

PEMODELAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN 300 WATT VA UNTUK LAMPU PENERANGAN UMKM DI DAERAH TERTINGGAL DI MAGELANG

Oleh:

Ir. Wijaya Widjanarka. N., MT
STMIK Bina Patria Magelang

Abstrak

Latar belakang penelitian ini adalah membuat pembangkit listrik energi angin, yang dapat bermanfaat untuk penduduk yang belum menikmati listrik. Hal ini disebabkan karena letaknya yang terpencil jauh dari sarana dan fasilitas jaringan listrik PLN. Permasalahan yang lain adalah naiknya harga BBM dan gas, menjadikan terpuruknya industri mikro, kecil dan menengah.

Kenaikan harga dan kelangkaan bahan bakar minyak-gas (bbm) juga turut menjadi penyebabnya masyarakat di daerah tersebut tertinggal (miskin).

Bahkan daerah yang sudah dipasang jaringan listrik PLN, tetapi pasokan listrik dari PLN, terganggu atau tersendat (kondisi “byar-pet”).

Di sisi lain, daerah kota Magelang memiliki berbagai macam potensi kekayaan alam yang melimpah, misalnya seperti hembusan angin yang cukup kuat dan terus-menerus sepanjang hari.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka metode pemecahan masalahannya adalah menciptakan dan menerapkan sistem pembangkit listrik tenaga angin, proyek percontohan yang terpakai.

Sistem pembangkit listrik tenaga angin, dibuat sebagai pemecahan masalah. Sistem pembangkit listrik energi terbaru, dalam hal ini pembangkit listrik tenaga angin, bersifat **mandiri** atau **berdiri sendiri** (*stand alone*).

Dalam penelitian ini akan digunakan kincir anginnya dibuat, menggunakan 12 *blade* (baling-baling), tiap *blade* sepanjang 1 meter, terbuat dari bahan aluminium dan besi. Diameter luas daerah putaran A sebesar 2,30 meter. Generatornya jenis arus bolak-balik 12 VA, 6 pole (kutub). Baterai penyimpan adalah accu basah timbal Pb 12 Volt / 45 Ah. Tinggi menara 8 meter. Pembangkit ini dilengkapi dengan penyearah (*rectifier*), pembalik (*inverter*), sistem pengaturan PWM dan pengamanan^[5].

Listrik yang dihasilkan pembangkit ini adalah sebesar 220 Volt AC/60Hz (sama dengan PLN).

Tidak pernah terputus, meskipun kincir tidak berputar dan langit mendung.

Pembangkit listrik ini, untuk masyarakat Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM), seperti warung soto, penjual *nasi kucing*, mie ayam, dan Pedagang Kaki Lima yang lainnya (PKL), yang sangat bergantung pada penggunaan bahan bakar minyak.

Kata kunci (keywords): *accu* basah asam timbal Pb, baterai, *convertible*, *stand alone*, byar-pet, *rotor 6 pole*, kincir angin, *multi-blade*.

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar daerah Jawa Tengah, adalah daerah pantai, dataran rendah, datarantinggi, bukit dan pegunungan, yang letaknya sebagian besar masih terpencil jauh dari sarana dan fasilitas penunjang kehidupan modern yang ada, misalnya jaringan listrik PLN. Penduduknya juga banyak tersebar di pelosok-pelosok daerah terpencil. Demikian juga dengan kota Magelang dan sekitarnya. Inilah yang menyebabkan masih banyak daerah dengan kontur geografis tersebut sangat tertinggal dan miskin, meskipun memiliki berbagai macam potensi (misalnya: kekayaan alam, tenaga kerja melimpah, daerah yang strategis daerah wisata dan lain lain).

Bahkan di daerah-daerah tersebut di Jawa Tengah memiliki potensi angin dan energi matahari yang cukup besar, bahkan melimpah, maka perlu dikaji untuk menciptakan suatu sistem pembangkit listrik tenaga angin dan matahari, sebagai sumber daya listrik alternatif. Bagi daerah

yang sudah dijangkau oleh jaringan listrik PLN, pembangkit tersebut juga dapat digunakan sebagai energi listrik cadangan (*back-up*), jika pasokan listrik PLN terganggu atau tersendat.

