

MAKALAH
PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TIPE HORIZONTAL DUA KIPAS DELAPAN
BILAH DENGAN GENRATOR AXIAL



Disusun Oleh :

WAHYU SETIAWAN

D 400 080 005

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2012

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini dengan judul “ PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU TIPE HORIZONTAL DUA KIPAS DELAPAN BILAH DENGAN GENERATOR AXIAL ”. Tugas Akhir ini telah diajukan dan dipertahankan di depan dewan penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari :

Tanggal :

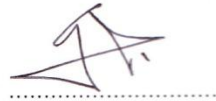
Dewan Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Jatmiko, MT

2. Hasyim Asy'ari, ST, MT

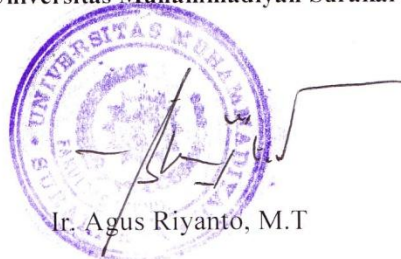
3. Tindyo Prasetyo, ST

4. Aris Budiman, ST, MT



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta



Ir. Agus Riyanto, M.T

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta



Ir. Jatmiko, MT

**SURAT PERNYATAAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Bismillahirrahmanirrohim

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya

Nama : WAHYU SETIAWAN

NIM : D 4000 80005

Fakultas/ Jurusan : TEKNIK/ ELEKTRO

Jenis : SKRIPSI

Judul : PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU TIPE
HORISONTAL DUA KIPAS DELAPAN BILAH DENGAN GENERATOR
AXIAL.

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk:

1. Memberikan hak bebas royalti kepada perusahaan UMS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/ mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, serta menampilkannya dalam bentuk *softcopy* untuk kepentingan akademis kepada Perpustakaan UMS, tanpa perlu minta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagai semestinya.

Surakarta, 25 Juli 2012

Yang menyatakan



WAHYU SETIAWAN

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU TIPE HORIZONTAL DUA KIPAS DELAPAN BILAH DENGAN GENERATOR AXIAL

WAHYU SETIAWAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
E-mail : emaile_wahzu@yahoo.co.id

ABSTRAKSI

Pembuatan pembangkit listrik tenaga bayu ini bertujuan untuk mengetahui keluaran arus dan tegangan yang dihasilkan dari pemanfaatan turbin angin horisontal dengan dua kipas 8 bilah dan sekaligus memanfaatkan energi terbarukan secara optimal terutama angin.

Pemanfaatan Turbin Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu ini menggunakan turbin angin horisontal dua kipas dengan 8 bilah dan 6 bilah dari bahan fiber glass. Desain bilah dibuat sedemikian rupa agar dapat memutar rotor generator magnet permanen secara maksimal, bilah digunakan sebagai penggerak awal, karena pada kecepatan angin 5,6 m/s mampu memutar generator 343 rpm, perlu menggunakan gearbox dengan perbandingan jari-jari 1:2. Sistem pembangkit ini memanfaatkan generator magnet permanen sebagai pembangkit listrik.

Tegangan dan arus yang dihasilkan generator magnet permanen tergantung pada kecepatan angin yang memutar rotor generator. Untuk turbin angin dua kipas 8 bilah dapat menghasilkan tegangan 75 volt dan arus sebesar 0,38 mA pada kecepatan 585 rpm, dan untuk turbin angin dua kipas 6 bilah dapat menghasilkan tegangan 95 volt dan arus sebesar 0,48 mA pada kecepatan 685 rpm. Pada sistem pembangkit ini mampu dibebani lampu emergency dengan nameplate 6 volt 4,5 Ah dan dapat mengisi lampu emergency pada tegangan 40 volt.

Kata kunci : PLTB, horizontal dua kipas, generator magnet permanen

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan bagian penting dalam kehidupan masyarakat karena hampir semua aktivitas manusia selalu membutuhkan energi. Misalnya untuk penerangan, proses industri atau untuk menggerakkan peralatan rumah tangga diperlukan energi listrik, untuk menggerakkan kendaraan baik roda dua maupun empat diperlukan bensin, serta masih banyak peralatan di sekitar kehidupan manusia yang memerlukan energi. Sebagian besar energi yang digunakan di Indonesia berasal dari energi fosil yang berbentuk minyak bumi dan gas bumi. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil setidaknya memiliki tiga ancaman serius, yaitu :

1. Menipisnya cadangan minyak bumi.
2. Kenaikan / ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak.
3. Polusi gas rumah kaca (terutama CO₂) akibat pembakaran bahan bakar fosil.

