

PERANCANGAN FRAME PADA MESIN UJI BUCKLING ELECTRIK DENGAN MENGGUNAKAN FINITE - ELEMENTARRAY (FEA)

FRAME DESIGN ON ELECTRIC BUCKLING TESTING MACHINE USING FINITE-ELEMENT ARRAY (FEA)

¹Muhammad Isro Diyanto, ²Tomi Haryanto, ³Farhan Hijazi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang, Indonesia
Jl. Rajawali G No.33, Pamulang Bar., Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417

E-mail: dosen01293@unpam.ac.id

ABSTRAK

Rangka atau *frame* merupakan komponen struktural yang sangat penting dalam permesinan, karena berfungsi sebagai pendukung komponen-komponen mesin dan menahan berbagai gaya seperti gaya aksial, normal, dan momen. Kestabilan mesin sangat bergantung pada kekuatan rangka, yang dipengaruhi oleh bentuk dan jenis konstruksinya. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana desain pada *frame* dan kekuatan *frame* terhadap tekanan yang di berikan dengan pembebaan 50 Kg, 75 Kg Dan 100 Kg. Pada *frame* ini dilakukan pengujian dengan menggunakan pengujian simulasi menggunakan *solidworks 2021*. Dari pengujian simulasi ini yang di cari adalah *Von Misses*, *displacment* dan *safety factor* pada *frame buckling electrik*. Dari hasil pembuatan *frame* pada alat uji *buckling* ini bahwa *frame buckling* ini dibuat dengan bahan material besi hollow dengan ketebalan 2mm dengan tinggi *frame* 125 cm, dan lebar 60 cm x 38 cm. Dengan spesifikasi material ASTM A36 *steel* dengan beban total yang diterima sebesar 100 kg, masih mampu menopang kinerja mesin selama penggunaan. Nilai *von misses* terbesar didapat dengan beban 100 kg sebesar 15.0903 N/m² nilai ini masih jauh dibawah nilai *yield strength* dari material ASTM A36 *Steel* yaitu 220.5940 N/m². Sedangkan nilai *Displacement* terbesar yaitu 0.102 mm yang didapat juga dari *frame* dengan beban 100 Kg. Untuk pemilihan bahan simulasi material yang digunakan dalam simulasi ini yaitu ASTM A36 *steel*. Hasil *Safety factor* untuk simulasi statis pada *frame* alat uji *buckling* adalah sebesar 88,088.59 dan nilai dari FOS sebesar 15 artinya *frame* dengan spesifikasi besi hollow dengan profil 40x40 tebal 2 mm dan jenis material yang di gunakan ASTM A36 *Steel* mampu beroprasi dengan baik dan desuai penggunaan.

Kata kunci : Rancang bangun, *frame*, *buckling*, *simulasi*, *vonmises*, *displacment*, *safety factor*.

ABSTRACT

The *frame* is a very important structural component in machinery, because it functions as a support for machine components and withstands various forces such as axial, normal, and moment forces. The stability of the machine is highly dependent on the strength of the frame, which is influenced by the shape and type of construction. This study aims to determine how the design of the frame and the strength of the frame to the pressure given with a load of 50 kg, 75 kg and 100 kg. On this frame, testing was carried out using simulation testing using Solidworks 2021. From this simulation test, what is sought is Von Misses, displacement and safety factor on the electric buckling frame. From the results of making the frame on this buckling test tool, this buckling frame is made of hollow iron material with a thickness of 2 mm with a frame height of 125 cm, and a width of 60 cm x 38 cm. With the ASTM A36 steel material specification with a total load received of 100 kg, it is still able to support engine performance during use. The largest von misses value was obtained with a load of 100 kg of 15.0903 N / m², this value is still far below the yield strength value of the ASTM A36 Steel material, which is 220.5940 N / m². While the largest Displacement value is 0.102 mm which is also obtained from a frame with a load of 100 Kg. For the selection of simulation materials, the material used in this simulation is ASTM A36 steel. The Safety factor results for static simulation on the buckling test tool frame are 88,088.59 and the FOS value is 15, meaning that the frame with hollow iron specifications with a 40x40 profile, 2 mm thick and the type of material used is ASTM A36 Steel, which is able to operate well and according to use.

Keywords: Design, *frame*, *buckling*, *simulation*, *vonmises*, *displacement*, *safety factor*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini mengalami kemajuan yang signifikan dan berdampak luas. Kemajuan teknologi ini tidak dapat dipisahkan dari peran dunia industri manufaktur, yang mencakup berbagai jenis industri, mulai dari industri besar hingga industri kecil dan menengah (IKM). (Iskandar et al., 2021).

