

**ENERGI BARU DAN TERBARUKAN
REKAYASA**

**LAPORAN PENELITIAN TAHUN KE III
HIBAH KOPETITIF PENELITIAN PRIORITAS NASIONAL
TAHUN ANGGARAN 2012**

ENERGI BARU DAN TERBARUKAN

**PEMBANGUNAN HIBRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
ANGIN DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
DI KOTA PADANG SETELAH GEMPA BUMI
30 SEPTEMBER 2009**

Nama Tim Peneliti

1. Drs. Aslimeri, M.T
2. Drs. Aswardi, M.T
3. Yoli fernanda, S.T, M.T



**Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan
Sesuai dengan Surat perjanjian Penugasan Penelitian Stategis Nasional
No 030/SP2H/PL/Dit.Litabmas/ III/2012
Tanggal 7 Maret 2012,**



| | |
|--|--------------------|
| MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG | |
| DITERIMA TEL | 15 April 2014 |
| SUMBER/HARGA | Hd |
| KOLEKSI | . F1 |
| NO. INVENTARIS | 661/Hd/2014-p. (1) |
| KLASIFIKASI | |

**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
November 2012**

**ENERGI BARU DAN TERBARUKAN
REKAYASA**

**LAPORAN PENELITIAN TAHUN KE III
HIBAH KOPETITIF PENELITIAN PRIORITAS NASIONAL
TAHUN ANGGARAN 2012**

ENERGI BARU DAN TERBARUKAN

**PEMBANGUNAN HIBRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
ANGIN DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
DI KOTA PADANG SETELAH GEMPA BUMI
30 SEPTEMBER 2009**

Nama Tim Peneliti

- 1. Drs. Aslimeri, M.T**
- 2. Drs. Aswardi, M.T**
- 3. Yoli fernanda, S.T, M.T**



**Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan
Sesuai dengan Surat perjanjian Penugasan Penelitian Stategis Nasional
No 030/SP2H/PL/Dit.Litabmas/ III/2012
Tanggal 7 Maret 2012,**



| | |
|--|---------------------|
| MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG | |
| DITERIMA TGL | 15 April 2014 |
| SUMBER/HARGA | Hd |
| KOLEKSI | F1 |
| NO. INVENTARIS | 661/Hd/2014-p.1 (1) |
| KLASIFIKASI | |

**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
November 2012**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul : Pembangunan hibrid pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga surya di kota Padang setelah gempa bumi 30 September 2009
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama : Drs. Aslimeri, M.T
 - b. Jenis Kelamin : Laki laki
 - c. NIP : 19560501 198301 1001
 - d. Jabatan Struktural : -
 - e. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
 - f. Fakultas/.Jurusan : Teknik/Teknik Elektro
 - g. Pusat Penelitian : Pusat Penelitian UNP Padang
 - h. Alamat Kantor : Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang
 - i. Telepon/Faks : Telepon (0751) 443450/ Faks (0751) 7055644:
 - j. Alamat rumah : Wisma Indah VII Blok D1 No 8 Tabing Padang
 - k. Telepon/E-mail : Telepon (0751) 7050907/ aslimeri @.telkom.net
3. Jangka Waktu Penelitian : 3(tiga) tahun
4. Pembiayaan
 - a. Jumlah yang disetujui DIKTI tahun 1 : Rp 60.000.000,-
 - b. Jumlah yang disetujui DIKTI tahun 2 : Rp 77.500.000,-
 - c. Jumlah yang disetujui DIKTI tahun 3 : Rp 75 .000.000,-

Mengetahui,
Dekan FT UNP



Padang 20 November 2012
Ketua Tim Peneliti

Drs. Aslimeri, MT
NIP 19560501 198301 1001

The image shows a signature and a circular official stamp of the research team leader. The stamp contains the text 'KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN', 'UNIVERSITAS NEGERI PADANG', and 'FAKULTAS TEKNIK'. A signature is written over the stamp.

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian UNP

Dr. Alwen Bentri, M.Pd
NIP. 19610722 198602 1002

The image shows a signature and a circular official stamp of the research institution. The stamp contains the text 'KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN', 'UNIVERSITAS NEGERI PADANG', and 'FAKULTAS TEKNIK'. A signature is written over the stamp.

I. Identitas Penelitian

1. Judul : Pembangunan hibrid pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga surya di kota Padang setelah gempa bumi 30 September 2009

2. Ketua Peneliti

a. Nama : Drs. Aslimeri, M.T

b. Bidang Keahlian : Teknik Elektro

3. Anggota Peneliti

| No | NAMA DAN GELAR AKADEMIK | BIDANG KEAHLIAN | INSTANSI | ALOKASI WAKTU | |
|----|-------------------------|-----------------|----------|---------------|-------|
| | | | | Jam/mg | bulan |
| 1 | Drs. Aswardi. M.T | Teknik elektro | FT UNP | 10 | 40 |
| 2 | Yoli fernanda, S.T, M.T | Teknik Mesin | FT UNP | 10 | 40 |

4. Tema Penelitian : Energi baru dan terbarukan

5. Isu strategis : Security of supply dan keberlanjutan penyediaan energi listrik

6. Topik Penelitian : Pemamfaatan hibrid energi angin dan energi surya

7. Objek Penelitian : a. Tenaga angin di beberapa tempat untuk menentukan tempat yang tepat untuk pemasangan turbin angin

b. Energi yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga surya sepanjang waktu

8. Lokasi Penelitian : Asrama mahasiswa UNP Parupuk Tabing

9. Hasil yang ditargetkan : a. Terwujudnya hibrid pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga surya di kota Padang setelah gempa bumi 30 September 2009

b. Publikasi ilmiah dalam jurnal nasional maupun internasional

10. Instalasi yang terlibat : Pemda Kota Padang .

11. Sumber biaya lain selain Dikti . : -

RINGKASAN DAN SUMMARY

PEMBANGUNAN HIBRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI KABUPATEN PADANG PARIAMAN SETELAH GEMPA BUMI 30 SEPTEMBER 2009

Oleh

Aslimeri, Aswardi dan Yoli fernanda

Staf Pengajar Fakultas Teknik UNP

Masalah energi listrik tampaknya akan menjadi topik yang hangat sepanjang peradapan manusia di masa yang akan datang, dengan adanya kebutuhan energi yang semakin besar penggunaan energi listrik juga akan semakin meningkat. Oleh sebab itu pengkajian terhadap berbagai sumber energi baru dan pemamfaatan tidak akan pernah menjadi langkah yang sia-sia .

Ketersediaan jumlah minyak bumi Indonesia semakin lama semakin berkurang dan dalam waktu yang tidak lama lagi akan habis, Sementara itu untuk menyuplai kebutuhan listrik yang terus meningkat telah menyebabkan menipisnya cadangan minyak mentah dunia yang harganya pada tahun 2008 mencapai US\$ 140 per barel. Dengan adanya krisis minyak dunia ini orang mulai berpaling kepada energi alternatif terbaharukan, diantaranya adalah energi angin dan energi matahari. Menghadapi kenyataan ini, maka Pemerintah harus melakukan berbagai upaya yang salah satunya adalah dengan mengadakan program diversifikasi sumber energi dengan melakukan pencarian dan pengembangan sumber-sumber energi alternatif. Selama ini berbagai sumber Energi Alternatif untuk Pembangkit Tenaga Listrik yang sudah mulai dikembangkan adalah : Energi Air, Energi Matahari, Energi Angin, Energi Gelombang Laut, Energi Biomassa, Energi Biofuel, Energi Biogas dan lain-lain.

Energi Angin sebagai salah satu alternatif yang menjadi pilihan karena terdapat potensi angin di daerah-daerah tertentu di Indonesia yang bisa dimanfaatkan. Kerena Indonesia juga berada diderah khatulistiwa yang cahaya matahari ada sepanjang tahun, pemamfaatan pembangkit listrik tenaga matahari (tenaga surya) ini sangat cocok diterapkan didaerah khatulistiwa terutama didaerah terpencil. Kerena pada malam hari tidak ada cahaya matahari, supaya energi listriknya yang dihasilkan bisa kontinyu maka pembangkit listrik tenaga matahari ini digabungkan dengan pembangkit listrik tenaga angin.

Enam hal penting yang mendasari melakukan penelitian ini adalah (1) Banyaknya daerah yang rusak sumber energi listriknya akibat gempa bumi yang melanda Sumatera barat tanggal 30 september 2009 terutama masyarakat disekitar pantai barat Sumatera (2) Krisis energi listrik yang dialami Indonesia pada umumnya dan Sumatera pada khususnya sehingga di Sumatera barat, Riau dan Jambi perlu pemadaman listrik secara bergantian. (3) Tingginya harga listrik per Kwh di Indonesia sehingga memberatkan perekonomian masyarakat. (4) Undang-undang Republik Indonesia No 20 Th 2002 tentang ketenagalistrikan. (5) Banyaknya tersedia sumber energi listrik di seluruh pelosok nusantara seperti energi matahari, angin dan gelombang

laut yang belum dimanfaatkan (6) Masih banyaknya masyarakat dipelosok nusantara belum merasakan energi listrik.

Pada penelitian ini peneliti akan mencoba memanfaatkan kombinasi energi angin dan energi matahari sebagai penghasil tenaga listrik, yang mana saat siang hari energi matahari cukup besar maka pembangkit listrik tenaga matahari akan menghasilkan energi listrik yang disimpan dalam baterai.

Didaerah pantai pada umumnya energi angin akan kuat pada saat sore dan malam hari, pada saat ini pembangkit listrik tenaga angin akan menghasilkan energi listrik, energi listrik yang dihasilkan ini disalurkan dan disalurkan ke baterai. Energi listrik yang tersimpan dalam baterai disalurkan ke beban melalui sebuah inverter yang terlebih dahulu dirobah dari listrik arus searah menjadi listrik arus bolak balik sesuai dengan kebutuhan pemakai .

Kegiatan penelitian akan dilakukan dalam 3 tahun. Tujuan penelitian tahun ke 2 adalah:

Dengan didapatnya data angin di beberapa tempat pada tahun ke 1, dan Dengan selesainya hibrid pembangkit listrik tenaga angin menggunakan generator sinkron kutup permanen dengan pembangkit listrik tenaga surya pada tahun ke 2, pada tahun ke 3 dimulai dengan pemasangan beberapa buah pembangkit tenaga angin dan tenaga surya sehingga daya yang dihasilkan bisa mencapai 1.500 watt, dilanjutkan dengan memasang jaringan listrik ke pemakai. Dari hasil pengamatan dan analisa data dapat disimpulkan :

1. Pembangkit listrik tenaga angin dengan kapasitas 2 Kw menghasilkan daya listrik yang bervariasi setiap waktu, berdasarkan pengamatan dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 240 watt sampai 1560 Watt.
2. Pembangkit listrik tenaga matahari dengan kapasitas 400 watt menghasilkan daya listrik yang bervariasi setiap waktu, berdasarkan pengamatan dari tanggal 12 Juni 2012 sampai 12 Juli 2011 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 210 watt sampai 292 Watt
3. Kombinasi pembangkit listrik tenaga angin dengan kapasitas 2 Kw dan pembangkit listrik tenaga matahari dengan kapasitas 400 watt yang dilengkapi dengan konverter inverter dan baterai dapat menghasilkan daya listrik yang konstan sebesar 1500 watt sepanjang waktu .

Dengan selesainya pemasangan dan pengujian hibrid pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga matahari lengkap dengan rangkaian kontrolnya. Pada tahun ke 3 kita akan lakukan penerapan hasil penelitian ini kepada masyarakat. Sehingga masyarakat akan merasakan energi listrik dari pembangkit yang handal dan mudah cara mengperasikannya.

PRAKATA.

Alhamdulillah. Segala puji bagi Allah yang telah memberi kesempatan dan kesehatan untuk mendapatkan dan melaksanakan penelitian HIBAH KOPETITIF PENELITIAN PRIORITAS NASIONAL tahun ke 3 dengan judul *Pembangunan hibrid pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga surya di Kota Padang setelah gempa bumi 30 september 2009*

Penelitian ini didasari oleh satu tujuan untuk mengembangkan kelompok penelitian yang kritis kesinambungan dimasa datang pada Jurusan Teknik Elektro FT UNP Padang. Untuk itu diperlukan sumber dana dan kerja sama dengan berbagai pihak.

Dengan diterimanya dan terlaksananya penelitian ini pada kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya pada semua pihak yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian ini. Secara khusus peneliti sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya pada dukungan dana HIBAH KOPETITIF PENELITIAN PRIORITAS NASIONAL tahun ke 1 Direktorat, Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Dirjen Dikti Depertemen Pendidikan Nasional Tahun Anggaran 2012.

Peneliti Sangat menyadari laporan ini masih belum sempurna, Tak ada gading yang tak retak, oleh sebab itu peneliti mohon saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaannya dimasa datang. Terima kasih.

Padang November 2012

Peneliti

PENGANTAR

Kegiatan penelitian mendukung pengembangan ilmu serta terapannya, dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian integral dari kegiatan mengajarnya, baik yang secara langsung dibiayai oleh dana Universitas Negeri Padang maupun dana dari sumber lain yang relevan atau bekerja sama dengan instansi terkait.

Sehubungan dengan itu, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang bekerjasama dengan, Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ditjen Dikti Depdiknas dengan surat perjanjian kerja Nomor: No 122/UN 35.2/PG/2012 Tanggal 12 Maret 2012, dengan judul *Pembangunan hibrid pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga surya di Kota Padang setelah gempa bumi 30 September 2009*

; Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pembangunan, khususnya yang berkaitan dengan permasalahan penelitian tersebut diatas. Dengan selesainya penelitian ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang telah dapat memberikan informasi yang dapat dipakai sebagai bagian upaya penting dalam peningkatan mutu pendidikan pada umumnya. Di samping itu, hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan masukan bagi instansi terkait dalam rangka penyusunan kebijakan pembangunan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pembahas usul dan laporan penelitian, kemudian untuk tujuan diseminasi, hasil penelitian ini telah diseminarkan ditingkat nasional. Mudah-mudahan penelitian ini bermamfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya, dan peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu pelaksanaan penelitian ini. Secara khusus, kami menyampaikan terima kasih kepada Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ditjen Dikti Depdiknas yang telah memberikan dana untuk pelaksanaan penelitian ini. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerjasama yang terjalin selama ini, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan dan semoga kerjasama yang baik ini akan menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Terima kasih

Padang, November 2012
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang.