Kadar CO₂ saat ini disebut sebagai yang tertinggi selama 125 tahun belakangan, efek buruk CO₂ terhadap pemanasan global telah disepakati hampir oleh semua kalangan. Hal ini menimbulkan ancaman serius bagi kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Oleh karena itu, pengembangan dan implementasi bahan bakar terbarukan yang ramah lingkungan perlu

mendapatkan perhatian serius dari berbagai negara. Pemerintah sebenarnya telah menyiapkan berbagai

peraturan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, prioritas penggunaan bahan bakar terbarukan untuk produksi listrik yang hendak dibeli PLN. Namun sayang sekali, pada tataran implementasi belum terlihat adanya usaha serius dan sistematis untuk menerapkan energi terbarukan guna substitusi bahan bakar fosil.

Pemanfaatan energi angin sebenarnya bukan barang baru bagi umat manusia. Semenjak 2000 tahun lalu teknologi pemanfaatan sumber daya angin dan air sudah dikenal manusia dalam bentuk kincir angin (*wind mills*). Selain ramah lingkungan, sumber energi ini juga selalu tersedia setiap waktu dan memiliki masa depan bisnis yang menguntungkan. Kini sebagian besar negara maju di Eropa dan Amerika Serikat telah memanfaatkan sumber energi ini. Pada masa awal perkembangannya, teknologi energi angin lebih banyak dimanfaatkan sebagai sulih tenaga manusia dalam bidang pertanian dan manufaktur, maka kini dengan teknologi dan bahan yang baru, manusia membuat turbin angin untuk membangkitkan energi listrik yang bersih, baik untuk penerangan, sumber panas atau tenaga pembangkit untuk alat-alat rumah tangga. Energi angin menjadi salah

satu alternatif yang banyak dipilih dan sekaligus berfungsi mengurangi emisi gas karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan oleh perangkat sumber energi sebelumnya. Energi angin adalah energi yang relatif bersih dan ramah lingkungan karena tidak menghasilkan karbon dioksida

(CO_2) atau gas-gas lain yang berperan dalam pemanasan global, sulphur dioksida dan nitrogen oksida (jenis gas yang menyebabkan hujan asam). Energi ini pun tidak menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan ataupun manusia. Meski demikian, harap diingat bahwa sekecil apapun semua bentuk produksi energi selalu memiliki akibat bagi lingkungan.

2.LANDASAN TEORI

A.Desain Turbin

Banyak jenis mesin turbin yang telah dikembangkan, tetapi secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu:

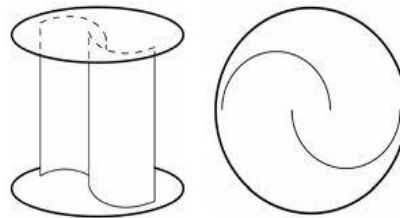
1. HAWT (*Horizontal Axis Wind Turbine*) mempunyai ciri sumbu putar turbin sejajar terhadap tanah. Turbin jenis ini paling banyak dikembangkan di berbagai negara. Cocok dipakai untuk menghasilkan listrik. Terdiri dari dua tipe, yaitu mesin *upwind* dan mesin *downwind*.
 - a. Mesin *upwind* : rotor berhadapan dengan angin. Rotor didesain tidak fleksibel, dan diperlukan mekanisme yaw untuk menjaga rotor agar tetap berhadapan dengan angin.
 - b. Mesin *downwind* : rotor ditempatkan di belakang tower. Rotor dapat dibuat lebih fleksibel, tanpa menggunakan mekanisme yaw, sehingga mengurangi berat, lebih ringan daripada mesin *upwind*. Kelemahannya adalah bahwa angin harus melewati tower terlebih dulu sebelum sampai pada rotor, sehingga menambah beban (*fatigue load*) pada turbin.
2. VAWT (*Vertical Axis Wind Turbine*)

