

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan turbin angin vertikal aksis jenis Savonius dengan jumlah bilah tiga buah. Penelitian yang dilaksanakan adalah rancang bangun struktur dimulai dari desain sampai dilakukan pengujian alat untuk melihat kinerja desain. Agar tujuan dari penelitian ini dapat tercapai maka diperlukan kerangka atau tahapan dalam penelitian. Kerangka tersebut dapat dilihat pada diagram alir di bawah (gambar 3.1).



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Krisna Togi Hamonangan, 2018

RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU VERTIKAL AKSIS SKALA MINI

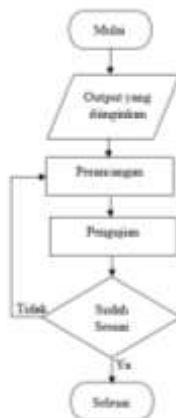
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

3.1.1 Penjelasan Singkat Alir Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, penulis menentukan terlebih dahulu topik yang akan diteliti. Topik yang akan diteliti adalah *Prototype Vertical Axis Wind Turbine Mini Scale*. Setelah mendapatkan topik tersebut, penulis melakukan pengumpulan dasar-dasar teori yang diperlukan sesuai dengan topik penelitian. Berdasarkan teori-teori yang telah dipelajari oleh penulis, perlu dilakukan tahap perancangan alat. Selanjutnya alat tersebut akan diuji pada tahap pengujian alat. Pengujian dilakukan agar dapat terlihat bahwa alat yang sudah dirancang sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Jika alat belum memenuhi spesifikasi yang diinginkan, maka perlu dilakukan kembali perancangan alat sampai spesifikasi alat yang diinginkan tercapai.

3.2 Perancangan Perangkat

Desain turbin angin vertikal aksis jenis savonius dipilih karena memiliki daya putar yang cukup ringan sehingga dapat berputar dengan kecepatan angin yang relatif kecil. Desain terdiri dari dua bagian yaitu kecepatan angin dan bilah turbin angin. Selanjutnya penulis melakukan langkah-langkah untuk membuat rancangan alat, yakni dapat dilihat pada gambar 3.2.



Krisna Togi Hamonang

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU
VERTIKAL AKSIS SKALA MINI**

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

Gambar 3.2 Tahapan Perancangan Alat

3.2.1 Perancangan Bilah Turbin Angin

Perancangan bilah turbin angin dilakukan dengan menggunakan perhitungan rumus untuk mencari luas area sapuan angin pada bilah. Jika daya output yang diinginkan sebesar 5 watt dengan kecepatan angin 10.76 m/s, efisiensi transmisi adalah 0.9 dan efisiensi generatror adalah 0.75 (75%), maka luas area sapuan angin pada bilah dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$P_l = \eta_{gen} P_g \quad (2.11) \quad \begin{aligned} &5 \\ &= (0.75)P_g \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_g &7.41 = (0.15)P_w \\ &= 6.67 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_g &= \eta_{trans} P_{mt} \quad (2.10) \\ 6.67 &= (0.9)P_{mt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{mt} &= 7.41 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{mt} &= \eta_t P_w \\ (2.9) \end{aligned}$$

$$P_w = 33.68 \text{ watt}$$

$$\begin{aligned} P_w &= \frac{1}{2} \rho A V_i^3 \\ (2.8) \end{aligned}$$

$$33.68 = \frac{1}{2} (1.2)(A)(1254.76)$$

$$A = 0.0447 \approx 0.045 \text{ m}^2$$

Dengan didapatnya luas area sapuan turbin angin sebesar 0.045 m², maka didapatkan tinggi dan lebar bilah pada turbin yaitu tinggi sebesar 30cm dan lebar sebesar 15cm. Adapun bahan perancangan turbin dapat dilihat pada tabel berikut.

