

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU ARUS SEARAH 24 VOLT – 120 WATT

Ayuda Lukas Nerindra¹, Dwiki Ardiansyah², Puji Slamet³
Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118
Telp. (031) 5931800
E-mail: yuddaneriindra@gmail.com¹, dwiki0405@gmail.com²

ABSTRAK

Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia yang semakin pesat menimbulkan beberapa masalah yang dialami oleh penduduk Indonesia seperti masalah energy, terutama energy listrik. Sebagai Negara berkembang Indonesia mempunyai kebutuhan energy listrik terus meningkat setiap tahunnya. Berkembangnya seluruh sektor untuk mendukung kehidupan yang lebih modern memerlukan sumber daya yang memadai terutama energy primer yaitu energy listrik yang diperbarui. Sehingga perlu adanya energy terbarukan untuk mengatasi lonjakan kebutuhan energy listrik. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan kebutuhan energy listrik adalah dengan pemanfaatan energy terbarukan yaitu energy angin atau bayu. Hal tersebut dikarenakan potensi angin yang cukup besar sehingga bisa dimanfaatkan sebagai sumber energy listrik dengan menggerakkan sudu pada kincir angin. Energi angin juga sangat mudah diperoleh secara bebas, apalagi bentuk dataran Indonesia yang sangat cocok untuk mengembangkan energy listrik PLTB (angin). Penulis menggunakan desain sistem turbin angin dengan Generator DC. Untuk mengetahui seberapa besar daya yang dihasilkan dalam sistem turbin angin setelah dilakukan percobaan, performansi dan daya tahan turbin angin saat bekerja sebagai pembangkit di gedung teknik lantai 3 Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Turbin angin yang berputar dengan angin alam yang mempunyai kecepatan minimal 3,6 m/s dapat memutar generator 65 rpm, menghasilkan tegangan 13,3 volt, arus 0,17 A dan beban 2,2 watt. Hasil dari turbin dapat mengisi baterai accu 0,1 volt dalam waktu 28,71 detik dengan menambahkan inverter untuk mengubah tegangan accu 12 volt menjadi 220 volt. Sehingga dapat menyalakan beban 220 volt dengan daya maksimal 100 watt. Generator dengan putaran 450 rpm ditambahkan trafo step up menghasilkan tegangan 175 volt, dan arus 0,149 A.

Kata Kunci : Accu, Generator DC, Inverter, Turbin angin, trafo step up

I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Berkembangnya seluruh sector untuk mendukung kehidupan yang lebih modern memerlukan sumber daya yang memadai, terutama energy primer yaitu energy listrik yang diperbarui. Sehingga perlu adanya energy terbarukan untuk mengatasi lonjakan kebutuhan energy listrik. Listrik adalah sumber energi dimana dapat memindahkan energy menjadi suatu bentuk elektronik yang lainnya. Energi listrik ini sangat dibutuhkan oleh berbagai tingkatan masyarakat dalam perkembangan teknologi sehingga mempermudah dalam suatu hal. Dengan adanya perkembangan teknologi, maka ada berbagai cara untuk membangkitkan suatu energy listrik. Energi listrik ini dapat dibangkitkan oleh suatu system pembangkit listrik sebagai contoh angin, sinar matahari, bahan bakar fosil, panas bumi, dan lain lain. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan kebutuhan energy listrik diatas adalah dengan pemanfaatan energy terbarukan yaitu energy angin atau bayu. Hal tersebut dikarenakan potensi angin yang cukup besar sehingga bisa dimanfaatkan sebagai sumber energy listrik dengan menggerakkan sudu pada kincir angin. Energi

angin juga sangat mudah diperoleh secara bebas, apalagi bentuk dataran Indonesia yang sangat cocok untuk mengembangkan energy listrik PLTB (angin). Energy baru terbarukan yang melimpah tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal, dalam kondisi seperti ini diperlukan pengetahuan tentang energy baru terbarukan, tentang bagaimana masalah yang dapat timbul saat pengelolaan energy baru terbarukan tentang bagaimana masalah yang dapat timbul saat pengelolaan energy baru terbarukan sekaligus membuat kebijakan dalam pemanfaatan energy tersebut.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prinsip Kerja Turbin

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

2.2 Turbin Angin

Turbin angin vertical memiliki shaft rotor vertical. Kegunaan utama dari penempatan rotor

ini adalah turbin angin tidak perlu diarahkan ke arah angin bertiup. Hal ini sangat berguna pada daerah di mana arah angin sangat variatif atau memiliki turbulensi. Dengan sumbu vertikal, generator dan komponen-komponen primer lainnya dapat ditempatkan pada sekitar permukaan tanah, sehingga tower tidak perlu support dan hal ini menyebabkan maintenance lebih mudah. Kekurangan turbin angin vertikal ini adalah menciptakan dorongan saat berputar. Sangat sulit memasang turbin angin ditower, sehingga jenis tower ini biasanya diinstall dekat dengan permukaan. Kecepatan angin lebih lambat pada altitude yang rendah, sehingga energi angin yang tersedia lebih rendah.