Hembusan angin adalah sumber daya alam yang selalu tersedia setiap saat secara melimpah dan ada di setiap tempat, dari pesisir pantai, lembah hingga pegunungan.

Selalu tersedia sepanjang siang hingga malam. Di Jawa Tengah, kecepatan angin normal, berkisar antara 3 m/detik hingga 8 m/detik. Arah kecepatan anginpun selalu berganti dari berbagai arah tergantung musimnya. Kecepatan angin selalu berubah setiap saat dalam seharinya.

Tetapi sumber daya alam tersebut masih sangat jarang didayagunakan untuk membantu kehidupan manusia, khususnya penduduk Jawa Tengah^[8].

Dengan membuat percontohan sistem pembangkit listrik tenaga angin, yang mampu bekerja secara terus-menerus tetapi tidak menggunakan bahan bakar minyak atau gas (BBM migas), murah, dapat diperbarui dan stabil (tidak terputus), sehingga dapat digunakan untuk tenaga listrik yang handal. Dalam sistem ini tidak ada limbah atau sampah produksi.

2.1 Perumusan Masalah

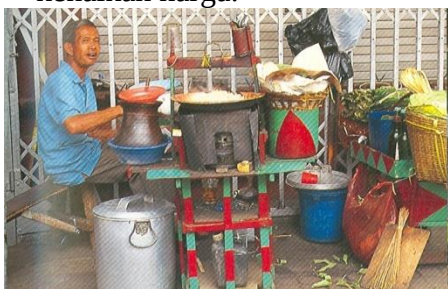
Di kota Magelang dan pada umumnya daerah Jawa Tengah, sangat berlimpah sumber daya alam atau energi terbarui (*renewable*), seperti energi cahaya matahari dan angin. Hembusan angin dan terpaan sinar matahari selalu tersedia setiap saat secara melimpah dan ada di setiap tempat, dari pesisir pantai, lembah hingga pegunungan. Selalu tersedia sepanjang siang hingga malam.

Tetapi sumber daya alam tersebut masih sangat jarang dikaji, diteliti, dan didayagunakan untuk membantu kehidupan manusia, khususnya penduduk Jawa Tengah.

Ironisnya, kehidupan penduduk yang tinggal di daerah yang

berlimpah sumber daya alamnya tersebut kondisinya memprihatinkan, usahanya banyak yang terpuruk.

Bidang Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) dan Pedagang Kaki Lima (PKL) yang mereka tekuni, banyak yang terpuruk bahkan gulung tikar atau bangkrut. Peristiwa ini diumpamakan “seperti ayam mati diatas lumbung padi “. Salah satu sebabnya adalah naiknya harga dan kelangkaan bahan bakar minyak (bbm) dan gas atau pasokannya tidak stabil karena terganggu distribusi ke beberapa tempat. Hal ini memicu terjadi kenaikan harga.



Gambar 1. Contoh Pedagang Kaki Lima (PKL) dan pelaku UMKM.

Permasalahan yang lain adalah masih banyak penduduk yang belum menikmati listrik Hal ini disebabkan karena letaknya yang terpencil jauh dari fasilitas jaringan listrik PLN. Beberapa daerah yang sudah dipasang jaringan listrik

PLN, tetapi pasokan listrik dari PLN, terganggu atau tersendat (kondisi “byar-pet”).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka metode pemecahan masalahnya adalah menciptakan model dan menerapkan suatu peralatan pembangkit listrik terbaru dengan sistem tenaga angin.

Kelebihan lain dari energi terbaru seperti energi angin adalah ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah, polusi, atau sampah.

Kincir anginnya dibuat, menggunakan 12 *blade* (baling-baling), tiap *blade* sepanjang 1 meter, terbuat dari bahan aluminium dan besi. Generatornya jenis arus bolak-balik 12 VA, 6 pole (kutub).

Batere penyimpan adalah accu basah timbal Pb 12 Volt /45 Ah. Tinggi menara 8 meter. Pembangkit ini dilengkapi dengan penyearah (*rectifier*), pembalik (*inverter*), sistem pengaturan PWM dan unit pengaman^[4]. Kapasitas daya kincir angin ini adalah 150-300 Watt VA^[1].

