

DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) DENGAN TURBIN ANGIN VERTIKAL

Teeris Ardiyanto¹, Adhi Kusmantoro², Margono³

¹Universitas PGRI Semarang

Jl. Sidodadi Timur Jalan Dokter Cipto No.24, Karangtempel, Kec. Semarang Tim.,
Kota Semarang, Jawa Tengah 50232

^{2,3}Universitas PGRI Semarang

Jl. Sidodadi Timur Jalan Dokter Cipto No.24, Karangtempel, Kec. Semarang Tim.,
Kota Semarang, Jawa Tengah 50232

Email: Email: ¹teerisopc6@gmail.com, ²adihits17@yahoo.com, ³margono.27@gmail.com

Abstrak— Energi listrik pada saat ini masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan utama untuk menghasilkan listrik, ketersediannya semakin menipis dan juga menimbulkan polusi dari proses konversi bahan bakar fosil tersebut. Oleh karena itu untuk mengurangi ketergantungan penggunaan bahan bakar fosil sebagai bahan utama untuk menghasilkan listrik, ialah dengan menciptakan pembangkit listrik energi terbarukan yang memanfaatkan sumber energi dari alam, salah satunya yaitu pembangkit listrik tenaga bayu (pltb). Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat pembangkit listrik tenaga bayu (pltb) dengan turbin angin vertikal. Penelitian ini menggunakan metode desain alat dan uji coba untuk mencari data sebab akibat dalam proses eksperimen (experimental research). Hasil penelitian ini menghasilkan alat pembangkit listrik tenaga bayu (pltb) dengan turbin angin vertikal.

Kata Kunci : Energi ; PLTB ; Listrik; Turbin Angin Vertikal

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan listrik baik untuk kalangan industri, perkantoran, maupun masyarakat umum, dan perorangan sangat meningkat. Peningkatan kebutuhan listrik ini tidak diiringi oleh penambahan pasokan listrik. Pada saat ini bahan bakar fosil masih banyak digunakan untuk menghasilkan listrik, dimana bahan bakar fosil tersebut jika terus digunakan akan habis dan susah untuk diperbarui. Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan pembuatan pembangkit listrik tenaga energi terbarukan, dengan sumber energi dari alam, yang mudah untuk didapatkan dan tidak akan ada habisnya sebagai solusi penggantian dari penggunaan bahan bakar fosil. Sehingga di rancanglah sebuah alat pembangkit listrik tenaga bayu (pltb) dengan turbin angin vertikal. Memanfaatkan energi angin sebagai bahan utama untuk menggerakkan turbin angin, yang berfungsi untuk memutar poros pada generator dc sehingga generator dc dapat menghasilkan tegangan listrik.

II. STUDI PUSTAKA

Hasyim Asya (2012) “Desain Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin Atau Bayu (PLTB)” dalam penelitian ini membahas tentang generator permanen kecepatan rendah untuk PLTB, potensi kecepatan angin di Indonesia

terutama wilayah tengah tergolong rendah, yaitu berkisar 3-5 m/s, hal ini menjadi salah satu faktor kendala belum optimalnya pemanfaatan potensi angin menjadi energi listrik. Generator sinkron yang ada di pasaran secara umum membutuhkan energi listrik untuk menghasilkan medan magnet dengan generator tersebut mampu menghasilkan energi listrik serta memiliki karakter kecepatan tinggi, yaitu 1350-1500 rpm, dengan potensi kecepatan angin yang rendah pemanfaatan gear box adalah salah satu metode untuk menaikkan putaran generator, tetapi energi listrik yang dihasilkan terkadang lebih kecil dari pada energi listrik yang diserap.

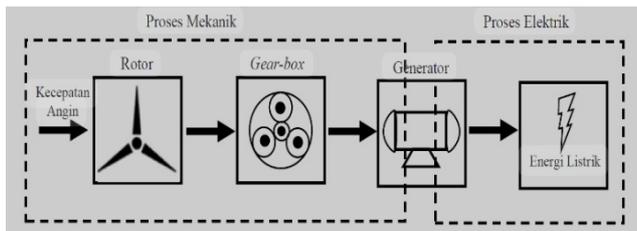
Sudirman Lubis (2019) “PLTB Sebagai Alternatif Energi Baru Terbarukan” dalam penelitian ini bertujuan untuk merealisasikan pembangkit listrik tenaga angin alternatif dengan memanfaatkan alternator mobil sehingga dapat membantu menyediakan sumber listrik yang terbarukan. Pengujian dimulai dari desain, pengukuran tegangan dan arus pada alternator dan kemudian mengukur suhu normal pada legulator, hasil yang diperoleh diketahui bahwa turbin angin sebagai penggerak awal alternator dapat menghasilkan tenaga angin.

