

ANALISA KEKUATAN PADA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL (VAWT) DENGAN SOFTWARE

Fatkur Rachmanu^{1,a}

¹Politeknik Enjinereng Indorama, Indonesia

^afatkur.rachman@gmail.com

Abstrak

Prinsip kerja turbin angin adalah energi kinetik angin yang diterima oleh sudu turbin diteruskan menjadi energi putar yang memutar alternator sehingga menghasilkan energi listrik. Metode elemen hingga merupakan suatu metode perhitungan atau komputasi matematika diskrit untuk menemukan penyelesaian. Dewasa ini MEH menggunakan bantuan software komputer untuk mempercepat proses perhitungan dalam jumlah banyak dan perhitungan yang melibatkan elemen berupa matriks yang banyak.

Pemodelan turbin angin sumbu vertikal sudu bidang datar bertingkat dua dengan jumlah sudu 10 buah dengan data kecepatan angin 6,1 m/detik yang menghasilkan. Torsi putar sebesar 0,44 Nm, tegangan maksimum yang terjadi sebesar 3,8 kPa, defleksi sebesar $3,88 \times 10^{-3}$ mm serta angka kemanan 26, Material sudu menggunakan Aluminium 1060.

Menjadi aman karena nilai maksimum yang terjadi masih dibawah yield strength dan safety faktor lebih dari 2. Perhitungan tidak melibatkan berat sudu, getaran, sambungan las.

Kata kunci: Analisa, Kekuatan, Turbin, Angin, Vertikal

Abstract

The working principle wind turbine is the kinetic energy of the wind is received by blade of turbine then transmitted into the rotating rotary alternator that produces electricity. The finite element method is a method of calculation or computation discrete mathematics to find a settlement. Nowadays FEM using software of computer to speed up the calculation process in large quantities and calculations involving many elements in the form of a matrix.

Model of vertical axis wind turbines with flat blade, two level, a number of blades 10 pieces, the data of wind speed is 6.1 m/sec produces rotary torque of 0.44 N.m, maximum stress that occurs 3.8 kPa, deflection of 3.88×10^{-3} mm and the safety factor of 26, using the blade material is Aluminum 1060.

Be safe because the maximum value that occurred is still below the yield strength and high safety factor greater than 2. Calculations do not include the weight of the blade, vibration, weld of joint.

Keywords: Analysis, Strength, Turbine, Wind, Vertical.

1. Pendahuluan

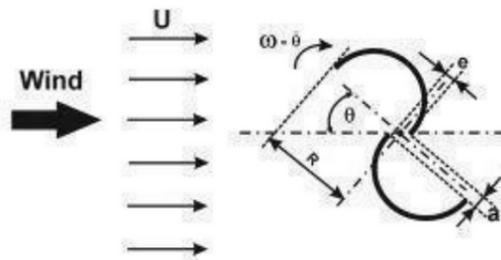
Sumberdaya alam yang tidak akan habis salah satunya adalah angin. Turbin angin merupakan salah satu konstruksi yang cukup banyak digunakan di berbagai negara sebagai penghasil tenaga listrik. Prinsip kerja turbin angin adalah energi kinetik angin yang diterima oleh sudu turbin diteruskan menjadi energi putar yang memutar alternator sehingga menghasilkan energi listrik. Memang tidak semua energi angin dapat memutar poros turbin tetapi hanya sekitar maksimum 59% saja yang mampu diserap oleh turbin. Perhitungan kekuatan dapat dilakukan dengan banyak cara seperti pengujian langsung dan bantuan perangkat lunak. Perhitungan dengan perangkat lunak dapat dilakukan dengan *stress analysis*.

Tujuan penelitian adalah untuk melakukan analisa kekuatan terhadap baling-baling turbin dan mencari tegangan maksimum yang terjadi pada sudu turbin. Dengan mengetahui tegangan maksimum diharapkan dapat memberikan informasi terhadap perbaikan desain dimasa mendatang.

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 C_p \quad [1] (1)$$

Dimana :

- P : Daya putar poros (Watt)
 ρ : Massa jenis udara (kg/m^3)
 A : Luasan penampang (m^2)
 v : Kecepatan angin (m/detik)
 C_p : Koefisien kinerja turbin



Gambar 1. Prinsip Turbin Savonius [1]

$$P = T \cdot \omega$$

(2)[1]

Dimana :

- P : Daya putar poros (Watt)
 T : Torsi putar (N.m)
 Ω : Kecepatan sudut (rad/detik)

Dari percobaan turbin angin terdapat variasi kecepatan angin yang diciptakan oleh kipas angin ditambah dengan menggunakan terowongan angin menghasilkan kecepatan angin antara 3,6 m/detik hingga 4,4 m/detik [2]. Dari data tren penggunaan kecepatan angin sebesar 6,4 m/detik dengan elevasi ketinggian 7,6 m hingga 30 m [3].