Gambar 1 : Kincir Angin Savonius

Kelebihan turbin vertikal merupakan sebuah turbin angin bisa terletak dekat tanah, sehingga lebih mudah untuk menjaga bagian yang bergerak, turbin vertikal memiliki kecepatan startup yang rendah dibandingkan turbin horizontal, turbin vertikal dapat dibangun di lokasi dimana struktur yang tinggi dilarang.

Kekurangan turbin vertikal kebanyakan turbin vertikal memiliki penurunan efisiensi dibanding turbin horizontal, terutama karena hambatan tambahan yang mereka miliki sebagai pisau mereka memutar ke angin. Versi yang mengurangi drag menghasilkan lebih banyak energi, terutama yang menyalurkan angin ke kolektor.

2.3 Algoritma atau Program

Terdapat beberapa tahapan dalam pembuatan kincir angin horizontal. Sebelum kincir dibuat langkah pertama adalah memilih bahan, ketebalan, panjang, luas dan lebar dan diameter yang akan digunakan untuk pembuatan kincir. Adapun komponen-komponen dalam pembuatan kincir yaitu sebagai berikut:

- Blades (Bilah Kipas)

yang berfungsi mengubah hembusan angin menjadi energi kinetik untuk memutar generator listrik. Panjang baling-baling pun akan menentukan semakin luas area yang disapu, akan semakin banyak menerima terpaan angin sehingga akan semakin besar energi putaran (mekanik) yang dihasilkan untuk memutar generator.

adakalanya sebelum poros baling-baling disambungkan ke generator listrik ditambahkan gearbox, untuk menambah / mengurangi kecepatan putar generator listrik sesuai kebutuhan.

- Menara

Menara berfungsi menyangga kincir angin. Pada kincir angin modern dan untuk tinggi tower biasanya bermacam-macam. Menara dapat dibedakan menjadi bentuk tubular dan bentuk lattice. Keuntungan dari bentuk tubular yaitu aman, sedangkan lattice mempunyai biaya yang murah.

- Generator listrik

Yang berfungsi mengubah energi kinetik menjadi arus listrik yang kemudian diteruskan ke bagian controller. Umumnya menggunakan generator DC. Jika menggunakan aki 12V sebagai penyimpanan arusnya, maka generatornya harus mampu mengeluarkan tegangan 2V agar dapat mengisi aki.

- Baterai

Baterai adalah wadah untuk menyimpan energi listrik. Energi listrik yang tersimpan dalam bentuk energi listrik searah (DC). Penggunaan baterai hanya bersifat sementara karena baterai harus diisi ulang untuk tetap dapat digunakan. Setiap baterai memiliki karakter yang berbeda-beda tergantung dari fungsi kegunaan baterai itu sendiri.

- Charger Control

Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.

- Inverter

Inverter adalah rangkaian yang mengubah arus DC menjadi AC. Atau lebih tepatnya inverter memindahkan tegangan dari sumber DC ke beban AC. Sumber tegangan inverter dapat berupa baterai, solar panel, aki kering dan sumber tegangan DC lainnya. Sedangkan keluaran dari inverter adalah tegangan AC 220V atau 120V, dan frekuensi output 50Hz atau 60Hz.

2.4 Analisa dan Bahan Kincir Angin Sumbu Vertikal

Perhitungan Daya

Yang pertama kali ditentukan ialah dimensi turbin yang mempengaruhi banyaknya angin yang akan diterima untuk menghasilkan energi. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam Watt atau Horse Power (HP). Horse Power merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP sama dengan 746 Watt. Satuan daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 ampere dengan tegangan 1 Volt. Untuk menghitung daya digunakan rumus berikut:

$$P = V.I$$

Dimana :

P = daya listrik (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Menentukan Top Speed Ratio (λ)

Tip speed ratio (rasio kecepatan ujung) adalah rasio kecepatan ujung rotor terhadap angin bebas. Untuk kecepatan angin nominal yang tertentu, tip speed ratio akan berpengaruh pada kecepatan putar rotor.