SN Fitri (2021) “Rancang Bangun Turbin Vertikal Axis pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)” dalam penelitian ini membahas tentang jenis turbin angin yang umum digunakan sebagai alternatif *Green Electricity*. Vertikal Axis pada PLTB tidak harus ditempatkan pada arah angin yang dominan dan turbin angin sumbu vertikal

(TASV) hanya menimbulkan getaran dan kebisingan yang rendah sehingga tidak mengganggu wilayah sekitar dan bilah-bilah yang digunakan pada TASV cenderung lebih kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja Turbin Vertikal Axis yang digunakan sebagai alternatif energi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Observasi yang dilakukan untuk mempelajari peralatan yang sudah ada untuk memberikan gambaran yang cukup jelas untuk menggambarkan kinerja turbin vertikal axis. Hasil penelitian ini adalah kecepatan putaran turbin berbanding lurus dengan kecepatan angin, pada waktu-waktu tertentu hembusan angin dapat menghasilkan rata-rata kecepatan angin 2m/s dengan kecepatan maksimal 3,2m/s, untuk kerja turbin yang dihasilkan pada kecepatan angin 3m/s mendapatkan hasil yang lebih baik dari kecepatan angin yang lebih rendah.

A. Dasar Pembangkit Tenaga Listrik

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan suatu sistem pembangkit listrik yang mengkonversikan suatu energi kinetic dari udara menjadi energi mekanik yang menyebabkan putaran yang terjadi pada generator dc sehingga menghasilkan tegangan listrik.



Gambar 1. PLTB Secara umum

B. Turbin Angin

Turbin angin adalah bagian dari sistem pembangkit listrik tenaga bayu yang mengubah energi angin menjadi energi mekanik. Perubahan energi ini terjadi karena bentuk dari turbin angin seperti baling-baling. Turbin angin ini dapat berputar ketika ada angin yang masuk area turbin sebagai energi pendorong turbin. Putaran dari baling-baling tersebut dimanfaatkan untuk memutar rotor pada generator dc.

C. Generator Dc

Generator dc pada pembangkit listrik tenaga bayu digunakan untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Pada saat angin memutar turbin yang dihubungkan dengan shaft pada generator dc, shaft pada generator dc tersebut yang terhubung dengan magnet permanen akan berputar pada porosnya. Diluar putaran porosnya tersebut terdapat stator yang berisi kumparan-kumparan kawat yang membentuk loop. Jadi ketika turbin berputar maka dari putaran tersebut akan terjadi perubahan fluks listrik tertentu. Dari perubahan fluks listrik tersebut menghasilkan tegangan dan arus listrik yang dapat dimanfaatkan sebagai energy listrik.

Energi listrik pada turbin angin merupakan proses terakhir yang terjadi pada konversi energi. Yang dimaksud

energi listrik ini adalah perubahan dari energi mekanik melalui generator sehingga menjadi arus listrik.

D. Jenis Turbin Angin

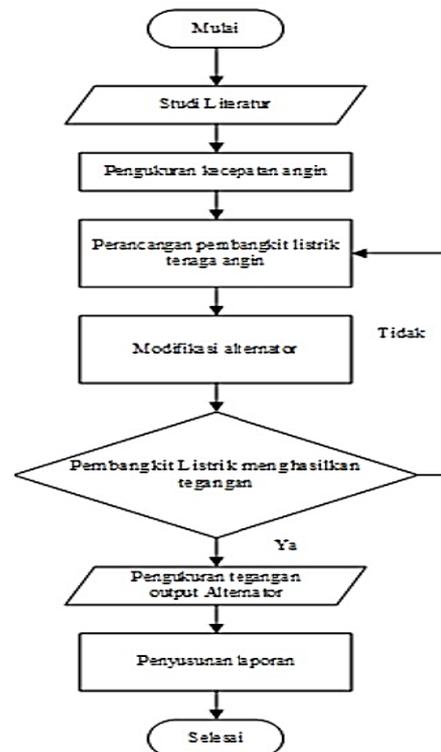
Turbin angin pada prinsipnya dapat dibedakan atas dua jenis turbin berdasarkan arah putarannya. Turbin angin yang berputar pada poros horizontal disebut dengan turbin angin poros horizontal atau horizontal axis wind turbine (HWAT), sementara yang berputar pada poros vertikal disebut dengan turbin angin poros vertikal atau vertical axis wind turbine (VAWT).

- Turbin angin sumbu vertikal adalah salah satu jenis kincir angin yang bisa menangkap atau mengkonversi angin dari segala arah, sudunya yang tegak lurus arah angin akan memutar dengan orientasi arah kincir horizontal.
- Turbin angin tipe savonius merupakan jenis turbin angin tipe drag, dimana turbin ini menghasilkan daya dengan memanfaatkan gaya drag yang dihasilkan dari tiap-tiap sudunya. Drag merupakan gaya yang bekerja berlawanan dengan arah angin yang menumbuk sudu.

