

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh penulis menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data penelitian yang bertujuan membuat gambaran secara sistematis, faktual dan akurat mengenai turbin angin TSD-500. Kemudian mengambil data daya yang dihasilkan oleh turbin angin dengan berbagai kecepatan angin yang berhembus. Selain itu penelitian ini menggunakan pula metode Observasi nonpartisipatif, yaitu peneliti tidak terlibat langsung dalam kegiatan sehari-hari sistem yang sedang diamati atau digunakan sebagai sumber data.

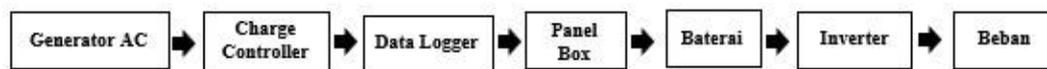
3.2 Partisipan

Partisipan yang terlibat dalam penelitian ini sebanyak 7 orang dari pihak PT. Lentera Angin Nusantara (PT.LAN). 1 orang sebagai chief engineering PT.Lentera Angin Nusantara. 1 orang sebagai pembimbing penelitian, 1 orang sebagai pengelola data turbin angin PT.LAN, 2 orang sebagai pengelola data *Automatic Weather Station* PT.LAN serta 2 orang sebagai pengelola teknis turbin angin dan stasiun baterai PT.LAN.

3.3 Populasi dan Sample Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) yang terletak di jalan raya Ciheras Rt.02 / Rw.02, Kampung Sindang Asih, Dusun Lembur Tengah, Desa Ciheras, Kecamatan Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. LAN terletak di pesisir pantai cipatujah yang berhadapan langsung dengan laut selatan, sehingga angin yang berhembus di daerah ini memiliki karakteristik tersendiri seperti kelembapan, kerapatan udara, suhu udara, curah hujan dan potensi badai dari laut. Selain itu pasir pantai dan garam juga mempengaruhi angin yang berhembus di daerah ini, sehingga kondisi ini sangat baik sebagai lokasi pengembangan dan pengujian turbin angin.

Sample yang diteliti adalah turbin angin The Sky Dancer – 500 (TSD-500) type *Horizontal Axix Wind Turbine*(HAWT) 3 propeller dengan jumlah turbin angin yang di analisis sebanyak 6 buah turbin angin. Setiap turbin angin memiliki ketinggian dan posisi yang berbeda.



Gambar 3.1 Diagram alur Pembangkit Listrik Tenaga Angin
PT.Lentera Angin Nusantara

Sistem Pembangkit Listrik tenaga Angin di PT. Lentera Angin Nusantara terdiri dari:

- 1) Generator AC. Merupakan alat konversi energi mekanik menjadi energi listrik AC. Pada PLT Angin LAN generator ini menggunakan permanen magnet sebagai rotor, sehingga medan magnet diperoleh dari permanen magnet itu sendiri. Tegangan listrik kemudian dialirkan melalui slip ring sehingga menghasilkan tegangan induksi bolak-balik (AC).
- 2) Charge Controller. Terdapat rectifier dan MPPT. Rectifier berperan sebagai alat konversi energi listrik dari 160V AC menjadi 24V DC dan MPPT berperan sebagai pengatur sistem tegangan masukan yang fluktuatif dari generator untuk distabilkan sebelum disimpan ke baterai.
- 3) Panel Box. Terdapat beberapa MCB sebagai proteksi dan pemutus tegangan lebih.
- 4) Data Logger. Media penyimpanan data dari turbin angin dan anemometer dalam format excel (.csv).
- 5) Baterai. Media penyimpanan energi listrik DC. Kapasitas baterai di Lentera Angin Nusantara adalah 12 buah baterai 2 V 800 Ah.
- 6) Inverter. Alat untuk mengkonversi dan menaikkan tegangan energi listrik 24V (DC) menjadi 220 V (AC) sehingga dapat digunakan pada beban.
- 7) Beban. Lampu dengan kapasitas 700W, dijadikan sebagai beban di PLT Angin PT.Lentera Angin Nusantara dikarenakan daya yang dihasilkan turbin angin hanya di gunakan untuk dianalisis pengaruh dari beberapa kondisi dan komponen yang berbeda pada turbin angin.

