi.

Daerah panas ditunjukkan dengan warna merah, oranye, dan kuning pada gambar inframerah dari temperature permukaan laut yang diambil dari satelit NOAA-7 pada juli 1984. Udara panas lebih ringan daripada udara dingin dan akan naik ke atas sampai mencapai ketinggian sekitar 10 kilometer dan akan tersebar kearah utara dan selatan.

Jika bumi tidak berotasi pada sumbunya, maka udara akan tiba dikutub utara dan kutub selatan, turun ke permukaan lalu kembali ke khatulistiwa. Udara yang bergerak inilah yang merupakan energi yang dapat diperbaharui, yang dapat digunakan untuk memutar turbin dan akhirnya menghasilkan listrik.

Tabel 2.1 Kondisi Angin

Tabel kondisi angin			
kelas angin	kecepatan angin m/d	kecepatan angin km/jam	Kecepatan angin knot/jam
1	0.3~1.5	1 ~ 5.4	0.58 ~ 2.92
2	1.6~3.3	5.5~11.9	3.11 ~ 6.42
3	3.4~5.4	12.0 ~ 19.5	6.61 ~ 10.5
4	5.5~7.9	19.6 ~ 28.5	10.7 ~ 15.4
5	8.0~10.7	28.6 ~ 38.5	15.6 ~ 20.8
6	10.8~13.8	38.6 ~ 49.7	21 ~ 26.8
7	13.9~17.1	49.8 ~ 61.5	2.7 ~ 33.3
8	17.2~20.7	61.6 ~ 74.5	33.5 ~ 40.3
9	20.8~24.4	74.6 ~ 87.9	40.5 ~ 47.5
10	24.5~28.4	88.0 ~ 102.3	47.7 ~ 55.3
11	28.5~32.6	102.4~117.0	55.4 ~ 63.4
12	>32.6	>118	63.4

Sumber : <http://www.kincirangin.info/pdf/kondisi-angin.pdf>

### 2.2.3 Definisi Turbin Angin

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak digunakan di Denmark, Belanda, dan Negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan *windmill*.

Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. walaupun sampai saat ini penggunaan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional (Co: PLTD, PLTU, dll), turbin angin masih lebih dikembangkan oleh para ilmuwan karena dalam waktu dekat manusia akan dihadapkan dengan masalah kekurangan sumber daya alam tak terbaharui (Co: batubara dan minyak bumi) sebagai bahan dasar untuk membangkitkan listrik.

Angin adalah salah satu bentuk energi yang tersedia di alam, Pembangkit Listrik Tenaga Angin mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Cara kerjanya cukup sederhana, energi angin yang memutar turbin angin, diteruskan untuk memutar rotor pada generator dibelakang bagian turbin angin, sehingga akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik ini biasanya akan disimpan kedalam baterai sebelum dapat dimanfaatkan. Secara sederhana sketsa kincir angin adalah sebagai berikut: