

Analisa Statik Struktur Rangka Turbin Angin *Savonius* Menggunakan *Software Solidwork*

Khoirul Widodo¹, Nuryosuwito²

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹irul212112@gmail.com, ²nuryosuwito@unpkdr.ac.id

Abstrak – Penelitian ini bertujuan menganalisa struktur rangka turbin angin savonius dengan metode statik dan menggunakan software solidwork. Perlunya analisa ini dilakukan untuk mengetahui material yang optimal dan aman untuk merancang rangka turbin angin. Metode penelitian meliputi pemodelan 3D, menentukan variasi material, menentukan beban gaya, simulasi dan analisa. Pembebanan yang ditetapkan adalah 200 newton, dengan variable 3 jenis material. Hasil dari analisa dan simulasi pada material ASTM A36 diperoleh von mises nilai maksimal $8,245 \times 10^7$ N/m² dan nilai minimum $5,321 \times 10^4$ N/m, Nilai displesment maksimal yang diperoleh dari simulasi dan pengujian 3,047 mm dan minumnya 1,000 mm, dan safety factor tertinggi adalah $4,690 \times 10^3$ sedangkan nilai terendah 3,032. Material besi tipe AISI 4130 von mises diperoleh nilai maksimal $8,3,68 \times 10^7$ N/m² dan nilai minimum $4,964 \times 10^4$ N/m², Nilai displesment maksimal yang dari simulasi dan pengujian 2,955 mm dan minumnya 1,000 mm, dan safety factor tertinggi adalah $9,230 \times 10^3$ dan nilai terendah 5,497. von mises besi tipe AISI 4340 diperoleh nilai maksimal $8,518 \times 10^7$ N/m² dan nilai minimum $4,699 \times 10^4$ N/m², Nilai displesment maksimal yang diperoleh dari simulasi dan pengujian 2,914 mm dan minumnya 1,000 mm, dan safety factor didapatkan nilai $1,511 \times 10^4$ sedangkan nilai terendah 8,336.

Kata Kunci — rangka, solidwork, turbin

1. PENDAHULUAN

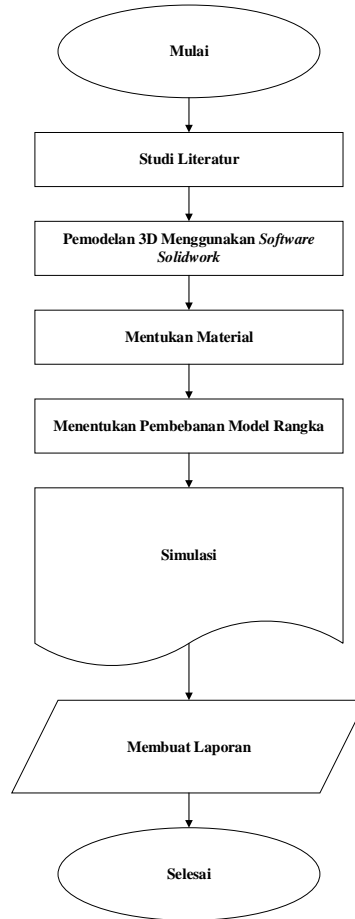
Meningkatnya kebutuhan energi Listrik di Indonesia yang masih bergantung pada energi yang tidak terbaharukan jika dilakukan secara terus menerus akan dapat habis. Sebagian besar pembangkit Listrik yang ada di Indonesia masih tergantung pada sumber energi fosil seperti batu bara, minyak, dan gas alam [1]. Untuk mengurangi penggunaan energi fosil negara Indonesia mengembangkan energi terbaharukan seperti energi angin, energi surya dan *geothermal* [2]. Suatu hal yang sangat penting sebagai sarana untuk meningkatkan kebutuhan Listrik dan masa depan sektor kelistrikan di Indonesia adalah investasi energi terbaharukan[3]. Energi angin merupakan salah satu sumber energi terbaharukan yang memiliki potensi besar di Indonesia, mengingat negara Indonesia memiliki garis pantai yang sangat panjang dan daerah-daerah dengan kecepatan angin yang cukup tinggi[4].