Metode Elemen Hingga adalah menjadikan elemen-elemen diskrit untuk memperoleh simpangan-simpangan dan gaya-gaya anggota dari suatu struktur. Menggunakan elemen-elemen kontinum untuk memperoleh solusi pendekatan terhadap permasalahan-permasalahan perpindahan panas, mekanika fluida dan mekanika solid [4]. MEH merupakan suatu metode perhitungan atau komputasi matematika diskrit untuk menemukan suatu penyelesaian. Dewasa ini MEH menggunakan bantuan komputer untuk mempercepat proses perhitungan dalam jumlah banyak dan perhitungan yang melibatkan elemen berupa matriks yang banyak.

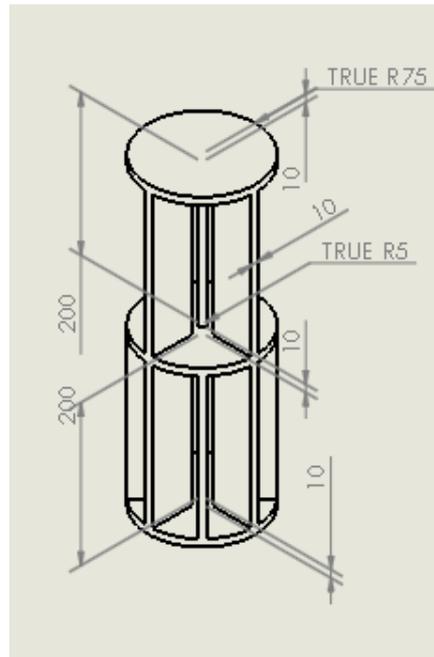
2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan perangkat lunak *Solidworks 2014* untuk melakukan pengujian kekuatan. Pengujian kekuatan dilakukan dengan menggunakan fitur *stress analysis*. Jenis baling baling yang digunakan adalah aluminium 1060 dan baling-baling dibuat padat (*solid*).

Serta penggunaan metode elemen hingga (MEH) / *Finite Element Method (FEM)* dengan *Solidworks Simulation*. [5]

Tabel 1. [6]

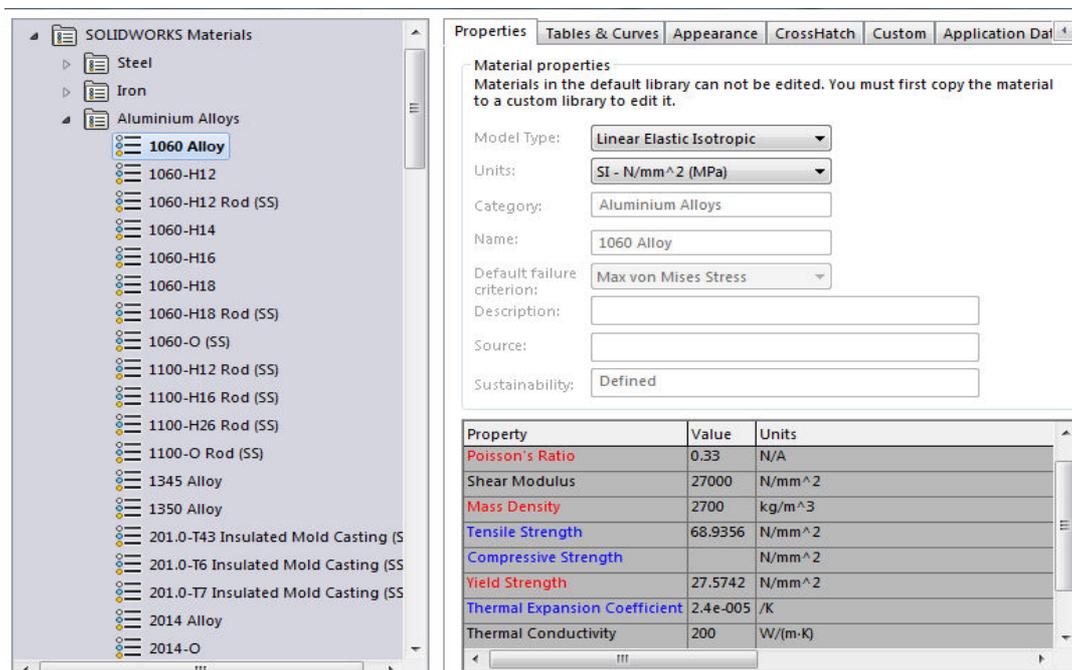
Parameter	Nilai
Kecepatan Angin	6,1 m/detik
SF	> 2
Tegangan Luluh (<i>Yield Strength</i>)	27,57 MPa
Torsi	0,35 ; 0,44 ; 0,4
Percepatan Gravitasi	9,8 m/s
Material	Aluminium 1060
Jumlah Sudu	10 buah (4 atas, 6 bawah)