Dr. Alwen Bentri, M.Pd
NIP 19610722 198602 1002

DAFTAR ISI

| | halaman |
|--|---------|
| DAFTAR PENGESAHAN | i |
| KELENGKAPAN PENELITIAN | ii |
| A. LAPORAN HASIL PENELITIAN . | |
| RINGKASAN DAN SUMMMARY | iii |
| PRAKATA | vi |
| PENGHANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| BAB. I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2. Tujuan Khusus | 2 |
| 1.2. Keutamaan Rencana Penelitian | 2 |
| BAB. II. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Komponen Turbin angin | 7 |
| 2.2. Prinsip Dasar Daya Angin | 9 |
| 2.3. Daya Turbin Angin | 10 |
| 2.4. Dimensi Utama sudu | 17 |
| 2.5. Generator Singkron Kutub Permanen | 17 |
| 2.6. Energi Matahari | 19 |
| 2.7. Sistem Fotovoltaik | 21 |
| BAB. III. TUJUAN DAN MAMFAAT PENELITIAN | 24 |
| 3.1. Tujuan Penelitian | 24 |
| 3.2. Mamfaat Penelitian | 24 |
| BAB. IV. METODEDE PENELITIAN | 26 |
| 4.1. Pengukuran Kecepatan Angin | 26 |
| 4.2. Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya..... | 26 |

| | |
|---|----|
| 4.3. Pemasangan Konverter dan Inverter | 30 |
| 4.4. Pemasangan Hibrit Pembangkit Listrik Tenaga angin Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Surya Lengkap Dengan Rangkaian Kontrolnya | 31 |
| 4.5. Pemasangan Instalasi Penerangan | 32 |
| BAB. V. HASIL DAN PEMBAHASAN | 33 |
| 5.1. Pengamatan Kecepatan Angin | 33 |
| 5.2. Pengamatan Pembangkit Listrik Tenaga matahari | 35 |
| 5.3. Pengamatan kombinasi pembangkit listrik tenaga angin dengan pembangkit listrik tenaga matahari ... | 41 |
| 5.3. Analisa Hasil Pengamatan | 44 |
| BAB. VI. KESIMPULAN DAN SARAN | 47 |
| 6.1. Kesimpulan | 47 |
| 6.2. Saran-saran | 48 |
| DAFTAR PUSTAKA | 49 |
| LAMPIRAN | 50 |
| 1. Daftar Riwayat hidup Peneliti | |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 5.1. Hasil pengamatan pembangkit listrik tenaga angin | 34 |
| Tabel 5.2. Hasil pengamatan pembangkit listrik tenaga matahari Jam 9 Pagi | 36 |
| Tabel 5.3. Hasil pengamatan pembangkit listrik tenaga matahari Jam 12 Siang..... | 38 |
| Tabel 5.4. Hasil pengamatan pembangkit listrik tenaga matahari Jam 15 Sore..... | 39 |
| Tabel 5.5. Hasil pengamatan hibrid pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga matahari | 43 |

BAB I.

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah energi listrik tampaknya akan menjadi topik yang hangat sepanjang peradapan manusia, terutama dialami oleh masyarakat Kab Padang Pariaman yang mengalami musibah gempa bumi 30 September 2009, yang sebahagian besar masyarakat di pantai barat pulau Sumatera ini belum merasakan energi listrik. Dengan adanya musibah ini beban yang ditanggung masyarakat semakin berat, salah satu cara untuk mengurangi beban masyarakat tersebut adalah dengan menyediakan sumber energi listrik untuk masyarakat tersebut sehingga perekonomian masyarakat tidak terganggu dan pulih kembali.

Ketersediaan jumlah minyak bumi Indonesia semakin lama semakin berkurang dan dalam waktu yang tidak lama lagi akan habis, sementara laju kebutuhan energi listrik semakin meningkat setiap tahunnya. Menghadapi kenyataan ini, maka Pemerintah harus melakukan berbagai upaya yang salah satunya adalah dengan mengadakan program diversifikasi sumber energi dengan melakukan pencarian dan pengembangan sumber-sumber energi alternatif. Selama ini berbagai sumber energi alternatif untuk pembangkit tenaga listrik yang sudah mulai dikembangkan adalah : Energi Air, Energi Matahari, Energi Angin, Energi Gelombang Laut, Energi Biomassa, Energi Biofuel, Energi Biogas dan lain-lain.

Energi Angin sebagai salah satu alternatif yang menjadi pilihan karena terdapat potensi angin di daerah-daerah tertentu di Indonesia yang bisa dimanfaatkan. Kerena Indonesia berada diderah khatulistiwa yang cahaya matahari ada sepanjang tahun, pemamfaatan pembangkit listrik tenaga

matahari (tenaga surya) ini sangat cocok diterapkan didaerah terpencil. Kerena pada malam hari tidak ada cahaya matahari, supaya energi listriknya yang dihasilkan bisa kontinyu maka pembangkit listrik tenaga matahari ini digabungkan dengan pembangkit listrik tenaga angin. Diharapkan dengan selesainya kombinasi pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga surya ini masyarakat pedesaan yang selama ini belum merasakan energi listrik dapat merasakan energi listrik yang murah mengopesikan dan mengontrolnya .

1.2. Tujuan Khusus.

Tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. Mengembangkan dan mengimplementasikan hibrid pembangkitan listrik tenaga angin dengan pembangkit listrik tenaga surya
2. Menghasilkan hibrid pembangkitan listrik tenaga angin dengan pembangkit listrik tenaga surya lengkap dengan rangkaian kontrolnya dan mudah mengoperasikannya.

1.3. Keutamaan Rencana Penelitian .

Enam hal penting yang mendasari melakukan penelitian ini adalah (1) Banyaknya daerah yang rusak sumber energi listriknya akibat gempa bumi yang melanda Sumatera barat tanggal 30 september 2009 terutama masyarakat disekitar pantai barat Sumatera (2) Krisis energi listrik yang dialami Indonesia pada umumnya dan Sumatera pada khususnya sehingga di Sumatera barat, Riau dan Jambi perlu pemadaman listrik secara bergantian. (3) Tingginya harga listrik per Kwh di Indonesia sehingga memberatkan perekonomian masyarakat. (4)

Undang-undang Republik Indonesia No 20 Th 2002 tentang ketenagalistrikan.

(5) Banyaknya tersedia sumber energi listrik di seluruh pelosok nusantara seperti energi matahari, angin dan gelombang laut yang belum dimanfaatkan (6) Masih banyaknya masyarakat dipelosok nusantara belum merasakan energi listrik.

Energi angin dan energi matahari merupakan energi alternatif terbarukan yang disediakan alam. Awalnya energi angin dan energi matahari hanya digunakan pada sektor pertanian, yaitu untuk menjemur padi, menumbuk padi dan pada sektor pelayaran. Setelah ditemukannya energi fosil yang bisa menghasilkan energi listrik dalam skala besar, penggunaan energi angin menjadi berkurang. Sejalan dengan perkembangannya pembangkit energi berbahan bakar fosil ini telah mengakibatkan meningkatnya polusi dan perubahan iklim kearah yang lebih buruk. Sementara itu untuk menyuplai kebutuhan listrik yang terus meningkat telah menyebabkan menipisnya cadangan minyak mentah dunia yang harganya pada tahun 2012 mencapai US\$ 100 per barel. Dengan adanya krisis minyak dunia ini orang mulai berpaling kepada energi alternatif terbaharukan, diantaranya adalah energi angin dan energi matahari.

Pada penelitian ini peneliti akan mencoba memanfaatkan hebrid energi angin dan enegi matahari sebagai penghasil tenaga listrik, yang mana saat siang hari energi matahari nya cukup besar maka pembangkit listrik tenaga matahari akan menghasilkan energi listrik yang disimpan dalam baterai.

Didaerah pantai pada umumnya energi angin akan kuat pada saat sore dan malam hari, pada saat ini pembangkit listrik tenaga angin akan menghasilkan

energi listrik . Energi listrik yang dihasilkan ini disalurkan dan disalurkan ke baterai .

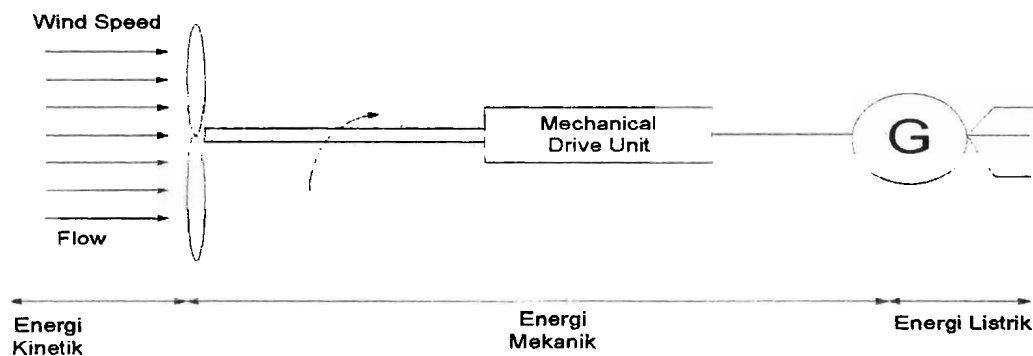
Energi listrik yang tersimpan dalam baterai disalurkan ke beban melalui sebuah inverter yang merubah dari listrik arus searah menjadi listrik arus bolak balik sesuai dengan kebutuhan pemakai .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Angin merupakan pembangkit listrik yang sumber energinya berasal dari angin. Sistem konversi energinya adalah merubah energi angin menjadi energi listrik dengan suatu sistem konversi energi yang baik. Energi kinetik yang menggerakkan molekul-molekul udara menyebabkan adanya energi angin, selanjutnya energi angin tersebut dirubah oleh rotor pada turbin angin menjadi energi mekanik rotasional yang dapat digunakan untuk memutar generator yang dapat menghasilkan energi listrik.

Dapat digambarkan sistem konversi energinya seperti gambar 2.1:



Gambar 2.1 Sistem konversi energi angin

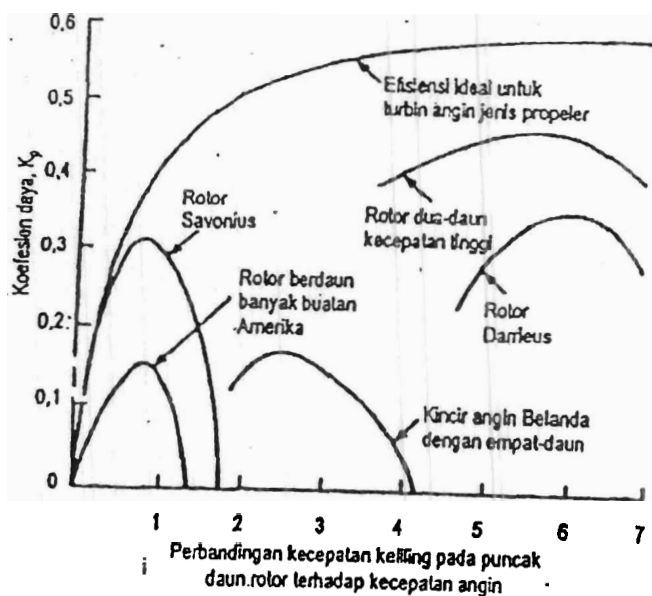
Proses konversi energi ini, walaupun bukan konversi energi langsung tapi mempunyai efisiensi energi yang tinggi dibandingkan konversi energi yang lainnya. Energi listrik lebih disukai karena konversi energi listrik ke bentuk energi lain (misalnya dari energi listrik ke energi mekanik pada motor listrik) mempunyai efisiensi yang tinggi. Salah satu usaha penyediaan energi listrik ini adalah dengan menggunakan pembangkit listrik, dan salah satu sumber energi

listriknya adalah energi angin yang merupakan energi non konvensional serta terbaharui.

Tubun angin berdasarkan sumbunya dapat dikasifikasi atau dua macam

- Turbin angin sumbu horizontal untuk tipe propeler seperti Windmill, allgaier dll
- Turbin angin sumbu vertikal seperti tipe Darrieus, savanius dan magnus

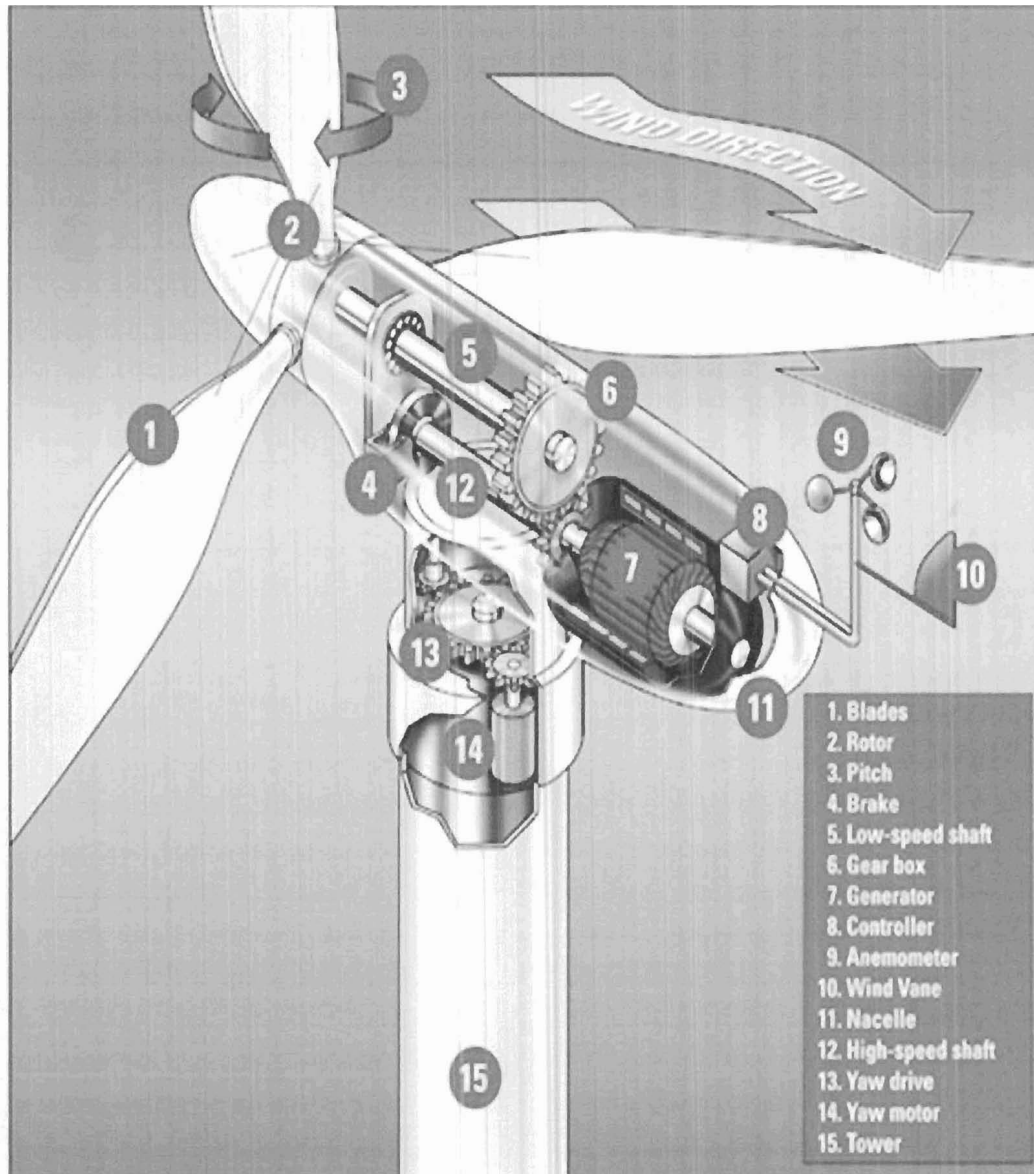
Turbin angin sumbu horizontal untuk tipe propeler percobaan – percobaan yang pernah dilakukan mempunyai performansi yang lebih tinggi dari semua turbin angin. Pada penelitian ini dipilih turbin angin tipe propeler sumbu horizontal dengan dua sudu. Koefesian daya untuk berbagai tipe turbin angin dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2

Koefesian daya untuk berbagai tipe turbin angin

Salah satu contohnya adalah turbin Propeler seperti gambar 2.3



Gambar 2.3. Komponen turbin angin .