Listrik yang dihasilkan pembangkit ini adalah sebesar 220 Volt AC/60Hz (sama dengan PLN).

3..1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian inilah yaitu,Membuat pembangkit listrik tenaga angin sebagai model sistem pembangkit listrik terbaru, energi listrik yang dihasilkan digunakan terutama untuk penerangan lampu pijar atau lampu Neon (TL) dimalam hari. Lampu penerangan yang tidak terganggu

kondisi listrik byar-pet dari PLN. Dimanfaatkan untuk masyarakat Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM), seperti warung soto, penjual *nasi kucing*, mie ayam, dan Pedagang Kaki Lima (PKL) yang lainnya, sehingga mereka tidak lagi tergantung atau terganggu oleh kelangkaan maupun kenaikan BBM dan gas.

- 1) Membuat proyek percontohan sistem pembangkit listrik tenaga angin, dengan mampu bekerja secara terus-menerus tetapi tidak menggunakan bahan bakar minyak atau gas (non-BBM migas), sehingga dapat juga digunakan untuk tenaga listrik alternatif atau cadangan yang handal, yang tidak terganggu kondisi listrik byar-pet dari PLN. Listrik yang dihasilkan berupa tegangan bolak-balik 220 VA (persis sama dengan PLN). Beban listrik adalah lampu penerangan berupa lampu neon atau lampu TL (*Tube Lamp*) atau *fluorescent lamp*^[10].
- 2) Membuat teknologi tepat guna, sistem pembangkit listrik terbaru yaitu tenaga angin, dengan sistem *convertible*, sehingga dapat dengan mudah dibawa ke daerah-daerah yang terpencil (terpelosok). Artinya dapat dibongkar-pasang, dirakit dan dijinjing (dibawa atau dipindah tempat). Dengan demikian daerah yang terpasang teknologi tepat guna ini, dapat tumbuh dan berkembang baik perekonomiannya, kesejahteraannya dan kehidupannya. Sistem energi terbaru bersifat **mandiri** atau **berdiri sendiri (*stand alone*)**.

4.1 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah,

- 1) Membuat pembangkit listrik tenaga angin dengan daya 300 Watt VA.
- 2) Generator yang digunakan adalah jenis generator 6 kutub^[2].
- 3) Baling-baling (*blade*) dan pengarah (*directions*) terbuat dari besi dan aluminium.
- 4) Tinggi menara turbin angin 8 meter, terbuat dari konstruksi besi.
- 5) Sistem pengaturan daya menggunakan, penyearah (*rectifier*), *inverter*, PWM (*Pulse Width Modulation*) mikroprosesor controller.
- 6) Kapasitas baterai penyimpan (*accu*) basah Pb, yaitu: 45 Ah / 12 Volt. Dapat diperluas atau ditambah dengan cara paralel. Listrik yang dihasilkan berupa tegangan bolak-balik 220 VA (persis sama dengan PLN). Beban listrik adalah lampu penerangan berupa lampu neon. Kapasitas daya kincir angin ini adalah 150-300 Watt VA^[5].

5.1 Manfaat Penelitian

Pemakaian beban listrik (*load*) yang terutama dari prototipe pembangkit listrik ini, adalah untuk lampu penerangan neon (TL) dan peralatan listrik berdaya rendah. Listrik yang dihasilkan berupa tegangan bolak-balik 220 VA (persis sama dengan PLN). Pemakainya adalah masyarakat pelaku UMKM, seperti warung soto, penjual *nasi kucing*, mie ayam, dan PKL, seperti penjual mie ayam, nasi kucing dan

sebagainya yang sangat bergantung pada penggunaan bahan bakar minyak. Pada umumnya masyarakat yang tinggal daerah yang terpencil, daerah yang sudah dijangkau jaringan listrik PLN, tetapi masih belum stabil. Pemakaian yang terutama dari prototipe pembangkit listrik ini, adalah untuk lampu penerangan dan peralatan listrik berdaya rendah dan sedang lainnya untuk masyarakat pelaku UMKM, seperti warung soto, penjual *nasi kucing*, mie ayam, dan PKL, seperti penjual mie ayam, nasi kucing dan sebagainya yang sangat bergantung pada penggunaan bahan bakar minyak. Nantinya dapat juga untuk masyarakat yang tinggal daerah yang terpencil, daerah yang sudah dijangkau jaringan listrik PLN, tetapi masih belum stabil.