Di dalam dunia industri, dalam membuat sebuah produk berkualitas harus di lakukan dengan kualitas yang prototipe dan selanjutnya dapat dilakukan pada tahap tes pengujian untuk mengetahui kualitas suatu produk. Tetapi membuat suatu produk *prototype* untuk di lakukan sebuah pengujian dapat memakan banyak waktu dan biaya yang di keluarkan tidak sedikit.(Kusnanto, 2019).Dalam menganalisis fenomena tekuk, terdapat dua metode analisis yang umum digunakan, yaitu analisis tekuk linear (*eigenvalue*) dan analisis tekuk non-linear. Analisis tekuk linear digunakan untuk memprediksi beban kritis tekuk pada struktur elastis ideal, sedangkan analisis tekuk non-linear (*snap-through*) digunakan untuk menganalisis perilaku struktur yang tidak stabil.. (Tanelia 2016).Analisis tekuk linear dilakukan dengan menyelesaikan persamaan angka untuk menentukan beban kritis tekuk. Meskipun hasil analisis ini tidak selalu akurat, namun cara ini sering digunakan sebagai pendekatan awal. Sementara itu, analisis tekuk non-linear (*snap-through*) lebih tepat digunakan untuk menganalisis struktur yang tidak stabil. Pada analisis ini, kondisi struktur dianalisis terhadap berbagai kondisi yang meningkat secara konsisten. (Rudi2017).

Struktur dengan dimensi tipis rentan mengalami fenomena tekuk (*buckling*) ketika dikenai gaya tekan. Tekuk merupakan kondisi ketidakstabilan struktur yang menyebabkan deformasi besar dan tidak proporsional dengan gaya yang diberikan. Konsekuensi dari fenomena tekuk adalah perubahan bentuk struktur secara signifikan akibat lendutan besar, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kegagalan struktur. (Kurniawan Arief, 2017).

Buckling dapat terjadi bahkan ketika tegangan yang timbul pada struktur berada di bawah tegangan yang diperlukan untuk menyebabkan kegagalan pada material penyusun struktur tersebut. Pembebaan tambahan dapat menyebabkan deformasi yang lebih besar dan relatif tidak dapat diprediksi, yang berpotensi menyebabkan hilangnya kapasitas menahan beban komponen struktur kemudian akan mengalami tekukan pada material yang di beban, Penggunaan metode simulasi numerik, seperti *Finite Element Analysis (FEA)*, memungkinkan perhitungan stress, deformasi, dan kekuatan suatu rancangan struktur menjadi lebih mudah dan efisien. Dengan simulasi ini, dapat dengan cepat diketahui seberapa besar stress, deformasi, dan kekuatan yang dapat diberikan oleh suatu desain struktur. Beberapa contoh analisis struktur telah dilakukan menggunakan FEA, seperti analisis frame dengan menggunakan software Ansys dan lainnya. Salah satu contoh paling sederhana dan umum adalah analisis frame dengan menggunakan metode finite element array. (NR Patil, 2014).

Solidworks merupakan perangkat lunak yang di rancang untuk Rancang bangun yang digunakan untuk desain produk, desain mesin, desain cetakan, desain konstruksi, dan