Potensi energi angin di Indonesia sangatlah besar, mengingat negara Indonesia yang terletak pada wilayah tropis dan memiliki panjang garis pantai yang sangat luas berkisar 108.000 km[5]. Potensi terbesar terdapat di beberapa daerah yang memiliki kecepatan angin yang tinggi dan konsisten, seperti di sepanjang garis pantai utara Pulau Sumatra, Pulau Jawa, Bali, Nusa Tenggara, serta beberapa daerah di Sulawesi dan Maluku.[6]. Pada tahun 2021, Indonesia juga meluncurkan proyek pertama pembangkit listrik tenaga angin komersial di Sumba, Nusa Tenggara Timur, yang diharapkan dapat menjadi model untuk pengembangan pembangkit energi angin lainnya di wilayah Indonesia[7]. Sehingga pengembangan dan pemanfaatan energi angin dapat mengurangi penggunaan energi fosil yang berlebihan dan dapat mengurangi emisi karbon [8].

Energi angin merupakan bentuk energi yang dihasilkan dari pergerakan udara (angin). Untuk memanfaatkan energi angin perlu adanya alat turbin angin yang mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik dan kemudian menjadi energi listrik. Energi angin merupakan salah satu sumber energi terbaharukan yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca atau polusi [9]. Secara umum turbin angin di klarifikasikan menjadi sumbu horizontal dan turbin angin sumbu vertical, keunggulan turbin angin adalah konstruksinya yang lebih sederhana, dan dapat menghasilkan listrik yang maksimal. Komponen turbin angin meliputi, rangka, rotor, baling-baling sudu, rangka, generator dan kontrol. Rangka merupakan komponen utama pada turbin angin yang memiliki fungsi menopang komponen-komponen yang terdapat pada turbin angin. Tujuan dari penelitian yaitu mengetahui kekuatan dan struktur pada rangka menggunakan *software solidwork*.

2. METODE PENELITIAN

Metode analisa statis merupakan metode yang digunakan penulis untuk menganalisa model rangka dengan menggunakan *software solidwork*. Proses analisis statik ini membantu dalam menentukan respons struktur terhadap beban tertentu, seperti tegangan (stress), deformasi (displacement), dan faktor keselamatan (safety factor)[10].



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Keterangan:

a. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses terkait pengumpulan data dan pendukung penelitian yang diperoleh dari sumber seperti, artikel/jurnal, buku, maupun sumber internet.

b. Pemodelan 3D Menggunakan *Software Solidwork*

Langkah selanjutnya pemodelan 3D merupakan perancangan model desain prototipe turbin angin dan menentukan dimensi menggunakan *software solidwork*.

c. Menentukan Material

Setelah pemodelan 3D selesai Langkah selanjutnya adalah menentukan material yang akan digunakan dalam analisa memiliki ukuran $40 \times 40 \times 2$ mm, variasi tipe material yang akan digunakan ASTM A36, AISI 4130, dan AISI 4340.

d. Menentukan Pembebanan Model Rangka

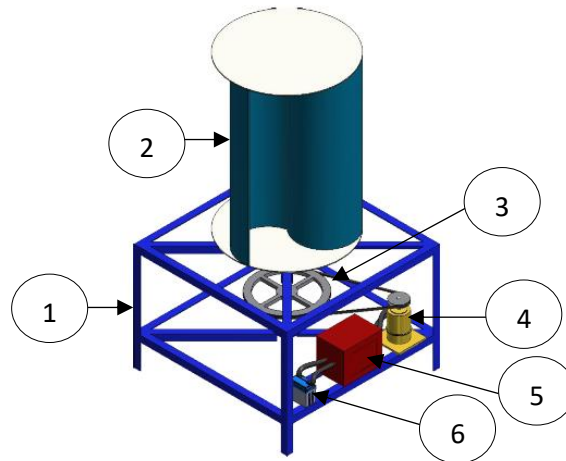
Langkah selanjutnya yaitu menentukan pembebanan pada model rangka dengan beban 20 kg yang akan konversikan menjadi 200 N.

e. Simulasi

Setelah beban gaya yang sudah ditentukan langkah selanjutnya yaitu proses simulasi dengan menggunakan metode statis menggunakan *software solidwork*.