Luthfi Humaidi Abdurrahman, 2015

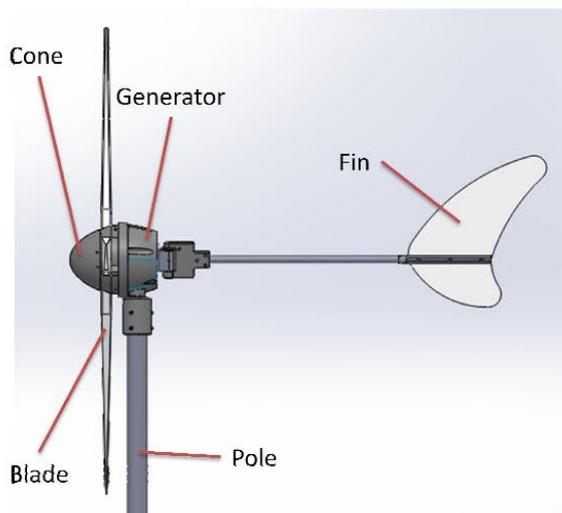
Studi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Desa Ciheras Cipatujah Tasikmalaya Ditinjau Dari Aspek Pembangkitan Energi

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.3.1 Turbin Angin TSD-500 (*The Sky Dancer* - 500)

The Sky Dancer merupakan turbin angin tipe HAWT dengan 3 baling-baling menggunakan generator permanen magnet 18 slot 16 pole dan sistem transmisi 3 fasa. Memiliki nilai C_p 40%, berarti mampu mengambil 40% dari total energi angin yang diterimanya menjadi energi mekanik. Turbin ini mulai berputar pada kecepatan angin 2.5 m/s dan mulai memproduksi listrik pada kecepatan angin 3 m/s. Daya maksimal yang mampu dihasilkan oleh turbin adalah 500 Watt peak (Wp) dengan panjang baling-baling 0,8 meter pada kecepatan angin 12 m/s dan di atasnya. Turbin ini dapat bertahan sampai pada kecepatan angin 33 m/s.

Blade (bilah) turbin menggunakan bahan kayu pinus. Selain kualitasnya yang ringan dan kuat, bahan ini mudah ditemui di Indonesia (untuk pengembangan produksi lokal) dan juga harganya yang relatif terjangkau dibandingkan dengan bahan lainnya. Turbin angin TSD-500 dipasang pada ketinggian 4 hingga 11 meter di atas permukaan tanah. Inilah yang membuat proses instalasi turbin mudah dipelajari dan lebih aman.



Gambar 3.2 *The Sky Dancer*

(Sumber : Pengenalan Teknologi Pemanfaatan Energi Angin, LAN)

Tabel 3.1 Spesifikasi turbin angin TSD 500 (*The Sky Dancer*)

Nama Sistem	TSD-500
Tipe Turbin	HAWT
Daya keluaran maksimum	500 Wp di 12 m/s
Turbin mulai berputar	2,5 m/s
Mulai pengisian baterai	3 m/s
Daya tahan turbin terhadap angin	33 m/s
Tipe generator	3-fasa magnet permanen
Diameter bilah	1,6 atau 2 m
Jumlah bilah	3 Bilah
Material bilah	Kayu pinus
RPM maksimal	1000 RPM
Sistem penyimpanan	24 V
Berat generator	25 kg
Tinggi tiang kincir angin	4 – 11 m
Perusahaan pembuat generator	NIDEC Japan Corp

3.3.2 Tipe blade 3-propeller dan skala mikro

Dalam pemilihan tipe blade yang perlu diperhatikan adalah *Coefficient Power* (C_p) dan *Tip Speed Ratio* (TSR). C_p adalah tingkat efisiensi dari blade, semakin besar efisiensinya maka semakin besar juga kemampuan suatu turbin untuk mengambil energi yang didapatnya. TSR merupakan perbandingan kecepatan ujung blade terhadap angin, maka semakin besar TSR akan semakin besar putarannya. Dari berbagai tipe turbin angin, tipe 3 blade propeller paling mendekati nilai efisiensi ideal (koefisiennya mencapai 45%) dan juga bisa digunakan untuk putaran tinggi.