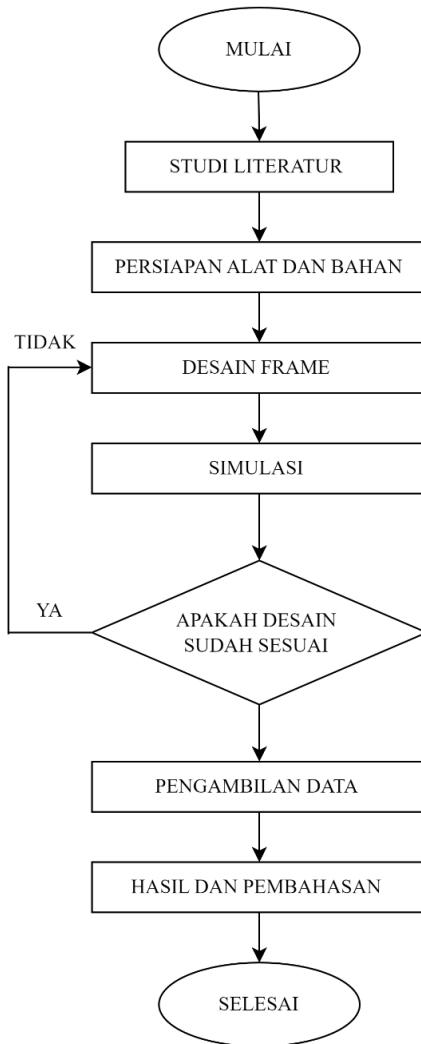
keperluan lainnya, khususnya di bidang teknis. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada bagian ini, *Solidworks* dilengkapi dengan alat-alat yang digunakan untuk memahami dan menganalisis hasil desain, seperti tegangan, tegangan operasi, suhu, angin, dan detail lainnya. *Solidworks* sendiri juga merupakan alat pemodelan parametrik yang memungkinkan semua objek dan hubungan geometris dimodifikasi lagi. (Wibowo et al., 2014). Rangka atau *frame* merupakan komponen struktural yang sangat penting dalam permesinan, karena berfungsi sebagai pendukung komponen-komponen mesin dan menahan berbagai gaya seperti gaya aksial, normal, dan momen. Kestabilan mesin sangat bergantung pada kekuatan rangka, yang dipengaruhi oleh bentuk dan jenis konstruksinya. Rangka harus mampu menahan pembebahan torsi dari mesin serta kejutan yang terjadi saat mesin beroperasi, sehingga kekuatan dan kestabilan rangka menjadi faktor kritis dalam desain mesin. Dalam perancangan struktur, metode pengujian yang umum digunakan adalah metode komputasi berbasis metode elemen hingga (*Finite Element Analysis/FEA*). FEA merupakan metode penyelesaian numerik yang membagi benda uji menjadi elemen-elemen diskrit yang saling terkait. Metode ini luas digunakan dalam berbagai bidang teknik, seperti analisis kekuatan struktur, korosi, perpindahan panas, elektromagnetis, dan aliran fluida. Penelitian ini bertujuan untuk merancang kerangka *Buckling* dan melakukan analisis menggunakan perangkat lunak *Solidworks 2021* untuk mengetahui kekuatan struktur kerangka terhadap pembebahan yang dilakukan. Dengan menggunakan *Solidworks 2021* simulasi yang akan dilakukan pada *frame buckling electrik* ini yaitu mengetahui beban statis *von mises*, *displacement*, *safety factor*. dan untuk pembebanannya yaitu menggunakan 3 variasi. Pertama 50 kg, kedua 75 kg dan Ketiga yaitu 100 kg. yaitu dengan beban total sebesar 100 kg, apakah *frame* mesin uji *buckling* ini mampu menopang kekuatan tersebut.

Alasan dasar dalam menggunakan *Solidworks simulation finite element array* Karena database pertama lebih sering digunakan, maka data base tersebut dapat disesuaikan untuk menentukan jenis material yang digunakan dan dapat dirancang khusus sesuai kebutuhan kita, seperti rangka jangka panjang. Material yang digunakan dalam *Solidworks* lebih luas dan meliputi *fiberglass*, besi, karet, stainless, aluminium, dan kayu.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk memberikan gambaran tentang proses perhitungan terhadap diagram alir penelitian. berikut menunjukkan diagram alir Untuk membuat tatacara perencanaan supaya lebih mudah di pahami, berikut table tatacara perancangan :

Dalam tahap perancangan ini dibuat sebuah sketsa atau desain alat uji buckling elektrik yang berfungsi untuk menguji ketahanan material terhadap beban tekan aksial hingga mengalami tekukan (buckling), terlihat gambar 1



