

SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN SKALA KECIL PADA BANGUNAN BERTINGKAT

Ibrahim Nawawi¹⁾, Bagus Fatkhurrozi²⁾

¹Fakultas Teknik, Universitas Tidar
email: ibn.elektro@yahoo.com

²Fakultas Teknik, Universitas Tidar
email: bagusfatkhurrozi@untidar.ac.id

Krisis energi saat ini sekali lagi mengajarkan kepada kita, bangsa Indonesia bahwa usaha serius dan sistematis untuk mengembangkan dan menerapkan sumber energi terbarukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil perlu segera dilakukan. Penggunaan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, terutama yang dapat mengurangi berbagai dampak buruk yang ditimbulkan akibat penggunaan BBM. Desakan untuk meninggalkan minyak bumi sebagai sumber pengadaan energi nasional saat ini terus digulirkan oleh berbagai pihak, termasuk dari pemerintah sendiri. Langkah tersebut diperlukan agar Indonesia keluar dari krisis energi yang berkelanjutan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh seperangkat pembangkit listrik tenaga angin dengan kincir tipe horosontal dengan memanfaatkan ketinggian gedung, mengetahui adanya keterkaitan atau hubungan antara kecepatan angin dengan daya output pada pembangkit listrik tenaga angin, dan merancang suatu sistem pembangkit listrik tenaga angin skala kecil yang mampu menghasilkan daya 50-100 watt.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan kincir angin mampu mengikuti datangnya arah angin sehingga hasil yang diperoleh cukup maksimal. Hasil pengukuran kecepatan angin untuk lokasi penempatan di depan gedung laboratorium Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar diperoleh rata-rata kecepatan angin sebesar 1,53 m/s dan tidak mampu menghasilkan tegangan keluaran,. Sedangkan untuk lokasi penempatan kincir angin di atas gedung lantai 4 Fakultas Ekonomi Universitas Tidar rata-rata kecepatan angin yang diperoleh 5,52 m/s dan dapat menghasilkan tegangan keluaran 78,47 volt AC. Generator akan menghasilkan tegangan keluaran minimal kecepatan angin sebesar 2,5 m/s. Daya maksimal yang dihasilkan 172 watt dengan efisiensi daya inverter sebesar 80% atau 138,24 watt.

Kata kunci : Pembangkit listrik, kincir angin, gedung

1. PENDAHULUAN

Krisis energi saat ini sekali lagi mengajarkan kepada kita, bangsa Indonesia bahwa usaha serius dan sistematis untuk mengembangkan dan menerapkan sumber energi terbarukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil perlu segera dilakukan. Penggunaan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, terutama yang dapat mengurangi berbagai dampak buruk yang ditimbulkan

akibat penggunaan BBM. Desakan untuk meninggalkan minyak bumi sebagai sumber pengadaan energi nasional saat ini terus digulirkan oleh berbagai pihak, termasuk dari pemerintah sendiri. Langkah tersebut diperlukan agar Indonesia keluar dari krisis energi yang berkelanjutan.

Sugiarmadji dan Djojohardjo (1990) dalam penelitiannya mengenai perancangan kincir angin sudu majemuk untuk pemompaan air/pertanian jenis EN-

SM-03 menyatakan bahwa dengan kincir angin sudu majemuk dapat memberikan kapasitas 50 l/menit untuk tinggi pemompaan 6 m pada kecepatan angin 3 m/s – 4 m/s.

Sedangkan Ginting (1990) yang melakukan pengkajian energi listrik yang dihasilkan turbin angin 200 W untuk penggunaan pada rumah tangga di pedesaan menyatakan bahwa penyediaan energi listrik oleh turbin angin 200 W sesuai dengan karakteristik prestasinya dan bervariasi menurut distribusi kecepatan angin yang tersedia di lokasi pemasangan. Disamping itu karena penyediaan energi listrik oleh energi angin terbatas menurut distribusi dan jumlah energi yang dihasilkan, maka energi yang berlebih pada saat energi turbin angin melebihi kebutuhan dapat digunakan untuk beban berguna lainnya.

