

Perancangan Struktur Menara Turbin Angin Savonius Tipe-L Untuk Pembangkit Listrik Pada Rumah Tinggal

¹⁾Renalldy Djodjobo, ²⁾Stenly Tangkuman, dan ³⁾Irvan Rondonuwu

¹⁾Prodi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi

^{2),3)}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik,

Universitas Sam Ratulangi Jl. Kampus Unsrat Bahu,

Manado

Email: ¹⁾aldyjdjodjobo@gmail.com ; ²⁾st75@unsrat.ac.id

ABSTRAK

Struktur menara pembangkit listrik tenaga angin harus mampu menopang bagian lain seperti turbin angin, gearbox dan alternator. Dengan demikian struktur menara harus dirancang agar kuat untuk menahan beban berat komponen lainnya dan lebih khusus beban angin yang dapat membengkokkan atau mematahkan struktur menara jika tidak cukup kuat.

Tujuan dari penelitian adalah menghitung beban – beban pada menara dan merancang menara turbin angin savonius tipe-L. Selanjutnya membuat miniatur menara untuk melengkapi miniatur pembangkit listrik tenaga angin yang dijadikan objek penelitian.

Menara dirancang berbentuk pipa dengan dimensi; tinggi 2500 mm, diameter luar 203,20 mm, diameter dalam 183,2 mm, dan tebal 10 mm. Dudukan *gearbox* dari besi hollow hitam 50 mm x 50 mm, tebal 1.8 mm. Hasil simulasi statis struktur menara menggunakan Solidworks 2016 didapat bahwa tegangan von mises maksimum sebesar 1,33 MPa, dan displacement maksimum sebesar 1,84mm.

Menara yang dirancang dibuat dalam bentuk miniatur dengan skala 1:5, memiliki tinggi 50 cm dan diameter pipa sebesar 2 inch, tempat dudukan *gearbox* dari baja strip S 45 C dengan ukuran 17 cm x 5 cm, tebal 5 mm.

Kata Kunci: PLTB, Struktur menara angin savonius tipe-L, Simulasi statis

ABSTRACT

The tower structure of a wind power plant must be able to support other parts such as wind turbines, gearboxes and alternators. Thus the tower structure must be designed to be strong to withstand the heavy loads of other components and more specifically wind loads that can bend or break the tower structure if it is not strong enough.

The purpose of this research is to calculate the load on the tower and design the tower structure for the L-type savonius wind turbine. Next, make a miniature tower to complete the miniature wind powerplant which is the object of research.

The tower structure is designed using pipes with dimensions; 2500 mm high, 203.20 mm outside diameter, 183.2 mm inside diameter, and 10 mm thick. The gearbox holder is made of 50 mm x 50 mm hollow steel with a thickness of 1.8 mm. The results of the static simulation of the tower structure using Solidworks 2016 show that the maximum von

Mises stress is 1.33 MPa, and the maximum displacement is 1.84 mm.

The designed tower is implemented in a miniature with a scale of 1:5, has a height of 50 cm and a pipe diameter of 2 inches, the gearbox holder is made of S 45 C strip steel with a size of 17 cm x 5 cm and a thickness of 5 mm.

Keywords: PLTB, L-type savonius wind tower structure, Static simulation

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Turbin angin dibagi dua berdasarkan posisi poros yaitu turbin angin horizontal dan vertical. Dan salah satu komponen yang berperan penting untuk menahan putaran turbin yang besar itu adalah struktur dari turbin itu sendiri. Turbin angin Savonius merupakan turbin angin dengan sumbu vertikal yang mampu mengubah energi kinetik angin berubah menjadi energi mekanik. Turbin ini dikembangkan oleh insinyur asal Finlandia Sigurd Johannes Savonius pada tahun 1922, namun jauh sebelum itu telah ada konsep kincir yang mirip yang dibuat oleh Bishop of Czanad melalui tulisannya pada buku *Machinae nova* diterbitkan 1616.

Penelitian ini tentang merancang struktur menara turbin angin savonius tipe-L untuk pembangkit listrik pada rumah tinggal, struktur menara yang dirancang mampu menopang beban sudu, dan gearbox. Dimensi struktur menara menyesuaikan dimensi sudu, dan gearbox. Bahan struktur menara

terbuat dari bahan yang mudah didapat, dan bahan tersebut mampu menahan gaya dari angin maupun gaya-gaya dari sudu, dan gearbox. Dimensi tinggi struktur menara yang dirancang ditentukan dengan mengukur kecepatan angin di lokasi perancangan yang telah ditetapkan pada saat perhitungan atau simulasi daya turbin. Daya turbin sangat berpengaruh terhadap dimensi struktur menara, jika daya turbin yang didapat besar maka dimensi dari struktur menyesuaikan. Struktur menara merupakan salah satu komponen penting pada PLTB yang dirancang untuk kebutuhan penerangan pada rumah tinggal atau terlebih khusus pada penduduk dipesisir pantai.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini tentang bagaimana merancang struktur menara turbin angin savonius tipe-L untuk pembangkit listrik pada rumah tinggal.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini, rancangan struktur menara untuk daya penerangan pada

rumah tinggal, bentuk dimensi menyesuaikan dimensi sudu, dan *gearbox*. Pengukuran tinggi menara dilokasi perancangan, efek penyambungan baut, mur, ring, dan pengelasan diabaikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah menghitung beban – beban pada menara dan merancang menara turbin angin savonius tipe-L. Selanjutnya membuat miniatur menara untuk melengkapi miniatur pembangkit listrik tenaga angin yang dijadikan objek penelitian.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Daya Turbin (P_w)