$$tsr = \frac{2 \pi r n}{60 v}$$

Diketahui : r = jari jari kincir (m)

n = putaran poros tiap menit (rpm)

v = kecepatan angin

Perhitungan Kekuatan Poros

Untuk menentukan kekuatan poros harus melalui rumus berikut :

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$$

Dimana

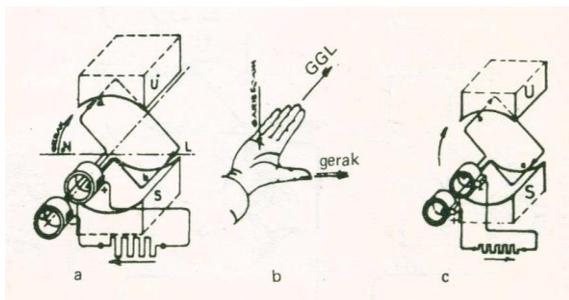
p = daya mekanik

p = densitas udara 1,2kg/ms

v = kecepatan angin m/s

a = luas sapuan rotor.

Generator arus bolak balik atau bisa disebut juga generator dc memiliki bagian utama yang terdiri dari magnet permanen (tetap) . kumparan cincin geser, dan sikat. pada generator ini perubahan garis gaya magnet yang diperoleh dengan memutar kumparan yang ada didalam medan magnet permanent . karena dihubungkan dengan cincin geser maka perputaran kumpran yang terjadi menimbulkan ggl induksi ac. kejadian tersebut menimbulkan arus ac.



Gambar 2 : cara kerja generator DC (searah)

Hubungan antara kecepatan putar dan frekuensi generator dapat dirumuskan pada persamaan berikut:

$$n = \frac{120f}{p}$$

Dimana :

n = putaran (rpm)

f = frekuensi (hz)

p = jumlah kutub

Rotor

Rotor merupakan bagian dari generator yang berputar. Pada generator permanen magnet mempunyai inti sebagai penghasil medan magnet yang diperlukan dalam pembangkit tegangan. tipe rotor yang dipakai pada generator kecepatan rendah dan menengah yaitu kutub menonjol (salient). rotor akan dihubungkan dengan poros turbin agar dapat berputar .

Stator

Merupakan bagian generator yang diam. stator sering disebut juga kumparan medan. stator tersusun dari beberapa belitan kawat email yang dilapisi dengan bahan isolator. coil atau belitan merupakan tempat terbentuknya tegangan dan arus mengalir. jumlah kumparan mempengaruhi kuantitas tegangan keluaran generator. ada 2 jenis kumparan star, pangkal kumparan kawat tembaga (kumparan fasa) dihubungkan menjadi satu. pada jenis kumparan delta, pangkal dan ujung masing masing kumparan fasa saling dihubungkan.

Celah Udara (air gap)

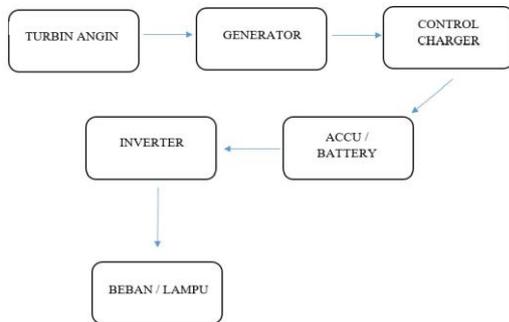
Celah udara merupakan jarak antara stator dan rotor. pada celah udara ini terjadi fluks induksi antara kumparan stator yang memotong magnet permanen pada rotor sehingga dapat menghasilkan gaya gerak listrik (ggl). jarak tersebut harus diperhitungkan agar didapatkan hasil kerja yang optimum. celah udara yang terlalu besar mengakibatkan efisiensi rendah, namun jika celah terlalu sempit akan menimbulkan kesukaran mekanik pada mesin. tegangan pada generator sinkron akan semakin kecil. hal ini disebabkan oleh medan induksi yang dihasilkan juga semakin besar.

III . METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Blok diagram secara keseluruhan dari sistem ditunjukkan pada gambar di bawah. Kincir angin dikopel dengan generator dan akan berputar dan menghasilkan tegangan.

Tegangan dari generator ac akan disearahkan dengan rangkaian bridge rectifier, lalu distabilkan

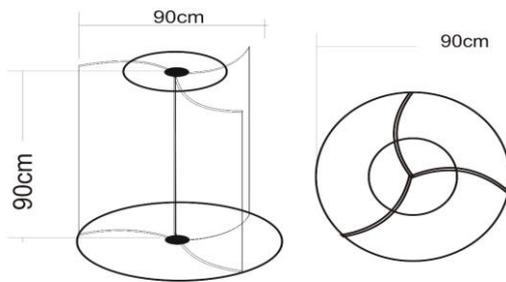
terlebih dahulu melalui charge controller kemudian digunakan untuk mengisi baterai.