Soeripno (1991) yang melakukan penelitian mengenai uji coba pemanfaatan sistem konversi energi angin untuk pengairan sawah di Desa Tenjoayu Serang menyatakan bahwa kecepatan angin 1 m/s dapat menghasilkan air sejumlah 42 liter/menit, sedangkan kecepatan angin 3,5 m/s dapat menghasilkan air sejumlah 166,68 liter/menit pada tinggi pemompaan 3 meter.

Himran (2000) dalam penelitiannya mengenai penggunaan energi angin di Kota Makassar menyatakan bahwa dengan kecepatan angin rata-rata 2,27 m/s penggunaan energi angin kurang efisien, sehingga perlu penyempurnaan pada desain kincir angin.

Pakpahan (2000) yang meneliti mengenai identifikasi permasalahan dan pemecahan pemakaian energi angin di Indonesia menyatakan bahwa potensi energi angin di Indonesia besar namun dalam pengolahannya masih memerlukan banyak perbaikan baik dalam hal sumber

daya manusia yang menanganinya maupun dalam hal desain peralatan yang digunakan.

Energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga angin merupakan fungsi dari kecepatan angin dan luas bidang sapuan udara pada sudu-sudu angin (turbine blade). Untuk pembangkit listrik tenaga angin berskala kecil (small wind Power) dengan daya 20 – 500 watt, umumnya membutuhkan kecepatan angin minimal 4,0 – 4,5 m/s (Clark, 2003).

Analisis Teknis Sudu Kincir Angin Tipe Sumbu Horizontal Dari Bahan Fibreglass. Tenaga yang dihasilkan oleh kincir angin berkisar antara 0,037 Hp sampai 0,053 Hp, (Desriansyah, 2006)

Salah satu jenis turbin angin adalah Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV). Turbin ini memiliki poros atau sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Kelebihan utama susunan ini adalah turbin tidak harus diarahkan ke angin untuk menghasilkan energi listrik. Kelebihan ini sangat berguna di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi. TASV mampu

mendayagunakan angin dari berbagai arah. TASV terdiri dari beberapa jenis turbin angin, salah satunya adalah turbin angin *savonius*. Jenis ini memiliki kemampuan *self-starting* yang bagus, sehingga hanya membutuhkan angin dengan kecepatan rendah untuk dapat memutar rotor dari turbin angin ini. Selain itu, torsi yang dihasilkan turbin angin jenis *savonius* relatif tinggi (Sargolzei, 2007).

Kondisi cuaca yang selalu berubah sehingga kecepatan angin yang diperoleh tidak konstan dan cenderung rendah mengakibatkan energi listrik yang dihasilkan kurang optimal. (Hasyim dkk, 2010).

Secara umum sebagian besar turbin angin mulai menghasilkan daya listrik pada kecepatan angin 4 m/s dan akan berhenti tidak menghasilkan energi pada kecepatan angin 25 m/s (Sarkar dan Bahera, 2012).

Turbin angin sumbu tegak merupakan alternatif pembangkit tenaga listrik yang dapat diaplikasikan baik di daerah pesisir maupun perkotaan karena turbin angin jenis selalu dapat berputar walaupun didaerah yang memiliki tiupan angin berkecepatan rendah dan berubah-ubah. (Dita Rama Insiyanda, dkk, 2015)

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh seperangkat pembangkit listrik tenaga angin dengan kincir tipe horosontal dengan memanfaatkan ketinggian gedung, mengetahui adanya keterkaitan atau hubungan antara kecepatan angin dengan daya output pada pembangkit listrik tenaga angin, dan merancang suatu sistem pembangkit listrik tenaga angin skala kecil yang mampu menghasilkan daya 50-100 watt.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode studi kepustakaan dan metode penelitian eksperimen. Metode studi kepustakaan dilakukan untuk mencari materi yang mendukung dan sesuai dengan materi skripsi disamping sebagai bahan perbandingan dasan teori dari rangkaian yang dibuat. Sedangkan metode penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi pada obyek penelitian serta adanya kontrol. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Dalam

