

## SIMULASI FAKTOR KEAMANAN DAN PEMBEBANAN STATIK RANGKA PADA TURBIN ANGIN SAVONIUS

Sandy Suryady<sup>1</sup>, Eko Aprianto Nugroho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Teknologi Industri, [sandy22@staff.gunadarma.ac.id](mailto:sandy22@staff.gunadarma.ac.id), Universitas Gunadarma

<sup>2</sup> Fakultas Teknologi Industri, [ekoaprianto256@gmail.com](mailto:ekoaprianto256@gmail.com), Universitas Gunadarma

### ABSTRACT

The quantity of energy needs has become an indicator of living standards and the degree of industrialization. Wind is air that moves due to differences in the surrounding air pressure. The wind moves from a place of high air pressure to a low air pressure. This study aims to determine the contribution of voltage, displacement, and safety factors in the frame of the savonius wind turbine. In this study, frame construction was designed using solidworks 2020 software with elbow iron material (ASTM A36) which has several loading points. The results of the study showed the results of von misess stress scores in the theoretical calculation of ASTM A36 materials of 46.79 MPa while in the simulation calculation of 50.76. Displacement in theoretical calculations is 0.5 mm, while in simulation calculations it is 0.500 mm. Safety of factors in theoretical calculations of 5,343 and simulation calculations of 330,193

**Keywords:** Savonius, Wind Turbine, Frame Analysis, Assembly, Geometric Modeling, Solidworks Simulation, Design.

### ABSTRAK

Kuantitas kebutuhan energi telah menjadi indikator standar kehidupan dan tingkat industrialisasi. Angin adalah udara yang bergerak akibat adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi tegangan, displacement, dan faktor keamanan pada frame turbin angin savonius. Di dalam penelitian ini konstruksi frame di desain menggunakan software solidworks 2020 dengan Material besi siku (ASTM A36) yang mempunyai beberapa titik pembebanan. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan hasil nilai Von misess stress pada perhitungan teoritis material ASTM A36 sebesar 46.79 MPa sedangkan pada perhitungan simulasi sebesar 50.76. Displacement pada perhitungan teoritis sebesar 0.5 mm, sedangkan pada perhitungan simulasi sebesar 0.500 mm. Safety of factor pada perhitungan teoritis sebesar 5.343 dan perhitungan simulasi sebesar 330.193.

**Kata Kunci:** Savonius, Turbin Angin, Analisis Frame, Assembly, Permodelan Geometrik, Solidworks Simulation, Perancangan.

### 1. PENDAHULUAN

Pada saat bersamaan ada masalah dengan perubahan iklim akibat emisi karbon dioksida dan sulfur dioksida dari pembakaran bahan bakar fosil. Pemanfaatan energi terbarukan untuk sumber energi rendah karbon dan hemat biaya dapat menjadi tujuan penting kebijakan energi dalam kehidupan. Turbin angin mengubah energi kinetik menjadi energi listrik. Kincir angin dikelompokkan menjadi dua kelas yaitu Turbin Angin Sumbu Vertikal (VAWT) dan Turbin Angin Sumbu Horizontal (HAWT). Savonius merupakan salah satu jenis turbin angin poros vertikal yang cocok dengan kecepatan angin rendah. Intensitas angin juga menjadi permasalahan pemanfaatan turbin angin untuk menghasilkan daya listrik. Berdasarkan permasalahan yang ada dalam pengembangan pembangkit listrik energi angin, maka penelitian kali ini akan melakukan penelitian terhadap turbin angin poros vertikal. Model Savonius menggunakan mekanisme pitch pada rotor dengan tujuan dapat menghasilkan efisiensi lebih baik terhadap intensitas angin rendah atau tinggi. Dengan demikian pengembangan energi angin yang ramah lingkungan serta bermanfaat dalam menurunkan tingkat emisi global dapat terwujud. Dengan begitu masyarakat dunia juga mampu mengembangkan energi yang lebih baik untuk masa depan dunia.