Krisna Togi Hamonangan, 2018

RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU VERTIKAL AKSIS SKALA MINI

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

Jenis	Bahan	Dimensi (cm)
Bilah	Alumunium (0.7mm)	Tinggi = 30cm Lebar = 15cm
Pulley	Plastik PLA (Polylactic Acid)	Diameter = 10cm Tinggi = 1.5cm

Tabel 3.1 Tabel bahan perancangan bilah dan pulley pada turbin angin

3.3 Pengujian Alat

Setelah turbin dan bilah sudah dirancang dan dibuat, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian alat dengan menggunakan rekayasa angin. Sebelum

Krisna Togi Hamonangan, 2018

RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU VERTIKAL AKSIS SKALA MINI

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

melakukan pengujian alat perlu diketahui terlebih dahulu cara kerja alat yang sudah dibuat. Gambar 3.3 merupakan skema cara kerja alat yang akan di rancang.



Gambar 3.3 Skema cara kerja alat

Dapat dilihat dari urutan nomor yang ada pada skema. Pertama kipas akan menghasilkan angin. Angin yang dihasilkan dapat dikendalikan menggunakan *motor speed control*. Kemudian angin akan memutar turbin angin di mana turbin angin yang digunakan bertipe Savonius dan memiliki bilah berjumlah 3 buah. Turbin angin akan menggerakkan generator. Generator bergerak karena *pulley* pada generator dan turbin sudah dikopel menggunakan *flat belt*. Generator yang berputar akan menghasilkan listrik seiring dengan kecepatan putar yang dihasilkan. LED akan menyala ketika tegangan yang dihasilkan cukup. Adapun langkah pengujian alat yang akan dilakukan adalah penyusunan alat, pemasangan alat ukur, dan melakukan pengukuran alat (*measuring prototype*). Pengukuran alat dilakukan dalam dua kondisi yaitu kondisi berbeban dan kondisi tidak berebeban. Pada pengukuran alat, dilakukan 10 kali pada masing-masing kondisi percobaan dengan variabel kecepatan angin yang berbeda-beda. Setelah melakukan percobaan sebanyak 10 kali, akan didapatkan data dan data tersebut dapat diolah sehingga terbentuk grafik.

3.3.1 Penyusunan Alat

Pada tahap ini yang dilakukan adalah menyusun alat atau *prototype* dengan rapih agar tidak terjadi kesalahan pada saat pengukuran alat. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Krisna Togi Hamonangan, 2018

RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU VERTIKAL AKSIS SKALA MINI

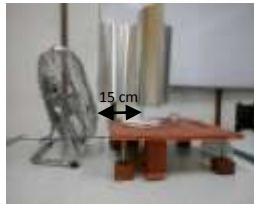
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

- a. Pemasangan kipas angin. Pada penelitian ini kipas angin dipasang berjarak 15 cm dari titik tengah turbin angin. Hal ini bertujuan agar bilah menerima kecepatan angin yang paling besar dari kipas angin.

Krisna Togi Hamonangan, 2018

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU
VERTIKAL AKSIS SKALA MINI**

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



Gambar 3.4 Jarak antara kipas angin dengan turbin angin.

Gambar 3.4 merupakan posisi alat pada saat melakukan percobaan. Jarak antara kipas angin dan sumbu pada turbin angin adalah 15 cm.

- b. Pemasangan *belt* pada *pulley* turbin dan generator. Hal ini dimaksudkan agar turbin dapat memutar generator. *Pulley* pada turbin dan generator dipasang *spotlight* agar dapat diukur menggunakan tachometer mode *photo*.



Gambar 3.5 Posisi *Selector* pada *Tachometer*

Gambar 3.5 adalah tachometer yang diatur menjadi *photo mode* agar dapat mengukur kecepatan putar dari turbin dan generator.