2.1 Desain Alat

Desain pembangkit listrik tenaga angin tipe *savonius* terdapat beberapa bagian komponen diantaranya sebagai berikut.



Gambar 2. Desain Turbin Angin Tipe *Savonius* 3 Sudu

Keterangan:

1. Rangka

Rangka merupakan bagian utama yang memiliki fungsi menopang komponen-komponen lainnya yang terdapat pada turbin angin *savonius*.

2. Sudu

Sudu turbin memiliki fungsi untuk mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik melalui energi angin yang diterima oleh turbin.

3. *Pulley* dan *V-belt*

Pulley dan *V-belt* yang terdapat pada pembangkit memiliki peran fungsi sebagai pemindah daya dari poros turbin ke generator.

4. Generator

Generator merupakan komponen yang berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dari energi mekanik komponen poros yang ditransmisikan melalui *pulley* dan *v-belt*.

5. *Controller*

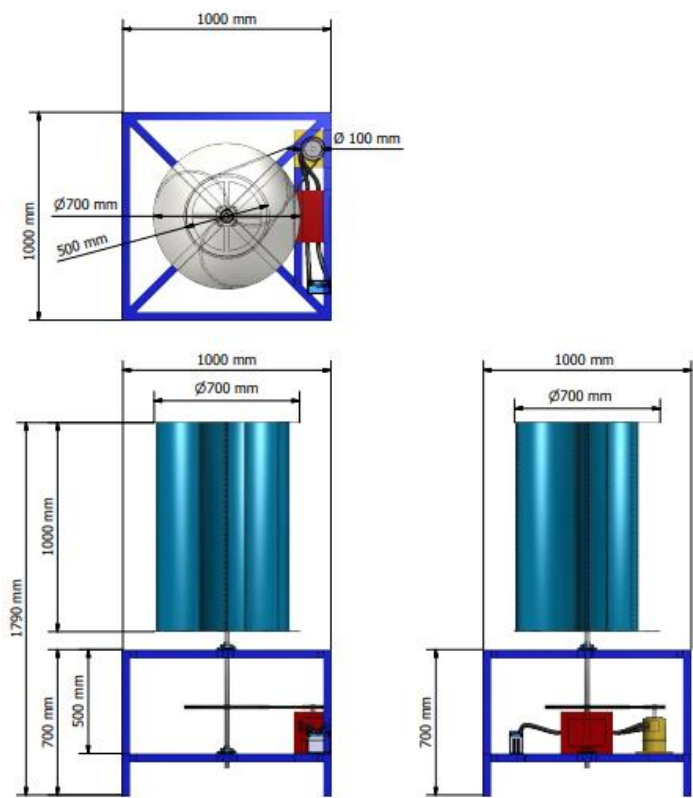
Controller yang terdapat pada turbin angin berfungsi sebagai mengatur kecepatan generator, mengetahui aliran listrik yang masuk, memutus dan menyambung energi listrik yang masuk.

6. Baterai

Baterai yang terdapat pada turbin angin memiliki fungsi sebagai penyimpanan energi listrik, sehingga energi listrik dapat dimanfaatkan sesuai kebutuhan secara maksimal.

a. Dimensi Alat

Dimensi atau ukuran merupakan hal terpenting saat mendesain dan merancang sesuatu alat, dimensi mencakup beberapa parameter diantara panjang, lebar dan tinggi. Selain itu dimensi juga digunakan sebagai ukuran dan kepastian suatu alat sehingga alat tersebut sesuai dengan kebutuhan ruang yang tersedia. Berikut ini merupakan dimesin pembangkit listrik tenaga angin tipe *savonius* dengan 3 sudu.