2.1. Komponen Turbin Angin

Komponen turbin angin terdiri dari berbagai macam yaitu :

1. Nacelle

Merupakan komponen utama dari turbin angin, dimana rotor dipasangkan ke bagian ini yang didudukkan diatas menara termasuk gearbox, poros kecepatan rendah dan tinggi, dan rem.

2. Blades (sudu)

Berguna untuk menangkap energi angin dan memindahkan daya ke rotor penghubung yaitu generator. Kebanyakan turbin memiliki dua atau tiga sudu. Angin meniup sudu sehingga sudu berputar dengan adanya gaya angkat (lift). Prinsip sudu sama dengan prinsip sayap pesawat terbang.

3. Rotor

Yaitu daun baling-baling dan hub disebut sebagai rotor.

4. Gear Box (roda gigi)

Roda gigi yang menghubungkan poros yang berkecepatan rendah dengan poros yang berkecepatan tinggi dan meningkatkan kecepatan rotasi dari kira-kira 30-60 rotasi per menit sampai kira-kira 1200-1500 rotasi per menit yang dibutuhkan oleh kebanyakan generator untuk menghasilkan listrik. Roda gigi bagian yang cukup mahal dan berat dari turbin angin. Saat ini sudah ada generator yang digerakkan langsung dan beroperasi pada kecepatan putar yang lebih rendah sehingga tanpa harus memakai gear box.

5. Generator

Alat yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik. Pada penelitian ini digunakan generator sinkron kutup pemanen

6. Tower

Menara yang dibuat dari baja atau yang lainnya. Karena kecepatan angin semakin meningkat pada daerah yang lebih tinggi, semakin tinggi menara maka semakin banyak energi yang ditangkap oleh turbin sehingga energi listrik yang dihasilkan juga semakin besar.

7. Anemometer

Yaitu alat yang berfungsi untuk mengukur kecepatan angin.

Dan rata-rata komponen-komponen turbin angin diatas kebanyakan dipakai pada turbin angin dengan skala besar, tapi ada juga sebagian dari komponen diatas dipakai pada turbin angin dengan skala kecil atau sedang.

2.2. Prinsip Dasar daya Angin .

Hal yang penting dari suatu turbin angin adalah daya yang dihasilkan . Daya ini merupakan fungsi dari kecepatan angin dan luas sapuan sudu. Daya total yang dihasilkan aliran angin adalah sama dengan energi kinetik dari aliran tersebut dan dinyatakan dengan persamaan :

$$P_{total} = m E K_1$$
$$P_{total} = \frac{1}{2} m v^2 \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

v = kecepatan angin (m/dt)

m = Laju aliran masa (kg/dt)

Laju aliramasa diberikan dengan persamaan kontinutas .

$$m = - \rho A v \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

ρ = Densitas udara (kg/m^3)

A = Luas sapuan (m^2)

Jadi

$$P_{\text{total}} = \frac{1}{2} \rho A v^2$$

Jadi daya total aliran angin tergantung pada densitas udara, luas sapuan angin dan pangkat tiga dari kecepatan angin

Luas sapuan rotor adalah :

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Sehingga

$$P_{\text{total}} = \frac{1}{2} \rho \frac{\pi \cdot D^2}{4} v^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

D = Diameter turbin angin (m)

2.3. Daya turbin angin .

Tidak semua energi angin dapat dikonversikan oleh turbin angin. Dengan mengasumsikan rotor turbin angin, kecepatan dan tekanan angin saat masuk (v_i dan p_i), kecepatan dan tekanan angin saat keluar (v_e dan p_e) dimana v_e lebih kecil dari v_i karena energi kinetik diserap turbin

Energi yang dibangkitkan hanya dipengaruhi oleh energi kinetik spesifik dan laju aliran energi yang didapatkan dari persamaan berikut :

$$\rho_1 \cdot v + \frac{v_i^2}{2} = \rho_a \cdot v + \frac{v_a^2}{2}$$

$$\rho_1 + \rho \frac{v_i^2}{2} = \rho_a + \rho \frac{v_a^2}{2}$$

dimana v adalah volume spesifik dan ρ adalah densitas udara ($v = \frac{1}{\rho}$)

Tekanan angin saat masuk adalah

$$\rho_a = \rho_1 + \rho \frac{v_i^2}{2} - \rho \frac{v_a^2}{2}$$

$$\rho_a = \rho_1 + \rho \frac{v_i^2 - v_a^2}{2} \dots\dots\dots (2.4)$$

dan tekanan angin saat keluar adalah

$$\rho_a \cdot v + \frac{v_a^2}{2} = \rho_b \cdot v + \frac{v_b^2}{2}$$

$$\rho_a + \rho \frac{v_a^2}{2} = \rho_b + \rho \frac{v_b^2}{2}$$

$$\rho_b = \rho_a + \rho \frac{v_a^2}{2} - \rho \frac{v_b^2}{2}$$

$$\rho_b = \rho_a + \rho \frac{v_a^2 - v_b^2}{2} \dots\dots\dots (2.5)$$

Substitusi persamaan (2.4) dan (2.5)

$$\rho_a - \rho_b = \left(\rho_1 + \rho \frac{v_i^2 - v_a^2}{2} \right) - \left(\rho_a + \rho \frac{v_a^2 - v_b^2}{2} \right) \dots\dots\dots (2.6)$$

Diasumsikan $\rho_a = \rho_i$ dan kecepatan angin dalam turbin angin (v_i) tidak ada perubahan, karena jarak a – b adalah kecil dibanding jarak total “i” dan “e” sehingga didapat persamaan:

$$\rho_a - \rho_b = \rho \frac{v_i^2 - v_a^2}{2} \dots\dots\dots (2.7)$$

Gaya aksial F_x aliran angin pada turbin angin dengan luas yang sudah diperhitungkan adalah tegak lurus pada luas kincir angin didapatkan dengan persamaan

$$F_x = (\rho_a - \rho_b) A = \rho \cdot A \left(\frac{v_1^2 - v_a^2}{2} \right)$$

Gaya ini selalu sama terhadap perubahan momentum dari angin $\Delta(m \cdot v)$ dimana m adalah laju aliran, diberikan dengan

$$m = \rho \cdot A \cdot v_a \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

Jadi $F_x = \rho \cdot A \cdot v_1 - v_a \quad \dots\dots\dots (2.9)$

Dengan $v_a = \frac{1}{2} (v_1 - v_a) \quad \dots\dots\dots (2.10)$

Pada batasan total sistem termodinamika I dan e perubahan energi potensial sama dengan nol juga dalam perubahan dalam energi internal ($T_i = T_e$) dan laju energi

($\rho_i v = \rho_e v$) dan tidak ada panas yang hilang

Persamaan energi sekarang direduksi menjadi laju aliran steady (w) dari bentuk energi kinetik :

$$w = E_{ki} - E_{ke} = \frac{v_1^2 - v_a^2}{2} \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

Daya P adalah laju dari kerja, didapat dengan persamaan

$$P = m \frac{v_1^2 - v_a^2}{2} \cdot A \cdot v_a$$

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v_a (v_1^2 - v_a^2) \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

Substitusi persamaan (11) ke (12)

$$P = \frac{1}{4} \rho \cdot A \cdot (v_1 - v_a) (v_1^2 - v_a^2) \dots\dots\dots (2.13)$$

Kecepatan keluar angin optimum ($v_{e, \text{opt}}$) merupakan dari daya maksimum, ini didapatkan dengan menurunkan P dari persamaan (2-13) terhadap v_e , $dp/dv_e = 0$, didapatkan

$$3 \cdot v_a^2 + 2 \cdot v_1 \cdot v_a - v_1^2 = 0 \dots\dots\dots (2.14)$$

$v_{e, \text{opt}}$ didapatkan dari nilai positif v_e , dimana $v_{e, \text{opt}} = \frac{1}{3} v_1$ sehingga daya turbin adalah

$$P_{\text{turbin}} = \frac{8}{27} \rho \cdot A \cdot v_a^3 \dots\dots\dots (2.15)$$

2.3.1 Daya Total Angin

Daya total yang dihasilkan aliran angin pada turbin angin adalah sama dengan energi kinetik dari aliran tersebut dan dinyatakan dengan persamaan:

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= \frac{E_k}{t} \\ &= \frac{m^* V^2}{2t} \end{aligned} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana :

E_k = Energi Kinetik (Joule)

P_{total} = Daya Total (Watt)

V = Kecepatan Angin saat masuk ke dalam turbin (m/s)

m^* = Massa kolom udara (Kg)

t = Waktu (s)

Sedangkan untuk Massa kolom udara diberikan dengan persamaan :

$$m = \rho AV \quad (2.17)$$

Dimana :

ρ = Densitas (massa jenis) udara (Kg/m^3)

$A = \frac{\pi D^2}{4}$ = Luas Aliran (m^2)

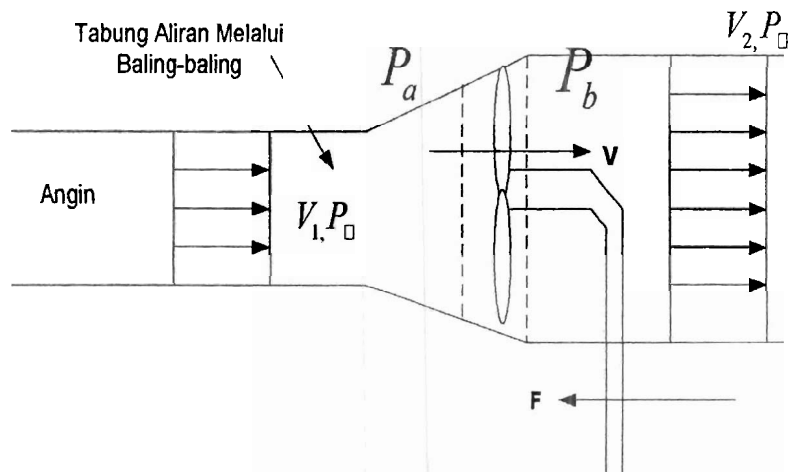
V = Kecepatan angin (m/s)

Maka,
$$P_{\text{total}} = \frac{\pi \rho D^2 V^3}{8} = \frac{1}{2} \rho AV^3 \quad (2.18)$$

Jadi dapat dinyatakan melalui rumus sederhana diatas, bahwasannya daya total aliran angin dipengaruhi oleh massa jenis udara, kuadrat diameter turbin serta pangkat tiga kecepatan angin

2.3.2. Daya Maksimum Angin

Tidak semua energi angin dapat dikonversikan oleh turbin angin, karena daya maksimum yang dapat diserap turbin hanya 60 persen saja dari daya total angin. Analisis suatu aliran udara melewati turbin angin adalah dengan menganggap suatu pendekatan pada medan aliran udara sebagai sistem volume atur dengan mengasumsikan rotor turbin mempunyai ketebalan, kecepatan dan tekanan angin saat masuk, kemudian kecepatan dan tekanan angin beberapa saat setelah keluar, dimana kecepatan angin setelah keluar dari turbin lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan turbin saat masuk, karena energi kinetik diserap oleh turbin.