- 1) Memecahkan masalah pembangunan nasional dalam hal pasokan dan distribusi energi listrik yang tidak tentu atau stabil aliran listrik dari PLN (kondisi byar-pet).
- 2) Mengembangkan teknologi pembangkit listrik yang tidak menggunakan BBM migas dan non-migas, dalam hal ini mengubah energi angin menjadi energi listrik, sebagai metode baru dan alternatif pembangkit energi listrik.
- 3) Mempersiapkan pembangkit energi listrik tenaga angin sebagai energi masa depan, jika pasokan listrik dari PLN, terganggu atau tersendat, dalam rangka pelaksanaan pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*).

- 4) Proyek percontohan bagi instansi Balitbang Kota Magelang, untuk masyarakat grass-root, para pelaku UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah), contohnya seperti : Warung soto, penjual nasi kucing, mie ayam, dan pedagang PKL (pedagang kaki lima).



Gambar 2. Membuat pembangkit listrik tenaga angin percontohan, dengan latar belakang masyarakat grass-root, para pelaku UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah), contohnya seperti : Warung soto, penjual nasi kucing, mie ayam, dan pedagang PKL (pedagang kaki lima).

Tinjauan Pustaka

2.1 Hasil Yang Telah Dicapai Peneliti

Proyek-proyek Penelitian yang sudah dilakukan peneliti

- 1) Penelitian Dosen Muda Tahun 2007

Pada tahun 2007 dilakukan penelitian tentang pemodelan pembangkit listrik tenaga angin convertible untuk daerah terpencil. Pada penelitian ini, peneliti merancang dan membuat pemodelan untuk membuktikan bahwa hembusan angin dapat diubah menjadi energi listrik. Diperuntukan untuk masyarakat yang terpencil dan tertinggal. Anggaran penelitian ini dari

Penelitian Dosen Muda Tahun 2007 : DIPA Kopertis Wilayah 6 Tahun Anggaran 2007.

2) Pengabdian Pada Masyarakat Tahun 2009

Pada tahun 2009 dilakukan penerapan pembangkit listrik tenaga angin convertible untuk daerah magelang. Anggaran penelitian ini dari Pengabdian Masyarakat Tahun 2009 : DIPA Kopertis Wilayah 6 Tahun Anggaran 2009.

3) Lomba KRENOVA KRENOVA (Kreatif-Inovatif) Tingkat Propinsi 2008 BALITBANG Propinsi Jawa Tengah Tahun 2008

Pada tahun 2008 dilakukan penelitian tentang pembangkit listrik tenaga angin convertible, Pada penelitian ini, peneliti merancang dan membuat pemodelan untuk membuktikan bahwa hembusan angin dapat diubah menjadi energi listrik. Diperuntukan untuk pelaku UMKM yang terpuruk karena kelangkaan BBM dan kenaikan harga BBM. Penelitian ini diadakan oleh Balitbang Propinsi Jawa Tengah Pada Tahun 2008.

4) Penelitian Riset Unggulan Daerah (RUD) Tahun 2010

Penelitian ini membuat pemodelan untuk membuktikan bahwa dapat dibuat pembangkit listrik hybrid, yaitu energi matahari dan energi angin. Dibuat sebagai alat peraga visualisasi bagi masyarakat luas. Kondisi listrik PLN yang byar-pet. Penelitian ini diadakan oleh Balitbang dan Statistik Kota Magelang.

2.2 Penelitian dan Studi Pendahuluan Yang Dilakukan oleh Instansi Yang Lain.

Tim Peneliti LAPAN (1984)

Pada tahun 1984, di pantai Parangtritis, Samas, Bantul, Yogyakarta, kajian tentang energi angin dilakukan oleh Tim peneliti LAPAN. Kemudian dilanjutkan dengan pembangunan turbin angin AIOLOS, dengan daya yang dihasilkan 500 watt. Energi listrik yang dihasilkan dipergunakan untuk penerangan rumah.

1) Team Peneliti LAPAN (1987)

Pada tahun 1987, turbin angin dibangun oleh team peneliti LAPAN, di kabupaten Jepara. Turbin dibangun di daerah pedesaan, dengan kapasitas 270 watt VA.