Vertical Axis Wind Turbine memiliki ciri sumbu putar vertikal terhadap tanah. Turbin jenis ini jarang dipakai untuk turbin komersial. Rotornya berputar relatif pelan (di bawah 1000 rpm), tetapi memiliki momen gaya yang kuat, sehingga dapat dipakai untuk menggiling biji-bijian, pompa air, tetapi tidak cocok untuk menghasilkan listrik (di atas 1000 rpm cocok untuk menghasilkan listrik). Sebenarnya dapat

dipakai *gearbox* untuk menaikkan kecepatan putarnya, tetapi efisiensinya turun dan mesin sulit untuk dimulai. VAWT terdiri dari dua tipe, yaitu:

- a. Tipe dorong

Pada tipe dorong terjadi bila $TSR < 1$ artinya lebih banyak bagian *blade* yang mengalami gaya dorong, Seperti pada mangkuk anemometer. Memiliki bentuk yang bervariasi, seperti ember, dayung, layar, tangki. Rotornya berbentuk S (bila dilihat dari atas). Kecepatan maksimum *blade* yang dihasilkan hampir sama dengan kecepatan angin. Ujung *blade* tidak pernah bergerak lebih cepat daripada kecepatan angin. Turbin jenis ini memiliki efisiensi daya yang rendah.



Gambar 1. Turbin angin Savonius

- a. Tipe angkat

Pada tipe angkat terjadi bila $TSR > 1$ artinya lebih banyak bagian *blade* yang mengalami gaya angkat, seperti pada turbin *Darrius*. Masing-masing *blade* memperlihatkan momen gaya angkat maksimum hanya dua kali setiap putaran dan daya keluarannya berbentuk *sinusoida*. Ukuran *blade* relatif besar dan tinggi, sehingga menimbulkan getaran. Turbin jenis ini memiliki efisiensi daya yang lebih tinggi.



Gambar 2. Turbin angin Darrius dan giromill

B.Generator

Berdasarkan arus yang dihasilkan. Generator dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu generator AC dan generator DC. Generator AC menghasilkan arus bolak-balik (AC) dan generator DC menghasilkan arus searah

(DC). Baik arus bolak-balik maupun searah dapat digunakan untuk penerangan dan alat-alat pemanas.

1. Generator AC

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

- a. Memperbanyak lilitan kumparan.
- b. Menggunakan magnet permanen yang lebih kuat.
- c. Mempercepat perputaran kumparan, dan menyisipkan inti besi lunak ke dalam kumparan.

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

1. Generator DC

Prinsip kerja generator (dinamo) DC sama dengan generator AC. Namun, pada generator DC arah arus induksinya tidak berubah. Hal ini disebabkan cincin yang digunakan pada generator DC berupa cincin belah (komutator). Komutator menyebabkan terjadinya komutasi, peristiwa komutasi merubah arus yang dihasilkan generator menjadi searah. Berdasarkan sumber arus kemagnetan bagi kutub magnet buatan tersebut generator arus searah dapat dibedakan menjadi:

- a. Generator dengan penguat terpisah, bila arus kemagnetan diperoleh dari sumber tenaga listrik arus searah di luar generator.

- b. Generator dengan penguat sendiri, bila arus kemagnetan bagi kutub-kutub magnet berasal dari generator itu sendiri.

Berdasarkan hubungan lilitan penguat magnet dengan lilitan jangkar generator penguat sendiri dibedakan atas :

a. Generator shunt

Generator shunt yaitu generator penguat sendiri dimana lilitan penguat magnetnya dihubungkan shunt atau parallel dengan lilitan jangkar.

b. Generator seri

Generator seri yaitu generator penguat sendiri dimana lilitan magnetnya dihubungkan seri dengan lilitan jangkar.

c. Generator kompon

Generator kompon yaitu generator arus searah yang lilitan penguat magnetnya terdiri dari lilitan penguat shunt dan lilitan penguat seri.

d. Generator Sinkron

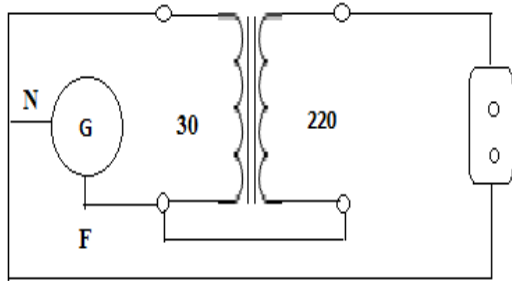
Pada dasarnya konstruksi dari generator sinkron adalah sama dengan konstruksi motor sinkron, dan secara umum biasa disebut mesin sinkron. Hampir semua mesin sinkron mempunyai belitan GGL berupa stator yang diam dan struktur medan magnet yang berputar sebagai rotor.