Dalam proses perancangan turbin angin diperlukan data kecepatan angin disuatu daerah atau tempat dimana turbin tersebut akandipasang. Berdasarkan data kecepatan angin ini, akan dihitung potensi energi angin yang dapat diserap oleh turbin angin yang kemudian dimanfaatkan untuk PLTB (Hau, 2003). Daya angin dihitung dengan persamaan (2.1).

$$P_w = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (2.1)$$

2.2 Gaya Angin (F_w)

Gaya angin merupakan gaya dorong

kecepatan angin terhadap permukaan suatu benda, Dari persamaan ini parameter yang diperlukan adalah kecepatan angin disuatu tempat, densitas udara, dan luas penampang benda tersebut akan dirancang. Gaya angin dapat berpengaruh pada benda/struktur. Persamaan (2.2) untuk menghitung gaya angin.

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \quad (2.2)$$

2.3 Gaya Berat (W)

Hukum gravitasi menyatakan bahwa tarik menarik antara dua buah benda sebanding dengan kedua massa benda dan, berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara pusat massa kedua benda tersebut. Hukum Newton tentang gerak menyatakan bahwa gaya berat adalah besarnya perkalian dari massa dan percepatannya. Persamaan (2.3) dibawah untuk menghitung gaya berat.

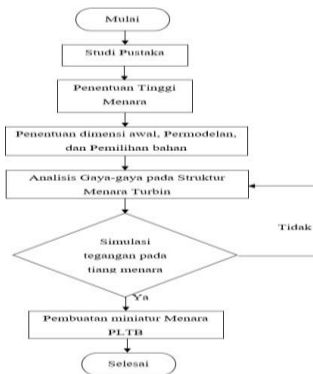
$$W = m \cdot g \quad (2.3)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur penelitian dilakukan seperti pada gambar 1 pada gambar terlihat bahwa penelitian dilakukan dalam enam langkah.

Langkah pertama adalah studi pustaka. Langkah kedua adalah penentuan tinggi menara. Langkah ketiga adalah

penentuan dimensi awal, permodelan, dan pemilihan bahan. Langkah keempat adalah analisis gaya-gaya pada struktur menara turbin. Langkahkelima simulasi tegangan pada tiang menara melihat apakah hasil sesuai dengan kriteria perancangan, jika tidak kembali ke langkah sebelumnya, jika ya lanjut ke langkah berikut. Langkah keenam adalah pembuatan miniatur struktur menara turbin savonius tipe-L dan selesai.

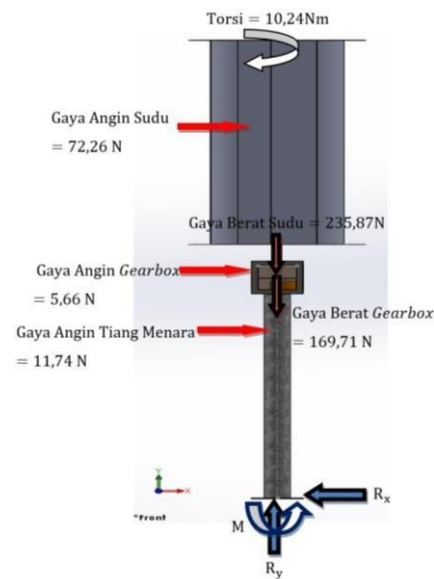


Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian

IV. PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Analisis Gaya-gaya pada Struktur Turbin

Gaya-gaya pada PLTB yang dirancang yaitu gaya angin terhadap sudu, gaya angin terhadap gearbox, gaya angin terhadap tiang struktur menara, gaya berat darisudu, gaya berat dari gearbox, dan torsi sudu.