- c. Sebelum sumber tegangan dipasang menuju kipas angin, sumber tegangan dihubungkan terlebih dahulu dengan *speed motor control* lalu dihubungkan dengan kipas angin. Hal ini

Krisna Togi Hamonangan, 2018

RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU VERTIKAL AKSIS SKALA MINI

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

- membuat *speed motor control* mengatur besarnya tegangan yang masuk pada kipas angin.
- d. Mengukur kecepatan putaran pada turbin angin dan generator.

Krisna Togi Hamonangan, 2018

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU
VERTIKAL AKSIS SKALA MINI**

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



Gambar 3.6 Pengukuran kecepatan putar turbin dan generator.

Pada gambar 3.6 dilakukan pengukuran kecepatan putar turbin angin (kiri) dan kecepatan putar generator (kanan) dengan menggunakan tachometer.

- e. Memasang volt meter pada soket yang sudah tersedia. Dihubungkan secara paralel dengan lampu (LED).



Gambar 3.7 Pengukuran tegangan pada alat.

Dapat dilihat pada gambar 3.7 merupakan langkah untuk mengukur tegangan pada alat.

- f. Memasang ampere meter. Karena menggunakan *clamp meter*, maka arus dapat diukur melalui *jumper* yang sudah terpasang pada soket ampere meter.



Gambar 3.8 Pengukuran arus pada alat.

Krisna Togi Hamonangan, 2018

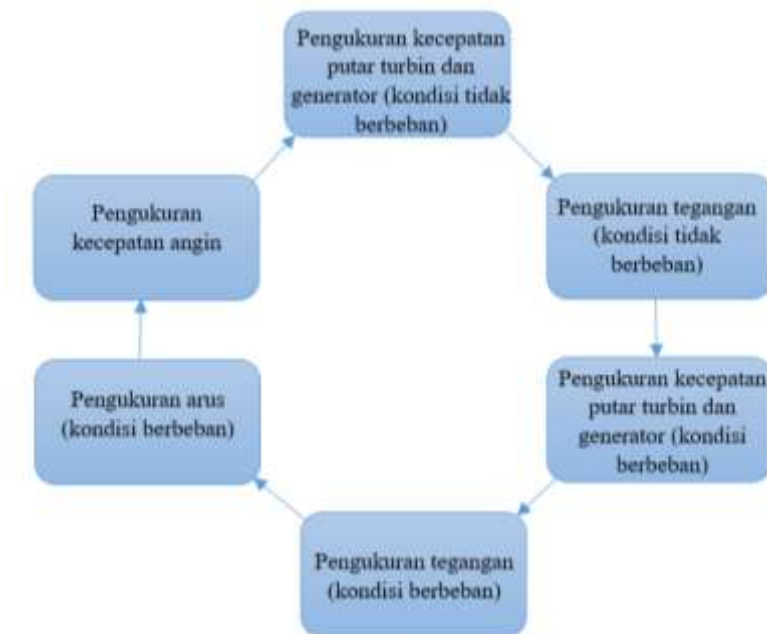
RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU VERTIKAL AKSIS SKALA MINI

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

Gambar 3.8 merupakan langkah untuk mengukur arus pada alat dengan menggunakan *clamp meter*.

3.3.2 Pengukuran alat

Pada tahap ini dilakukan *measuring* yaitu mengukur berapa besarnya tegangan, arus, putaran turbin, dan putaran generator yang dihasilkan dari kecepatan angin tertentu. Gambar 3.9 merupakan skema pada saat melakukan pengukuran alat.