III. METODE / DESAIN

A. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode hubungan sebab akibat (experimental research). Yaitu melakukan desain alat dan uji coba untuk mencari data sebab akibat dalam proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh kecepatan angin terhadap tegangan dan arus unjuk kerja pada turbin angin vertikal.



Gambar 2. Flowchart desain penelitian

dengan Turbin Angin Vertikal

B. Tahapan Pembuatan Desain Alat

Desain alat komponen dan penentuan jenis komponen yang melibatkan beberapa tahapan, antara lain:

- Pengujian turbin angin, pengujian ini menguji bagaimana turbin angin agar mendapatkan energi secara maksimal yang dihasilkan dari hembusan angin.
- Pengujian generator dc, pengujian ini guna untuk mengetahui apakah generator dc dapat menghasilkan output tegangan.

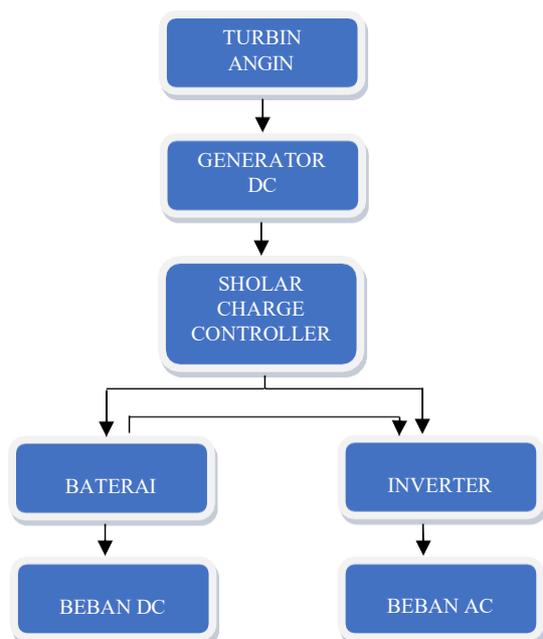
Pengujian selanjutnya adalah uji kecepatan angin dan pengukuran tegangan. Adapun tahapan selanjutnya yaitu:

- Melakukan pengukuran kecepatan angin untuk pengujian dengan menggunakan alat anemometer.
- Pengukuran tegangan keluaran dari generator dc menggunakan alat volt meter dc.

Menentukan komponen yang akan digunakan sehingga tidak ada kesalahan operasional dalam aplikasi yang dapat menimbulkan akibat kurang baik atau merusak komponen yang akan dicatu nantinya. Dalam pengaplikasian komponen perlu juga untuk memperhatikan sisi keekonomisan dan kondisi yang berlaku di pasaran, sehingga tidak kesulitan dalam mencari komponen.

C. Desain Perancangan Alat

Dalam membuat suatu alat agar bisa dioperasikan dengan mudah dan praktis maka diperlukan sebuah perancangan atau rekayasa. Secara umum suatu alat atau prototype yang diproduksi tentunya akan mempunyai bagian-bagian atau blok rangkaian yang saling menunjang dan saling terhubung dengan blok rangkaian yang lain, seperti yang ditunjukkan pada simulasi diagram blok pembangkit listrik tenaga bayu (pltb) dengan turbin angin vertikal sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram perancangan alat

D. Desain Permodelan Alat



Gambar 4. Desain permodelan alat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Cara Kerja Alat

Angin berhembus datang dari arah tertentu, energi yang dihasilkan dari hembusan angin kemudian masuk ke dalam area efektif turbin angin, Putaran dari turbin angin tersebut dimanfaatkan untuk memutar rotor pada generator dc, maka energi putar akan diteruskan ke generator dc untuk membangkitkan energi listrik. Keluaran dari generator dc ini adalah berupa listrik arus searah (dc) yang besar tegangan keluarannya tergantung dari kecepatan putaran yang dihasilkan dari turbin angin tersebut. Keluaran dari generator dc ini sudah dapat digunakan langsung ke beban yang memerlukan sumber tegangan dc dengan konsumsi arus yang kecil. Agar energi listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan pada kondisi – kondisi tertentu seperti pada waktu tertentu (kondisi saat saling-baling tidak berputar karena tidak ada hembusan angin), maka keluaran dari generator dc ini harus di hubungkan ke sebuah media penyimpanan (*storage*). Dalam hal ini adalah baterai. Tetapi ini tidak langsung dihubungkan begitu saja dari generator ke baterai, tetapi harus dihubungkan ke rangkaian charger controller, dimana didalam rangkaian tersebut terdapat rangkaian pengisi Baterai otomatis (*Automatic charger*). Fungsi dari charger controller ini adalah untuk meregulasi tegangan keluaran dari generator dan mengatur arus yang masuk ke Baterai secara otomatis. Selain itu charger controller berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan arus dari generator dc ke Baterai secara otomatis dan juga berfungsi untuk memutuskan aliran arus dari batere ke beban bila terjadi hubung singkat ataupun beban yang berlebihan.