Gambar 2. Gambar Kerja Model Turbin Angin [5]

3. Hasil dan Analisis

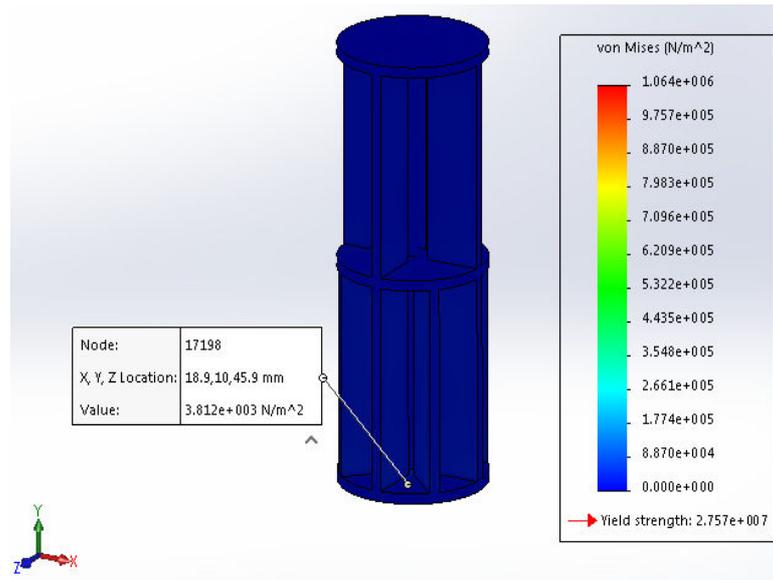
Pada pengujian kekuatan dilihat dari tegangan tarik (*von mises stress*), untuk kekuatan benda yang bersifat *ductile*.



Gambar 3. Menu pemilihan material pada *Solidworks*

3.1. Perhitungan tegangan tarik yang terjadi (*Tensile strength event*).

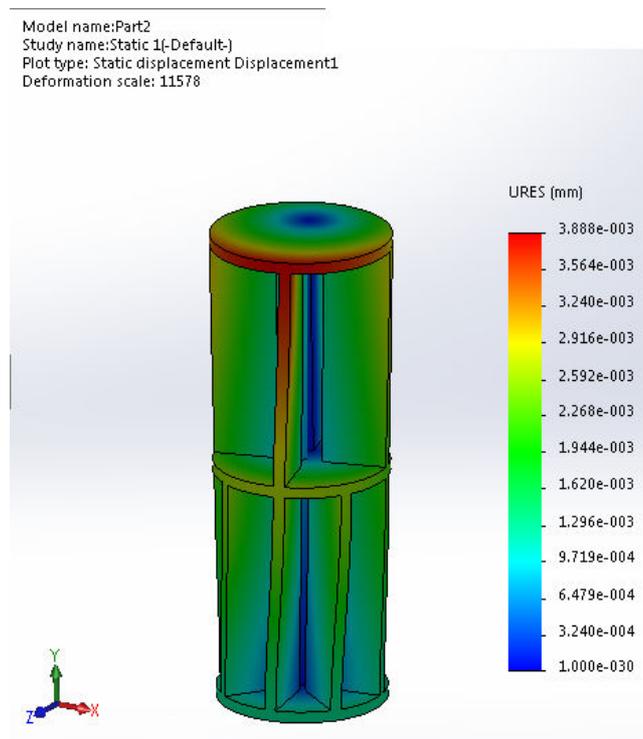
Pada gambar 4. Didapat bahwa beban tegangan tarik yang terjadi (*von mises*) = $3,812 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ atau 3,812 kPa, sehingga aman karena nilainya dibawah dibandingkan dengan tegangan luluh (*yield strength*) = $2,75 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ atau 27,57 MPa



Gambar 4. Hasil simulasi tegangan tarik.