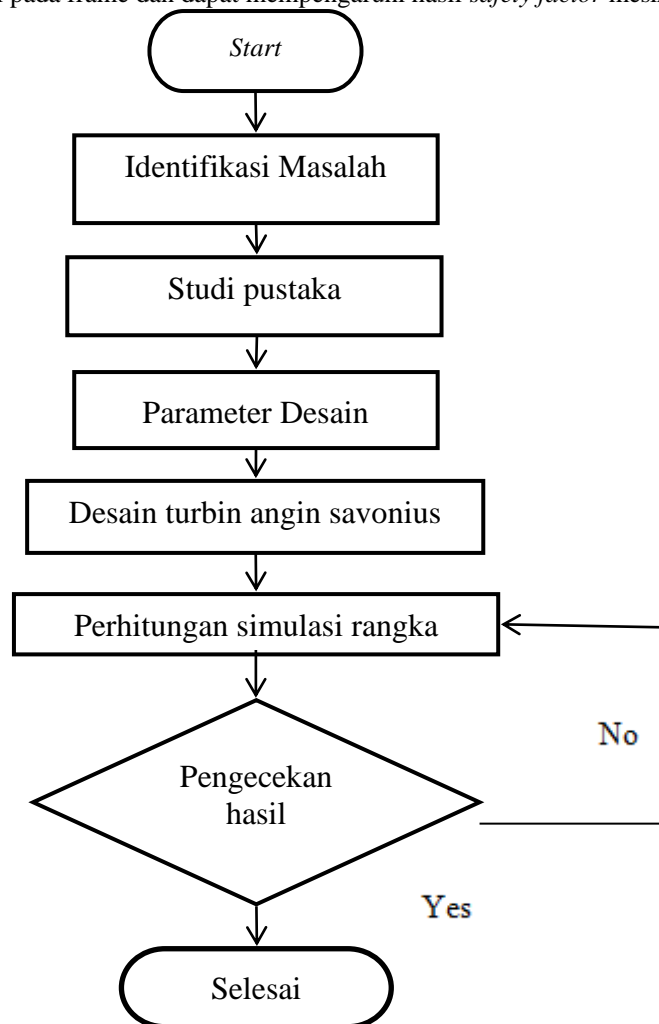
Permasalahan yang diambil dalam penulisan ini adalah bagaimana membuat perancangan dan mendesain turbin angin savonius, menganalisis frame (rangka) dan membandingkan hasil von misses, displacement, dan safety of factor dengan perhitungan software dan manual pada mesin pengering tepung type vertikal.

Dalam penyusunan Penulisan ini, penulis melakukan permodelan geometri dan pengambilan data dari hasil pengujian pada *software solidworks* yang diperlukan, guna menganalisa permasalahan yang dibahas dalam Penulisan Tugas Akhir. Penulis melakukan pengamatan dengan beberapa metode:

1. Studi Literatur, Penulis mengumpulkan serta mempelajari teori dan konsep-konsep yang mendukung dari buku-buku acuan yang menyangkut permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian.
2. Studi Lapangan, mengumpulkan data yang ada di lapangan dan terkait dengan rangka turbin yang sudah ada di lapangan.

## 2. PEMBAHASAN DAN PENGUJIAN

Hasil analisis merupakan proses perhitungan otomatis pada *software solidworks* 2020 dari semua parameter awal yang dibuat dan di input terhadap desain rangka. Perhitungan ini mencakup jenis material yang digunakan, material yang digunakan adalah ASTM A36. Pembebanan dengan menggunakan metode statika struktur. Hasil analisis perbandingan ini menampilkan beberapa plot diantaranya *von misses stress*, *strain*, *displacement plot*, dan *safety of faktor* dari model tersebut. Pengaruh beban terhadap tegangan, *displacement*, dan *safety of faktor* pada frame sangat berpengaruh pada mesin turbin angin savonius. Nilai tegangan maksimum menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diberikan maka semakin besar pula tegangan yang terjadi pada frame dan dapat mempengaruhi hasil *safety factor* mesin.



Gambar 1. Flowchart Prose Penelitian

**Perhitungan Hasil Tegangan (Von Mises Stress) Pada Rangka**

Von Mises Stress merupakan besarnya gaya pada suatu permukaan benda tiap satuan luas dengan satuan MPa. Pada hasil perhitungan manual dan perhitungan diperlukan nilai tegangan geser ( $\tau$ ) dan juga tegangan normal ( $\sigma$ ) dari hasil pembebanan yang diberikan pada rangka mesin pengering tepung tersebut. Maka dari hasil perhitungan teori didapatkan dengan persamaan sebagai berikut :

