

**DESAIN PERANCANGAN PROTOTIPE PLTB MENGGUNAKAN  
TURBIN *VORTEX BLADELESS***

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro  
Program Studi S1 Teknik Elektro



Oleh:

**Muhammad Irsan Lukmanul Hakim**

**E.5051.1905153**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2023**

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan listrik di Indonesia semakin meningkat, mengingat energi listrik dimasa sekarang menjadi kebutuhan dasar manusia yang mencakup aspek rumah tangga, seperti penerangan rumah, pengisian daya peralatan elektronik, hingga kebutuhan lainnya (Murugaperumal, Srinivasn, & Prasad, 2020). Didukung dengan pada seminar Indonesia *Economic Outlook 2023* kebutuhan listrik di Indonesia mencapai 1.172 kWh/kapita dan akan terus naik seiring dengan pertumbuhan penduduk dan ekonomi di Indonesia (EBTKE, 2023).

Indonesia merencanakan pembangunan pembangkit listrik energi terbarukan untuk menyeimbangkan kebutuhan energi listrik dimasa mendatang, hal tersebut tertulis pada peraturan menteri ESDM nomor 12 tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan, dengan upaya lain yaitu untuk mengurangi tingkat emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Potensi energi terbarukan di Indonesia menurut KESDM mencapai total 441,7 GigaWatt (GW), dengan rincian tenaga surya 207,8 GW<sub>peak</sub>, energi air 94,3 GW, energi angin 60,6 GW, panas bumi 28,5 GW dan lainnya sebesar 50,5 GW, pencapaian realisasi baru mencapai 2% dari total atau sekitar 9,07 GW (KESDM, 2018).

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan salah satu pembangkit listrik yang disebutkan dalam Peraturan Pemerintah (PP) No.79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN). Pembangunan PLTB ditargetkan dapat menghasilkan sebesar 255 MW pada tahun 2025, namun realisasi hingga tahun 2020 baru mencapai 135 MW dengan rincian 75 MW PLTB Sidrap dan 60 MW di PLTB Jeneponto (EBTKE, 2021). Pada PLTB memiliki komponen penting yang mengoperasikan sistem pembangkit untuk menghasilkan energi listrik yaitu turbin angin. Berdasarkan jenisnya, turbin angin terbagi menjadi dua yaitu turbin angin sumbu horizontal (TASH) dan turbin angin sumbu vertikal (TASV).

Turbin angin sumbu horizontal dibangun dengan turbin yang sejajar dengan arah angin, sehingga pemanfaatan energi angin terbatas hanya dengan satu arah mata angin (He, 2021). Turbin jenis ini dipasang diatas menara yang sangat tinggi dan membutuhkan lahan yang luas, sehingga tidak cocok untuk dibangun dengan

skala yang kecil. Seperti contoh PLTB di Indonesia memiliki ketinggian menara yang dibangun adalah 80meter dengan panjang baling-baling turbin 57 meter (EBTKE, 2017). Besar dan tingginya menara mebuat rentan untuk mengalami turbulensi, turbulensi yang kuat akan menyebabkan kerusakan secara stuktural pada menara dan komponen PLTB (Ismail, Munandar, & Argantara, 2019), bahkan kerusakan dapat terjadi pada bilah turbin yang akan memunculkan rekahan pada bilah hingga dapat menyebabkan patahnya bilah turbin (Ravikumar, et al., 2019). Tidak hanya pada turbin, kerusakan pada bagian komponen lain seperti rotor, *gearbox*, generator dan peralatan lainnya dapat terjadi. Kerusakan salah satu komponen akan mengakibatkan perubahan karakteristik, dan memengaruhi komponen lain sehingga keluaran yang dihasilkan tidak optimal. Proses *maintenance* TASH akan memerlukan biaya dan usaha yang lebih besar karena harus melakukan pengecekan komponen pada ketinggian menara (Shohag, Hammel, Olawale, & Okoli, 2017).

Turbin angin sumbu vertikal merupakan turbin angin yang dibuat dengan poros tegak lurus dengan angin, sehingga memiliki kelebihan untuk memanfaatkan energi angin dari berbagai arah mata angin dengan efektif (Indriani, Manurung, Daratha, & Hendra, 2019). Pada turbin jenis ini tidak diperlukan untuk menempatkan *gearbox* dan generator yang disimpan diatas menara, sehingga proses pembangunan dan *maintenance* akan lebih mudah untuk dilakukan dan biaya yang dikeluarkan lebih sedikit. Namun efisiensi energi yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan jenis TASH, meskipun lebih sedikit penerapan turbin angin jenis ini lebih mudah diterapkan pada skala kecil dan dalam lingkup yang tidak luas (Susilo, 2019).