3.2. Perhitungan Perpindahan (*displacement*)

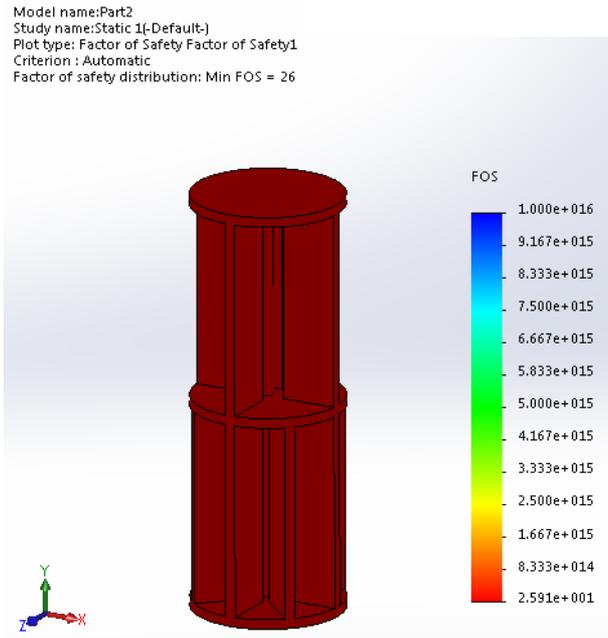
Pada gambar 4. didapat bahwa *displacement* terbesar (maksimum) atau warna merah = $3,88 \times 10^{-3}$ mm dan terkecil (min) atau warna biru tua = 1×10^{-3} mm, aman karena jauh dibawah pergeseran dengan nilai sebesar 1 mm.



Gambar 5. Hasil simulasi *displacement*

3.3. Perhitungan Faktor Keamanan

Pada gambar 5. Didapat bahwa faktor keamanan / (*safety factor*) atau warna merah tua adalah 26

Gambar 6. Hasil simulasi *factor of safety*

Tabel 3. Hasil Perhitungan

Bahan / Material	Aluminium 1060
Tegangan Maximum	3,8 kPa
Defleksi maksimum	$3,88 \times 10^{-3}$ mm
Nilai <i>Safety Factor</i>	26
Max Material <i>Yield Strength</i>	27,57 MPa

4. Kesimpulan

Analisa kekuatan / *Stress analysis* pada simulasi memiliki kemampuan yang cukup baik dalam memprediksi tegangan yang terjadi pada sudu turbin. Dari hasil simulasi didapat bahwa tegangan terjadi disemua sirip turbin. Bilah turbin yang dibuat keseluruhan secara *solid* akan menyebabkan gaya sentrifugal memberikan pengaruh yang paling besar dibandingkan dengan gaya-gaya lainnya. Defleksi terbesar pada bagian luar sudu seperti fenomena defleksi pada batang kantilever yang dijepit satu.

Analisa belum memperhatikan berat dan faktor-faktor lainnya seperti faktor angin balik, perubahan arah angin, getaran pada sudu, kekuatan sambungan las antara poros dan sudu dan sebagainya. Sehingga kedepannya diperlukan analisa faktor-faktor lain tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] Paige Archinal, *Partially Enclosed Vertically Axis Wind Turbine*. Worchester Polytechnic Institute. Report number BJS-WS14 : 2014
- [2] Indra Herlamba Siregar, Nur Kholis Komparasi Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Darrieus Tipe-H Dua Tingkat Dengan Bilah Profile Modified Naca 0018 dan Tanpa Wind Deflector. 2013; Vol 2 : 10
- [3] Clarke, J, *Design of vertical axis wind turbine*. Group M11. Report Number 4 April : 2014.
- [4] As'ad, A Sonief, Diktat metode elemen hingga. Malang : Univeristas Brawijaya. 2009 : 7.
- [5] Hasibuan, Alex. Perancangan Turbin Angin Sumbu Vertikal Bertingkat Dua dengan Variasi Jumlah Runner Pada Kecepatan Angin 6,1 m/s. Tugas Akhir. STTJ; 2013: Jakarta.
- [6] D. Bethune, James. *Engineering Design and Graphics with Solidworks 2014*. New York: Prentice Hall. 2014 : 505-507