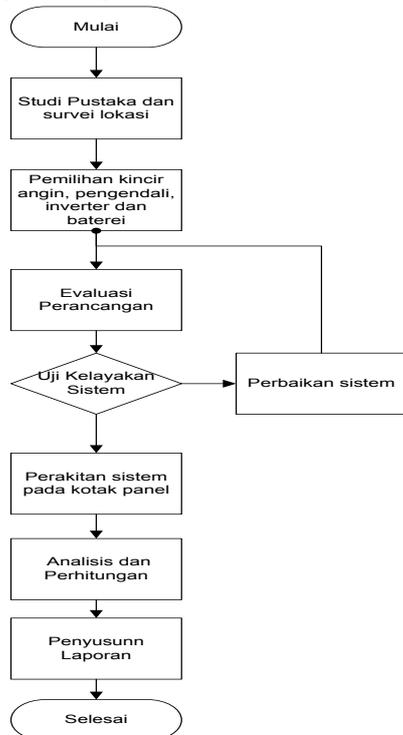
penelitian ini alat uji dipilih untuk diteliti. Jadi eksperimen merupakan observasi dibawah kondisi buatan, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti. Pola eksperimen yang dipakai adalah model *one shot case study*. Penelitian model ini sering disebut sebagai model sekali tembak, yaitu menggunakan suatuperlakuan atautreatment hanya satu kali selanjutnya dianalisis.

Model *one shoot case study* ini dipilih karena berguna untuk pendekatan masalah-masalah yang dapat diteliti. Model *one shoot case study* juga dapat digunakan untuk mengembangkan ide atau gagasan-gagasan yang muncul setelah dilakukan penelitian.

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dengan mempelajari referensi dan literatur serta hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh orang lain. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan survei ke dua lokasi yaitu di depan gedung laboratorium Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik dan lokasi ke dua di atas lantai 4 gedung Fakultas Ekonomi Universitas Tidar dan melakukan pengukuran kecepatan angin yang ada. Tahap kedua adalah memilih kincir angin dan merancang dudukannya menentukan kebutuhan rangkaian pengendali, inverter dan pemilihan baterai/accu. Tahap ke tiga melakukan evaluasi rancangan sistem selanjutnya tahap keempat melakukan pengukuran dan uji coba kelayakan perangkat apakah sudah sesuai dengan perancangan dan menghasilkan daya yang direncanaka atau belum. Jika belum sesuai maka

kembali ke tahapan ke tiga yaitu melakukan perbaikan sistem angin dan seterusnya. Tahap kelima merakit sistem pada kotak panel kemudian pada tahap kelima dilakukan analisis dan perhitungan terhadap hasil pengukuran sistem. Tahap keenam menyusun laporan dan selesai. Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.1.



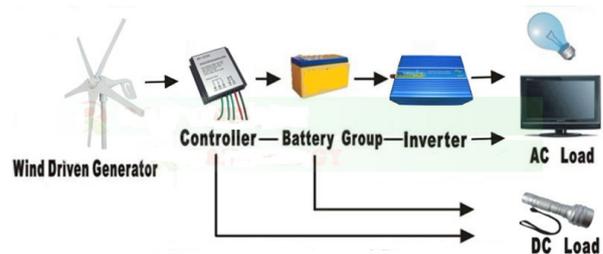
Gambar 2.1 Diagram alir tahapan penelitian

2.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dalam waktu 5 bulan dimulai dari penandatanganan kontrak penelitian. Penelitian akan dilakukan di dua lokasi yaitu di depan gedung laboratorium Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik dan di atas lantai 4 gedung Fakultas Ekonomi. Perancangan dan perakitan dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar.