Gambar 2.4 Aliran Fluida Melewati Turbin Angin

Dari gambar 2.4 maka rumus kendali pada sebelum dan sesudah turbin, memberikan:

$$-F + (P_a - P_b)A = \dot{m}(V_b - V_a) = 0 \quad (2.19)$$

Dengan menganggap aliran ideal, tekanan dapat dicari dengan menerapkan rumus Bernoulli tak termampatkan untuk turbin, sehingga :

$$V = \frac{1}{2}(V_1 + V_2)$$

Dari 1 ke a, dimana :

$$P_\infty + \frac{1}{2}\rho V_1^2 = P_a + \frac{1}{2}\rho V^2 \quad (2.20)$$

Dari b ke 2, dimana :

$$P_b + \frac{1}{2}\rho V^2 = P_\infty + \frac{1}{2}\rho V_2^2 \quad (2.21)$$

Sehingga dengan mengurangkannya dan memperhatikan bahwa $\dot{m} = \rho AV$, melalui baling-baling, substitusi $P_a - P_b$ (1) dalam persamaan diatas maka diperoleh :

$$P_b - P_a = \frac{1}{2}\rho(V_2^2 - V_1^2) = \rho V(V_2 - V_1) \quad (2.22)$$

Maka daya yang didapatkan oleh turbin adalah :

$$P = FV = \rho AV^2(V_1 - V_2) = \frac{1}{4} \rho A(V_1^2 - V_2^2)(V_1 + V_2) \quad (2.23)$$

Untuk kecepatan angin V_1 daya maksimum akan didapatkan dengan mendiferensialkan P terhadap V_2 dan menyamakan dengan nol. Sehingga didapatkan P_{maks} adalah :

$$P_{maks} = \frac{8}{27} \rho AV_1^3, \text{ pada } V_2 = 1/3 V_1 \quad (2.24)$$

2.3.3. Hubungan Kecepatan Angin dengan Torka Poros

Angin bertiup sepanjang potongan sudu, yang menciptakan daerah bertekanan rendah pada bagian atas permukaan sudu. Perbedaan tekanan antara permukaan atas dan permukaan bawah sudu akan menghasilkan gaya. Gaya ini disebut gaya angkat. Gaya angkat yang lebih besar dari gaya angin yang melawan perputaran turbin atau yang biasa disebut gaya seret maka turbin akan berputar. Dengan perputaran sudu atau turbin tersebut maka akan menghasilkan energi, dimana energi yang dihasilkan adalah energi mekanik poros, energi kinetik angin dirubah dengan turbin akan menjadi energi mekanik yaitu berupa torsi atau torka, dimana dalam persamaan ditunjukkan bagaimana hubungan antara kecepatan angin dengan torka turbin, :

$$M_A = \int_{R_i}^{R_a} r z \frac{\rho}{2} t_B v_r^2 (C_a \sin \delta - C_w \cos \delta) dr \quad (2.25)$$

Dimana :

- | | | | |
|-------|----------------------|-------|-------------------------|
| M_A | : Torka turbin (Nm) | C_w | : Koefisien gaya seret |
| r | : Jari-jari sudu (m) | C_a | : Koefisien gaya angkat |

- z : Jumlah sudu-sudu
 ρ : Densitas Udara (Kg/m^3)
 V : Kecepatan Angin (m/s)
 t_B : Ketebalan sudu (m)

3.4. Dimensi utama sudu .

Diameter dari turbin angin yang diinginkan dapat diketahui dengan persamaan

$$D = \sqrt{\frac{4.A}{\pi}} \quad (\text{meter}) \quad (2.26)$$

2.5. Generator Sinkron Kutub Permanen

Generator sinkron yang lazim disebut alternator sumber eksitasi diambil dari sumber DC yang bisa diatur, sumber DC untuk eksitasi ini bisa didapat dari luar maupun dibangkitkan sendiri oleh generator sinkronnya . Dengan kemajuan teknologi dalam bidang magnet orang mulai menciptakan generator sinkron kutub parmanen, yang mana medan magnet generator tersebut diambil dari magnet permanen

Bentuk kutub rotor generator sinkron kutub permanen bisa dibuat silendris atau salien, generator kecepatan tinggi biasanya mempunyai rotor berbentuk silendris. Pada generator kutub sepatu kutubnya sedemikian rupa sehingga menghasilkan medan magnet yang mempunyai distribusi ruang sinusoidal .

Belitan stator generator biasanya berupa belitan tembaga berisolasi yang diletakkan dalam slot-slot stator. Belitan terdiri atas kumparan-kumparan tembaga dan disusun untuk menjadi belitan fasa.

Jika rotor diputar dengan menggunakan suatu penggerak mula dibelitan stator akan diinduksikan tegangan bolak balik. Tegangan bolak balik ini tergantung kepada kecepatan dan jumlah kutub rotor menurut hubungan berikut .

$$f = \frac{n.p}{120} \dots\dots\dots (2-27)$$

dimana :

f = frekuensi dalam HZ

n = Medan putar pada stator Rpm

p = Jumlah kutub,

Besarnya tegangan E_f yang dibangkitkan generator sangat tergantung pada kontruksi stator, kecepatan rotor dan besarnya medan magnet stator yang dapat ditulis sebagai berikut

$$E_f = 4,44.f . \Phi . N .K_w \dots\dots\dots (2-28)$$

Dimana

Φ = fluk per kutub

N = Jumlah lilitan per fasa

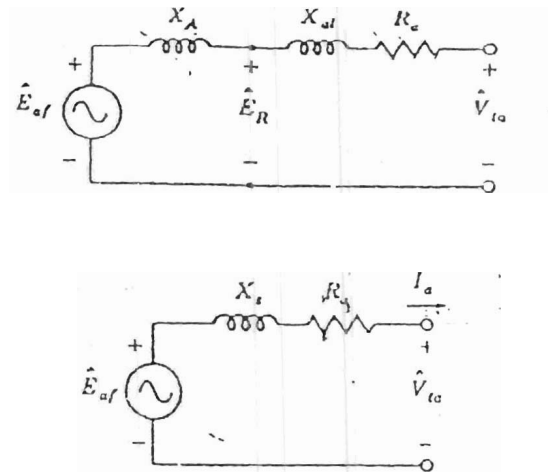
K_w = Faktor lilitan

f = frekuensi .

Sehingga tegangan suatu generator hanya dipengaruhi oleh besarnya fluksi . Pada generator sinkron kutub permanen, besarnya fluksi akan tergantung kepada kuatnya magnet yang digunakan. Dari persamaan tegangan dapat dilihat bahwa pada kecepatan yang rendah maka tegangan keluaran generator juga menurun, jika generator harus bekerja pada kecepatan (frekuensi) diluar kecepatan

nominalnya, maka tegangan kerja generator juga harus dirobah sedemikian rupa sehingga rasio tegangan dan frekuensinya konstan .

Untuk melaksanakan analisis suatu generator, rangkaian ekivalen terlihat pada gambar 2.5



Gambar 2. 5

Rangkaian equivalen generator

R_a menyatakan resistansi lilitan jangkar generator dan X_s menyatakan reaktansi sinkron. Resistansi belitan jangkar biasanya jauh lebih kecil dari reaktansi sinkron sehingga sering diabaikan. Biasanya reaktansi sinkron akan sangat berpengaruh pada kinerja generator. Pada saat generator dibebani, ada susut tegangan di resistansi dan reaktansi generator. Besarnya susut tegangan tergantung pada besar dan faktor daya beban .

2.6. Energi Matahari .

Bumi bergerak mengelilingi matahari dalam satu orbit yang berbentuk elips . Pada titik yang terdekat di tanggal 21 Desember, bumi berjarak sekitar $1,45 \times 10^{11}$ m dari matahari (Culp 1989.84)

Sumbu rotasi bumi selalu miring $23,45^{\circ}$ dari garis tegak lurus terhadap bidang Ekliptik yaitu bidang perjalanan bumi ketika melintasi matahari, pada lokasi tertentu dengan garis lintang L , posisi matahari dapat didefinisikan dalam bentuk sudut tinggi dan sudut azimut.

Untuk menghitung sudut antara sinar matahari dengan sudut tegak lurus permukaan θ , orientasi permukaan itu harus ditetapkan. Sudut azimut dari permukaan α_2 adalah sudut antara proyeksi horizontal dari garis normal ke permukaan dan batas garis selatan yang diukur dalam arah jarum jam. Sudut kemiringan β_2 dari permukaan adalah sudut antara permukaan horizontal jika α_1 α_2 β_2 dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\cos \theta = \sin \beta_1 \cos \beta_2 + \cos \beta_1 \sin \beta_2 \cos (\alpha_1 - \alpha_2). \quad (2-29)$$

Dimana :

θ = Sudut antara matahari dengan garis tegak lurus permukaan

β_2 = Sudut kemiringan antara sudut antara permukaan dengan garis horizontal.

α_2 = Sudut antara proyeksi horizontal dan garis normal ke permukaan dengan garis batas selatan yang diukur dalam arah jarum jam

Intensitas radiasi normal langsung I_{DN} dalam Watt/m^2 pada permukaan bumi di hari yang cerah atau jernih dapat ditaksir dari permukaan berikut ini:

$$I_{DN} = A e^{-(B/\sin \beta)} \dots\dots\dots (2.30)$$

Dimana

I_{DN} = Intensitas radiasi normal langsung (W/m^2)

A = Radiasi ekstraterrestrial nyata

B = Koefesien kepunahan atmosfer

2.7. Sistem Fotovoltaik

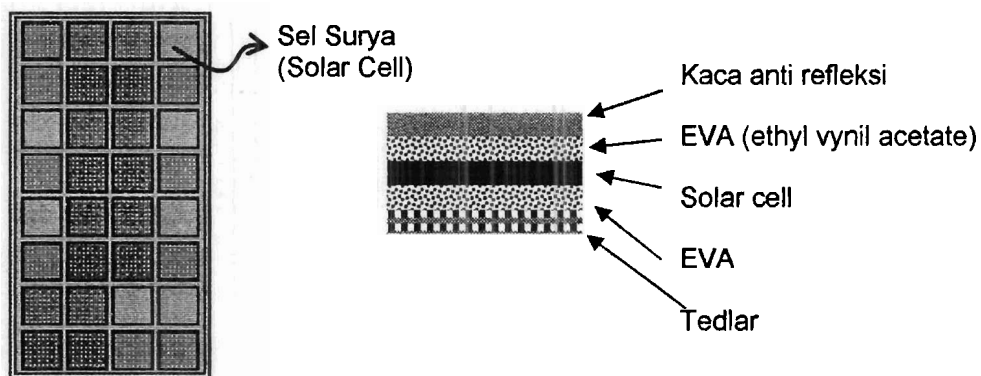
Solar Cell, berfungsi mengubah energi matahari menjadi arus listrik DC yang diteruskan ke alat BCU untuk selanjutnya disimpan pada baterai.

Untuk membahas Solar Cell yang terdiri dari susunan sel surya, maka perlu diketahui terlebih dahulu, tentang pengertian, defenis, cara kerja dan jenis-jenis dari sel surya tersebut.

Solar Cell terdiri dari beberapa bagian sel surya yang disambung secara seri untuk menghasilkan system tegangan tertentu. Apabila dilihat secara melintang, modul surya terdiri dari beberapa lapisan seperti terlihat pada gambar 2.6. dibawah ini:

Sel surya adalah suatu komponen elektronika yang dapat mengubah energi surya menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah (DC). Solar Cell adalah unit rangkaian lengkap (dilapisi bahan kedap air dan tahan terhadap perubahan cuaca), tersusun dari sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian sistem catudaya beban.

Komponen-komponen dari modul surya dapat dilihat pada gambar 2.7

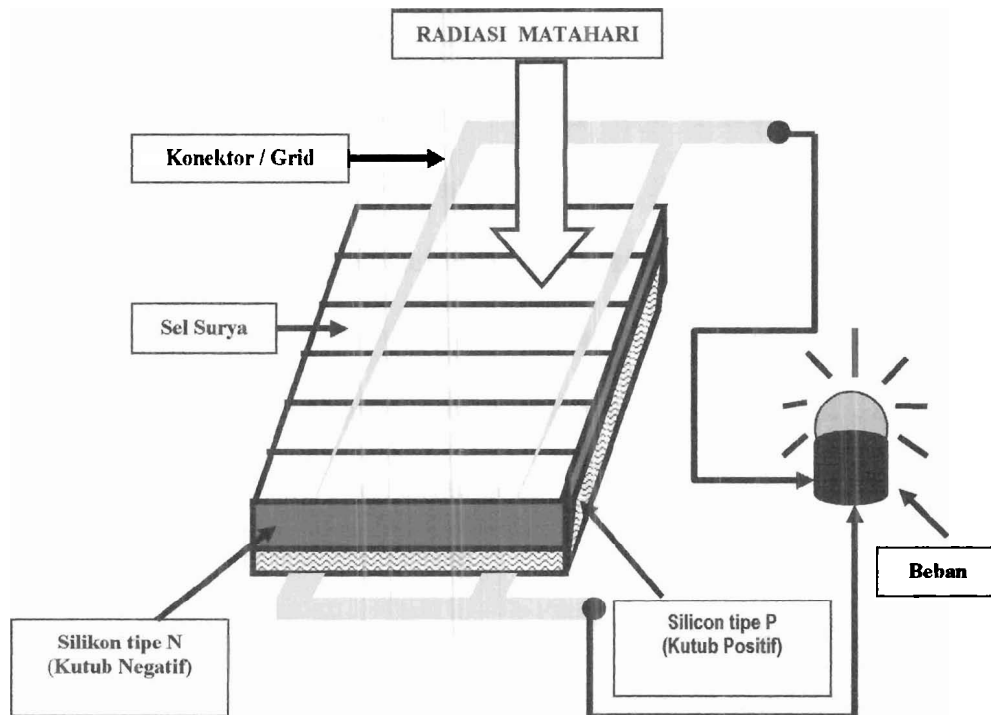


Gambar 2.6: Solar Cell Gambar 2.7: Penampang Lintang Modul Surya

Kebutuhan listrik yang kecil cukup dicatu dengan satu modul surya, sedangkan kebutuhan listrik yang besar dapat dicatu bahkan oleh ribuan modul

surya yang dirangkai secara seri maupun paralel. Rangkaian modul surya yang banyak disebut *Solar Array*.

Secara garis besar cara kerja dari sel surya (bahan dasar silikon) yang terlihat dari gambar 2.8 di bawah ini dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar : 2. 8. Dasar cara kerja sel surya

Bila foton yang terdiri dari jutaan partikel berenergi tinggi akibat radiasi sinar matahari menumbuk atom silikon dari sel surya dan menghasilkan energi yang cukup mendorong elektron terluar keluar dari orbitnya, maka akan timbul elektron-elektron bebas yang siap mengalir di ujung-ujung terminal sel surya. Kemudian bila beban seperti lampu dipasang di antara terminal negatif dan positif dari sel surya, maka elektron-elektron akan mengalir sebagai arus listrik searah yang dapat menghidupkan lampu tersebut. Energi matahari tersedia terus-menerus, maka arus listrik akan dialirkan ke beban terus menerus. Semakin besar

BAB. III.

TUJUAN DAN MAMFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian .

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan tujuan membuat dan meneliti hibrid pembangkitan listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga surya. Dengan didapatnya data angin di beberapa tempat pada tahun ke I, dan Dengan selesainya hibrid pembangkit listrik tenaga angin menggunakan generator sinkron kutup permanen dengan pembangkit listrik tenaga surya pada tahun ke 2, pada tahun ke 3 dimulai dengan pemasangan beberapa buah pembangkit tenaga angin dan tenaga surya sehingga daya yang dihasilkan bisa mencapai 1.500 watt, dilanjutkan dengan memasang jaringan listrik ke pemakai.

Dengan selesainya hibrid pembangkit listrik tenaga angin menggunakan generator sinkron kutup permanen dengan pembangkit listrik tenaga surya dilakukan pengamatan untuk melihat hasil dari penelitian ini .