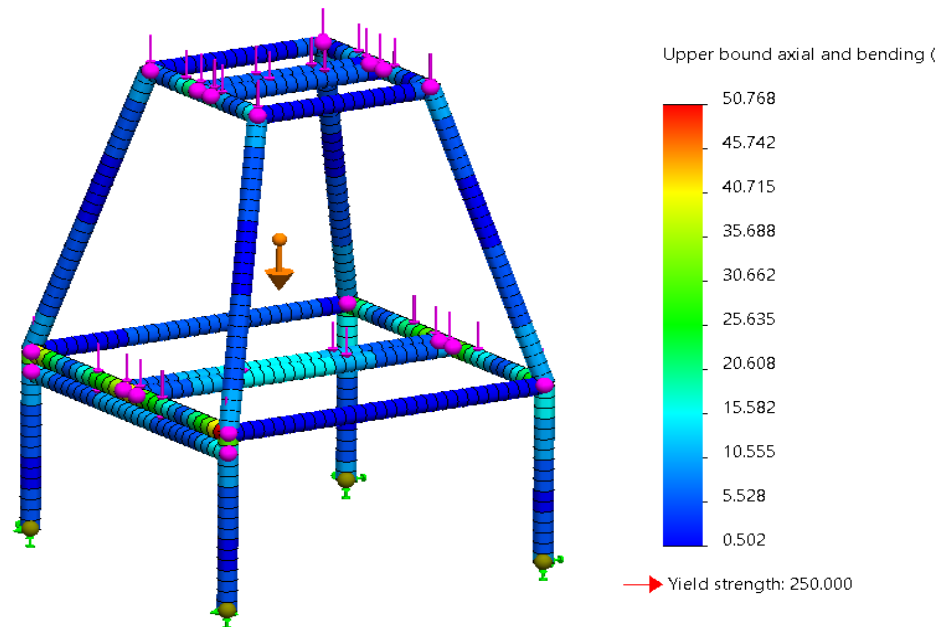
**tegangan maksimal von misses**

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2}$$

$$\sigma_{max} = \frac{46,79 \text{ Mpa} + 0}{2} + \sqrt{\left(\frac{46,79 - 0}{2}\right)^2 + (0,022)^2}$$

$$\sigma_{max} = 46.79 \text{ Mpa}$$

Sedangkan untuk nilai tegangan maksimum untuk aksial dan bending stress pada software menghasilkan sebesar 50,768 N/mm<sup>2</sup> (MPa). Sedangkan nilai *yield strength* sebesar 250 Mpa, maka hal struktur tersebut tidak mengalami deformasi plastis.



Gambar 2. Hasil Von Mises Stress

**Persentase Von Misses Stress Teori dan Simulasi**

Hasil tegangan *von mises* maksimal dari perhitungan teoritis sebesar 8,484 MPa, maka persentase galat hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan *software* adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{\text{Von Misses Teori} - \text{Von misses Software}}{\text{Von Misses Teori}} \cdot 100\%$$

$$n = \frac{46,79 \text{ MPa} - 50,760 \text{ Mpa}}{46,79} \cdot 100 \%$$

$$n = 8.484 \text{ N/mm}^2$$

**Perhitungan Hasil Deformasi (Displacement) Pada Rangka**

*Displacement* merupakan perubahan bentuk pada benda yang dikenai gaya. Ketika suatu material diuji tarik dengan besar beban tertentu, maka akan mengalami pertambahan panjang. Berikut dibawah ini adalah perhitungan untuk mencari hasil nilai tegangan dengan menggunakan secara teori dan *software solidworks simulation*. Berikut ini adalah perhitungan deformasi secara teoritis :

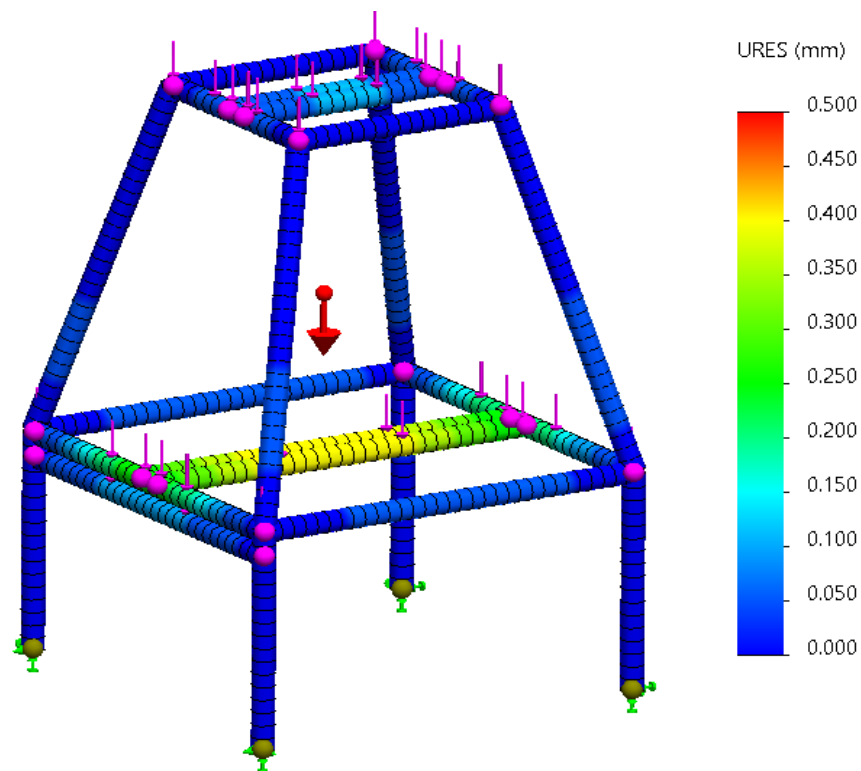
$$\delta = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$\delta = \frac{274.68 \text{ N} \cdot (900)^3}{48 \cdot 200000 \cdot 41684.027}$$