2) Tim Peneliti LAPAN (1991)

Pada tahun 1991, kajian tentang Sistem Konversi Energi Angin (SKEA), dilakukan di desa Baurau Los Palos, Propinsi Timor Timur. Kajian dilakukan tentang kebutuhan energi listrik terhadap kapasitas turbin angin yang akan dibangun.

3) Tim Peneliti LAPAN (1992)

Pada tahun 1992, kajian dan analisa turbin angin untuk kebutuhan sehari-hari, di kecamatan Kedung, kabupaten Jepara, Jawa tengah. Kajian dilakukan tentang kebutuhan energi listrik terhadap kapasitas turbin angin yang akan dibangun.

Metode Penelitian

1. Jenis Metode Penelitian

Jenis metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen (percobaan).

2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan prosedur sebagai berikut adalah:

- 1) Persiapan yang meliputi perancangan pembangkit listrik tenaga angin.
- 2) Setelah itu kemudian pembuatan atau perwujudan (implementasi), tiap-tiap pembangkit listrik.
- 3) Dilakukan uji-coba.
- 4) Pengukuran listrik yang dihasilkan.
- 5) Setelah itu kemudian diterapkan pada obyek penelitiannya. Diamati, dianalisa, evaluasi hasil.

3. Tempat Penelitian dan Lokasi Proyek Percontohan

Tempat penelitian dilakukan di lab Elektronika Digital, bengkel las dan mesin bubut. Lokasi proyek percontohan yaitu di kluster-kluster masyarakat UMKM atau PKL atau daerah yang belum terjangkau aliran listrik PLN, di Magelang (dapat juga disekitarnya).

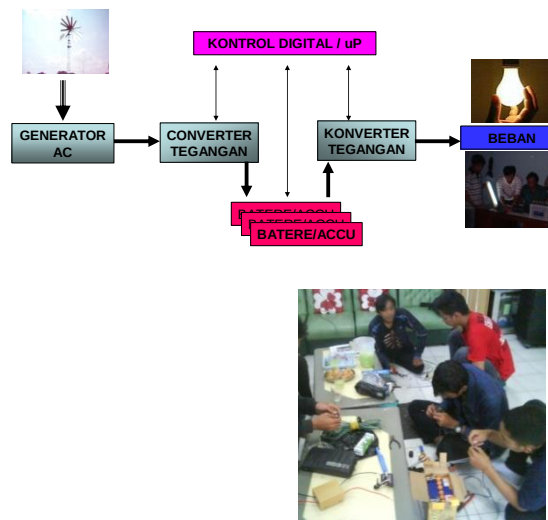
Hasil Dan Pembahasan

Energi yang dihasilkan disimpan terlebih dahulu dan dikendalikan dengan konverter listrik, setelah itu distabilkan. Melalui inverter, kemudian dikeluarkan dan disalurkan ke beban.

Energi listrik yang dihasilkan pembangkit ini tidak stabil (masih *mentah*), belum dapat digunakan (dikonsumsi) secara langsung. Setelah diolah dan dikontrol dengan konverter digital, energi listrik menjadi stabil, kemudian disalurkan sebagai energi siap pakai. Listrik yang dihasilkan sama dengan PLN, yaitu 220 volt AC. Karakteristiknya sama persis dengan yang dihasilkan oleh PLN, yaitu: arus-

tegangan AC sebesar 220 VAC, frekuensinya sebesar 50/60 Hz.

Dengan demikian dapat menyalakan lampu neon atau TL (*Tube Lamp*). Mengingat terbatasnya waktu dan biaya, analisa dan pengujian karakteristik turbin angin tersebut baru dilakukan pada sudut pitch sudu (blade) 26 °.



Gambar 3: Diagram instalasi pembangkit listrik tenaga angin, model prototipe percobaannya yang sudah ada.

Berdasarkan hasil ini dapat diketahui bahwa semakin besar hembusan angin, semakin besar putaran rotor, dan semakin besar pula daya yang dihasilkan turbin tersebut.

Berdasarkan uji coba, daya yang dihasilkan dapat digunakan untuk menyalakan lampu penerangan, misalnya lampu neon.