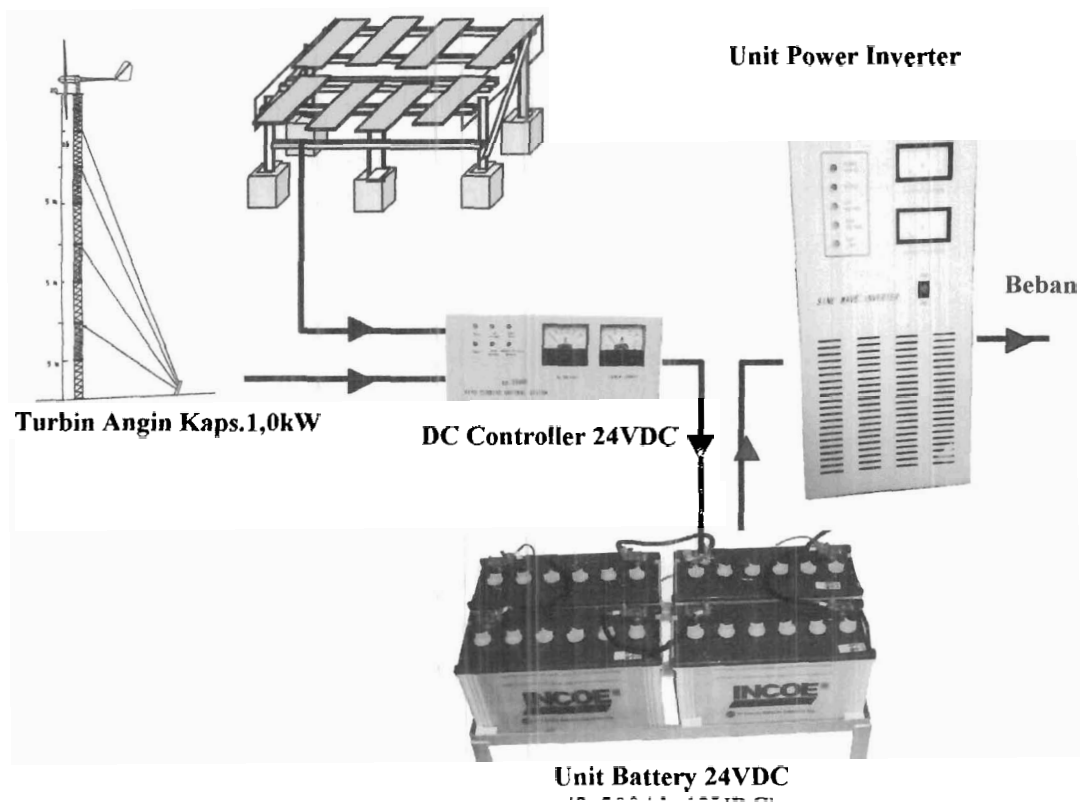
3.2. Mamfaat Penelitian .

Karena masih banyaknya energi angin yang tersedia diseluruh nusantara yang belum dimanfaatkan, sedangkan masih banyaknya masyarakat pedesaan yang belum memanfaatkan energi listrik .

Pada penelitian ini penulis akan mencoba memanfaatkan hibrid energi angin dan energi matahari sebagai penghasil energi listrik, yang mana saat siang hari energi matahari cukup besar dayanya, maka pembangkit listrik tenaga matahari akan menghasilkan energi listrik yang disimpan dalam baterai. Pada sore dan malam hari didaerah pantai pada umumnya energi angin cukup kuat, pada saat ini

pembangkit listrik tenaga angin akan menghasilkan energi listrik yang disimpan dalam baterai. Energi listrik yang disimpan dalam baterai disalurkan ke beban melalui sebuah inverter yang merubah dari listrik arus searah menjadi listrik arus bolak balik sesuai dengan kebutuhan pemakai.

Dengan selesainya kombinasi pembangkit tenaga angin dan tenaga surya lengkap dengan rangkaian kontrolnya diharapkan akan tercipta sebuah pembangkit listrik yang handal, murah dan mudah cara mengoperasikannya untuk masyarakat pedesaan Indonesia yang belum merasakan energi listrik, yang konstruksinya seperti gambar 3.1



Gambar 3.1. Rencana pemasangan hibrid pembangkit listrik angin dan pembangkit listrik tenaga matahari lengkap dengan rangkaian kontrolnya.

4.1.1. Spesifikasi tiang menara .

Jenis menara dipilih adalah Jenis Triangle Model Cremona karena proses pembuatan dan pemasangan yang mudah serta memiliki kemampuan yang dapat diandalkan. Tiang Triangle yang terbuat dari besi begel / beton dengan ukuran diameter bervariasi dan disambung las lalu digalvanis agar tahan karat / korosi. Tiang jenis ini dirancang sedemikian untuk menahan beban menara itu sendiri dan beban Turbin Angin di atasnya. Kontruksi menara berbentuk segitiga sama sisi dengan panjang dan material yang disesuaikan dengan jumlah berat beban yang akan ditanggungnya, sedangkan untuk angkur pondasi menara dengan dimensi sama tapi dengan ukuran panjang berbeda.

4.1.2. Pemasangan turbin angin

Turbin Angin, berfungsi mengubah energi angin (kinetik) pada kecepatan tertentu menjadi energi mekanik (gerak) pada baling-baling dan energi mekanik memutar rotor (magnet) sehingga menimbulkan listrik AC yang diteruskan ke alat Unit Controller untuk selanjutnya disimpan pada baterai.

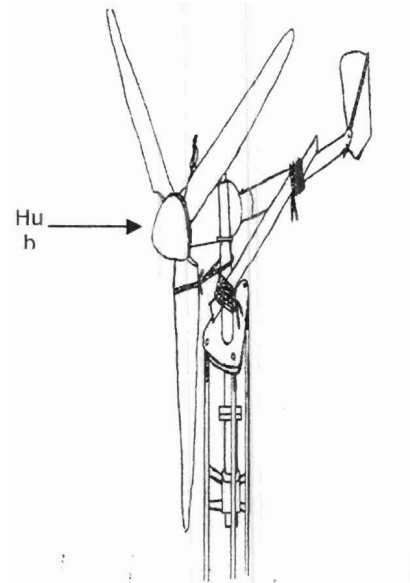
Pemasangan Unit Turbin Angin harus dengan hati-hati dan bertahap, hal ini dilakukan karena dilakukan kondisi / posisi pemasangannya pada ketinggian.

Tahap tahap pemasangan turbin angin sbb

1. Pastikan Kondisi tiang / menara triangle berdiri kokoh dan tegak lurus terhadap bidang datar tanah / pondasi angkur menara lalu siapkan alat bantu (bambu / tiang lengan bantu, katrol dan tali tambang / tali sling).
2. Unit Body Generator, Yaw arm dan Tail Fin yang telah dirakit di tanah kemudian dikerek ke atas lalu flange dibaut lalu Balok kayu panjang diikat ke Yaw Arm dan Pipa Penyanggah Body Revolver agar bagian Unit Turbin angin

yang telah terpasang tidak bergerak ketika ditiup angin (tidak mengganggu), demikian juga dengan tali pengarah ekor dan tali pengarah hub agar diikatkan ke pohon atau tonggak yang kokoh. Sebaiknya jumper semua kabel yang keluar dari Body Generator menjadi satu lalu diisolasi dengan erat. Hal ini dilakukan sebagai rem listrik terhadap putaran blade nantinya

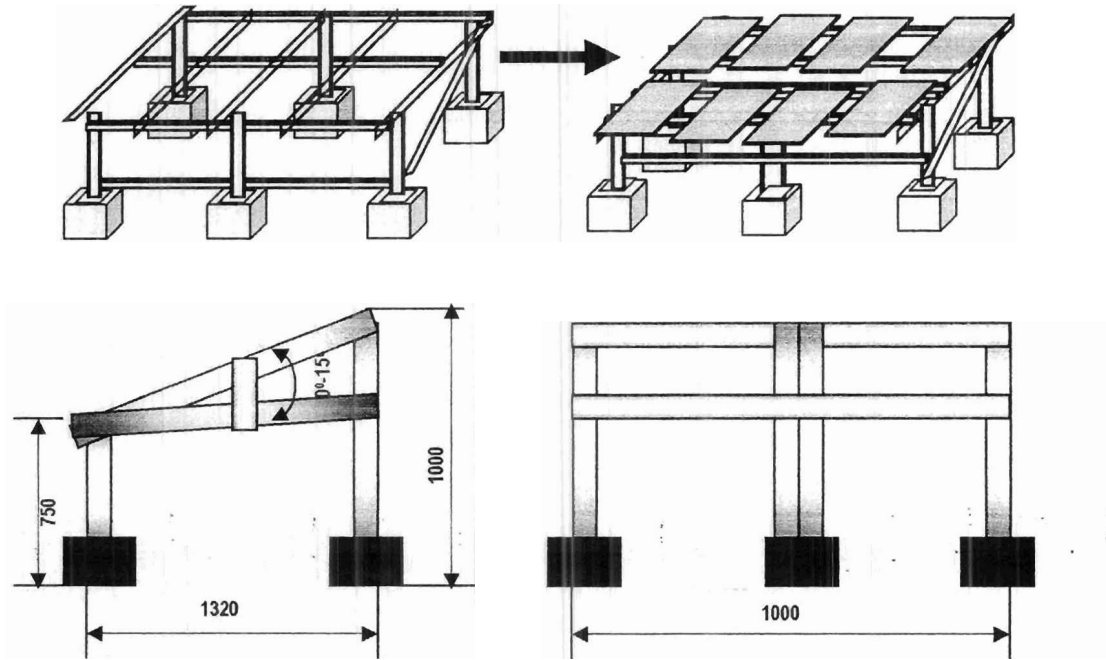
3. Sebelumnya, Blades yang telah disambung ke Hub kemudian di kerek naik dan dipasangkan ke poros berulir dari Body Generator, kemudian dibautkan dengan erat pada poros berulir tadi (dengan urutan sebagai berikut (hub, ring plat, ring per, ring bintang dan mur lalu diertatkan dan ring bintang dipukul agar tekuk ke body mur agar hub tidak bergerak lepas saat angin kencang bertiup lama. Ikatlah salah satu blade dengan tali ke bagian body revolver.
4. Pemasangan terakhir dari bagian Unit Turbin Angin adalah Nose Cone yang disambungkan ke Hub dengan cara dibaut pada keliling lingkaran hub.
5. Saat semua bagian Unit Turbin Angin telah terpasang kokoh pada menara, maka lepaslah jumperan 3 kabel Generator lalu sambungkan ke kabel power / daya dengan terminal crustine yang dihubungkan ke Unit DC Controller memakai Kabel Crustine yang sesuai dengan diameter kabel. Kabel power dilewatkan masuk ke dalam Pipa Penyanggah Body Revolver. Kabel Crustine selanjutnya dibungkus erat dengan isolasi. Setelah itu lepaslah ikatan balok kayu panjang di Pipa Penyanggah Body Revolver dan Yaw Arm, tali pengarah ekor, sedangkan ikatan antara blade dan Pipa Penyanggah Body Revolver dilepaskan pada saat pengoperasian, dan terpasanglah turbin angin seperti gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pemasangan turbin angin

4.2. Pemasangan pembangkit listrik tenaga matahari

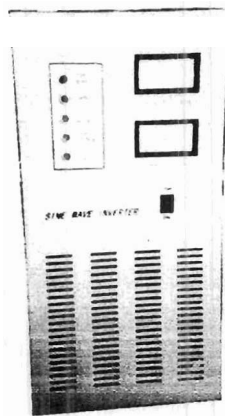
Jenis tiang penyanggah yang dipilih adalah besi siku ukuran 50x50x5mm untuk sepatu tiang dan 40x40x4mm untuk tiang penyanggahnya. Jenis tiang penyanggah ini dipilih proses pembuatan, pengiriman dan pemasangan yang mudah serta memiliki kemampuan yang dapat diandalkan. Tiang Penyanggah yang terbuat dari besi siku dan digalvanisn yang dirancang sedemikian untuk menahan beban tiang penyanggah itu sendiri dan sejumlah solar cell di atasnya. Kontruksi menara berbentuk empat persegi dimana sisi dengan panjang yang disesuaikan dengan dimensi, jumlah dan berat beban (solar cell) yang akan ditanggungnya, sedangkan untuk angkur pondasi tiang penyanggah berbeda dengan tiang penyanggah. Setelah selesai pemasangan dudukan solarsell dilanjutkan dengan pemasangan elemen sell surya sebanyak delapan buah seperti gambar 4.3



Gambar 4.3 Pemasangan pembangkit listrik tenaga matahari

4.3. Pemasangan konverter dan inverter .

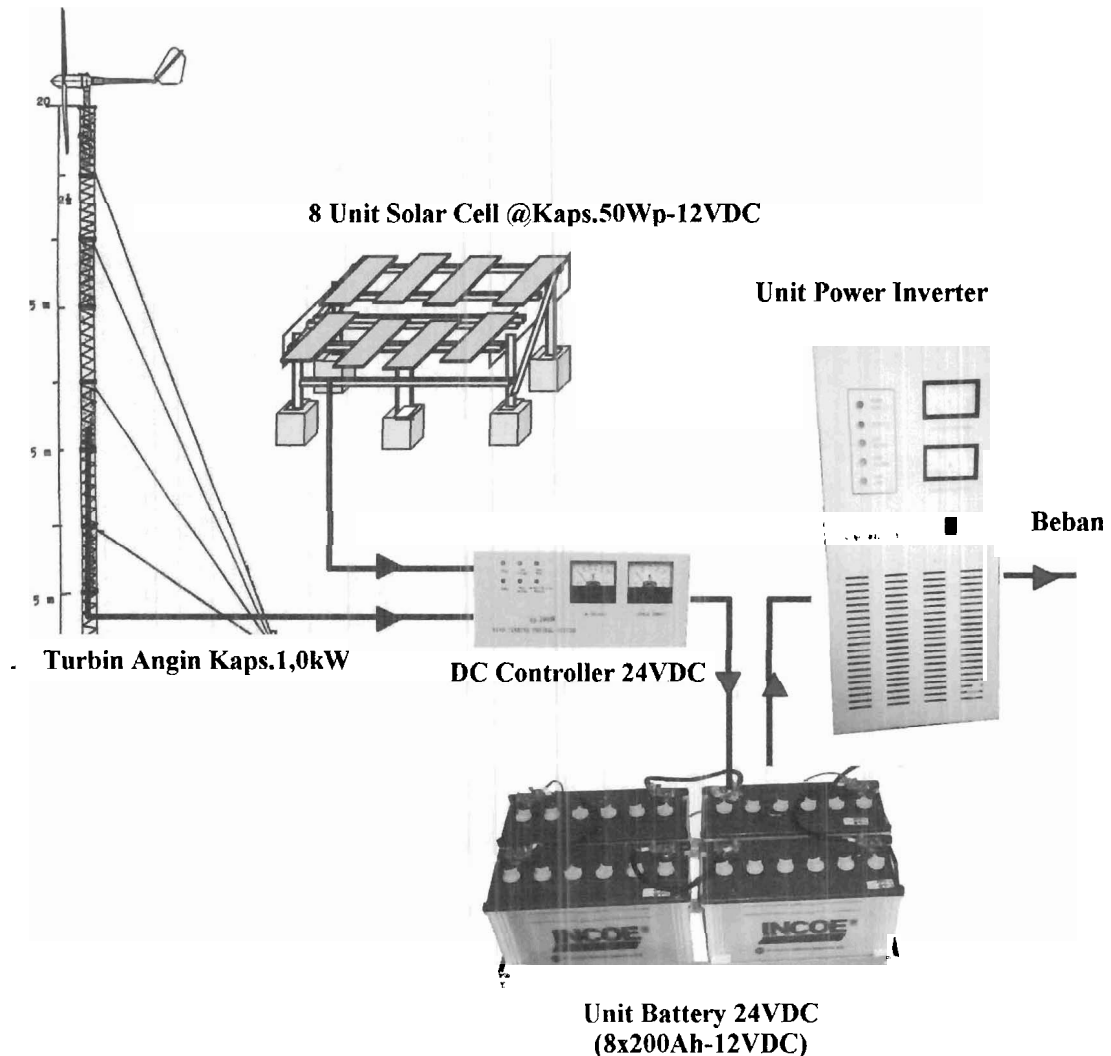
Daya listrik yang dihasilkan turbin angin diteruskan ke konverter dan dari konverter diteruskan ke baterai. Daya yang tersimpan di baterai diteruskan ke inverter, dan dari inverter diteruskan ke beban .



