SIMULASI STRUKTUR RANGKA MESIN PENCACAH SABUT KELAPA MENGGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS WORKBENCH*

Ivon Giri Kristanto[1], Nani Mulyaningsih[2], Fuad Hilmy[3]
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
ivongk35gmail.com[1], nani_mulyaningsih@untidar.ac.id[2], fuadhilmy@untidar.ac.id [3]

ABSTRAK

Di Indonesia, produksi kelapa menjadi salah satu yang terbesar di dunia. Tanaman kelapa adalah tanaman yang memiliki banyak manfaat dari berbagai bagian tanaman tersebut, seperti batang, akar, buah, daun. Salah satu solusi untuk mengurangi pengaruh terhadap lingkungan dari sampah yang dihasilkan oleh industri pengolahan tanaman kelapa adalah melalui industri pengolahan sabut kelapa. Penelitian terdahulu pada mesin pencacah sabut kelapa menggunakan analisis elemen hingga dirasa masih kurang karena menggunakan satu variasi material sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap rangka mesin pencacah sabut kelapa. Metode penelitian ini menggunakan pemodelan elemen hingga (FEA) melalui *software Ansys Wokrbench*. Tujuan penelitian untuk mengetahui kekuatan dan keamanan material rangka mesin pencacah sabut kelapa berdasarkan hasil simulasi yang meliputi *von mises stress, deformation,* dan *safety factor* serta sebagai perbandingan material mana yang terbaik dari 3 variasi material yaitu ASTM A500, baja ST 37, dan *galvanized steel*. Hasil dari penelitian material baja ST 37 memiliki kekuatan dan keamanan yang lebih baik dibandingkan dengan material ASTM A500 dan *Galvanized Steel*. Pada baja ST 37 untuk tegangan *von mises stress* diperoleh nilai terendah pada semua titik dari ketiga variasi material meskipun *deformation* terendah diperoleh dari material *galvanized steel* karena memiliki *young's modulus* tertinggi dari ketiga variasi material. Pada nilai *safety factor* baja ST 37 memiliki nilai tertinggi dari ketiga variasi material dengan nilai 9,6071.

Kata kunci *:* rangka, analisis elemen hingga, *ansys, cocopeat*, sabut kelapa

ABSTRACT

In Indonesia, coconut production is one of the largest in the world. The coconut plant is a plant that has many benefits from various parts of the plant, such as stems, roots, fruit, and leaves. One solution to reduce the impact on the environment of the waste generated by the coconut processing industry is through the cocoa processing industry. Previous research on coconut coir chopping machines using finite element analysis is still lacking because it uses a variety of materials, so it is necessary to do research on the framework of the coconut coir chopping machine. This research method uses finite element modeling (FEA) through Ansys Wokrbench software. The aim of the study was to determine the strength and safety of the coco coir chopping machine frame material based on simulation results, which included von Mises stress, deformation, and safety factor, as well as a comparison of which material was the best of the 3 material variations, namely ASTM A500, ST 37 steel, and galvanized steel. The results of research on ST 37 steel materials show better strength and safety compared to ASTM A500 and galvanized steel materials. In ST 37 steel, for the von Mises stress, the lowest value was obtained at all points of the three material variations, although the lowest deformation was obtained from galvanized steel material because it has the highest Young's modulus of the three material variations. The safety factor value of ST 37 steel has the highest value of the three material variations, with a value of 9.6071.