Gambar 3.9 Skema Pengukuran Alat

Krisna Togi Hamonangan, 2018

RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU VERTIKAL AKSIS SKALA MINI

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

Dilihat dari skema percobaan pada gambar 3.9, percobaan dilakukan secara bergantian pada kecepatan angin yang sama. Berikut langkah-langkah percobaan yang dilakukan :

- Pertama menentukan terlebih dahulu kecepatan awal turbin angin. Dengan cara memutar perlahan *speed motor control* sampai bilah berputar. Pada kondisi ini generator tidak dihubungkan dengan beban (kondisi tidak berbeban). Setelah bilah berputar, kecepatan angin dapat diketahui dengan cara mengukurnya menggunakan anemometer.
- Setelah kecepatan angin diukur, langkah selanjutnya adalah mengukur kecepatan putar turbin dengan menggunakan tachometer.
- Selanjutnya melakukan pengukuran pada tegangan output dengan memasukan *probe* AVO meter ke soket voltmeter yang ada. AVO meter diatur pada mode volt DC karena tegangan yang dihasilkan adalah tegangan DC.
- Untuk kondisi berbeban, dilakukan juga pengukuran dengan langkah yang serupa namun diikuti dengan pengukuran arus. Pengukuran arus dapat dilakukan dengan cara menjepit *jumper* dengan menggunakan *clamp*.

Adapun spesifikasi alat yang digunakan dalam pengujian prototype turbin angin yang telah dibuat tercantum pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tabel spesifikasi alat ukur

No	Nama	Merek	Kemampuan alat ukur	Keterangan
1	Anemometer	LT Lutron AM-4200	0.8-30.0 m/s	Mengukur kecepatan angin
2	Multimeter	Heles UX- 838TR	20mV-600V	Mengukur tegangan
3	Clamp Meter	Kyoritsu	0-20 ampere	Mengukur arus

Krisna Togi Hamonangan, 2018

RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU VERTIKAL AKSIS SKALA MINI

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

4	Tachometer	LT Lutron DT-2268		Mengukur Kecepatan putaran
5	LED			Sebagai beban

Pada pengujian alat ini, digunakan anemometer untuk mengukur kecepatan angin. Gambar 3.10 merupakan contoh dari anemometer.



Gambar 3.10 Anemometer

Baling-baling digunakan sebagai *reciever* dari kecepatan angin. pada bagian yang berbentuk kotak merupakan *display* dan mengatur satuan kecepatan angin. Pada penelitian ini digunakan juga multi meter untuk mengukur tegangan. Adapun contoh multi meter dapat dilihat pada gambar 3.11 sebagai berikut.



Krisna Togi Hamonangan
RANCANG BANGUN PROT
VERTIKAL AKSIS SKALA MINI

ISTRIK TENAGA BAYU

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

Gambar 3.11 *Multimeter*

Pada pengujian alat ini, multimeter digunakan pada saat alat diuji dalam kondisi berbeban dan kondisi tidak berbeban. Multimeter ini digunakan untuk mengukur tegangan keluaran dari generator.

Gambar 3.12 *Clamp Meter*

Gambar 3.12 menunjukkan gambar alat ukur clamp meter. Fungsi dari clamp meter pada pengujian alat ini adalah sebagai pengukur arus keluaran dari generator pada saat alat diuji dalam kondisi berbeban. Adapun untuk mengukur kecepatan putaran pada *pulley* generator dan *pulley* turbin angin digunakan tachometer. Sedangkan alatnya dapat dilihat pada gambar 3.13 sebagai berikut.

Gambar 3.13 *Tachometer*

Pada pengujian alat, penulis menggunakan tachometer dengan mode *photo contact*. Hal ini dikarenakan tachometer tidak dapat bersentuhan

Krisna Togi Hamonangan, 2018

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU
VERTIKAL AKSIS SKALA MINI**

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

langsung dengan *pulley* untuk mengukur kecepatan putaran pada *pulley* turbin angin.

3.4 Analisis Hasil Pengukuran

Analisis data dilakukan setelah mendapatkan hasil dari pengukuran alat. Setelah itu dilihat kesesuaian output alat. Jika sudah sesuai maka dilakukan optimalisasi pada desain sampai output alat yang diinginkan tercapai. Jika sudah tercapai, maka seluruh proses perancangan dihentikan dan dilanjutkan dengan penyusunan laporan.

Krisna Togi Hamonangan, 2018

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU
VERTIKAL AKSIS SKALA MINI**

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