Gambar 2. Diagram benda bebas pada PLTB yang dirancang

4.2 Simulasi Tegangan von Mises pada Struktur Turbin Angin

Dalam kriteria perancangan, sebuah alat yang dirancang haruslah memenuhi syarat yang telah ditentukan yaitu tegangan yang terjadi harus lebih kecil atau sama dengan tegangan izin. Dari hasil simulasi yang terjadi yaitu bisa sama atau dibawah tegangan izin, dari hasil simulasi diperoleh tegangan Von Mises dan Displacement. Tegangan Von Mises sebesar 1,33 MPa terjadi pada struktur menara dapat dilihat pada gambar 3, hasil selanjutnya didapat *displacement* yang terjadi pada struktur menara sebesar 1,84 mm dapat dilihat pada gambar 4. Spesifikasi pipa hydrant galvanize sesuai dengan persyaratan

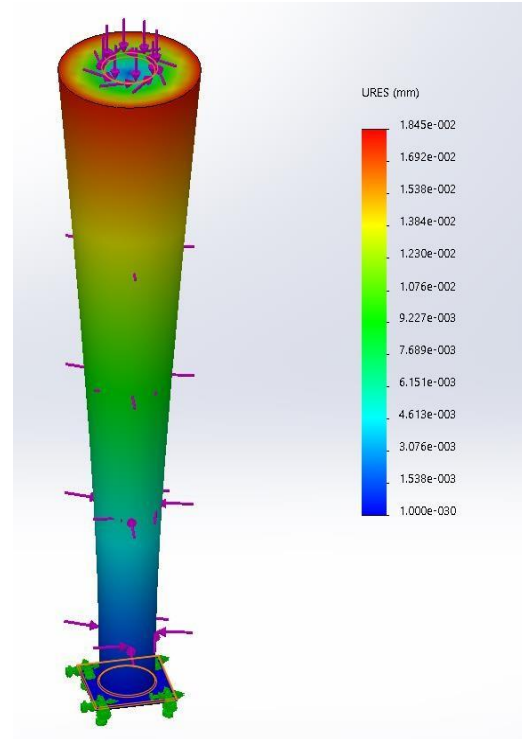
dari ASTM A570 Grade A dengan Yield Strength minimum 30.000 Psi (206.84 N/mm² atau 206.84 MPa).

Perhitungan pengecekan tegangan Von Mises.

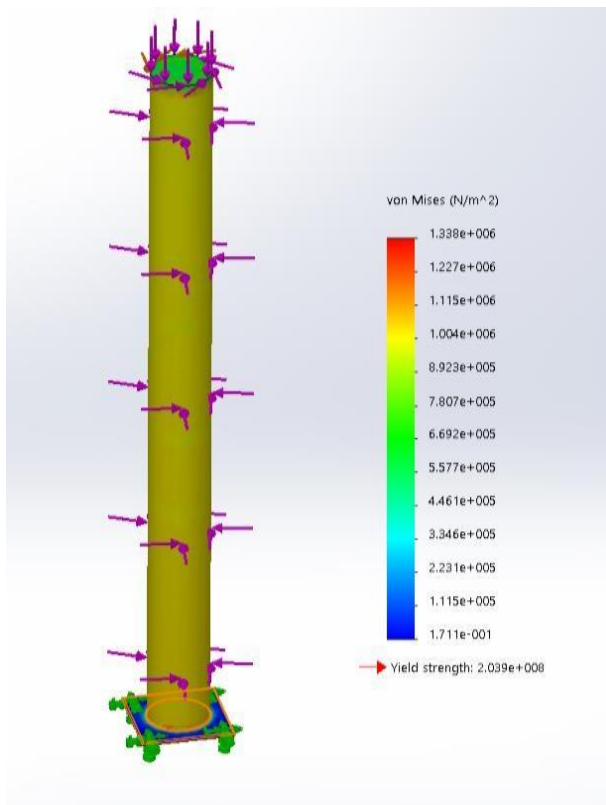
$$\sigma_{VM} \leq \frac{\sigma_{yi}}{N}$$

$$1,33 \text{ MPa} \leq \frac{206,84 \text{ MPa}}{3} = 1,33 \text{ MPa} \leq 68,94 \text{ MPa}$$

Disimpulkan tegangan yang terjadi dari hasil simulasi. Aman karena tegangan yang terjadi tidak melebihi tengan yang diizinkan yaitu $1,33 \text{ MPa} \leq 68,94 \text{ MPa}$. Jadi ini dinyatakan sesuai kriteria atau memenuhi syarat kekuatan.



Gambar 4. Hasil *displacement*



Gambar 3. Hasil tegangan von mises

V. Kesimpulan

Perancangan struktur menara turbin angin savonius tipe-L dengan bahan yang digunakan besi hollow tempat dudukan gearbox dimensi panjang 500 mm, 50 mm x 50 mm, tebal 1,8 mm. Dimensi pipa tinggi 2500 mm, diameter luar 203,20 mm, diameter dalam 183,2 mm, tebal 10 mm, dan baja plat dimensi 303,20 mm x 303,20 mm, tebal 10 mm tempatumpuan pipa berdiri.

Gaya-gaya yang bekerja adalah torsi sudu 10,24 Nm, gaya angin terhadap sudu 72,26 N, gaya berat sudu 235,87 N, gaya angin terhadap gearbox 5,66 N, gaya berat gearbox 169,71 N, dan gaya angin terhadap luas penampang menara

University, Montreal, Canada
Lawa Lakes Community
College, AI, USA.
CENGAGE LEARNING
Wind