C. Transformator

Transformator adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak-balik (AC). Transformator terdiri dari 3 komponen pokok yaitu : kumparan pertama (primer) yang bertindak sebagai input, kumparan kedua (sekunder) yang bertindak sebagai output, dan inti besi yang berfungsi untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan. Prinsip kerja dari sebuah transformator, Ketika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah.

Transformator *step up* yaitu transformator yang mengubah tegangan bolak-balik rendah menjadi tinggi, transformator ini mempunyai jumlah lilitan kumparan sekunder lebih banyak daripada jumlah lilitan primer ($N_s > N_p$).

Transformator *step down* yaitu transformator yang mengubah tegangan bolak-balik tinggi menjadi rendah, transformator ini mempunyai jumlah lilitan kumparan primer lebih banyak daripada jumlah lilitan sekunder ($N_p > N_s$).



Gambar 3. rangkaian step-up

Ketrangan:

G= Generator

N= Kabel Netral

F= Kabel Fasa

30= Lilitan Primer

220= Lilitan Sekunder

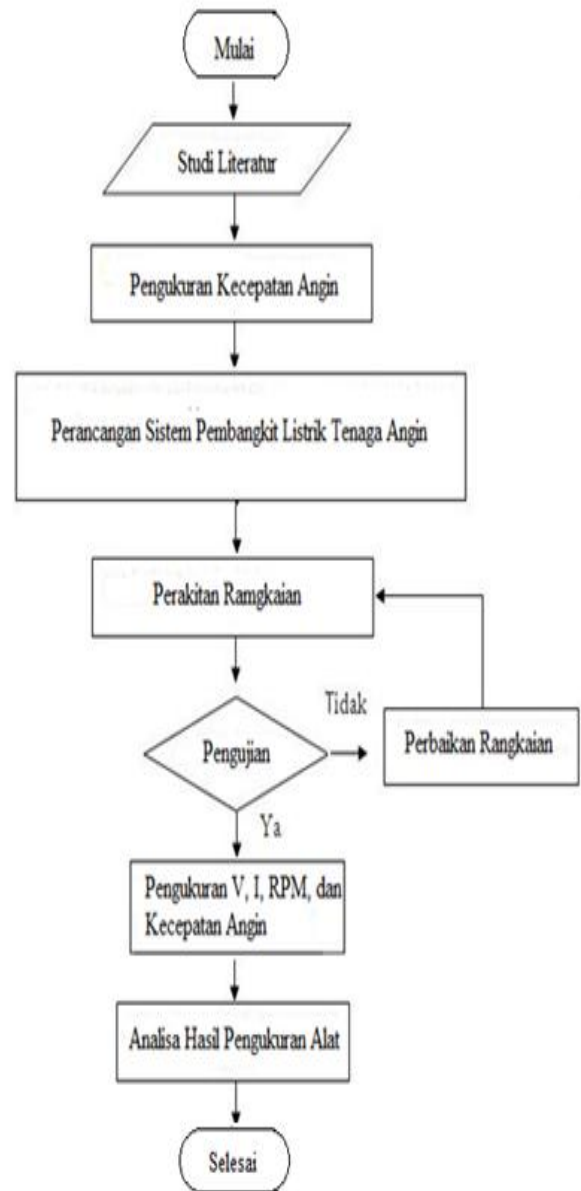
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Waduk Gajah Mungkur Wonogiri, lokasi penelitian pindah dari rencana sebelumnya di Pantai Parangtritis, pada tanggal 6 April 2012 sudah ke Pantai Parangtritis dan kecepatan angin tidak mendukung.

Peralatan pendukung penelitian :

1. Multimeter untuk mengukur tegangan dan arus.
2. Tachometer untuk mengukur kecepatan putaran mesin (rotor generator).
3. Anemometer sebagai pengukur kecepatan angin.
4. *Emergency LED* dengan *nameplate* 6volt,4,5A sebagai beban.
5. Transformator *step-up* untuk menaikkan tegangan *output* generator.
6. Kunci Ring, Pass, Obeng, Tang untuk perakitan alat.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

