

## **BAB II**

### **SPESIFIKASI**

## **2 Pengantar**

### **2.1 Ringkasan Isi Dokumen**

Dalam dokumen ini akan dibahas mengenai rencana pembuatan “PJU Berbasis Energi Angin di Wilayah Pesisir Pantai” dan akan dijelaskan terkait spesifikasi produk PJU Berbasis Energi Angin yang akan dibuat sehingga dapat dijalankan dengan baik, juga dibahas mengenai nilai komersial dari produk serta kebutuhan masyarakat. Kemudian akan dijelaskan mengenai bagaimana cara pengujian dan parameter apa saja yang diambil dari komponen yang akan digunakan dalam pengembangan sistem PJU Berbasis Energi Angin di Wilayah Pesisir Pantai

### **2.2 Tujuan Penulisan dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen**

Dokumen ini dibuat dengan tujuan sebagai dokumentasi gagasan dan ide dasar dalam proyek pembuatan PJU Berbasis Energi Angin di Wilayah Pesisir Pantai. Dokumen ini memberikan gambaran mengenai spesifikasi, verifikasi serta pengembangan produk yang akan memberikan informasi kepada pihak-pihak yang terkait dalam pengembangan “*PJU Berbasis Energi Angin di Wilayah Pesisir Pantai*”. Berikut ini merupakan beberapa tujuan penulisan:

1. Mengembangkan model sistem pembangkit listrik berbasis energi angin yang dapat diaplikasikan di wilayah pesisir pantai. Pemodelan ini dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan lokal seperti kecepatan angin, kondisi geografis, dan tingkat ketersediaan energi angin di wilayah tersebut, sehingga sistem yang dihasilkan dapat berfungsi secara optimal dan berkelanjutan.
2. Simulasi kinerja turbin angin dengan memvariasikan kondisi kecepatan angin yang ada di wilayah pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk memahami sejauh mana turbin angin dapat menghasilkan daya listrik pada kecepatan angin yang rendah, sedang, maupun tinggi, serta untuk mengidentifikasi parameter yang mempengaruhi efisiensi dan keandalan turbin.
3. Menganalisis potensi energi angin di wilayah pesisir secara kuantitatif menggunakan data kecepatan angin jangka panjang. Analisis ini juga akan

mempertimbangkan aspek teknis dan ekonomis, seperti kelayakan investasi dan potensi kontribusi energi angin terhadap kebutuhan energi listrik lokal.

## 2.3 Spesifikasi

### 2.3.1 Spesifikasi Produk

PJU ini menggunakan turbin angin vertikal (Vertical Axis Wind Turbine/VAWT) sebagai sumber energi utama. Jenis turbin ini dipilih karena mampu beroperasi dengan stabil meskipun arah angin berubah-ubah, yang sering terjadi di wilayah pesisir<sup>[7]</sup>. Dengan kapasitas daya turbin sebesar 300–500 Watt, produk ini dapat menangkap energi angin pada kecepatan angin minimal 2,5 m/s hingga maksimum 25 m/s, sehingga sangat cocok untuk daerah dengan variasi kecepatan angin yang cukup besar<sup>[8]</sup>. Bahan baling-baling menggunakan fiber reinforced plastic (FRP) atau aluminium berlapis khusus yang tahan terhadap korosi akibat paparan udara asin di pesisir. Desain aerodinamikanya dirancang untuk memastikan efisiensi konversi energi angin menjadi listrik meskipun dalam kondisi angin rendah.

Sistem penerangan menggunakan lampu LED hemat energi berkapasitas 40–60 Watt dengan efisiensi cahaya mencapai  $\geq 130$  lumen/Watt. Lampu ini mampu menerangi area jalan dengan intensitas cahaya yang optimal untuk keamanan pengguna jalan pada malam hari. Dengan masa pakai hingga 50.000 jam, lampu ini dirancang untuk meminimalkan biaya perawatan jangka panjang. Selain itu, lampu LED ini memiliki warna cahaya putih dingin (cool white) pada 6000K–6500K, yang ideal untuk penerangan luar ruangan karena memberikan visibilitas tinggi.

Energi yang dihasilkan oleh turbin angin disimpan dalam baterai berjenis Lithium Iron Phosphate (LiFePO<sub>4</sub>) dengan kapasitas 12V, 100 Ah. Baterai ini dipilih karena memiliki daya tahan yang tinggi (hingga 5–8 tahun) dan mampu bertahan dalam kondisi lingkungan yang keras. Dengan waktu cadangan daya selama 2–3 hari tanpa angin, sistem ini tetap dapat beroperasi meskipun tidak ada angin dalam jangka waktu tertentu. Sistem ini juga dilengkapi dengan controller tipe MPPT (Maximum Power Point Tracking) yang berfungsi untuk mengontrol pengisian daya ke baterai dan melindungi sistem dari pengisian berlebih, pengosongan daya berlebih, serta arus pendek.