Gambar 3. Dimensi Turbin Angin

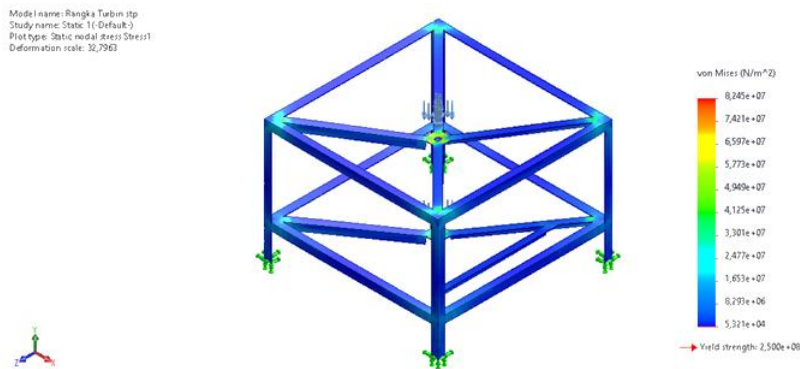
7. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil dari analisa statik struktur rangka turbin angin yang menggunakan jenis besi siku ukuran 40×40×2 mm, variasi material pada rangka tersebut menggunakan tipe besi ASTM A36, AISI 4130, dan AISI 4340.

a. Hasil Simulasi Besi Tipe ASTM A36

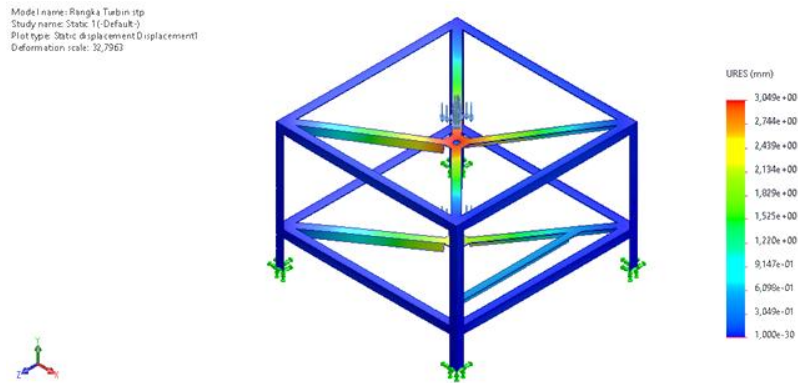
Tabel 1. Spesifikasi Besi Tipe ASTM A36

Parameter	Unit
Yield strength	2,5e+08 N/m^2
Tensile strength	4e+08 N/m^2



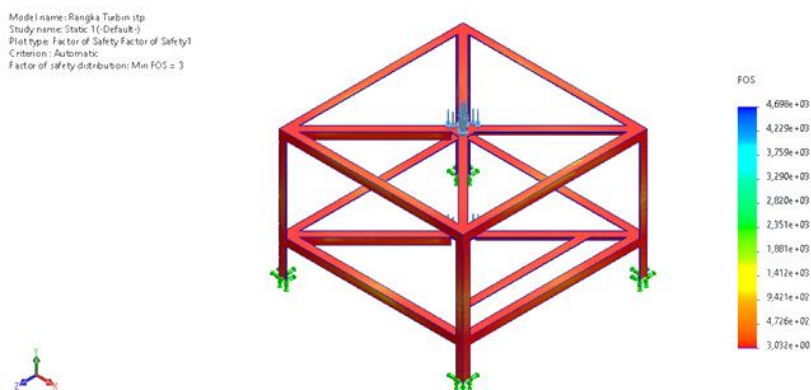
Gambar 4. Hasil simulasi Von Mises Besi Tipe ASTM A36

Hasil pengujian dan simulasi *von mises* besi tipe ASTM A36 diperoleh nilai maksimal $8,245 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan nilai minimum $5,321 \times 10^4 \text{ N/m}^2$



Gambar 5. Hasil Simulasi *Displesment* Besi Tipe ASTM A36

Displesment/perpindahan geser merupakan perubahan yang terjadi pada benda ketika benda tersebut terkena gaya. Nilai *displesment* maksimal yang diperoleh dari simulasi dan pengujian 3,047 mm dan minumnya 1,000 mm.