2.4 Perangkat dan komponen yang digunakan

Secara diagram blok komponen-komponen sistem pembangkit listrik tenaga angin skala kecil ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 2.2 Diagram sistem pembangkit listrik tenaga angin skala kecil

Komponen-komponen pembangkit listrik tenaga angin skala kecil ini meliputi :

1. Kincir angin dengan jumlah sudu-sudu (blades) 5 buah.
Kincir angin ini dilengkapi dengan ekor yang berfungsi sebagai pengarah datangnya angin. Sehingga angin yang diterima dapat berasal dari segala arah. Kincir angin ini dapat melakukan pengereman sendiri jika kecepatan angin melebihi kapasitasnya yaitu 90 km/jam.
2. Generator tiga fase magnet permanen, putaran rotor 900 rpm. Generator ini mampu menghasilkan tegangan keluaran AC 3 fase jika rotornya diputar oleh kincir minimal dengan kecepatan angin 2,5 m/s.
3. Unit pengendali (*control*).
Unit ini berisi rangkaian pengubah tegangan AC menjadi DC dan rangkaian pengisi baterai/accu secara otomatis. Jika baterai/accu sudah penuh maka pengisian dihentikan dan masukan dibuang.

4. Baterai/accu sebagai media penyimpanan berjumlah 2 unit masing-masing 12 V_{DC}/ 3,6 AH;
5. Satu unit inverter dengan input 24 volt DC dan tegangan output 220 volt AC dengan kemampuan daya 1000 watt.
6. Beban yang digunakan berupa lampu bohlamp

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

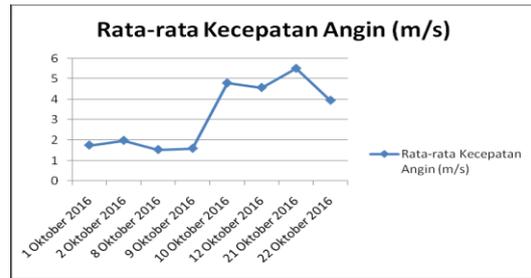
3.1 Hasil Pengujian

Rata-rata tegangan keluaran dari generator pada seluruh pengujian ditunjukkan pada tabel 3.1.

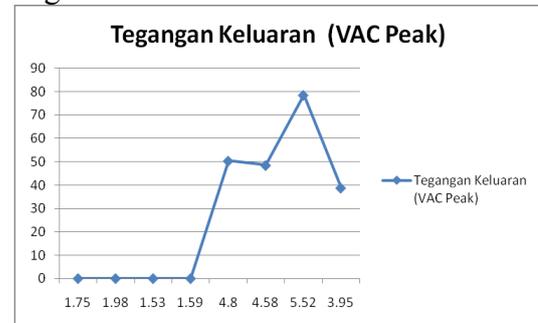
Tabel 3.1 Rata-rata Tegangan Keluaran untuk seluruh pengujian

Tanggal	Rata-rata Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan Keluaran (VAC Peak)
1 Oktober 2016	1.75	0.00
2 Oktober 2016	1.98	0.00
8 Oktober 2016	1.53	0.00
9 Oktober 2016	1.59	0.00
10 Oktober 2016	4.80	50.29
12 Oktober 2016	4.58	48.41
21 Oktober 2016	5.52	78.47
22 Oktober 2016	3.95	38.73
Rata-Rata	4.71	53.98

Dari tabel 3.1 terlihat bahwa rata-rata kecepatan angin terendah 1,53 m/s dan tidak mampu menghasilkan tegangan keluaran terjadi pada tanggal 8 Oktober 2016 dan rata-rata kecepatan angin terbesar 5,52 m/s dapat menghasilkan tegangan keluaran 78,47 volt AC. Pada Gambar 5.17 ditunjukkan grafik rata-rata kecepatan angin mulai pukul 08.00 – 16.00, sedang Gambar 3.1 diperlihatkan grafik keluaran tegangan generator terhadap kecepatan angin.