Generator dc sebenarnya dapat langsung digunakan tanpa diberi rangkaian charger controller ataupun baterai,

tetapi ini tidak dilakukan karena dapat membebani kinerja dari generator dc (akibat adanya beban yang berlebihan) sehingga tidak akan terjadi kerusakan yang fatal pada generator dc tersebut. Selain itu charger controller ini juga berfungsi untuk mengamankan dari terjadinya kelebihan beban dari generator dc ke baterai sehingga baterai tidak cepat rusak.

B. Pengukuran Tegangan Generator Dc

Pengukuran tegangan generator dc bertujuan untuk mengetahui output tegangan yang dihasilkan oleh generator dc, pengukuran tegangan menggunakan alat voltmeter dc. Kecepatan angin sangat mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh generator dc, karena angin adalah energi utama yang berperan penting untuk memutar turbin angin. Maka diperlukan untuk pengukuran kecepatan angin sehingga dapat mengetahui pada kecepatan angin berapa generator dapat menghasilkan tegangan tertinggi. Pengukuran kecepatan angin menggunakan alat anemometer. Maka dapat disajikan berupa table pengujian sebagai berikut:

Tabel 1. Pengukuran tegangan generator dc

No	Waktu	Kecepatan Angin m/s	Tegangan Generator volt
1	06.00	2,5	3,95
2	07.00	2,9	4,78
3	08.00	2,3	4,13
4	09.00	2,7	4,25
5	10.00	3,5	5,38
6	11.00	3,9	6,13
7	12.00	4,1	6,75
8	13.00	4,0	6,25
9	14.00	5,2	7,12
10	15.00	5,5	7,37
11	16.00	6,7	8,15
12	17.00	7,1	9,08

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran kecepatan angin didapatkan kecepatan minimum 2,3 m/s dan kecepatan maksimum sebesar 7,1 m/s. Dari hasil pengukuran tegangan generator dc dapat menghasilkan tegangan minimum 3,95 volt dan tegangan maksimum 9,08 volt. Potensi angin di shelter ngarengan pltu ini memiliki potensi angin yang cukup baik untuk membuat pembangkit listrik tenaga bayu, dimana kecepatan angin yaitu berkisar diantara 3-7 m/s. Dengan menggunakan pulley perbandingan 1:2 rasio peningkatan putaran adalah 2, sehingga untuk sekali putaran turbin angin akan menghasilkan 2 putaran generator dc. Jika diperlukan untuk mendukung sistem mekanisme yang lebih baik lagi, bisa dibuat sebuah konversi antara pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) dengan turbin angin vertikal dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), dengan pengaplikasian menggunakan sistem hybrid.

REFERENSI

- [1] Alfan, R., & Haryanto, H. (2016). Rancang bangun penyedia energi listrik tenaga hibrida (PLTS-PLTB-PLN) untuk membantu pasokan listrik rumah tinggal. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, 4(2), 78-86.
- [2] Asyâ, H., & Ardiyatomoko, A. (2012). Desain generator magnet permanen kecepatan rendah untuk pembangkit listrik tenaga angin atau bayu (PLTB). In *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*.
- [3] Hidayatullah, N. A., & Ningrum, H. N. K. (2016). Optimalisasi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Angin Turbin Sumbu Horizontal dengan Menggunakan Metode Maximum Power Point Tracker. *J. Electr. Electron. Control Automot. Eng. JEECAE*, 1(1), 7-12.
- [4] Fitri, S. N., & Azis, F. (2021). Rancang Bangun Turbin Vertikal Axis Pada PLTB. *Joule (Journal of Electrical Engineering)*, 2(1), 76-80.
- [5] Bachtiar, A., & Hayattul, W. (2018). Analisis potensi pembangkit listrik tenaga angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(1), 35-45.
- [6] Muslim, M. A. (2019). *Analisa Compressed Air System Pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [7] Adistia, N. A., Nurdiansyah, R. A., Fariko, J., Vincent, V., & Simatupang, J. W. (2020). Potensi energi panas bumi, angin, dan biomassa menjadi energi listrik di Indonesia. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), 105-116.
- [8] Nurdiyanto, A., & Haryudo, S. I. (2020). Rancang bangun prototype pembangkit listrik tenaga angin menggunakan turbin angin savonius. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1).