Keyword*:* frame, *finite element analysis*, *ansys, cocopeat*, *cocofiber*

PENDAHULUAN

Di Indonesia, produksi kelapa menjadi salah satu yang terbesar di dunia. Tanaman kelapa *(Cocos nucifera L.)* adalah tanaman yang memiliki banyak manfaat dari berbagai bagian tanaman tersebut, seperti batang, akar, buah, dan daun. Seluruh bagian tanaman ini memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Salah satu solusi untuk mengurangi pengaruh terhadap lingkungan dari sampah yang dihasilkan oleh industri pengolahan tanaman kelapa adalah melalui industri pengolahan sabut kelapa. Selain mengurangi limbah, pengolahan sabut kelapa juga memiliki potensi untuk menambah nilai ekonomi produk kelapa, menambah pendapatan petani kelapa, dan mendorong perkembangan industri hasil lokal. Salah satu tahapan dalam agenda pemerataan ekonomi adalah dengan mempromosikan usaha pengolahan sabut kelapa. Hal ini dikarenakan bahan baku sabut kelapa tersedia di seluruh nusantara, dan penggunaan alternatif untuk pemanfaatannya masih belum banyak berkembang di Indonesia. Dengan mengembangkan industri pengolahan sabut kelapa, diharapkan dapat menciptakan peluang ekonomi yang merata di berbagai daerah dan mengurangi kesenjangan pembangunan antarwilayah [5].

Sabut kelapa adalah bahan berserat dan bagian terluar dari buah kelapa dengan ketebalan sekitar 5 cm. Sabut kelapa terdiri dari serat, sekam dan kulit ari. Penggunaan serat adalah yang paling banyak dan berkembang diantara komponen penyusun tersebut. Untuk memperoleh sabut kelapa dilakukan pengupasan sabut dengan cara memisahkan sabut dari tempurun kelapa. Beberapa penggunaan serat antara lain untuk pembuatan sapu, tali, media tanam anggrek, sikat pembersih, saringan dan lainnya [6].

Penelitian yang dilakukan sebelumnya mendapatkan hasil dari simulasi pembebaban terhadap rangka mesin pengurai sabut kelapa menjadi *cocopeat* menggunakan material *galvanized steel.* Pembebanan tertinggi terdapat pada titik 1 yaitu rangka bagian atas. Bagian ini menahan bantalan blok *bearing*, penutup bawah, penutup atas, *pulley*, dan poros pengurai. Total beban yang ditumpu pada titik tersebut sebesar 1245,87 N. Hasil dari analisis menghasilkan tegangan tinggi senilai 54.640.716 N/m^2 atau setara dengan 54,64 MPa, sementara tegangan terendahnya adalah 57.745 N/m^2. Selain itu, hasil analisis juga menunjukkan adanya *displacement* senilai 1,82 mm. Simulasi CAE tersebut dilakukan menggunakan perangkat lunak *Solidwork*s.[2].

terdapat penelitian terdahulu tentang analisis tegangan struktur crane kapasitas 10 ton menggunakan metode elemen hingga. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan mengevaluasi tegangan *von mises* pada struktur *crane* dengan kapasitas angkat 10 ton yang terbuat dari *mild steel*. Menggunakan program *Autodesk Inventor Professional 2017*, analisis dilakukan secara kuantitatif. Berdasarkan temuan simulasi, struktur *crane* memiliki tegangan *von mises* sebesar 63,73 MPa, deformasi 2,721 mm, faktor keamanan 3,25, dan massa *crane* sebesar 1.508,53 kg[7].

Terdapat penelitian terdahulu yang membahas tentang perancangan dan pembuatan simulasi 3D mesin sabut kelapa. Hasil yang didapat dari penelitian tersebut adalah desain mesin sabut kelapa yang kemudian disimulasikan dalam bentuk 3D dan ditampilkan dalam bentuk video[1].

Penelitian lain yang membahas tentang mesin pengurai sabut kelapa menjadi cocopeat dan cocofiber menggunakan motor listrik 2 HP. Hasil penelitian ini berupa mesin pengurai sabut kelapa menggunakan motor listrik 2 HP dapat menghasilkan mesin dengan kapasitas produksi cocopeat 1 (Kg/Jam) dan cocofiber 6 (Kg/Jam)[4].

Penelitian lain mengenai desain pencacah sabut kelapa dengan penggerak motor listrik. Hasil dari penelitian tersebut alat pencacah sabut kelapa dengan penggerak

motor lsitrik menimbulkan getaran yang rendah, tidak menimbulkan polusi serta efisien. Dilakukan juga percobaan putaran mata pisau tanpa beban sebesar 450 rpm dan pada saat pencacahan menjadi sekitar 350-450 rpm serta kecepatan linear *V-Belt* 3,9 m/s [3].