Gambar 4.4. Pemasangan konverter dan inverter

4.4. Pemasangan hibrid pembangkit listrik angin dengan pembangkit listrik tenaga matahari lengkap dengan rangkaian kontrolnya . .

Pembangkit listrik tenaga angin dengan daya 1.000W dikombinasikan dengan pembangkit listrik tenaga matahari (Solarsell) 8 x 50 watt, daya dari turbin dialirkan ke Konverter dan dari konverter diteruskan ke baterai. Daya yang tersimpan di baterai diteruskan ke inverter, dan dari inverter diteruskan ke beban seperti gambar 4.4.



Gambar 4.5 Rangkaian pemasangan hibrid pembangkit listrik angin dan pembangkit listrik tenaga matahari lengkap dengan rangkaian kontrolnya

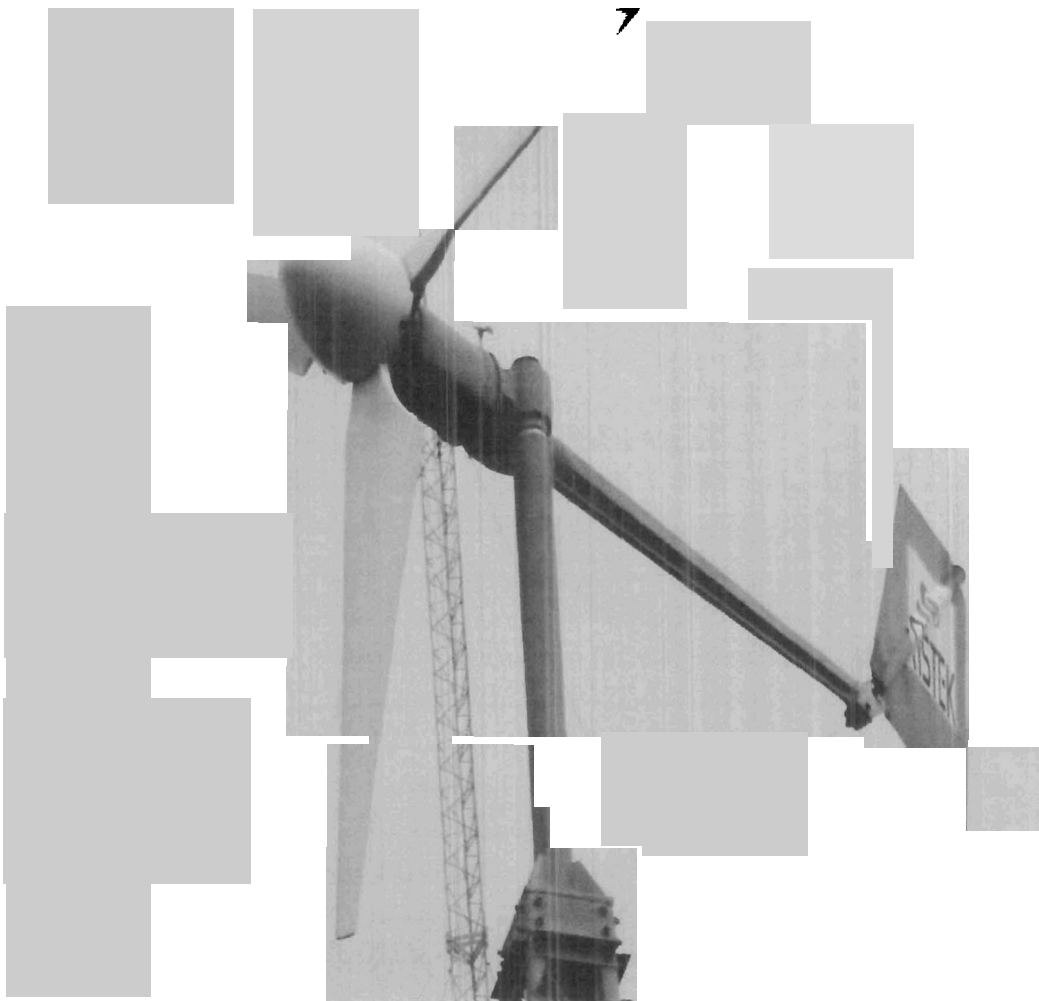
BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengamatan Kombinasi pembangkit listrik tenaga angin dengan pembangkit listrik tenaga matahari dilakukan beberapa tahap sebagai berikut :

5.1.Pengamatan pembangkit listrik tenaga angin .

Dalam pengamatan ini kami mengamati turbin angin dengan seperti Gambar 5.1.



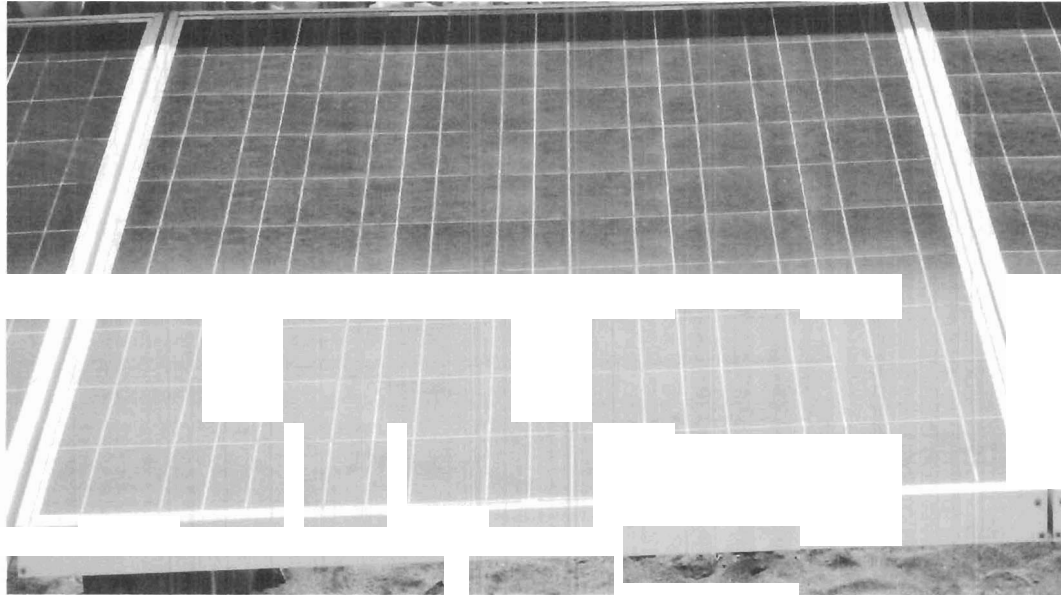
Gambar 5.1.Pembangkit listrik tenaga angin yang diamati

| No | | Daya yang dihasilkan dalam watt | | | | | |
|----|-----------|---------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Jam 7 | Jam 10 | Jam 13 | Jam 16 | Jam 21 | Jam 24 |
| 16 | 25-5-2012 | 1160 watt | 600 watt | 340 watt | 1100 watt | 1240 watt | 360 watt |
| 17 | 26-5-2012 | 1260 watt | 580 watt | 320 watt | 980 watt | 1280 watt | 440 watt |
| 18 | 27-5-2012 | 1002 watt | 520 watt | 360 watt | 920 watt | 1220 watt | 380 watt |
| 19 | 28-5-2012 | 1000 watt | 560 watt | 320 watt | 1000 watt | 1320 watt | 3600 watt |
| 20 | 28-5-2012 | 1120 watt | 600 watt | 340 watt | 960 watt | 1280 watt | 340 watt |
| 21 | 30-5-2012 | 1060 watt | 580 watt | 400 watt | 960 watt | 1240 watt | 360 watt |
| 22 | 31-5-2012 | 1100 watt | 620 watt | 360 watt | 1060 watt | 1320 watt | 340 watt |
| 23 | 1-6-2012 | 1120 watt | 640 watt | 380 watt | 1000 watt | 1240 watt | 340 watt |
| 24 | 2-6-2012 | 980 watt | 580 watt | 360 watt | 1020 watt | 680 watt | 320 watt |
| 25 | 3-6-2012 | 1120 watt | 520 watt | 320 watt | 1040 watt | 1010 watt | 340 watt |
| 26 | 4-6-2012 | 1100 watt | 640 watt | 360 watt | 1000 watt | 1220 watt | 360 watt |
| 27 | 5-6-2012 | 981 watt | 520 watt | 320 watt | 1240 watt | 1220 watt | 360 watt |
| 28 | 6-6-2012 | 1220 watt | 640 watt | 340 watt | 1260 watt | 820 watt | 340 watt |
| 29 | 7-6-2012 | 960 watt | 600 watt | 320 watt | 460 watt | 640 watt | 280 watt |
| 30 | 8-6-2012 | 940 watt | 620 watt | 340 watt | 520 watt | 660 watt | 300 watt |
| 31 | 9-6-2012 | 1140 watt | 640 watt | 320 watt | 500 watt | 640 watt | 320 watt |

5.2. Pengamatan pembangkit listrik tenaga matahari .

Dari hasil pengamatan modul pembangkit listrik tenaga matahari dengan spesifikasi teknis sebagai berikut : merek Elsol, max power 400 watt, short circuit

26 A, maximum power current 23,28 A, normal voltage 17,24 Volt dan open circuit 21,75 V. seperti gambar 5.2 dan hasil pengamatannya seperti tabel tabel 5.2, tabel tabel 5.3, tabel dan tabel 5.4 berikut .



Gambar 5.2 pembangkit listrik tenaga matahari.

Tabel 5.2 Hasil pengamatan listrik tenaga matahari. Jam 9 pagi

| No | Tanggal | Luaran Energi watt | Suhu ° C | Illuminasi Lux | Kelembaman % |
|----|-------------|--------------------|----------|----------------|--------------|
| 1 | 12 -6- 2012 | 280 watt | 29 | 27100 | 63 |
| 2 | 13 -6- 2012 | 276 watt | 28 | 24800 | 64 |
| 3 | 14 -6- 2012 | 248 watt | 29 | 26200 | 68 |
| 4 | 15 -6- 2012 | 292 watt | 25 | 22700 | 68 |
| 5 | 16 -6- 2012 | 260 watt | 25 | 22900 | 78 |
| 6 | 17 -6- 2012 | 256 watt | 23 | 15700 | 78 |
| 7 | 18 -6- 2012 | 276 watt | 25 | 25600 | 64 |
| 8 | 19 -6- 2012 | 260 watt | 23 | 17100 | 76 |

Dari hasil pengamatan pembangkit listrik tenaga angin dengan spesifikasi teknis sebagai berikut : daya turbin 2.000 watt.adalah seperti tabel 5.1 berikut

Tabel 5. 1. Hasil pengamatan listrik tenaga angin

| No | Tanggal | Daya yang dihasilkan dalam watt | | | | | |
|----|-----------|---------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Jam 7 | Jam 10 | Jam 13 | Jam 16 | Jam 21 | Jam 24 |
| 1 | 10-5-2012 | 1120watt | 620 watt | 380 watt | 810 watt | 1200 watt | 420 watt |
| 2 | 11-5-2012 | 1080 watt | 600 watt | 240 watt | 1020 watt | 1320 watt | 360 watt |
| 3 | 12-5-2012 | 1260 watt | 780 watt | 340 watt | 980 watt | 1280 watt | 390 watt |
| 4 | 13-5-2012 | 1020watt | 520 watt | 360 watt | 920 watt | 1200 watt | 340 watt |
| 5 | 14-5-2012 | 1000 watt | 560 watt | 320 watt | 1000 watt | 1300 watt | 320 watt |
| 6 | 15-5-2012 | 1160watt | 660 watt | 320 watt | 960 watt | 1220 watt | 340 watt |
| 7 | 16-5-2012 | 1060 watt | 580 watt | 360 watt | 960 watt | 1440 watt | 360 watt |
| 8 | 17-5-2012 | 1100 watt | 620 watt | 320 watt | 920 watt | 1480 watt | 300 watt |
| 9 | 18-5-2012 | 1020 watt | 640 watt | 360 watt | 1100 watt | 1240 watt | 360watt |
| 10 | 19-5-2012 | 940 watt | 580 watt | 370 watt | 1050 watt | 1460 watt | 300 watt |
| 11 | 20-5-2012 | 1120 watt | 800 watt | 240 watt | 860 watt | 1380 watt | 600 watt |
| 12 | 21-5-2012 | 1100 watt | 640 watt | 380 watt | 1000 watt | 1240 watt | 340 watt |
| 13 | 22-5-2012 | 980 watt | 520 watt | 360 watt | 1240 watt | 1200 watt | 1360 watt |
| 14 | 23-5-2012 | 1220 watt | 640 watt | 320 watt | 1300 watt | 1310 watt | 360 watt |
| 15 | 24-5-2012 | 1240 watt | 820 watt | 360 watt | 1040 watt | 1260 watt | 420 watt |

| | | | | | |
|----|-----------|----------|----|-------|----|
| 30 | 11-7-2012 | 256 watt | 23 | 9900 | 90 |
| 31 | 12-7-2012 | 276 watt | 25 | 17000 | 70 |