Untuk mendukung daya tahan terhadap kondisi pesisir, tiang PJU dibuat dari bahan baja galvanis dengan lapisan anti-korosi yang dirancang untuk bertahan di lingkungan dengan tingkat kelembaban tinggi hingga 95%. Tiang dengan tinggi 6–9 meter ini mampu

menahan kecepatan angin ekstrim hingga 120 km/jam tanpa kerusakan struktural. Tiang ini juga didesain modular sehingga mudah untuk dipasang dan dirawat. Komponen elektronik, seperti controller dan baterai, dilindungi dalam kotak dengan tingkat perlindungan IP65, sehingga tahan terhadap air hujan dan debu.

### 2.3.2 Verifikasi

Pada sub bab ini menjelaskan bagaimana Sistem yang akan dirancang akan diverifikasi dan Setiap spesifikasi diuji menggunakan metode pengukuran dan prosedur pengujian yang dirancang untuk memastikan sistem memenuhi kriteria yang telah ditentukan.

#### 1.3.2.1 Spesifikasi #1

Tabel 2.1 Spesifikasi 1

Hal	Turbin
Rincian	Turbin angin vertikal (VAWT) dirancang untuk memanfaatkan kecepatan angin minimal 2,5 m/s. Desain vertikal memungkinkan efisiensi pada berbagai arah angin, dengan bahan tahan korosi yang cocok untuk lingkungan pesisir. Turbin ini dipasang pada tiang galvanis setinggi 6–10 meter untuk mendapatkan kecepatan angin optimal.
Metode Pengukuran	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan kipas angin atau terowongan angin untuk menghasilkan kecepatan angin variabel (2 m/s hingga 10 m/s).</li> <li>2. Sensor torsi digunakan untuk mengukur daya dorong turbin dalam satuan Newton-meter (Nm).</li> <li>3. Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi turbin dalam satuan putaran per menit (RPM).</li> <li>4. Catat hubungan antara kecepatan angin, torsi, dan RPM turbin.</li> </ol>
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siapkan turbin dan pastikan poros terhubung dengan sistem pengukuran torsi dan tachometer.</li> <li>2. Tempatkan turbin di perangkat uji dan arahkan kipas angin/terowongan angin.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Mulai dengan kecepatan angin 2 m/s dan tingkatkan secara bertahap hingga 10 m/s.</li> <li>4. Catat torsi dan RPM pada setiap tingkat kecepatan angin.</li> <li>5. Ulangi pengujian beberapa kali untuk mendapatkan data konsisten.</li> <li>6. Analisis hasil untuk memastikan turbin mampu menghasilkan torsi yang cukup pada kecepatan angin rendah (<math>\geq 2,5</math> m/s).</li> </ol>
--	---

### 1.3.2.2 Spesifikasi #2

Tabel 2.2 Spesifikasi 2

Hal	Kontrol Daya
Rincian	Sistem kontrol untuk mencegah overloading pada lampu jalan dan komponen lainnya.
Metode Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penggunaan sensor arus untuk memantau penggunaan daya.</li> <li>2. Pengukuran tegangan dan arus secara real-time</li> </ol>
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uji coba sistem kontrol dengan beban maksimum</li> <li>2. Monitor respons sistem saat terjadi lonjakan daya.</li> <li>3. Evaluasi efektivitas sistem kontrol dalam mencegah overloading.</li> </ol>

### 1.3.2.3 Spesifikasi #3

Tabel 2.3 Spesifikasi 3

Hal	Sistem Penyimpanan Energi
Rincian	Kapasitas baterai yang diperlukan untuk menyimpan energi dari turbin angin.
Metode Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengukuran kapasitas baterai menggunakan alat ukur kapasitas.</li> </ol>

	2. Simulasi penggunaan energi berdasarkan konsumsi lampu jalan.
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uji kapasitas baterai dengan pengisian penuh</li> <li>2. Monitor penggunaan energi selama periode tertentu.</li> <li>3. Evaluasi daya tahan baterai dalam mendukung sistem penerangan.</li> </ol>

#### 1.3.2.4 Spesifikasi #4

Tabel 2.4 Spesifikasi 4

Hal	Lampu LED
Rincian	Kapasitas 40–60 Watt, efisiensi cahaya $\geq 130$ lumen/Watt, masa pakai hingga 50.000 jam, warna cahaya 6000K–6500K.
Metode Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan lux meter untuk mengukur intensitas cahaya.</li> <li>2. Mengukur efisiensi cahaya dengan membandingkan lumen yang dihasilkan dengan daya yang digunakan.</li> </ol>
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pasang lux meter di lokasi penerangan.</li> <li>2. Nyalakan lampu dan catat intensitas cahaya yang dihasilkan.</li> <li>3. Hitung efisiensi cahaya dengan rumus: Lumen / Watt.</li> <li>4. Ulangi pengukuran pada waktu yang berbeda untuk memastikan konsistensi.</li> </ol>