Sebuah kelompok kecil berisikan insinyur dan ilmuwan dari Spanyol melakukan pengembangan dan pembuatan prototipe dari fenomena *Vortex Shedding* yang dikembangkan dengan model turbin angin sumbu vertikal. Ide yang dimiliki yaitu dengan merubah desain pembangkit listrik tenaga angin turbin berbilah sumbu vertikal menjadi turbin angin tanpa bilah sumbu vertikal yang berbentuk seperti menara tabung, dan pembangkitan listrik dengan memanfaatkan getaran (resonansi) yang dikonversikan dengan altenator yang sudah dimodifikasi (Jonathan & Tobing, 2021). Konsep tersebut mengacu pada permasalahan yang

terjadi pada menara yang dimiliki oleh PLTB TASH yang mengalami turbulensi saat terkena angin yang besar dan konsep generator PLTB TASV yang diletakkan tidak jauh dari tanah. Namun demikian generator yang dimiliki TASV tidak dapat menghasilkan listrik meski terjadi getaran turbulensi pada menara tabung. Selanjutnya dilakukan pengembangan penggunaan generator magnet sebagai alat konversi energi.

Maka pada penelitian ini, akan dilakukan sebuah perancangan prototipe PLTB dengan sistem dan cara kerja *Vortex Bladeless* skala kecil, sebagai model yang berpotensi dapat diterapkan pada pengembangan pembangkit listrik energi terbarukan dengan menggunakan konsep pembangkit listrik tenaga bayu tanpa bilah dan generator dengan menggunakan prinsip kerja induksi magnet untuk menghasilkan listrik dari getaran atau osilasi yang dihasilkan oleh angin.

## **1.2 Rumusan Masalah Penelitian**

Berdasarkan pada latar belakang penelitian dan analisis masalah yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan yang akan dikaji pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana proses perancangan prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan menggunakan turbin jenis *Vortex Bladeless*?
2. Bagaimana tingkat optimalitas dan keandalan kinerja dari prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu yang menggunakan turbin jenis *Vortex Bladeless*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan masalah yang ditulis dalam perumusan masalah, maka tujuan penelitian tersebut, diantara lain:

1. Mengetahui tahapan proses pembuatan dan menganalisis hasil perancangan prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan menggunakan turbin jenis *Vortex Bladeless*.
2. Mengetahui tingkat optimalitas dan keandalan kinerja dari prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu yang menggunakan turbin jenis *Vortex Bladeless* yang sudah dibuat.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis: Penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi dan acuan mengenai perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan menggunakan *Vortex Bladeless*, serta menjadi ilmu pembaruan tentang pembangkit listrik di Indonesia.
2. Manfaat praktis
  - a. Bagi penulis, diharapkan penelitian ini dapat menjadi sarana dalam implementasi bidang pengetahuan tentang ketenagalistrikan
  - b. Bagi peneliti selanjutnya, diharapkan dapat memberikan pengembangan lebih luas terkait pengembangan energi terbarukan di Indonesia

### **1.5 Struktur Organisasi Penulisan Skripsi**

Berdasarkan pada Pedoman Penulisan Karya Ilmiah UPI tahun 2019 yang berisikan tentang sistematika penulisan skripsi, maka sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan struktur organisasi skripsi.

#### **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan mengenai teori dasar, konsep-konsep, serta penelitian dan pengembangan yang berkaitan dengan pembahasan pada penelitian ini.

#### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini menguraikan metode penelitian yang menjelaskan tentang perancangan alur penelitian. Mulai dari *literature review*, perencanaan desain, perancangan alat, percobaan alat hingga analisis kinerja alat.

#### **BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas mengenai temuan dan pembahasan berdasarkan rumusan masalah yang disusun. Bab ini akan menjelaskan mengenai perancangan sistem, mulai dari persiapan alat dan bahan, simulasi, perakitan dan membahas kinerja alat yang telah dibuat.

#### **BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI**

Bab ini berisi simpulan, implikasi, dan rekomendasi, yang disajikan pada penafsiran dan pemaknaan peneliti terhadap hasil analisis temuan penelitian sekaligus menyampaikan hal-hal penting yang dapat dimanfaatkan dari hasil penelitian ini.