$$\delta = \frac{2.00 \cdot 10^4}{4.00 \cdot 10^4}$$

$$\delta = 0.5 \text{ mm}$$

Sedangkan pada perhitungan *software* Bagian yang melengkung dari rangka mesin pengering adalah daerah yang berwarna paling merah yaitu sebesar 0,5 mm pada bagian transmisi, dan bagian yang paling lurus adalah bagian yang berwarna biru yaitu sebesar 0.00 mm.



Gambar 3. Hasil *Displacement*

**Persentase *Displacement* Teori dan Simulasi**

Hasil tegangan displacement maksimal dari perhitungan teoritis sebesar 0,5 mm, sedangkan hasil software sebesar 1,250 mm maka persentase galat hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan software adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{\text{Displacement Teori} - \text{Displacement software}}{\text{Displacement Teori}}$$

$$n = \frac{0.5\text{mm} - 1.250\text{mm}}{0.5} 100\%$$

$$n = 150 \text{ mm}$$

**Perhitungan Hasil Faktor Keamanan (*Factor of Safety*) Pada Rangka**

Setelah mengetahui hasil nilai dari tegangan (*von mises*) maka selanjutnya dapat menemukan hasil nilai *Factor of Safety*, jika nilai FOS kurang dari 1, maka kualitas produk tersebut dikatakan tidak aman untuk dibuat maka perlu adanya perbaikan, dan sebaliknya jika nilai minimum FOS lebih dari 1 maka produk tersebut dikatakan aman dan berkualitas baik.

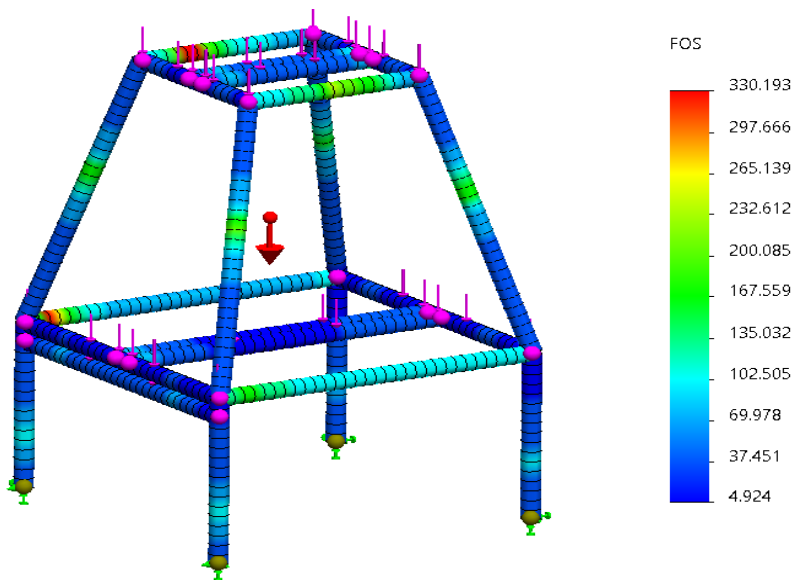
Berikut dibawah ini adalah perhitungan untuk mencari hasil nilai faktor keamanan dengan menggunakan secara teori dan *software solidworks*.