Dalam pemilihan dan pengembangan suatu sistem selain dari segi kualitas, hal yang perlu diutamakan lainnya adalah biaya produksi dan instalasi dari sistem tersebut harus disesuaikan dengan kondisi pasar sistem tersebut nantinya, serta bagaimana penyampaian terhadap penggunaannya.

Beberapa alasan skala mikro ini lebih cocok diterapkan di Indonesia khususnya Indonesia bagian timur, yaitu:

- a. Secara ekonomis, harga dan biaya operasional yang rendah.
- b. Teknologi yang lebih mudah dikuasai dikembangkan.
- c. Pada prakteknya, pengelolaan di daerah terpencil lebih mudah dilakukan
- d. Secara sosial, lebih mudah diterima masyarakat.
- e. Dampak dan beban terhadap lingkungan yang kecil.

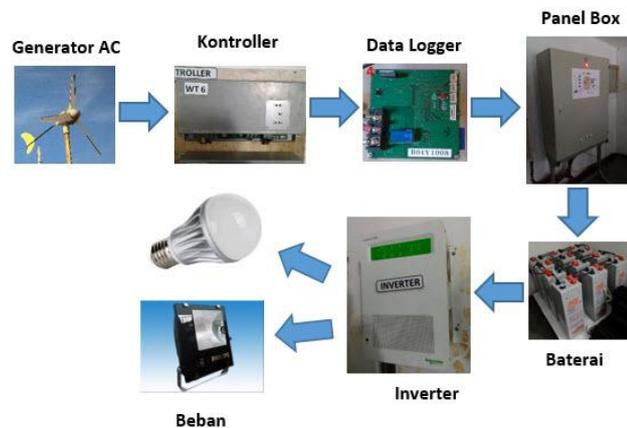
3.3.3 Sistem turbin angin PT. Lentera Angin Nusantara

Putaran bilah membuat generator berputar dan menghasilkan tegangan AC 3 fasa (160 V, 3 A). Kemudian dialirkan menuju *controller* (teknologi pengamanan dan konversi energi) dan hasil keluaran dari controller ini berupa tegangan DC (24V DC, 20A) setelah dikonversi dari AC menjadi DC karena media penyimpanan energi dalam bentuk DC. Kemudian listrik dialirkan kembali menuju *data logger* dilakukan perekaman data dan selanjutnya disimpan ke dalam baterai. Sebelum digunakan ke beban (peralatan listrik tegangan AC), energi yang telah disimpan ini harus dikonversi terlebih dahulu melalui inverter (tegangan DC menjadi AC).

Tegangan yang dihasilkan dari generator turbin angin sendiri merupakan tegangan variatif AC, dikarenakan output generator yang selalu fluktuatif tergantung kondisi angin. Sehingga tegangan sebesar 160V (maksimal di 12 m/s) merupakan setingan controller untuk melakukan pengisian daya ke dalam baterai.

Setingan tersebut digunakan sebagai perlindungan dari peralatan dalam sistem turbin angin itu sendiri dan juga sebagai pengamanan tegangan yang akan di suplai ke baterai. Sehingga bila diinginkan pengisian baterai dengan tegangan lebih dari 160 V bisa dilakukan dengan mengatur setingan controller dan MPPT.