Salah satu komponen penting dalam mesin pencacah sabut kelapa adalah kerangka mesin. Sebelum melakukan proses manifaktur maka diperlukan simulasi dan analisis pada komponen tersebut untuk mengetahui distribusi tegangan. Simulasi perancangan menggunakan perangkat lunak *Ansys Workbench* merupakan salah satu alternatif yang efektif. Tujuannya untuk meminimalisir terjadinya kesalahan dalam pemilihan material yang mengakibatkan kerusakan.

Pada penelitian terdahulu yang membahas tentang analisis rangka pada mesin pencacah sabut kelapa menggunakan analisis elemen hingga dirasa masih kurang karena hanya menggunakan satu variasi material sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap rangka mesin pencacah sabut kelapa. Fokus dari penelitian ini adalah perancangan dan perbandingan variasi material mesin pencacah sabut kelapa menggunakan *software* lain yaitu *software Ansys Wokrbench*, kemudian hasil dari perancangan tersebut disimulasikan serta dianalisa *von mises stress*, *deformation*, dan *safety factor* menggunakan FEA. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui kekuatan dan keamanan material rangka mesin pencacah sabut kelapa berdasarkan hasil simulasi yang meliputi *von mises stress*, *deformation*, dan *safety factor* serta sebagai perbandingan material mana yang terbaik dari 3 variasi material yaitu besi *hollow* ASTM A500, baja ST 37, dan *galvanized steel* untuk di aplikasikan secara nyata. Hasil penelitian ini dijadikan sebagai referensi atau acuan dalam proses pembuatan mesin pencacah sabut kelapa.

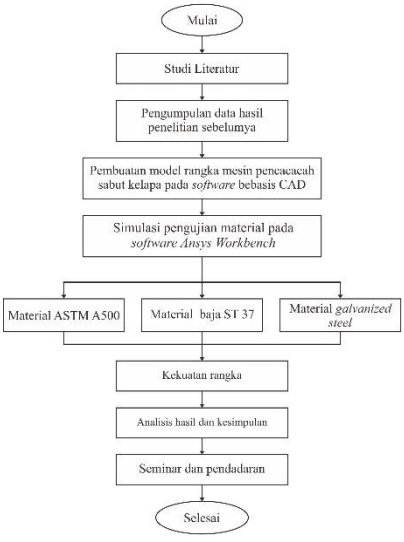
METODE

Penelitian dilakukan dengan metode analisis elemen hingga menggunakan *software Ansys Wokrbench*. Pada penelitian terdapat 3 variabel, antara lain:

1. Variabel bebas
   Yaitu variabel yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian CAE yaitu material besi *hollow* ASTM A500, baja ST 37 dan *galvanized steel.*
2. Variabel terikat
   Variabel terikat merupakan variabel yang terjadi akibat adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah *von mises stress*, *deformation*, dan *safety factor.*
3. Variabel control
   Variabel kontrol adalah variabel yang dipertahankan atau dijaga agar pengaruhnya tidak dipengaruhi oleh faktor eksternal yang tidak diteliti. Dalam penelitian ini variabel kontrolnya adalah pisau, motor listrik, *pully*, *house bearing* dan penutup sabut kelapa.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tahapan Pengujian

Pada metode penelitian dipersiapkan terlebih dahulu alat yang akan digunakan. Alat yang dibutuhkan antara lain:

1. Komputer Asus

Tabel 1. Spesifikasi Komputer

Spesifikasi	Keterangan
Manifacture	*Asus ACPI x64*
Processor	AMD A8-7600 Radeon R7, 10 Compute Cores 4C+6G 3.10 GHz
Operating System	*Windows* 10 64-bit
Display	*AMD Radeon (TM) R7 Graphics*
Graphic	AMD Radeon R 5 M330
Storange	8000MB RAM

2. *Software Computer Aided Design* (CAD)

   Solidworks adalah salah satu CAD 3D yang paling banyak digunakan di Indonesia saat ini. *Solidwork* adalah program yang memungkinkan anda mendesain produk dari yang paling sederhana hingga yang paling kompleks seperti rangka, *gear*, mesin mobil, dan lainnya.