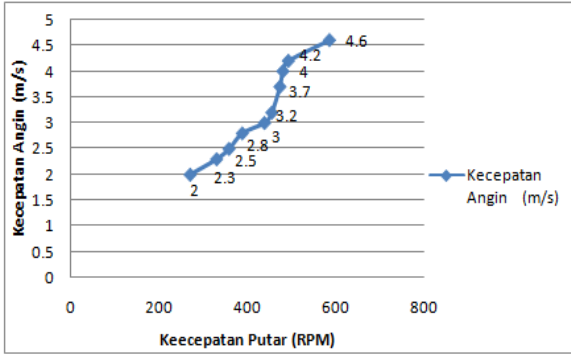
4. Hasil Penelitian Dan Analisa

Tabel 1 Pengukuran Turbin Angin Dua Kipas 8 Bilah

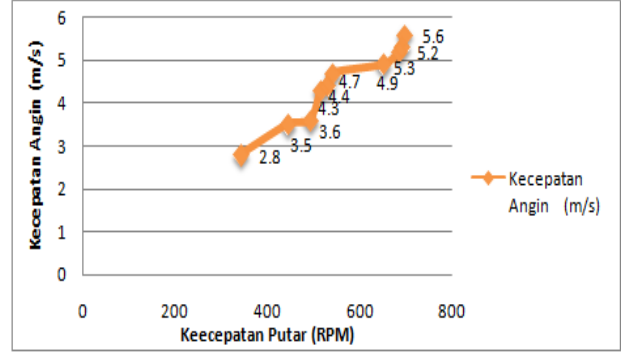
No	Waktu	Kecepatan Angin (m/s)	Kecepatan Generator (rpm)	Tegangan Generator (volt)	Arus Beban (mA)	Lampu Indikator Pengisian
1	18:07	4,2	492	65	0,33	Menyala
2	18:09	3,0	438	50	0,25	Menyala
3	18:10	2,0	270	20	0,10	Menyala
4	18:13	3,7	473	55	0,28	Menyala
5	18:15	4,0	480	59	0,30	Menyala
6	18:16	3,2	455	53	0,27	Menyala
7	18:16	2,8	388	43	0,22	Menyala
8	18:17	4,6	585	75	0,38	Menyala
9	18:18	2,5	358	32	0,16	Menyala
10	18:18	2,3	330	25	0,13	Tidak menyala

Tabel 2 Pengukuran Turbin Angin Dua Kipas 8 Bilah

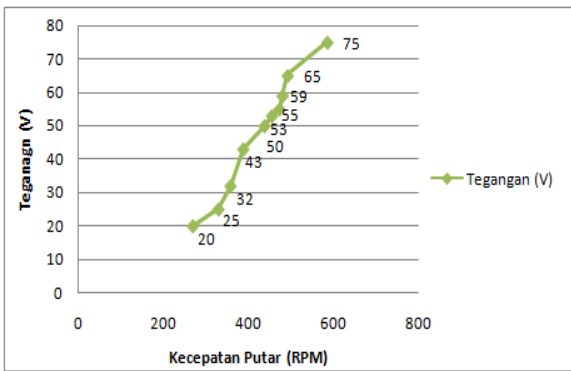
No	Waktu	Kecepatan Angin (m/s)	Kecepatan Generator (rpm)	Tegangan Generator (volt)	Arus Beban (mA)	Lampu Indikator Pengisian
1	17:15	3,5	443	50	0,25	Menyala
2	17:15	4,4	510	66	0,33	Menyala
3	17:17	4,3	495	64	0,32	Menyala
4	17:20	5,2	621	77	0,39	Menyala
5	17:20	4,7	585	75	0,38	Menyala
6	17:23	4,9	592	76	0,38	Menyala
7	17:26	5,3	645	85	0,43	Menyala
8	17:29	3,6	462	53	0,27	Menyala
9	17:31	5,6	685	95	0,48	Menyala
10	17:35	2,8	341	30	0,15	Tidak menyala



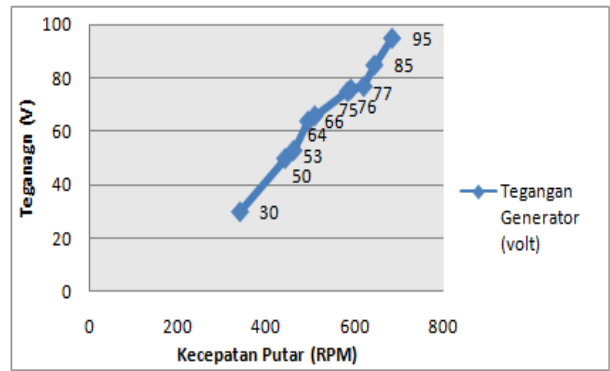
Gambar 5. Grafik hubungan kecepatan angin dengan kecepatan putar (RPM) pada turbin angin dua kipas 8 bilah.