Gambar 3 : blok diagram penelitian

3.2 Perancangan Turbin Savonius

Setelah dilakukan perhitungan yang telah dijabarkan diatas, maka didapat rancangan turbin savonius termodifikasi seperti berikut :



3.3 Perencanaan Kedudukan Turbin

Dudukan turbin dibuat dari besi holo ukuran 50mm x 50mm untuk bentuk perencanaan dapat dilihat pada gambar berikut ini :



3.4 Perhitungan Tenaga Maksimum Turbin

Kemudian melakukan penghitungan tenaga maksimum yaitu konversi tenaga angin total menjadi tenaga angin yang berguna untuk menggerakkan generator dengan persamaan :

$$P_{max} = \frac{3}{27g_c} \rho A v^3$$

Dimana :

P_{max} = daya maksimum turbin

Sehingga didapatkan :

$$100 = \frac{3}{2,1,9} 1,1514 \cdot 1,98 \cdot 5,5^3$$

$$= 224,97 \text{ Watt}$$

3.2 Perancangan Generator

Generator yang akan kami gunakan dalam tugas akhir ini memiliki spesifikasi yaitu generator DC 375 rpm dengan tegangan keluaran antara 24 V dan arus 5A. Bentuk rancangan generator yang akan kami gunakan diperlihatkan pada gambar berikut ini :

3.1 Perancangan gear ratio

Untuk perancangan gear ratio yang kita gunakan yaitu dengan perhitungan sebagai berikut :
GEAR RATIO

Diketahui = rpm gear 2 = 50

Ditanya = rpm gear 1 ?

Jawab gear 1 = (Gear 1) : (Gear 2)

= 30 : 4

= 7,5 : 1

Jawab = rpm gear 2 x rpm gear 1

= 50 x 7,5

= 375 rpm



Generator DC :

Menggunakan spek berikut sebagai acuan :

Rpm : 375

Tegangan : 24 Volt

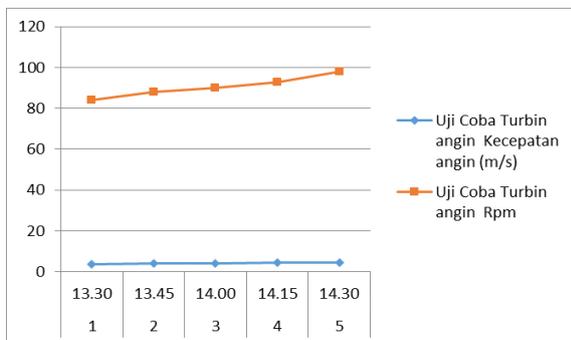
Arus : 5A

IV HASIL PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian Turbin Angin

Pada pengujian kincir tanpa beban dengan angin alam yang berhembus langsung selama beberapa waktu yang berbeda-beda, pengujian ini dilakukan di gedung lantai 3 Fakultas Teknik Universitas 1945 Surabaya, maka berikut ini hasil yang kami dapat sebagai berikut :

Uji Coba Turbin angin			
No	Waktu (WIB)	Kecepatan angin (m/s)	Rpm
1	13.30	3,6	84
2	13.45	3,9	88
3	14.00	4,2	90
4	14.15	4,3	93
5	14.30	4,6	98

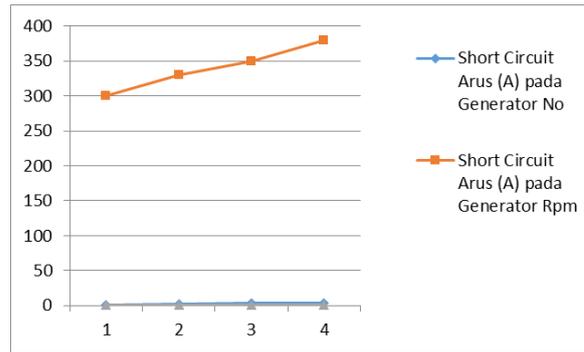


Tabel dan grafik diatas menunjukkan hasil pengukuran dalam waktu siang hari pukul 13.30 mendapatkan angin 3,5 m/s menghasilkan 58 Rpm dengan waktu sekitar 15 menit dilakukan. Percobaan ulang mendapatkan angin 2,6 m/s menghasilkan 47 Rpm dan selanjutnya mendapatkan angin 4,7 m/s menghasilkan 85 Rpm.