3. *Software Computer Aided Engineering* (CAE)

   Ansys Workbench adalah salah satu perangkat lunak berbasis metode elemen hingga dengan pendekatan CAE yang digunakan untuk mengevaluasi masalah rekayasa *(engineering)*.

Langkah-langkah untuk pengambilan data dalam penelitian sebagai berikut:

1. Pembuatan Model Dengan *Solidwork*

   Dalam proses ini, desain dilakukan menggunakan *Solidworks*. Diharapkan bentuk desain dengan fasilitas ini bisa sedekat mungkin dengan bentuk yang rencanakan.

2. Simulasi Beban Dengan Ansys

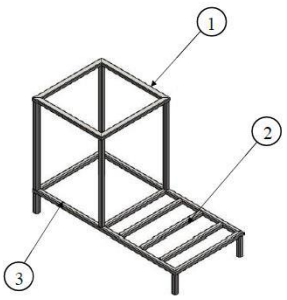
   Program *Ansys* digunakan untuk melakukan simulasi numerik statis dengan menggunakan metode elemen hingga (*finite element method)* setelah menentukan parameter yang akan digunakan untuk simulasi numerik.

3. Pencatatan data hasil simulasi

   Data yang dihasilkan oleh desain kemudian dicatat, apakah perubahan yang terjadi cukup signifikan dari nilai output yang dihasilkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kekuatan rangka untuk menerima beban kerja statis pada rangka dilakukan dengan menggunakan *software Ansys Workbench*. Pembebanan dilakukan pada rangka dengan pembebanan di 3 titik rangka seperti ditunjukkan gambar 4.1 berikut:



Gambar 2. Titik pembebanan rangka

Pada titik 1 bagian tersebut menumpu penutup bawah, penutup atas, *pulley*, poros pengurai, dan bantalan blok *bearing*. Pada titik 2 bagian tersebut menumpu bak penampung *cocopeat* dan pengayak. Pada titik 3 bagian tesebut menumpu beban motor listrik. Jenis rangka yang digunakan adalah *square tube* dengan spesifikasi ukuran 40x40 mm dan memililki ketebalan 4 mm. Data penelitian beban yang ditumpu pada setiap titik rangka ditunjukan pada tabel 2.

Tabel 2. Data penelitian rangka [2]

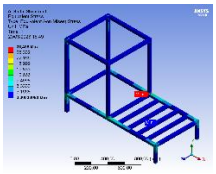
Data perancangan	Beban yang ditumpu
Pembebanan titik 1	1245,87 N
Pembebanan titikk 2	65,35 N
Pembebanan titikk 3	75,57 N

Pada simulasi rangka menggunakan *software Ansys Workbench* bertujuan untuk mengetahui besarnya *von mises stress, deformation* dan *safety factor* pada rangka mesin pencacah sabut kelapa sehingga dapat diketahui material mana yang memiliki kekuatan dan keamanan terbaik ketika digunakan. Pada penelitian menggunakan 3 jenis material yang berbeda antara lain:

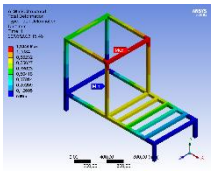
1. Material ASTM A500

Hasil simulasi pada material ASTM A500 meliputi *von mises stress, deformation* dan *safety factor*. Pembebanan dilakukan pada 3 titik dengan hasil sebagai berikut :

a) Pembebanan titik 1



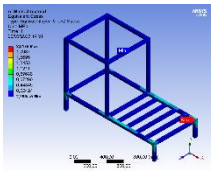
Gambar 3. *Von mises stress* titik 1 ASTM A500



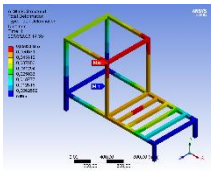
Gambar 4. *Deformation* titik 1 ASTM A500

Pada titik 1 *von mises stress* yang tebesar berada di area berwarna merah yaitu sebesar 28,499 MPa atau 28.499.000 Pa dan yang terendah dengan area berwarna biru 330,64 Pa. Sementara itu hasil simulasi *deformation* terbesar ditunjukan daerah berwarna merah senilai 1,1344 mm.