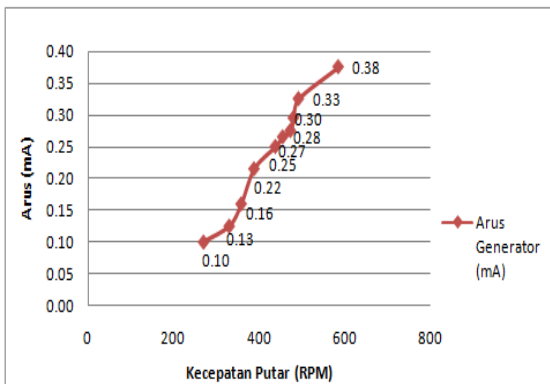
Gambar 8. Grafik hubungan kecepatan angin dengan kecepatan putar (RPM) pada turbin angin dua kipas 6 bilah.



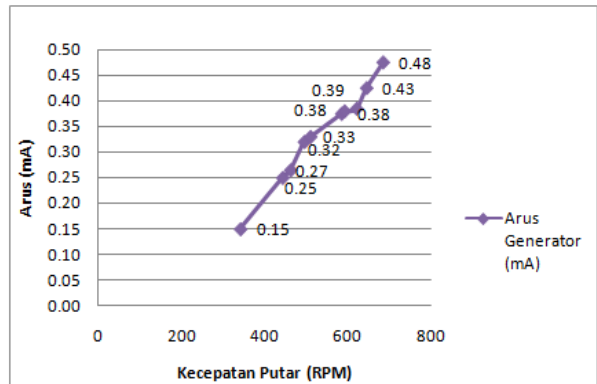
Gambar 6. Grafik hubungan tegangan dengan kecepatan putar (RPM) pada turbin angin dua kipas 8 bilah.



Gambar 9. Grafik hubungan tegangan dengan kecepatan putar (RPM) pada turbin angin dua kipas 6 bilah.



Gambar 7. Grafik hubungan arus dengan kecepatan putar (RPM) pada turbin angin dua kipas 8 bilah.



Gambar 10. Grafik hubungan arus dengan kecepatan putar (RPM) pada turbin angin dua kipas 6 bilah.

Dengan melihat gambar grafik 6 dan 9 dapat disimpulkan bahwa pada turbin angin 8 bilah dan 6 bilah semakin tinggi kecepatan putar generator, tegangan yang di hasilkan akan semakin tinggi.

Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa maka dapat disimpulkan bahwa turbin angin *horisontal* dengan dua kipas 8 bilah mampu menghasilkan tegangan 75 volt dan arus sebesar 0,38 mA pada kecepatan 585 rpm dengan kecepatan angin 4,6 m/s. Dan turbin angin *horisontal* dengan dua kipas 6 bilah mampu menghasilkan tegangan 95 volt dan arus sebesar 0,48 mA pada kecepatan 685 rpm dengan kecepatan angin 5,6 m/s. Pada system pembangkit ini mampu dibebani lampu *emergency* dengan *nameplate* 6 volt 4,5 Ah dan dapat mengisi lampu *emergency* pada tegangan 40 volt.

DAFTAR PUSTAKA

Desriansyah, 2006, Analisis Teknis Sudu Kincir Angin Tipe Sumbu Horizontal Dari Bahan Fibreglass, Indralaya.

Muhammad Hasan Ashari widodo, 2011, Modifikasi Generator Sebagai Penghasil Listrik Untuk PLTB Tipe *Vertikal Axis*, Surakarta.

Nugroho Armunanto, 1997, Pengetahuan Dan Perbaikan Kelistrikan Mobil, Semarang, Penerbit Dahara Prize.

Pudjanarsa Astu, 2006, Mesin Konversi Energi, Yogyakarta, Penerbit ANDI.

Setiono Puji, 2006, Pemanfaatan Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin, Semarang.

Y. Daryanto, 2007, Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu, Yogyakarta.

Yudhi Prasetyo, 2011, Pemanfaatan Turbin *Vertical Axis* Tipe H Pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Dalam Skala Kecil, Surakarta.