4.2 Pengujian Hubung Singkat Pada Generator

Pada pengujian hubung singkat disini berfungsi untuk mengetahui daya maksimal generator tersebut, perhitungan hubung singkat dapat dilihat pada table berikut :

Short Circuit Arus (A) pada		
No	Rpm	Arus (A)
1	300	0,295
2	330	0,334
3	350	0,448
4	380	0,54



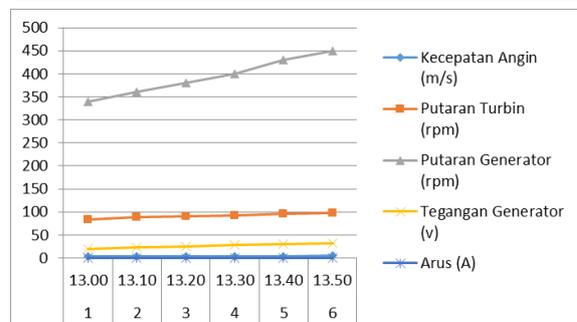
Berikut beberapa hasil dari pengujian shortb circuit arus pada generator dengan kecepatan 300Rpm mendapatkan hasil 0,295Ampere, pengujian berikutnya dengan kecepatan 350 Rpm mendapatkan hasil 0,448. Maka dari pengujian ini kita dapat mengetahui seberapa daya maksimal pada generator tersebut.

4.1 Pengujian Memanfaatkan Angin Alam

Mekanisme pengujian memanfaatkan angin alam yang berhembus langsung dari alam selama beberapa waktu. Pengambilan data dilakukan dalam variasi waktu yang berbeda-beda tempat pengujian adalah gedung Fakultas Teknik Universitas 1945 Surabaya dan Tambak Garam Kalangayar Si doarjo.

Pengujian memanfaatkan angin alam memiliki data yang ditampilkan dalam tabel berikut :

No.	Jam (WIB)	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran Turbin (rpm)	Putaran Generator (rpm)	Tegangan Generator (v)	Arus (A)
1	13.00	3,6	84	340	20	0,36
2	13.10	3,9	88	360	23	0,39
3	13.20	4,2	90	380	25	0,42
4	13.30	4,3	93	400	28	0,46
5	13.40	3,8	96	430	30	0,52
6	13.50	4,6	98	450	32	0,55



Pada saat pengujian turbin memanfaatkan angin, intensitas angin dan kecepatan angin dilokasi pengujian tidak konstan sehingga didapatkan hasil seperti pada tabel dan grafik di atas.

V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan tahap yang telah dilakukan mulai dari perancangan pengujian, analisa data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

1. Dengan adanya Pembangkit Listrik Tenaga Bayu menggunakan generator DC, maka pemakai yaitu masyarakat dapat menggunakan energi listrik menggunakan tenaga angin alami dengan rpm 375, tegangan 24 volt dan arus 5A pada kecepatan angin minimal 4 m/s.
2. Generator DC yang di gerakkan oleh turbin angin berfungsi dengan baik saat mendapatkan angin kecepatan maksimal 4,6 m/s mendapatkan daya 17,16 watt.
3. Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu menggunakan Generator DC saat di terapkan di Gedung Teknik lantai 3 Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya mendapatkan kecepatan angin minimal 3,6 m/s, tegangan 20 volt, arus 0,36 A mendapat 7,2 watt.

5.2 Saran

Agar dapat dikembangkan pada tahap selanjutnya , penulis ingin memberikan saran saran sebagai berikut :

1. Diperlukanya perhitungan dan studi lapangan yang lebih lanjut tentang kincir angin type savonius khususnya pada bagian blade untuk mendapatkan putaran kincir angin yang maksimum.
2. Diperlukannya pemilihan generator yang tepat agar type kincir angin dan generator bisa sinkron dan mendapatkan keluaran daya yang baik.

VI Pustaka

- [1] Anwar, M.S.2008. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Pada Stasiun Pengisian Accu Mobil Listrik. Tugas Akhir. Surabaya. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
- [2] Kadir, A. 1987. Energi Angin. Dalam : Energi. Ui-Pres. 243-257

- [3] dasar-tenaga-listrik-amp-elektronika-daya-by-zuhalpdf.pdf
- [4] Ginting Dinas. 2010. Rancangan Awal dan Analisis Bentuk Sudu Turbin Angin.
- [5] Mulyani, 2008, *kajian Potensi Angin Indonesia*, Central Library Innstitute Technolgy Bandung, Bandung
- [6] Bidang Konversi Energi Dirgantara, (2006), Indonesia