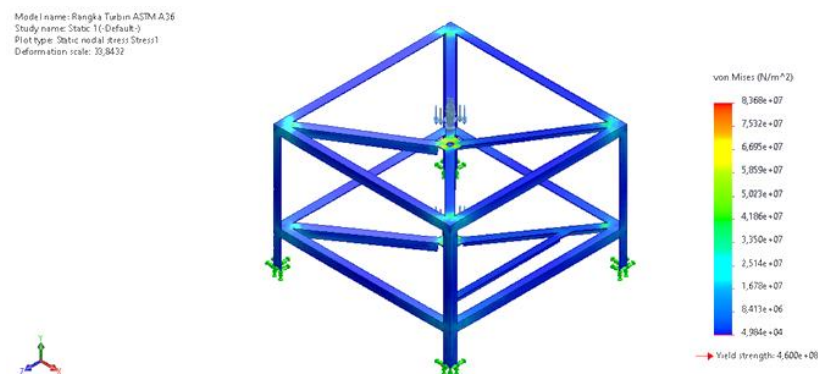
Gambar 6. Hasil Simulasi *Safety Of Factor* Besi Tipe ASTM A36

Nilai *Safety Of Factor* tertinggi adalah $4,690 \times 10^3$ ditunjukkan pada warna biru sedangkan nilai terendah 3,032 yang ditunjukkan dengan warna merah.

b. Hasil Simulasi Besi Tipe AISI 4130

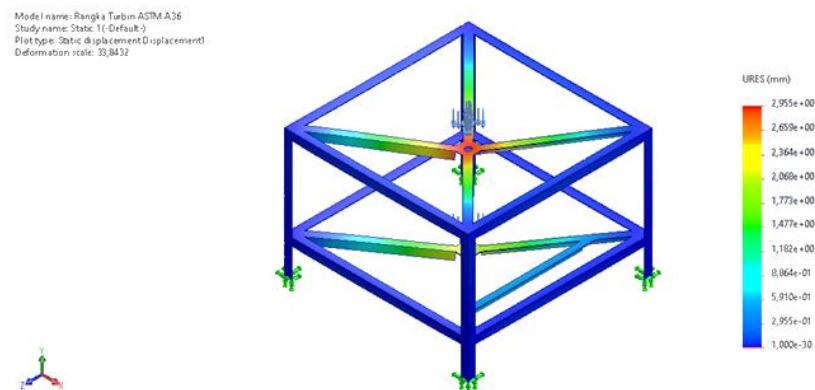
Tabel 2. Spesifikasi Besi Tipe AISI 4130

Parameter	Unit
Yield strength	4,6e+08 N/m ²
Tensile strength	7,31e+08 N/m ²



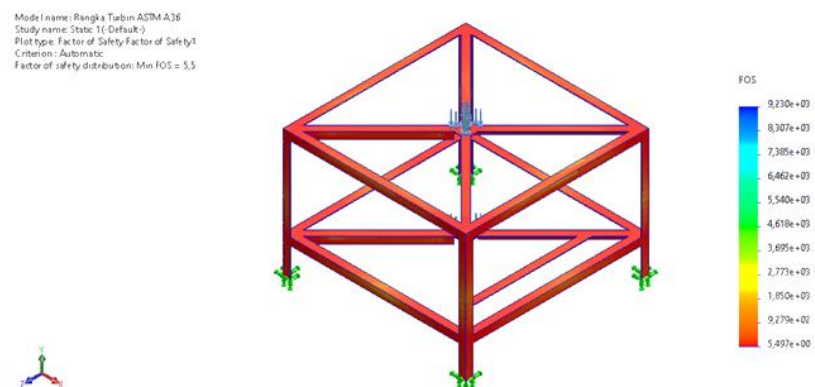
Gambar 7. Hasil simulasi Von Mises Besi Tipe AISI 4130

Hasil pengujian dan simulasi *von mises* besi tipe AISI 4130 diperoleh nilai maksimal $8,368 \times 10^7$ N/m² dan nilai minimum $4,964 \times 10^4$ N/m²



Gambar 8. Hasil Simulasi *Displesment* Besi Tipe AISI 4130

Displesment/perpindahan geser merupakan perubahan yang terjadi pada benda ketika benda tersebut terkena gaya. Nilai *displesment* maksimal yang diperoleh dari simulasi dan pengujian 2,955 mm dan minumnya 1,000 mm.