Hasil pengukuran Anemometer

X Kecpatan Angin (meter/ detik)	Y Tegangan (Volt)
1.1	3.5
1.4	4
1.6	4

1.7	5
1.9	5
2.3	6
2.6	6.1
4.2	12

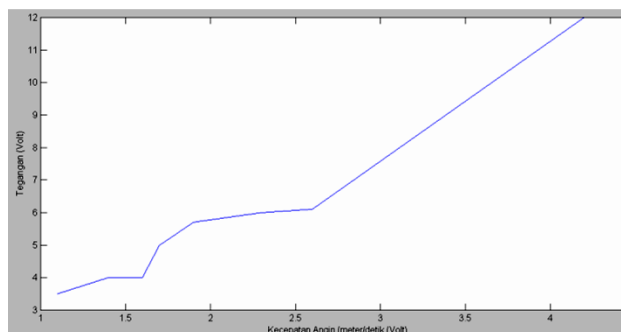
Berdasarkan hasil pengukuran tersebut dibuatlah *List Program Matlab*, sebagai berikut.

```

» x = [1.1; 1.4; 1.6; 1.7;
1.9; 2.3; 2.6; 4.2];
» y = [3.5; 4; 4; 5; 5.7; 6;
6.1; 12];
» plot(x,y)
» xlabel('Kecepatan Angin
(meter/detik (Volt)'));
ylabel('Tegangan (Volt)');

```

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, maka dapat dibuat grafik hasil pengukuran.



Gambar 4:

Grafik hasil pengukuran, instrument pengukuran dilakukan dengan Anemometer LUTRON AM-4200.



Gambar 5:

Proses Pengukuran, instrument pengukuran dilakukan dengan Anemometer LUTRON AM-4200.

Kesimpulan

Dari uraian tersebut di atas, dapat dikemukakan beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut, yaitu:

- 1) Model Pembangkit Listrik Tenaga Angin Convertible atau SKEA convertible, dapat berfungsi dengan baik dan energi listrik yang dihasilkan dimanfaatkan untuk keperluan penerangan rumah tangga dan sebagainya, di daerah terpencil dan tertinggal.
- 2) Turbin ini dapat digunakan untuk membantu industri mikro, kecil dan menengah, terutama penerangan, sehingga tetap dapat berlangsung jika harga bahan bakar minyak dan gas harganya melambung naik dan biaya tarif listrik PLN juga naik.
- 3) Pada program penerapan iptek ini, telah dirancang dan dibuat turbin angin dengan kapasitas 300 watt VA. Energi yang dihasilkan distabilkan melalui penyearah (*rectifier*), kemudian disimpan dalam baterai tipe asam-timbal (*accu basah*), yang secara umum mempunyai tegangan pada tiap-tiap sel sebesar 2 volt. Setelah itu melalui inverter diubah dari DC menjadi listrik AC. Pada waktu angin berhembus 4,2 m/dt menghasilkan tegangan 12 volt DC.
- 4) Jika tidak ada angin bertiup dan rotor tidak berputar, kincir ini tetap dapat menyalakan lampu penerangan, karena sewaktu ada angin berhembus

dan kincir berputar, sebagian energinya disimpan di baterai accu. Jika sewaktu-waktu kincir tidak berputar, energi diambil dari baterai accu yang telah menyimpan energi listrik.

Website: http://en.wikipedia.org/wiki/Fluorescent_lamp (diunduh 12 Desember 2013).

Daftar Pustaka

Benhard Lange, Joegen Hojstrup, *Evaluation of Wind Resource Estimation*, ICWP Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Germany, 2005.

Fitzgerald A.E., *Electrical Machine*, Mc. Graw Hill., Inc, 1997.

Grolier, *Scientific Populair* , 1987.

Hall. D.V., *Microprocessor and Interfacing*, Mc Graw Hill, 1988.

Shushui, *Using Estimate Wind Turbin Power Generator*, IEEE Transaction on Ebergy Conversion, Vol. 16, No. 3 September 2005.

WWW. BMG. Org.2006.

WWW. *Southwest Windpower. Org.* 2006.

WWW.*Weather.Org.* 2006.

WWW. *Windpower. Org.* 2006.

wikipedia.*Fluorescent_lamp.*