Tabel 5.3 .Hasil pengamatan listrik tenaga matahari. Jam 12 Siang

| No | Tanggal | Luaran Energi Watt | Suhu ° C | Iuminasi Lux | Kelembaman % |
|----|-------------|--------------------|----------|--------------|--------------|
| 1 | 12 -6- 2012 | 320 watt | 33 | 49600 | 52 |
| 2 | 13 -6- 2012 | 312 watt | 32 | 49000 | 51 |
| 3 | 14 -6- 2012 | 272 watt | 32 | 46400 | 57 |
| 4 | 15 -6- 2012 | 366 watt | 35 | 45100 | 58 |
| 5 | 16 -6- 2012 | 358 watt | 35 | 45000 | 60 |
| 6 | 17 -6- 2012 | 370 watt | 27 | 15900 | 60 |
| 7 | 18 -6- 2012 | 346 watt | 27 | 10600 | 64 |
| 8 | 19 -6- 2012 | 366 watt | 35 | 44700 | 59 |
| 9 | 20 -6- 2012 | 360 watt | 34 | 44600 | 44 |
| 10 | 21 -6- 2012 | 342 watt | 34 | 44100 | 49 |
| 11 | 22 -6- 2012 | 340 watt | 34 | 43700 | 53 |
| 12 | 23 -6- 2012 | 360 watt | 34 | 46700 | 42 |
| 13 | 24 -6- 2012 | 346 watt | 37 | 45100 | 50 |
| 14 | 25 -6- 2012 | 332 watt | 34 | 44800 | 49 |
| 15 | 26 -6- 2012 | 358 watt | 37 | 46100 | 50 |
| 16 | 27-6-2012 | 370 watt | 37 | 44300 | 54 |
| 17 | 28-6-2012 | 346 watt | 36 | 45700 | 52 |

| No | Tanggal | Luaran Energi watt | Suhu ° C | Illuminasi Lux | Kelembaman % |
|----|-----------|--------------------|----------|----------------|--------------|
| 18 | 29-6-2012 | 356 watt | 36 | 44200 | 49 |
| 19 | 30-6-2012 | 360 watt | 37 | 45800 | 48 |
| 20 | 1-7-2012 | 352 watt | 36 | 45200 | 46 |
| 21 | 2-7-2012 | 358 watt | 38 | 46100 | 47 |
| 22 | 3-7-2012 | 370 watt | 38 | 46200 | 50 |
| 23 | 4-7-2012 | 346 watt | 35 | 45800 | 48 |
| 24 | 5-7-2012 | 356 watt | 35 | 45500 | 55 |
| 25 | 6-7-2012 | 350 watt | 36 | 45900 | 54 |
| 26 | 7-7-2012 | 342 watt | 36 | 45300 | 50 |
| 27 | 8-7-2012 | 350 watt | 37 | 44700 | 47 |
| 28 | 9-7-2012 | 360 watt | 36 | 44900 | 58 |
| 29 | 10-7-2012 | 346 watt | 36 | 44600 | 58 |
| 30 | 11-7-2012 | 342 watt | 32 | 44800 | 58 |
| 31 | 12-7-2012 | 358 watt | 31 | 45900 | 67 |

Tabel 5.4. Hasil pengamatan listrik tenaga matahari. Jam 15 sore

| No | Tanggal | Luaran Energi watt | Suhu ° C | Illuminasi Lux | Kelembaman % |
|----|-------------|--------------------|----------|----------------|--------------|
| 1 | 12 -6- 2012 | 260 watt | 30 | 23500 | 60 |
| 2 | 13 -6- 2012 | 240 watt | 32 | 26300 | 64 |
| 3 | 14 -6- 2012 | 255 watt | 29 | 17600 | 62 |
| 4 | 15 -6- 2012 | 210 watt | 31 | 16700 | 64 |
| 5 | 16 -6- 2012 | 240 watt | 31 | 16500 | 63 |

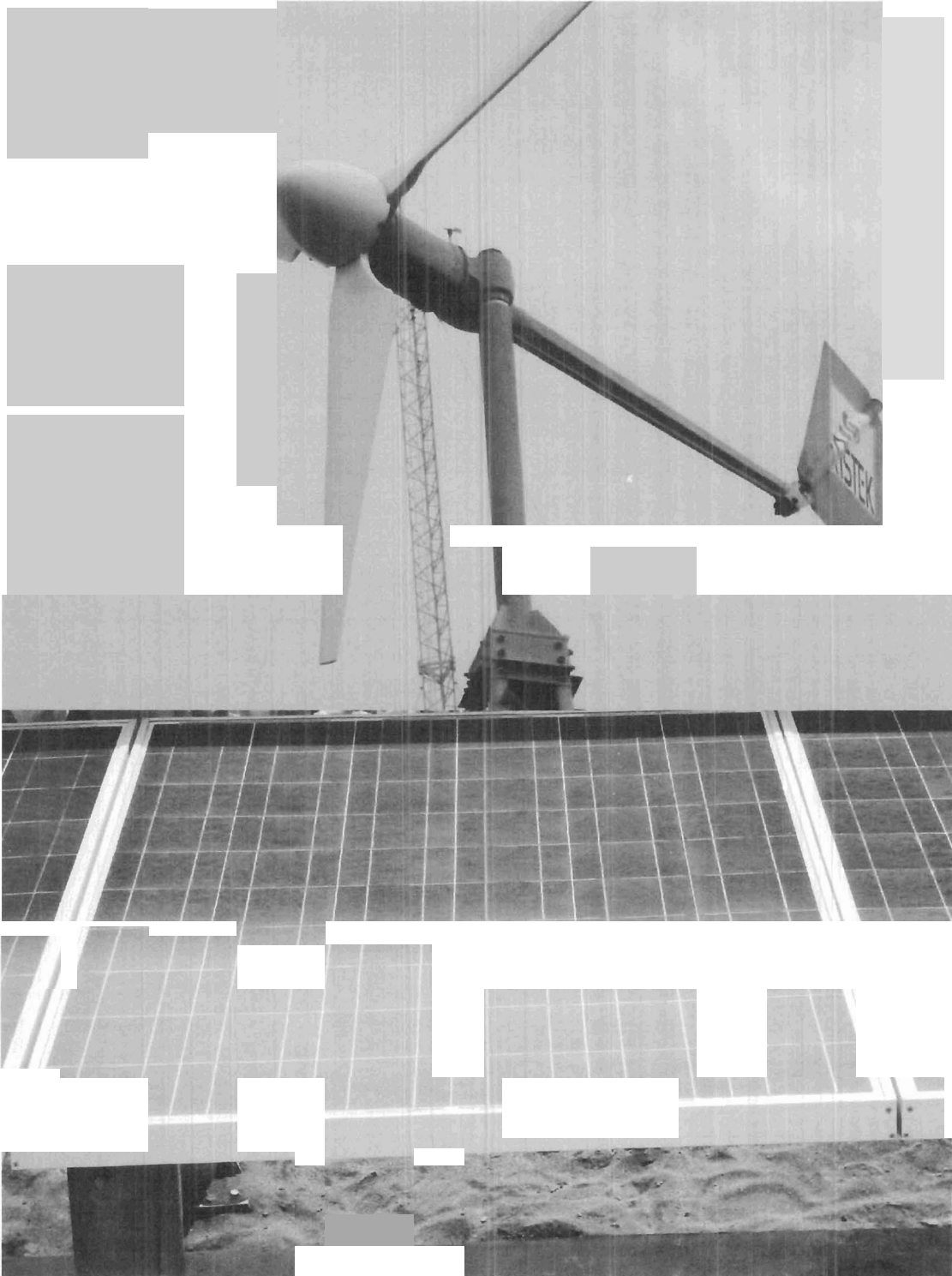
| No | Tanggal | Luaran Energi Watt | Suhu ° C | Iuminasi Lux | Kelembaman % |
|----|-------------|--------------------|----------|--------------|--------------|
| 6 | 17 -6- 2012 | 250 watt | 27 | 9500 | 71 |
| 7 | 18 -6- 2012 | 230 watt | 27 | 3500 | 84 |
| 8 | 19 -6- 2012 | 260 watt | 32 | 34600 | 61 |
| | | | | | |
| 9 | 21 -6- 2012 | 240 watt | 33 | 34500 | 50 |
| 10 | 22 -6- 2012 | 230 watt | 33 | 33600 | 62 |
| 11 | 23 -6- 2012 | 245 watt | 32 | 32700 | 56 |
| 12 | 24 -6- 2012 | 255 watt | 33 | 32700 | 52 |
| 13 | 25 -6- 2012 | 260 watt | 30 | 26500 | 51 |
| 14 | 26 -6- 2012 | 265 watt | 29 | 26300 | 53 |
| 15 | 27-6-2012 | 250 watt | 33 | 16500 | 52 |
| 16 | 28-6-2012 | 255 watt | 32 | 29700 | 66 |
| 17 | 29-6-2012 | 220 watt | 33 | 29700 | 56 |
| 18 | 30-6-2012 | 240 watt | 34 | 38100 | 56 |
| 19 | 1-7-2012 | 260 watt | 34 | 38000 | 49 |
| 20 | | 230 watt | 33 | 28700 | 52 |
| 21 | 4-7-2011 | 240 watt | 34 | 28200 | 44 |
| 22 | 5-7-2011 | 255 watt | 33 | 37900 | 50 |
| 23 | 6-7-2011 | 220 watt | 32 | 27500 | 49 |
| 24 | 7-7-2011 | 240 watt | 33 | 37500 | 54 |
| 25 | 8-7-2011 | 240 watt | 32 | 23900 | 54 |
| 26 | 9-7-2011 | 230 watt | 33 | 23600 | 52 |

| No | Tanggal | Luaran Energi Watt | Suhu ° C | Illuminasi Lux | Kelembaman |
|----|-----------|--------------------|----------|----------------|------------|
| 27 | 10-7-2011 | 250 watt | 34 | 33500 | |
| 28 | 11-7-2011 | 240 watt | 33 | 27500 | 58 |
| 29 | 12-7-2011 | 230 watt | 33 | 31900 | 55 |
| 30 | 13-7-2011 | 245 watt | 27 | 16500 | 68 |
| 31 | 14-7-2011 | 250 watt | 30 | 14400 | 72 |

5.3. Pengamatan kombinasi pembangkit listrik tenaga angin dengan pembangkit listrik tenaga matahari

Setelah kombinasi pembangkit listrik tenaga angin dengan pembangkit listrik tenaga matahari dipasang dan dilengkapi dengan rangkaian kontrol dipasang seperti gambar 5.3. didapat hasil pengamatan sebagai berikut, seperti tabel 5.5. berikut .

”



Gambar 5.3. Rangkaian pengamatan hibrid pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga matahari

Tabel 5.5. Hasil pengamatan Hibrid pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit tenaga matahari .

| No | Tanggal | Daya yang dihasilkan dalam watt | | | | | |
|----|-----------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Jam 9 | Jam 12 | Jam 13 | Jam 15 | Jam 21 | Jam 24 |
| 1 | 16-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 2 | 17-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 3 | 18-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 4 | 19-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 5 | 20-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 6 | 21-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 7 | 22-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 8 | 23-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 9 | 24-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 10 | 25-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 11 | 26-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 12 | 27-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 13 | 28-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 14 | 29-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 15 | 30-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 16 | 31-7-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 17 | 1-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 18 | 2-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |

| No | Tanggal | Daya yang dihasilkan dalam watt | | | | | |
|----|-----------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Jam 9 | Jam 12 | Jam 13 | Jam 15 | Jam 21 | Jam 24 |
| 19 | 3-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 20 | 4-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 21 | 5-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 22 | 6-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 23 | 7-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 24 | 8-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 25 | 9-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 26 | 10-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 27 | 11-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 28 | 12-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 29 | 13-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 30 | 14-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 31 | 15-8-2012 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |

5.4. Analisa hasil pengamatan.

Dari hasil pengamatan dapat dibagi atas tiga bagian yaitu :

1. Analisa hasil pengamatan turbin angin .

Pada pengamatan turbin angin dengan kapasitas daya terpasang 2 kw, turbin angin menghasilkan daya listrik yang bervariasi tiap waktu yang datanya sbb:

- a. Pada Jam 7.00 Pagi dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 940 watt sampai 1240 Watt.

- b. Pada Jam 10.00 Pagi dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 520 watt sampai 820 Watt.
- c. Pada Jam 13.00 siang dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 240 watt sampai 380 Watt..
- d. Pada Jam 16.00 sore dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 960 watt sampai 1320 Watt.
- e. Pada Jam 21.00 malam dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 820 watt sampai 1560 Watt.
- f. Pada Jam 24.00 malam dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 300 watt sampai 440 Watt.

2. Analisa hasil pengamatan pembangkit listrik tenaga matahari

Pada pengamatan pembangkit listrik tenaga matahari dengan kapasitas daya terpasang 400 watt, pembangkit listrik tenaga matahari menghasilkan daya listrik yang bervariasi tiap waktu yang datanya sbb:

- a. Pada Jam 9.00 Pagi dari tanggal 12 Juni 2012 sampai 12 Juli 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 256 watt sampai 292 Watt.
- b. Pada Jam 12.00 Pagi dari tanggal 12 Juni 2012 sampai 12 Juli 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 342 watt sampai 272 Watt.
- c. Pada Jam 15.00 siang dari tanggal 12 Juni 2012 sampai 12 Juli 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 210 watt sampai 265 Watt.

3. Analisa hasil pengamatan hibrid pembangkit listrik tenaga angin dan tenaga matahari

Pada pengamatan kombinasi pembangkit listrik tenaga angin dan tenaga matahari, karena daya yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit tenaga matahari tidak merata sepanjang waktu. Maka daya listrik yang dihasilkan kedua pembangkit ini disimpan dalam baterai dengan daya $16 \times 200 \text{ Ah (Amper jam)} = 3.200 \text{ Ah}$ pada tegangan 12 volt dengan daya maksimal = 38.400 watt.jam Dengan diberi beban tetap sebesar 1.500 watt, maka pada saat kombinasi pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit tenaga matahari memberikan daya kurang dari 1.500 Watt daya listrik disuplai dari baterai, apabila kedua pembangkit tersebut tidak menghasilkan daya sama sekali maka baterai bisa mensuplai listrik selama 24 jam . Berdasarkan hasil pengamatan dari tanggal 16 Juli 2012 sampai 15 Agustus 2012 kombinasi pembangkit listrik tenaga angin dengan kapasitas daya terpasang 2 kw dan pembangkit tenaga matahari dengan kapasitas daya terpasang 400 watt, bisa menghasilkan daya 800 Watt selama 24 jam .