Dalam menentukan safety of factor atau faktor keamanan dapat ditentukan dengan rumus

$$\text{safety of factor} = \frac{\text{yield stress material}}{\text{von misses maximal}}$$

$$\text{SOF} = \frac{250.000\text{Mpa}}{46.79 \text{MPa}}$$

$$\text{SOF} = 5.343 \text{ Mpa}$$



Gambar 4. *Factor of Safety* ASTM A36 ( Siku L )

**Persentase Safety Of Factor Teori dan Simulasi**

Hasil faktor keamanan dari perhitungan teoritis material astm a36 seesar 5,434 dan hasil simulasi software maka hasil persentase hasil perhitungan software adalah sebagai berikut

$$\eta = \frac{\text{SOF teori} - \text{SOF software}}{\text{SOFT teori}} 100 \%$$

$$\eta = \frac{5.343 \text{ MPa} - 4.924 \text{ MPa}}{5.343} 100\%$$

$$\eta = 7,842 \%$$

Dilihat dari perhitungan persentase pada perbandingan safety of faktorr diatas didapatkan pada material astm a36 sebesar 7,842% dapat dikatakan bahwa untuk nilai faktor keamanannya masih dibawah standarisasi.

### 3. KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada analisa beban statis pada *frame* turbin angin savonius dengan beban total 274.492N dan memakai material ASTM A36, dinyatakan aman karena material ASTM A36 yang mempunyai nilai *yield strength* 5,343 Mpa, sedangkan pada perhitungan manual von misses didapatkan hasil 46,79 N/mm<sup>2</sup> , dan 8,484 N/mm<sup>2</sup> untuk perhitungan simulasi, dengan demikian material ASTM A36 memenuhi syarat untuk digunakan.
2. Pada analisa perhitungan displacement bertujuan mencari nilai defleksi dari mesin turbun angin savonius didapatkan nilai 0,5 mm untuk perhitungan manual dan 150 mm untuk perhitungan simulasi, angka tersebut adalah pelengkungan yang terjadi pada *frame* turbin jika diberi beban 274,492 N
3. Pada perhitungan faktor keamanan diperlukan nilai von misses sebelumnya yang didapatkan sebesar 46,79 N/mm<sup>2</sup> untuk perhitungan manual dan 8,484 N/mm<sup>2</sup> untuk perhitungan simulasi. Maka nilai faktor keamanan bisa dicari dengan nilai yield strenght dibagi nilai von misses dan 5.343 untuk perhitungan manual, dan 7,842 untuk perhitungan simulasi.
4. Pada analisa von misses didapatkan dua hasil simulasi dan manual. Simulasi sebesar 46,79 N/mm<sup>2</sup> dan manual sebesar 8,484 N/mm<sup>2</sup> . pada analisa displacement hasil simulasi sebesar 150 mm dan untuk manual sebesar 0,5 mm. Pada analisa safety of factor hasil simulasi sebesar 7,842 dan untuk perhitungan manual 5,,343
5. Hasil dari analisa pembebanan statik pada rangka turbin angin savonius dengan jenis rangka ASTM a36

#### Saran

Berdasarkan desain perancangan dan hasil analisa Rangka turbin angin savonius ini jauh dari kata sempurna, oleh karna itu diharapkan adanya perubahan dan pengembangan dikemudian hari agar kelak alat/mesin turbin angin savonius ini jauh lebih baik. Beberapa saran yang dapat disampaikan diantaranya sebagai berikut :

1. Karna memiliki nilai *safety factor* yang aman, sebaiknya pengguna material untuk frame turbin angin savonius ini menggunakan satu material saja dan jika ingin lebih ekonomis bentuknya dan dapat dibuat lebih sederhana lagi.
2. Penggunaan perangkat lunak (*software*) *solidworks* 2020, terutama dalam analisis statis perlu dipelajari lebih jauh lagi.
3. Diperlukan ketelitian pada saat penginputan data, hal ini bertujuan agar yang didapat valid dengan ada secara aktual.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kadir,A. 1995 Energi: sumber Daya,Inovasi, Tenaga listrik dan Potensial Ekonomi.Penerbit Universitas Indonesia,jakarta.,.
- [2]. Kadam, A. A., Patil, S. S. 2015, A Review Study on Savonius Wind Rotors for accessing the power Performance. India : Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE). PP 18-

24

- [3]. Alqurni, wais. Proses Produksi Tangki Water Truck 20KL dan FEA Solidwork Simulations di PT.BMT Burangkeng Maju (2019)
- [4]. Fajri Mochhamad Ubaedillah Analisis Material Baja ASTM A36 Universitas Islam 45 (2018).
- [5]. D. H, "Perancangan Turbin Angin Savanius L Sumbu Vertikal," FT UMRAH, 2012.
- [6]. M. T, "Studi Eksperimen Pengaruh Sudu Terhadap Kerja Turbin Angin Horizontal Berbasis NACA 4415," Universitas Muhammadiyah Surakarta., Surakarta, 2016.
- [7]. Mulyani, "Kajian Potensi Angin Indonesia," Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2008