b) Pembebanan titik 2



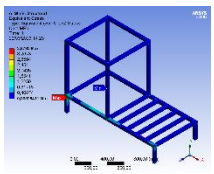
Gambar 5. *Von mises stress* titik 2 ASTM A500



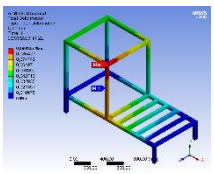
Gambar 6. *Deformation* titik 2 ASTM A500

Hasil simulasi *von mises stress* yang terbesar berada di area berwarna merah yaitu sebesar 2,0179 MPa atau 2.017.900 Pa dan yang terendah pada area berwarna biru yaitu 27,98 Pa. Sementara itu hasil dari simulasi *deformation* terbesar ditunjukan daerah berwarna merah senilai 0,05633 mm.

c) Pembebanan titik 3



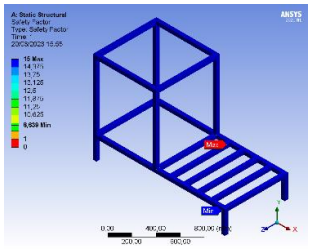
Gambar 7. *Von mises stress* titik 3 ASTM A500



Gambar 8. *Deformation* titik 3 ASTM A500

Hasil simulasi *von mises stress* yang terbesar berada di area merah yaitu sebesar 3,6763 MPa atau 3.676.300 Pa dan yang terendah ditunjukan pada area berwarna biru yaitu 294,11 Pa. Sementara itu untuk hasil dari simulasi *deformation* terbesar ditunjukan area berwarna merah sebesar 0,096105 mm.

d) *Safety factor*



Gambar 9. *Safety factor* material ASTM A500

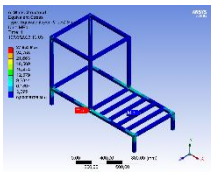
Berdasarkan hasil simulasi pada material ASTM A500 didapatkan nilai faktor keamanan minimal 8,639 dan keamanan maksimal diperoleh nilai 15. Hal tersebut ditunjukan pada perubahan gradasi warna dari warna merah ke warna biru yang mengindikasikan nilai faktor keamanan minimum ke nilai faktor kemanan maksimum. Nilai faktor keamanan pada material ASTM A500 dikatakan aman karena nilai yang didapatkan masih diatas nilai faktor keamanan yang diijinkan.

2. Material Baja ST 37

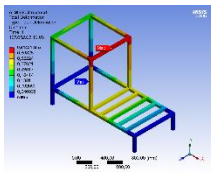
Hasil simulasi pada material baja ST 37 meliputi *von mises stress,*

deformation dan *safety factor*. Pembebanan dilakukan pada 3 titik dengan hasil sebagai berikut:

a) Pembebanan titik 1



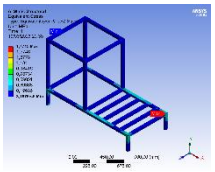
Gambar 10. *Von mises stress* titik 1 baja ST 37



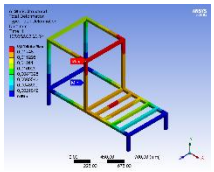
Gambar 11. *Deformation* titik 1 baja ST 37

Pada titik 1 *von mises stress* yang tebesar berada di area berwarna merah yaitu sebesar 27,853 MPa atau 27.853.000 Pa dan yang terendah dengan area berwarna biru 267,36 Pa. Sementara itu hasil simulasi *deformation* terbesar ditunjukan pada daerah berwarna merah senilai 0,41431 mm.

b) Pembebanan titik 2



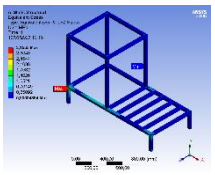
Gambar 12. *Von mises stress* titik 2 baja ST 37



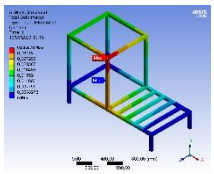
Gambar 13. *Deformation* titik 2 baja ST 37

Hasil simulasi *von mises stress* yang terbesar berada di area berwarna merah yaitu sebesar 1,7707 MPa atau 1.770.700 Pa dan yang terendah pada area berwarna biru yaitu 34,404 Pa. Sementara itu hasil dari simulasi *deformation* terbesar ditunjukan daerah berwarna merah senilai 0,020572 mm.