5. Analisa Pemasangan Instalasi

Dengan dipasang instalasi listrik untuk 30 kamar masing kamar diberi jatah 50 watt yang terdiri dari lampu PL 15 watt dan untuk pengisian baterai HP dll sebesar 35 Watt maka kontinyutas daya listrik bisa terjaga .

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan dan analisa data dapat disimpulkan :

1. Pembangkit listrik tenaga angin dengan kapasitas daya terpasang 2 Kw menghasilkan daya listrik yang bervariasi setiap waktu, berdasarkan pengamatan dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012, turbin angin menghasilkan daya listrik yang dihasilkan yaitu:
 - a. Pada Jam 7.00 Pagi dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 940 watt sampai 1240 Watt.
 - b. Pada Jam 10.00 Pagi dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 520 watt sampai 820 Watt.
 - c. Pada Jam 13.00 siang dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 240 watt sampai 380 Watt..
 - d. Pada Jam 16.00 sore dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 960 watt sampai 1320 Watt.
 - e. Pada Jam 21.00 malam dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 820 watt sampai 1560 Watt.
 - f. Pada Jam 24.00 malam dari tanggal 10 Mei 2012 sampai 9 Juni 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 300 watt sampai 440 Watt.
2. Pembangkit listrik tenaga matahari dengan kapasitas daya terpasang 400 watt, menghasilkan daya listrik yang bervariasi tiap waktu berdasarkan pengamatan tanggal 12 Juni 2012 sampai 12 Juli 2012 daya yang dihasilkan yaitu :

- a. Pada Jam 9.00 Pagi dari tanggal 12 Juni 2012 sampai 12 Juli 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 256 watt sampai 292 Watt.
 - b. Pada Jam 12.00 Pagi dari tanggal 12 Juni 2012 sampai 12 Juli 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 342 watt sampai 272 Watt.
 - c. Pada Jam 15.00 siang dari tanggal 12 Juni 2012 sampai 12 Juli 2012 daya listrik yang dihasilkan mulai dari 210 watt sampai 265 Watt.
3. Hibrid pembangkit listrik tenaga angin dengan kapasitas 2 Kw dan pembangkit listrik tenaga matahari dengan kapasitas 400 watt yang dilengkapi dengan konverter inverter dan baterai dapat menghasilkan daya listrik yang konstan sebesar 1.500 watt sepanjang waktu .
 4. Dengan Hibrid pembangkit listrik tenaga angin dengan kapasitas 2 Kw dan pembangkit listrik tenaga matahari dengan kapasitas 400 watt bisa mengaliri listrik sebanyak 30 kamar dengan daya perkamar 50 watt.

6.2. SARAN

1. Untuk pengembangan selanjutnya, karena tenaga angin di indonesia ini tidak kontinyu sepanjang waktu perlu dipikirkan lagi rangkaian pengereman saat terjadi angin puting beliung sehingga kinerja pembangkit ini tidak terganggu.
2. Untuk menjaga kapasitas daya maka pemakai daya harus mentaati besar pemakaian daya listrik yang telah disepakati

Daftar Pustaka.

1. Abdin (2000) *Performance Analysis of a Wind Turbine Generator Unit*
IEEE Transaction Energy Conversion 15 (91-96)
2. Burton T Sharpe (2001) *Wind Energy Handbook* John Wiley & Sons Ltd Inc
Chichter.
3. Culp W.Arche . Jr. (1989) *Prinsip -Prinsip Konversi Energi* Erlangga Jakarta
4. Carlson (1988) *Analysis of Synchronous Generator for Electrical Power
Generator Technical Report No 165”* Chalmers University of
Technologi Goteborg
5. Desire Le Gourieres (1982) *Wind Power in Plants Theory and Design*
Pargamon Press New -York
6. Freris .L.L. (1990) *Wind Energy Conversion Systems*.Printice Hall, New-
York USA
7. Gasch R T (2002) *Wind Power Plants* James and James London .
8. Hansen L.H et al. (2001).*Generator Technology for Wind Turbincs* 27 th
Annual Compprenci of the IEEE Industrial Electronics Society Vol 3
Denver Clorado USA Nopember 29- Desember 2,
9. Harison.R (2000). *Wind Turbine Design and Economics*. John Wiley & Sons
New-York
10. Hansen.A.C (1998) *Users Gaide To The Wind Turbine Computer Programs*
University of Utah USA.
11. Molly Jens Peter (2003) *Solar Cells and Their Applications* John Wiley &
Sons New-York



12. Paul C. Krause.(1987) *Analysis Of Electric Machinery* Mc Graw-Hill Book Company New York.
13. Tarek Ahmad et al (2003). *Small-Scala Wind Turbine Coupeled Generator with SCV for Isolated Reneweble Energy Utilization* “ Procceding IEEE Internasional Converence on Power Electronics and Drive Systems Singapore.
14. Thomas Ackermann (2005) *Wind Energi in Power Systems* John Wiley & Sons New-York
15. Tony Burtor¹(2003) *Wind Energy Hand Book* John Wiley & Sons New-York
16. J. Ernst (1985) *Wind Energy form with Synchronous Generator* . first European Confrence on Power Electronics application Brussells .

BIODATA PENELITIAN

I. IDENTITAS DIRI.

- 1.1. Nama lengkap : Drs. Aslimeri, M.T L
- 1.2. Jabatan fungsional : Lektor Kepala
- 1.3. NIP : 19560105 198301 1001
- 1.4. Tempat/Tanggal Lahir : Bukittinggi/1 Mei 1956
- 1.5. Alamat ruma : Wisma Indah VII Blok D1 No 8 Tabing Padang
.. Telp (0751). 7050907
- 1.6. No Telepon/Faks : 0751. 7050907/ 0751 443000
- 1.7. Nomor HP : 0751 7844074
- 1.8. Alamat Kantor : FT UNP Jl. Prof .Dr Hamka Airtawar Padang
Telp (0751). 445118 Fax (0751) 7055644
- 1.9. Alamat e-mail : aslimeri@telkom.net
- 1.10. Mata Kuliah yang diampu

1. Pembangkit Tenaga Listrik
2. Mesin Listrik
3. Tranmisi Tenaga Listrik
4. Distribusi Tenaga Listrik
5. Instalasi Listrik Industri
6. Analisa Sistem kontrol Tenaga Listrik.

II. RIWAYAT PENDIDIKAN.

| | | | |
|--------------------------------|---|--|-----|
| 2.1. Program: | S-1 | S-2 | S-3 |
| 2.2. Nama PT | UNJ | ITB Bandung | - |
| 2.3. Bidang Ilmu | Pendidikan Teknik Elektro | Teknik Elektro | - |
| 2.4. Tahun Masuk | 1975 | 1996 | |
| 2.5. Tahun Lulus | 1980 | 1998 | |
| 2.6. Judul Skepsi/tesis | Pengajaran Tranformator 3 fase di STM I Yogyakarta. | Perbaikan faktor daya jaringan distribusi tenaga listrik dengan beban linier dan nonlinier | |
| 2.7. Nama pembimbing /Pramotor | Prof. Dr. Jemari Madapi | Prof. Dr. Sulaiman | |

III. PENGALAMAN PENELITIAN.

| No | Tahun | Judul Penelitian | Pendanaan | |
|----|---------------------|--|-------------------|---|
| | | | Sumber | Jml (Juta Rp) |
| 1 | 2005 s/d 2006 | Pembangkit listrik Tenaga Angin menggunakan Generator Induksi Satu fasa | Hibah Pekerti | Th I . 60 Th II . 55 |
| 2 | 2007 s/d 2008 | Pengembangan Pembangkit listrik Tenaga Angin dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya | Hibah bersaing | Th I . 35 Th II . 40 |
| 3 | 2010 s/d 2012 | Pembangunan hibrid pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga surya di kabupaten Padang pariaman setelah gempa bumi 30 September 2009 | Stategis Nasional | Th I . 60 Th II . 77,5 Th III . 75. |

IV. PENGALAMAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT.

| No | Tahun | Judul Pengabdian pada masyarakat | Pendanaan | |
|----|-------|--|------------|---------------|
| | | | Sumber | Jml (Juta Rp) |
| 1 | 2007 | Pelatihan Pembangkit listrik Tenaga Diesel bagi karyawan PLN Wilayah Riau dan Riau Kepulauan | Diklat PLN | 30 |
| 2 | 2008 | Pelatihan Distribusi tenaga listrik bagi karyawan PLN Wilayah Riau dan Riau Kepulauan | Diklat PLN | 30 |

V. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL.

| No | Tahun | Judul artikel | Vol /Nomor | Nama jurnal |
|----|-------|--|------------|-----------------------|
| 1 | 2008 | Minimsator harmonisa arus pada jaringan distribusi tenaga listrik | 1 | Saintek STTIND Padang |
| 2 | 2009 | Pembangkit listrik tenaga angin menggunakan Generator induksi 1 fasa | 2 | Saintek STTIND Padang |
| 3 | 2010 | Hibrid Pembangkit listrik tenaga angin dengan pembangki listrik tenaga surya . | 3 | Saintek STTIND Padang |

VI. PENGALAMAN PENULISAN BUKU.

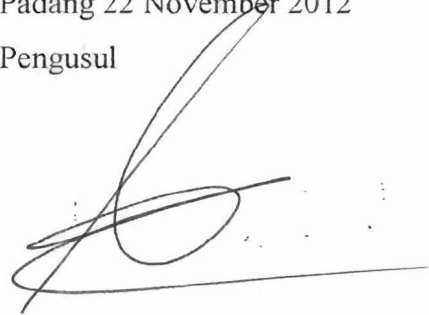
| No | TAHUN | JUDUL BUKU | JUMLAH HALAMAN | PENERBIT |
|----|-------|--|----------------|------------------------------------|
| 1 | 2008 | Tranmisi Tenaga Listrik Jilid .ISBN No 978- 979- 060-160-4 | 462 | Direktorat Pembinaan SMK Depdiknas |

| | | | | |
|---|------|---|-----|------------------------------------|
| 2 | 2009 | Teknik Distribusi dan Jaringan Tenaga Listrik | 441 | Direktorat Pembinaan SMK Depdiknas |
|---|------|---|-----|------------------------------------|

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya bersedia menerima resikonya. Demikianlah biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian .

Padang 22 November 2012

Pengusul



Drs. Aslimeri, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENELITI. I

1. Nama lengkap : Yolli Fernando, S.T M.T
2. NIP : 19760706 200312 1001
5. Jenis kelamin : Laki-laki
6. Tempat/Tanggal Lahir : Bukittinggi/6 Juli 1976
7. Pangkat/Golongan : Penata Muda/III.a
8. Jabatan fungsional : Asisten ahli.
9. Alamat rumah : Perumahan Monang Indah Blok M/3
Lubuk Baya Padang Telp (0751).7050985
8. Agama : Islam.
9. Status Kepegawaian : Pegawai Negeri Pusat
10. Jabatan : -
11. Alamat Kantor : FT UNP Jl. Prof .Dr Hamka Airtawar
Padang Telp (0751). 445118 Fax 7055644
E-mail. F Yolli@ Yahoo. Go.id


12. Pendidikan

| Universitas /Institut dan Lokasi | Gelar | Tahun selesai | Bidang Studi |
|----------------------------------|-----------------|---------------|--------------|
| FT UI | Sarjana | 1999 | Teknik Mesin |
| FTI ITB Bandung | Magister Teknik | 2007 | Teknik Mesin |

13. Pengakaman kerja dalam penelitian dan pengalaman profesional serta kedudukan saat ini

| SUMBER DANA | JABATAN | JUDUL PENELITIAN |
|----------------|----------------|---|
| Rutin UNP 2005 | Ketua Peneliti | Tungku grafikasi sekam padi |
| Rutin UNP 2008 | Ketua Peneliti | Karakteristik pompa sebagai turbin |
| Rutin UNP 2009 | Ketua Peneliti | Kinerja head pompa ram untuk penggerak turbin reaksi mini . |

Padang 22 November 2012


Yolli Fernando, S.T M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENELITI. II

1. Nama lengkap : Drs. Aswardi, M.T
2. NIP : 19590221 198503 1 014
3. Jenis kelamin : Laki-laki
4. Tempat/Tanggal Lahir : Kubang Putih Bukittinggi. 21 Februari 1959
5. Pangkat/Golongan : Penata tingkat I /III.d
6. Jabatan fungsional : Lektor
7. Alamat rumah : Mutiara Putih Blok I. No 4 Lubuk buaya
Padang 0751 8213948/ 08126787375
8. Agama : Islam.
9. Status Kepegawaian : Pegawai Negeri Pusat
10. Jabatan : Ketua Jurusan Teknik Elektro FT UNP
11. Alamat Kantor : FT UNP Jl. Prof .Dr Hamka Airtawar
Padang Telp (0751). 445118 Fax (0751)
7055644 E-mail. aswardi@telkom.net

12. Pendidikan

| Universitas /Institut dan Lokasi | Gelar | Tahun selesai | Bidang Studi |
|----------------------------------|-----------------|---------------|---------------------------|
| FKT IKIP Padang | Sarjana | 1983 | Pendidikan Teknik Elektro |
| FTI ITB Bandung | Magister Teknik | 1999 | Teknik Elektro |

13. Pengakaman kerja dalam penelitian dan pengalaman profesional serta kedudukan saat ini

| SUMBER DANA | JABATAN | JUDUL PENELITIAN |
|------------------------------|----------------------------|---|
| Rutin UNP 1999 | Ketua Peneliti | Analisis kinerja Penyearah 3 Fasa dengan Beban Motor DC |
| Rutin UNP 2000 | Ketua Peneliti | Analisis kinerja Penyearah 3 Fasa dengan Beban Motor DC |
| Hibah Pekerti DP3M 2005-2006 | Anggota Tim Peneliti Mitra | Pembangkit listrik Tenaga Angin menggunakan Generator Induksi Satu fasa |

| | | |
|-----------------------------|-------------------------|---|
| Hibah Bersaing 2007-2008 | Anggota Tim Peneliti | Pengembangan Pembangkit listrik Tenaga Angin dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya |
|-----------------------------|-------------------------|---|

14. Daftar Publikasi yang relevan dengan proposal penelitian yang diajukan .

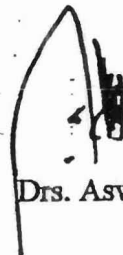
- a. Analisis kinerja Penyearah 3 Fasa dengan Beban Motor DC 1999
- b. Analisis kinerja Penyearah 3 Fasa dengan Beban linier 2000.
- a. Pembangkit listrik Tenaga Angin menggunakan Generator Induksi Satu fasa 2005-2006

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya bersedia menerima resikonya.

Demikianlah biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu

persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian .

Padang 22 November 2012



Drs. Aswardi, MT .