Berikut adalah gambar dari diagram blok Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT.Lentera Angin Nusantara :



Gambar 3.3 Diagram blok sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT.Lentera Angin Nusantara

Gambar 3.3 adalah diagram blok sistem turbin angin Lentera Angin Nusantara yang terdiri dari:

- 1) Generator AC. The Sky Dancer-500, permanen magnet 160V, 3A, 500 Watt, 1000 rpm.
- 2) Charge Controller (Lentera Angin Nusantara). 24 V / 20 A
- 3) Data logger (Lentera Angin Nusantara). Sensor tegangan resistor 20k Ω dan 120k Ω serta sensor arus LEM 6 np.
- 4) Panel Box. Dengan Miniatur Circuit Breaker (MCB) kapasitas maksimal 80A.
- 5) Baterai. NS Accelerate GEL Deep Cycle Battery 2V, 800 Ah.
- 6) Inverter. Conext SW Schneider, Kapasitas maksimal 2500 W, tegangan DC 21 - 33 V, arus DC 11 – 24.3 A, tegangan maksimal 230 V AC, Arus maksimal 250 A.
- 7) Beban. 3 buah lampu sorot, lampu TL dan lampu LED total beban maksimal 700 W.

3.4 Instrumen penelitian

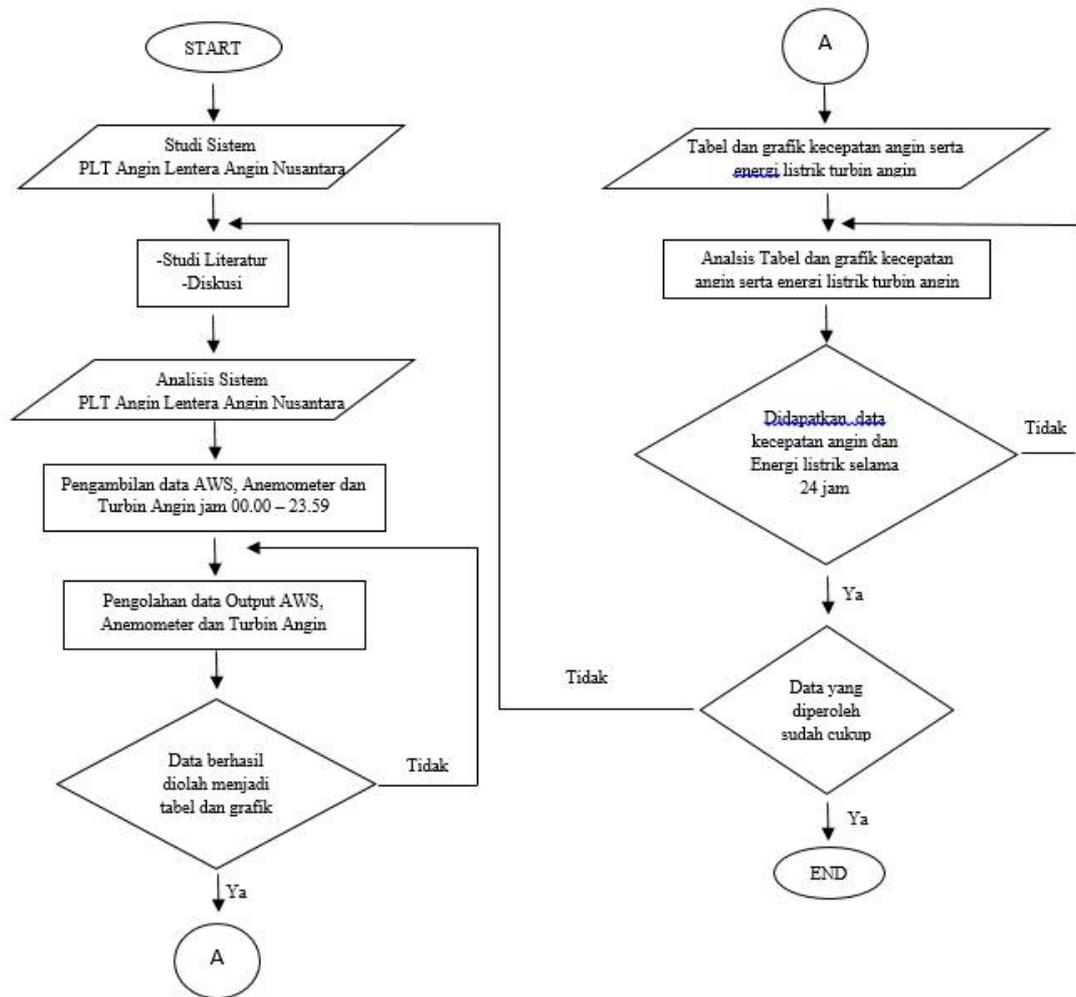
Untuk melengkapi penelitian ini, maka diperlukan sumber dan jenis data yang penulis kumpulkan dalam bentuk catatan observasi. Sumber data primer yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang diperoleh dari hasil observasi langsung kincir angin The Sky Dancer -500 (TSD-500) PT.Lentera Angin Nusantara. Sedangkan sebagai sumber data sekunder yaitu berupa data-data yang penulis peroleh dengan cara wawancara langsung kepada orang-orang yang terlatih langsung dengan pengelolaan pembangkit listrik tenaga angin PT.lentera Angin Nusantara. Jenis data utama dalam penelitian kualitatif ini adalah data angka dan grafik, yaitu berupa angka daya listrik yang dihasilkan turbin angin dalam watt, yang penulis dokumentasikan dengan cara dibuatkan tabel dan grafik.

