

BAB I

PENDAHULUAN

Bab I Pendahuluan ini berisi tentang gambaran umum topik yang akan dibahas yaitu “Perancangan *Cam* Pengatur Sudut *Pitch* Bilah Turbin pada *Prototype* Turbin Angin Sumbu Vertikal Bilah Adaptif Skala Laboratorium“, bab ini terdiri dari beberapa subbab, yaitu latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, luaran dan sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia, angin adalah salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan. Diperkirakan, potensi energi angin di Indonesia mencapai 155 GW, yang terdiri dari 60,6 GW energi angin darat dan 94,2 GW energi angin lepas pantai . Namun, pemanfaatan energi angin saat ini baru mencapai 154,3 MW, atau kurang dari 0,1% dari potensi yang tersedia (ESDM, 2023). semakin mendapatkan perhatian seiring dengan upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Terdapat dua jenis turbin angin, yaitu turbin angin sumbu horizontal (TASH) atau *horizontal axis wind turbine* (HAWT) dan turbin angin sumbu vertikal (TASV) atau *vertical axis wind turbine* (VAWT). Turbin angin sumbu horizontal (TASH) lebih banyak digunakan di pasaran karena efisiensinya yang lebih tinggi dibandingkan dengan Turbin angin sumbu vertikal (TASV) (Hand, Kelly and Cashman, 2021). Kelemahan Turbin angin sumbu vertikal (TASV) muncul akibat karakteristik aliran turbulen yang dihasilkan oleh rotasi bilahnya (Wang *et al.*,

2016), yang meliputi masalah seperti vortisitas ujung dan stall dinamis. Vortisitas adalah ukuran rotasi fluida secara mikroskopis, sedangkan stall dinamis merupakan fenomena aerodinamis yang terjadi ketika airfoil dengan cepat mengubah sudut serang.

Turbin angin sumbu vertikal adalah pilihan yang bagus untuk memungkinkan tenaga angin diekstraksi dalam aplikasi perkotaan. Pemanfaatan turbin angin sumbu vertikal (TASV) digunakan karena berbagai macam keuntungan, antara lain : Strukturnya aman, mudah dibangun, dan bisa dipasang dekat dengan permukaan tanah. Generator dan gearbox dapat diletakkan tidak jauh dari tanah, mempermudah perawatan, serta konstruksinya lebih sederhana. (Marnoto, 2010). Saat ini, penerapannya di industri dibatasi oleh kekhawatiran tentang efisiensi turbin dan integritas struktural.

Turbin angin sumbu vertikal (TASV) adalah pilihan yang layak untuk digunakan dalam lingkungan yang terbatas dan bergejolak, seperti lingkungan perkotaan dan tempat di mana ada banyak interaksi turbin *wake-to-wake*. Interaksi turbin *wake-to-wake* merupakan interaksi aerodinamis antara turbin angin yang berdekatan, yang menghasilkan peningkatan turbulensi dan penurunan kecepatan angin. Dengan desain yang lebih sederhana, . Turbin angin sumbu vertikal (TASV) dapat beradaptasi dengan lebih baik terhadap perubahan kondisi angin dan meningkatkan keandalan. Dibandingkan dengan Turbin angin sumbu horizontal (TASH), turbin angin sumbu vertikal (TASV) dianggap tidak terlalu mengganggu di lingkungan perkotaan, yang mendorong popularitasnya. Penelitian baru-baru ini menekankan optimalisasi efisiensi aerodinamis . Turbin angin sumbu vertikal (TASV) untuk meningkatkan pemanfaatan daya.

Turbin angin sumbu vertikal (TASV) diharapkan dapat menjadi penggerak generator untuk menghasilkan energi listrik terbarukan tanpa adanya polusi. Turbin angin sumbu vertikal (TASV) tipe savonius dapat berputar pada kecepatan angin rendah, yaitu mulai dari 0,5 m/s sebelum terhubung dengan generator, dan 1,8 m/s setelahnya, dengan ukuran Dimensi turbin yang digunakan memiliki ukuran 2 x 3,5 m, dilengkapi dengan 3 sudu, di mana setiap sudu memiliki luas penampang 2 x 1 m.. (Edy Estrada, Natsir MT and Teknik Elektro Universitas Mataram, 2014).

Turbin angin sumbu vertikal (TASV) atau *vertical axis wind turbine* (VAWT) beberapa kelemahan. Salah satunya adalah efisiensi yang kurang baik bila dibandingkan dengan turbin angin sumbu horizontal, dikarenakan angin yang sudah mengenai sudu turbin angin sumbu vertikal akan kembali mengenai sudu dari arah sebaliknya, yang akan menghambat efisiensi dari turbin angin sumbu vertikal. Namun juga terkadang apabila bilah tidak tepat mengarah pada arah angin yang berubah-ubah setiap waktu akan mengakibatkan sudu dapat tidak terkena aliran angin, sudu turbin yang tidak terkena arah angin akan mengakibatkan turbin angin tidak dapat berputar. Untuk mengatur sebuah bilah turbin diperlukan sebuah mekanisme pengatur.

Penelitian ini akan mengangkat tentang inovasi berupa mekanisme cam yang dapat mengatur arah bilah turbin agar arah nya sesuai dengan arah aliran angin. Mekanisme *cam* dalam turbin angin sumbu vertikal dengan pengatur bilah bilah ini pernah dilakukan penelitian oleh (Lee *et al.*, 2024), dengan menggunakan *control actuator* sebagai pengatur bilah sudu turbin. sehingga hal ini merupakan hal yang sangat menarik untuk dilakukan penelitian.