c) Pembebanan titik 3



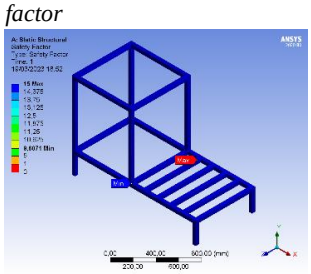
Gambar 14. *Von mises stress* titik 3 baja ST 37



Gambar 15. *Deformation* titik 3 baja ST 37

Hasil simulasi *von mises stress* yang terbesar berada di area merah yaitu sebesar 3,1555 MPa atau 3.155.500 Pa dan yang terendah ditunjukan pada area berwarna biru yaitu 348,84 Pa. Sementara itu untuk hasil dari simulasi *deformation* terbesar ditunjukan area berwarna merah sebesar 0,035078 mm.

d) *Safety factor*



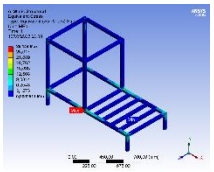
Gambar 16. *Safety factor* material baja ST 37

Berdasarkan hasil simulasi pada material baja ST 37 didapatkan nilai faktor keamanan minimal 9,6071 dan keamanan maksimal diperoleh nilai 15. Hal tersebut ditunjukan pada perubahan gradasi warna dari warna merah ke warna biru yang mengindikasikan nilai faktor keamanan minimum ke nilai faktor kemanan maksimum. Nilai faktor keamanan pada material baja ST 37 dikatakan aman karena nilai yang didapatkan masih diatas nilai faktor keamanan yang diijinkan.

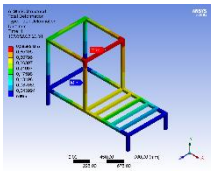
3. Material *Galvanized Steel*

Hasil simulasi pada material *galvanized steel* meliputi *von mises stress*, *deformation* dan *safety factor*. Pembebanan dilakukan pada 3 titik dengan hasil sebagai berikut :

a) Pembebanan titik 1



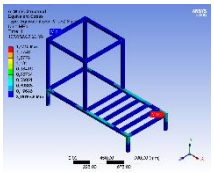
Gambar 17. *Von mises stress* titik 1 *galvanized steel*



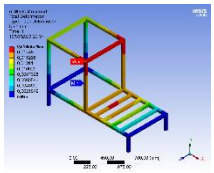
Gambar 18. *Deformation* titik 1 *galvanized steel*

Pada titik 1 *von mises stress* yang tebesar berada di area berwarna merah yaitu sebesar 28,144 MPa atau 28.144.000 Pa dan yang terendah dengan area berwarna biru 251,1 Pa. Sementara itu hasil simulasi *deformation* terbesar ditunjukan pada daerah berwarna merah senilai 0,39595 mm.

b) Pembebanan titik 2



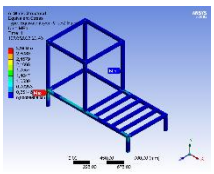
Gambar 19. *Von mises stress* titik 2 *galvanized steel*



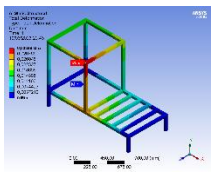
Gambar 20. *Deformation* titik 2 *galvanized steel*

Hasil simulasi *von mises stress* yang terbesar berada di area berwarna merah yaitu sebesar 1,7715 MPa atau 1.771.500 Pa dan yang terendah pada area berwarna biru yaitu 31,676 Pa. Sementara itu hasil dari simulasi *deformation* terbesar ditunjukan daerah berwarna merah senilai 0,019665 mm.

c) Pembebanan titik 3



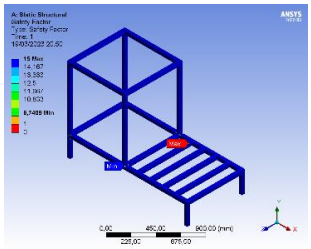
Gambar 21. *Von mises stress* titik 3 *galvanized steel*