3.5 Prosedur penelitian

Teknik pengumpulan data merupakan salah satu langkah untuk mendapatkan data dari objek yang diteliti sebelum mengambil kesimpulan akhir. Penentuan teknik pengumpulan data tergantung pada jenis dan sumber data yang diperlukan. Secara umum teknik pengumpulan data ini meliputi pengamatan (observasi), wawancara, dan studi dokumentasi

- 1) Observasi (pengamatan). Peneliti melakukan observasi langsung kincir angin TSD-500 Lentera Angin Nusantara untuk memperoleh data daya listrik yang dihasilkan oleh kincir angin tersebut.
- 2) Wawancara. Teknik wawancara dilakukan peneliti sebagai studi pendahuluan, selanjutnya peneliti juga melakukan wawancara secara mendalam untuk mengetahui berbagai hal tentang kincir angin TSD-500 Lentera Angin Nusantara.
- 3) Dokumentasi. Teknik pengumpulan data dengan dokumen pada penelitian ini, merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara, yaitu dengan cara mempelajari data-data tertulis berupa buku-buku serta mempelajari dokumen tertulis lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

Berikut adalah *flow chart* pelaksanaan studi Pembangkit Listrik Tenaga Angin di PT. Lentera Angin Nusantara.



Gambar 3.4 Flow chart pelaksanaan Studi Pembangkit Listrik Tenaga Angin di PT. Lentera Angin Nusantara

3.6 Analisis Data

Prosedur analisis data dalam penelitian ini dilakukan dalam tahapan sebagai berikut:

- 1) Reduksi data. Data yang telah diperoleh di lapangan diidentifikasi dipilih-pilih sesuai dengan fokus masalah. Pada tahap ini penulis melakukan identifikasi data-data yang diperoleh setelah melakukan observasi dan wawancara di PT Lentera Angin Nusantara, yaitu berupa data angka yang di tercatat dalam data logger serta catatan-catatan penulis ketika mengamati turbin angin TSD-500.
- 2) Penyajian data. Menyusun data-data yang diperoleh sehingga lebih mudah untuk dipahami. Penulis menyajikan hasil penyusunan data dengan cara mendiskripsikan hasil observasi penulis dan menggambarannya dalam bentuk tabel dan grafik menggunakan aplikasi microsoft excel.
- 3) Perifikasi data. Data-data yang telah penulis susun kemudian dianalisis sehingga diperoleh kesimpulan yang dapat menjawab rumusan masalah pada penelitian ini.