Mekanisme *cam* akan dapat meningkatkan efisiensi dari alat turbin angin

sumbu vertikal dengan 4 bilah, dikarenakan bilah turbin akan diatur oleh cam agar pada saat mengenai arah aliran angin dari arah sebaliknya hanya tidak mengenai bilah turbin angin bidang bilah turbin angin.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh mekanisme pengatur bilah pada turbin angin sumbu vertikal (TASV).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun untuk rumusan masalah yang diangkat dalam laporan ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana desain komponen dapat mengatur bilah turbin angin agar bilah turbin sesuai dengan sudut bilah turbin ideal?.
2. Analisis Gerakan mekanisme pengatur sudut bilah turbin angin sumbu vertikal dengan empat bilah menggunakan menu *motion study software* Solidworks 2024.
3. Bagaimana efektivitas penggunaan mekanisme pengatur bilah turbin angin sumbu vertikal empat bilah agar bilah turbin sesuai dengan sudut bilah turbin ideal?.
4. Bagaimana koefisien daya turbin angin vertikal dengan bilah adaptif dengan kecepatan tertentu?.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mendesain turbin angin tipe vertikal yang sudu atau *blade* nya adat mengarah pada arah aliran angin tertentu diperlukan Batasan masalah sebagai berikut :

1. Dalam menentukan arah aliran angin hanya ditentukan pada satu arah saja.
2. Pengaturan arah bilah dilakukan pada sudut putar setiap 10 derajat.
3. Desain dan kalkulasi cam dilakukan dengan cara simulasi dengan menggunakan *software* Solidworks 2024.
4. Dalam penelitian hanya mengukur kecepatan angin, putaran turbin dan gaya torsi.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari proyek akhir ini adalah

1. Mendesain mekanisme untuk mengatur sudut bilah turbin angin sumbu vertikal empat bilah agar sesuai dengan sudut bilah turbin ideal.
2. Memvisualisasikan gerakan mekanisme pengatur sudut bilah turbin angin sumbu vertikal dengan empat bilah menggunakan menu *motion study software* Solidworks 2024.
3. Mengetahui efektivitas penggunaan mekanisme pengatur sudut bilah turbin angin sumbu vertikal empat bilah dalam mengatur sudut bilah turbin pada berbagai variasi kecepatan angin.
4. Mengetahui koefisien daya turbin angin vertikal dengan bilah adaptif.

1.5 Luaran

Luaran proyek akhir yang ditargetkan dalam penugasan proyek akhir meliputi :

A. Luaran wajib

1. Laporan Proyek Akhir.
2. *Prototype* turbin angin sumbu vertikal bilah adaptif.
3. Publikasi : paten sederhana yang telah didaftarkan, atau video yang berisi ulasan teknologi hasil proyek akhir, yang diunggah di laman *youtube*.

B. Luaran tambahan (opsional)

Publikasi : artikel yang dipublikasikan di jurnal internasional atau jurnal nasional. (status minimal:”*submitted*”).

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Agar sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah laporan Proyek Akhir ini terdiri dari V bab atau bagian yang berurutan. Adapun bab-bab tersebut meliputi (i) pendahuluan, (ii) tinjauan Pustaka, (iii) metodologi, (iv) hasil dan pembahasan, serta (v) kesimpulan dan saran. Berikut ini adalah penjelasan tentang setiap bab atau bagian.

1.6.1 Pendahuluan

Bab Pendahuluan berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalahn tujuan luaran, serta sistematika penulisan laporan. Latar belakang berisi tentang situasi atau kondisi yang mendorong munculnya ide atau gagasan yang dapat dijadikan topik dala pembuatan Proyek Akhir. Untuk dapat mengaji ide-ide tersebut diperlukan studi literatur tentang hal terkait. Setelah menentukan salah satu ide, maka masalah akan muncul, masalah tersebut dapat kita selesaikan dengan berbagai cara yaitu dimodelkan, disimulasi serta divalidasi. Masalah yang diangkat

juga harus mempunyai Batasan masalah agar ide yang diangkat terfokus pada satu masalah. Setelah menyatakan masalah tujuan dan luaran juga perlu disampaikan agar jelas apa yang didapat penulis dalam mengangkat ide tersebut, dan yang terakhir sistematika penulisan laporan juga perlu disampaikan.

1.6.2 Tinjauan Pustaka

Bab Tinjauan Pustaka merupakan bagian yang berisi tentang penelusuran Pustaka, yang berisi paragraph-paragraf tentang rancang bangun turbin angin vertikal. Pada Bab ini menjelaskan tentang definisi objek penelitian dan juga konsep atau variabel atau parameter yang terkait dengan topik yang akan di tulis oleh penulis.

1.6.3 Metodologi

Pada Bab Metodologi berisi tentang tahapan atau cara yang dilakukan dalam menyelesaikan Proyek Akhir dari tahap awal hingga tahap akhir, yang di sajikan dengan diagram alir. Setiap proses atau tahapan di jelaskan oleh setiap paragraf, begitu pula seterusnya.

1.6.4 Hasil dan Pembahasan

Pada Bab ini menjelaskan tentang hasil serta pembahasan yang diperoleh penulis dalam proses desain turbin angin dengan mekanisme cam sebagai pengatur sudu turbin. Setelah mendapatkan desain yang sesuai kemudian dilakukan fabrikasi kemudian dilakukan ujicoba dengan prototipe turbin angin.

1.6.5 Kesimpulan dan Saran

Pada Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil proyek akhir. Kesimpulan menyajikan bentuk serta ukuran dari cam, serta pengaruh bentuk cam dengan kecepatan angin. Sedangkan saran berisi tentang rekomendasi yang ditujukan kepada berbagai pihak yang berkaitan dengan hasil proyek atau kegiatan ini.