Gambar 22. *Deformation* titik 3 *galvanized steel*

Hasil simulasi *von mises stress* yang terbesar berada di area merah yaitu sebesar 3,16 MPa atau 3.160.000 Pa dan yang terendah ditunjukan pada area berwarna biru yaitu 396,08 Pa. Sementara itu untuk hasil dari simulasi *deformation* terbesar ditunjukan area berwarna merah sebesar 0,03349 mm.

d) *Safety factor*



Gambar 23. *Safety factor* material *galvanized steel*

Berdasarkan hasil simulasi pada material *galvanized steel* didapatkan nilai faktor keamanan minimal 6,7409 dan keamanan maksimal diperoleh nilai 15. Hal tersebut ditunjukan pada perubahan gradasi warna dari warna merah ke warna biru yang mengindikasikan nilai faktor keamanan minimum ke nilai faktor kemanan maksimum. Nilai faktor keamanan pada material *galvanized steel* dikatakan aman karena nilai yang didapatkan masih diatas nilai faktor keamanan yang diijinkan.

SIMPULAN

1. Material yang terpilih adalah material baja ST 37 karena memenuhi kriteria pemilihan serta memiliki kekuatan dan keamanan yang lebih baik dibandingkan dengan material ASTM A500 dan *Galvanized Steel*. Hal ini berdasarkan hasil simulasi yang didapatkan yaitu nilai simulasi pada baja ST 37 untuk tegangan *von mises stress* diperoleh nilai terendah pada semua titik dari ketiga variasi material meskipun *deformation* terendah diperoleh dari variasi *galvanized steel* karena memiliki *young's modulus* tertinggi dari ketiga variasi material. Pada nilai *safety factor* baja ST 37 memiliki nilai tertinggi dari ketiga variasi material dengan nilai 9,6071 sehingga baja ST 37 layak menjadi material yang terbaik dari ketiga variasi material yang di simulasikan. Pada dasarnya material ASTM A500 dan *galvanized steel* masih

dapat dijadikan acuan lain dalam pembuatan rangka mesin pencacah sabut kelapa karena masih layak pakai, namun diperlukan perbaikan jika ingin meningkatkan kekuatan dan keamanan rangka.

2. Alternatif material rangka yang dipilih adalah material baja ST 37 karena memenuhi kriteria tingkat kekuatan dan keamanan yang lebih baik dibandingkan ASTM A500 dan *galvanized steel.*

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ambarwati, L., & Amborowati, A. (2015). Perancangan Dan Pembuatan Simulasi 3D Mesin Sabut Kelapa Di Perusahaan Wartono Mesin. *Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta*, 1–8.

[2] Lesmana, I. G. E., & Rahman, R. (2020). Perancangan Mesin Pengurai Sabut Kelapa Menjadi Cocopeat. *In Prosiding Seminar Rekayasa Teknologi" (SemResTek)*, *2*(April), 44–55.http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimt/article/view/1527

[3] Priono, H., Ilyas, M. Y., Nugroho, A. R., Setyawan, D., Maulidiyah, L., & Anugrah, R. A. (2019). Desain Pencacah Serabut Kelapa dengan Penggerak Motor Listrik. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, *3*(1), 23. https://doi.org/10.30588/jeemm.v3i1.494

[4] Satito, A., Hariyanto, & Supandi. (2020). Rancang Bangun Mesin Pengurai Sabut Kelapa Menjadi Cocopeat Dan Cocofiber Dalam Upaya Penganekaragaman Produk Pada Kelompok Tani "Sumber Rejeki." *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Polines*, *3*, 711–722.

[5] Subiyanto. (2000). Prospek Industri Pengolahan Limbah Sabut Kelapa. *Teknologi Lingkungan*, *1*(1), 1–9.

[6] Suhardiman, P. (1990). *Bertanam Kelapa Hibrida*. Penabar Swadaya.

[7] Wibawa, L. A. N. (2020). Desain Dan Analisis Tegangan Struktur Crane Kapasitas 10 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Muara Sains, Teknologi, Kedokteran, Dan Ilmu Kesehatan*, *4*(2), 201–210.