Gambar 3.2 Grafik rata-rata kecepatan angin



Gambar 3.3 Grafik rata-rata tegangan keluaran generator

Pada gambar 3.2 ditunjukkan bahwa kecepatan angin yang mampu memutar generator minimal sebesar 2,5 m/s semakin tinggi kecepatan angin maka keluaran tegangan generator akan semakin besar sehingga daya yang dihasilkan juga akan semakin besar. Hal ini terjadi karena tingginya kecepatan angin mengakibatkan semakin besar gaya yang menerpa permukaan kincir angin, akibat gaya tersebut maka mengakibatkan kincir angin berputar semakin cepat dan terus meningkat.

Tegangan keluaran dari generator ini merupakan tegangan AC sehingga perlu dirubah menjadi tegangan DC melalui rangkaian pengendali dan selanjutnya keluaran dari pengendali ini di hubungkan untuk mengisi Accu. Keluaran dari pengendali ini dihubungkan pula ke rangkaian inverter untuk dirubah menjadi tegangan AC 220.

3.2 Analisa Perhitungan Daya Keluaran Maksimum

Sebelum dilakukan perhitungan daya keluaran maksimum, pada penelitian ini kapasitas baterai/accu yang digunakan adalah 24 volt/7,2 AH. Sehingga daya ideal inverter adalah:

Daya ideal inverter = $24V \times 1,2 \text{ AH} = 172 \text{ watt}$.

Dengan asumsi baterai/accu mengalami disefisiensi sebesar 20%, Maka daya maksimum Inverter menjadi = $(7,2 - 20\%) \times 24 \text{ volt}$. Daya Inverter = $(7,2 - 1,44) \times 24 = 5,76 \times 24 = 138,24 \text{ Watt}$.

Sehingga efisiensi daya inverter = $(138,24/172,4) \times 100\% = 80\%$

4. SIMPULAN

Kincir angin mampu mengikuti datangnya arah angin sehingga hasil yang diperoleh cukup maksimal. Hasil pengukuran kecepatan angin untuk lokasi penempatan di depan gedung laboratorium Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar diperoleh rata-rata kecepatan angin sebesar 1,53 m/s dan tidak mampu menghasilkan tegangan keluaran,. Sedangkan untuk lokasi penempatan kincir angin di atas gedung lantai 4 Fakultas Ekonomi Universitas Tidar rata-rata kecepatan angin yang diperoleh 5,52 m/s dan dapat menghasilkan tegangan keluaran 78,47 volt AC. Generator akan menghasilkan tegangan keluaran minimal kecepatan angin sebesar 2,5 m/s. Daya maksimal yang dihasilkan 172 watt dengan efisiensi daya inverter sebesar 80% atau 138,24 watt.

5. REFERENSI

Chamdani Irwan Saputra dkk, "Pengembangan Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe *Triple-Stage* Savonius

Dengan Poros Ganda" Prosiding Seminar Nasional Fisika / VOLUME IV, OKTOBER 2015, SSN: 2339-0654 e-ISSN: 2476-9398

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

Dita Rama Insiyanda, dkk, Prototipe Turbin Angin Sumbu Tegak Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik Ramah Lingkungan, Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2015 Volume IV, Oktober 2015 ISSN: 2339-0654 ISSN: 2476-9398.

Hasyim Asy'ari dkk, " Desain Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Horizontal Dan Generator Magnet Permanen Tipe Axial Kecepatan Rendah" Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III ISSN: 1979-911X, Yogyakarta, 3 November 2012

Tjukup Marnoto, "Perancangan kincir angin axis vertikal tipe baru untuk generator listrik tenaga angin" Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" ISSN 1693 - 4393, Yogyakarta, 2010.

Puji Setiono. 2006. " Pemanfaatan Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin ".Teknik Elektro, Fakultas Teknik niversitas Negeri Semarang.

Suharsimi Arikunto. 1997. *Prosedur Penelitian*, Jakarta : Rineka Cipta.

Syafrie dkk. 2013. Rancang banun pembangkit listrik tenaga angin (PLT Bayu) sumbu horizontal dengan daya terpasang 200 watt" Hipotesis Tahun ke 5 No 1 januari-April 2013. Akademik Teknik Sorowako.