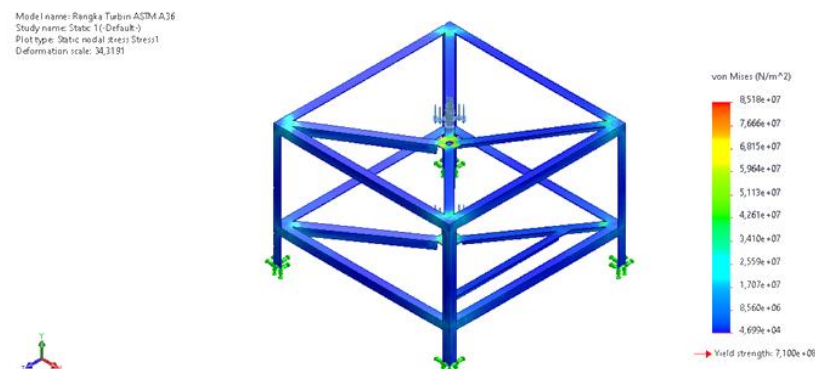
Gambar 9. Hasil Simulasi *Safety Of Factor* Besi Tipe AISI 4130

Nilai *Safety Of Factor* tertinggi adalah $9,230 \times 10^3$ ditunjukkan pada warna biru sedangkan nilai terendah 5,497 yang ditunjukkan dengan warna merah.

c. Hasil Simulasi Besi Tipe AISI 4340

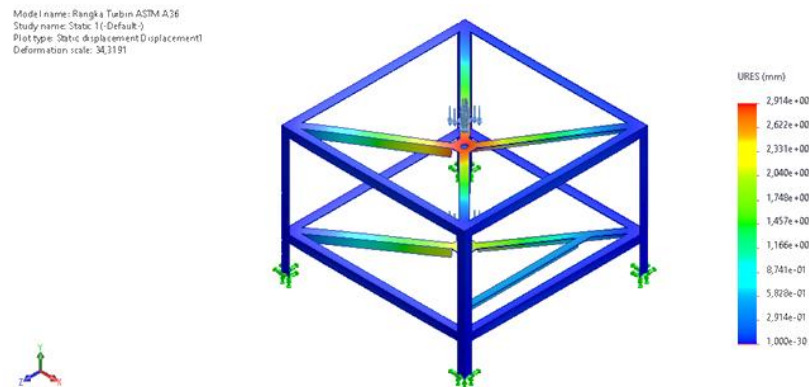
Tabel 2. Spesifikasi Besi Tipe AISI 4340

Parameter	Unit
Yield strength	7,1e+08 N/m ²
Tensile strength	1,11e+09 N/m ²



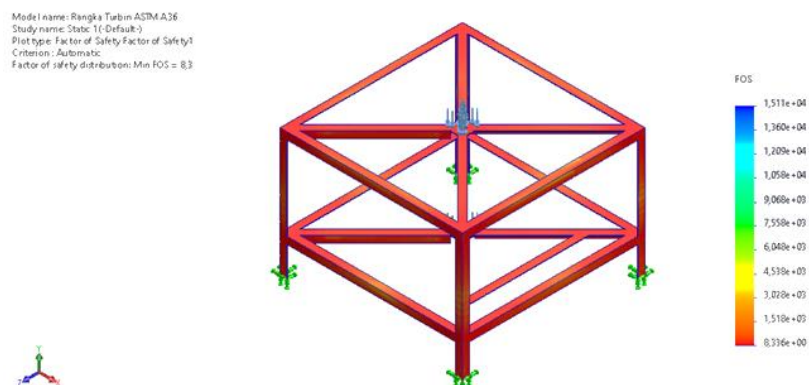
Gambar 10. Hasil simulasi *Von Mises* besi tipe AISI 4340

Hasil pengujian dan simulasi *von mises* besi tipe AISI 4340 diperoleh nilai maksimal $8,518 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan nilai minimum $4,699 \times 10^4 \text{ N/m}^2$



Gambar 11. Hasil Simulasi *Displesment* Besi Tipe AISI 4340

Displesment/perpindahan geser merupakan perubahan yang terjadi pada benda ketika benda tersebut terkena gaya. Nilai *displesment* maksimal yang diperoleh dari simulasi dan pengujian 2,914 mm dan minumnya 1,000 mm.



Gambar 12. Hasil Simulasi *Safety Of Factor* Besi Tipe AISI 4340

Nilai *Safety Of Factor* tertinggi adalah $1,511 \times 10^4$ ditunjukkan pada warna biru sedangkan nilai terendah 8,336 yang ditunjukkan dengan warna merah.

8. SIMPULAN

Dari hasil simulasi dan pengujian terhadap rangka turbin angin, varisasi 3 jenis material yang telah dipertimbangkan adalah ASTM A36, AISI 4130, dan AISI 4340. Untuk menganalisa struktur rangka metode yang digunakan adalah statik.

1. Hasil simulasi dan pengujian besi tipe ASTM A36, diperoleh *von mises* nilai maksimal $8,245 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan nilai minimum $5,321 \times 10^4 \text{ N/m}^2$, Nilai *displesment* maksimal yang diperoleh dari simulasi dan pengujian 3,047 mm dan minumnya 1,000 mm, dan *safey factor* tertinggi adalah $4,690 \times 10^3$ sedangkan nilai terendah 3,032.
2. Hasil simulasi dan pengujian besi tipe AISI 4130, diperoleh *von mises* diperoleh nilai maksimal $8,3,68 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan nilai minimum $4,964 \times 10^4 \text{ N/m}^2$, Nilai *displesment* maksimal yang dari simulasi dan pengujian 2,955 mm dan minumnya 1,000 mm, dan *safety factor* tertinggi adalah $9,230 \times 10^3$ dan nilai terendah 5,497.

3. Hasil simulasi dan pengujian besi tipe AISI 4340 diperoleh *von mises* nilai maksimal $8,518 \times 10^7$ N/m² dan nilai minimum $4,699 \times 10^4$ N/m², Nilai *displacement* maksimal yang diperoleh dari simulasi dan pengujian 2,914 mm dan minumnya 1,000 mm, dan *safety factor* didapatkan nilai $1,511 \times 10^4$ sedangkan nilai terendah 8,336.

maka dapat disimpulkan penggunaan dan pemilihan material yang optimal pada rangka turbin angin adalah besi tipe AISI 4340 karena mendapatkan nilai paling besar *safety of factor* yaitu 8,336 di banding dengan ASTM A36 dan AISI 4130. Sehingga material AISI 4340 merupakan material yang dapat dinyatakan kuat menerima beban dan gaya, sehingga dapat material yang ideal untuk merancang dan di aplikasian sebagai bahan rangka pada turbin angin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Faktor, K. N. Dan, P. Statik, and R. Pada, “Identifikasi Masalah Studi pustaka Parameter Desain Desain turbin angin savonius Perhitungan simulasi rangka Pengecekan hasil Selesai,” vol. 1, no. 2, pp. 42–48, 2022.
- [2] “2. Tampilan ANALISIS PENGARUH SUDUT SERANG TERHADAP SUDU AIRFOIL NACA 4412 PADA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL MENGGUNAKAN SIMULASI CFD SOLIDWORKS.pdf.”.
- [3] M. Depan, P. Batubara, S. Energi, and J. E. Baru, “Masa Depan Pemanfaatan Batubara sebagai Sumber Energi di Indonesia □ Download,” pp. 2–4.
- [4] “Potensi Sumber Energi Angin Sebagai Pembangkit Listrik Di Kalimantan Utara □ Unduh,” p. 116.
- [5] “KEKUATAN SUDU TURBIN ANGIN SAVONIUS DENGAN ANALISA ELEMEN HINGGA □ Download,” p. 3219.
- [6] “WQUO VADIS ENERGI TERBAHARUKAN DI ASIA TENGGARA : TINJAUAN KEBIJAKAN TRANSISI ENERGI LISTRIK MENUJU NIHIL EMISI □ Download,” p. 241.
- [7] “Rancang Bangun Prototype Penyangga Turbin Angin Archimedes □ Download,” p. 203.
- [8] “No Title,” p. 3138.
- [9] L. Di Indonesia, “Analisis Potensi Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Sumber Energi,” vol. 2, no. 4, pp. 1005–1009, 2023.
- [10] N. Adyono, “ANALISA FAKTOR KEAMANAN PADA DESAIN ALAT DIE CUT MENGGUNAKAN SIMULASI FINITE ELEMENT ANALYSYS,” pp. 144–155, 2024.