Gambar 1. Diagram alir

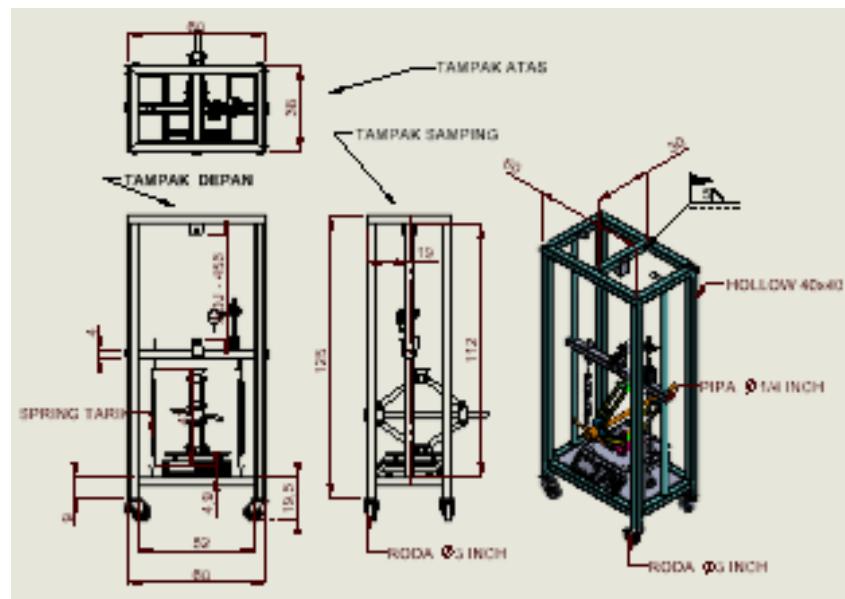
A. Desain alat uji *buckling*

Rangka utama alat dirancang menggunakan besi hollow berukuran 40×40 mm dengan ketebalan 2 mm, yang dipilih karena memiliki kekuatan tekan dan kestabilan struktural yang baik. Dimensi keseluruhan alat memiliki tinggi 125 cm, dengan panjang 60 cm dan lebar 38 cm. Proporsi ini dipilih untuk memberikan keseimbangan antara kekokohan dan efisiensi ruang kerja. Desain struktur dibuat sedemikian rupa agar mampu menahan gaya tekan maksimum yang dihasilkan selama proses pengujian tanpa mengalami deformasi berlebih atau ketidakstabilan rangka. Perancangan alat dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks, yang memungkinkan proses pemodelan tiga dimensi (3D)

modeling) secara presisi. Dengan software ini, setiap bagian alat dapat dirancang, diatur posisinya, dan dianalisis ketahanannya terhadap beban. Selain itu, penggunaan SolidWorks memudahkan dalam melakukan evaluasi desain, baik dari segi kekuatan material maupun kemudahan proses perakitan di tahap fabrikasi. Hasil pemodelan memperlihatkan bahwa struktur rangka dilengkapi dengan dudukan spesimen, sistem penekan elektrik, serta penahanan bagian bawah yang kokoh. Desain juga memperhatikan kestabilan selama proses pengujian, sehingga gaya tekan yang diberikan tetap terdistribusi secara merata pada spesimen uji. Visualisasi hasil rancangan alat uji buckling elektrik dapat dilihat pada Gambar 2, yang menampilkan bentuk keseluruhan rangka beserta komponen penyusunnya dalam tampilan isometrik dari hasil desain SolidWorks.

B. Frame yang akan di lakukan pengujian simulasi

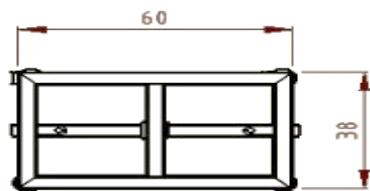
Gambar 3 desain *frame buckling electrik* dengan menggunakan *Solidworks*. *Frame* disini mempunyai fungsi sebagai penopang komponen komponen dan benda uji pada alat *buckling*, oleh karena itu kontruksi pada rangka harus di buat sedemikian rupa, baik dari segi bentuk dan dimensinya. Dari hasil pembuatan *frame* pada alat uji *buckling* ini bahwa *frame buckling* ini dibuat dengan bahan material besi holoow dengan ketebalan 2mm dengan tinggi *frame* 125 cm, dan lebar 60 cm x 38 cm.



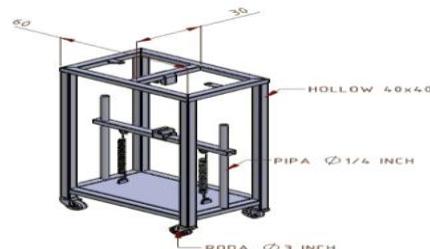
Gambar 3. Desain alat uji Buckling

Berikut ini merupakan desain rangka turbin ulir yang digunakan sebagai alat peraga praktikum di laboratorium teknik mesin. Rangka ini dirancang dan digambar menggunakan perangkat lunak SolidWorks, yang memungkinkan pembuatan model tiga dimensi secara detail dan akurat.

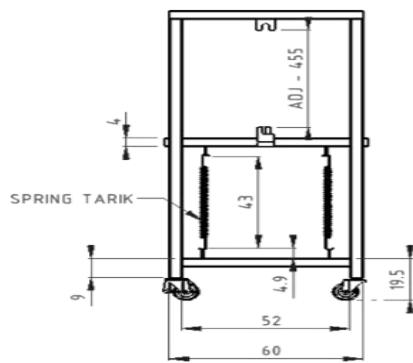
Melalui pemodelan digital ini, setiap komponen dapat divisualisasikan dengan jelas, mulai dari bentuk dasar rangka, dudukan poros turbin, hingga sistem penyaluran air yang digunakan untuk menggerakkan ulir. Desain rangka turbin ulir ini dibuat dengan mempertimbangkan aspek kekuatan, stabilitas, serta kemudahan perakitan. Struktur utama menggunakan material besi hollow yang mampu menopang berat sistem turbin dan aliran air selama proses demonstrasi berlangsung. Selain itu, rancangan ini juga memperhatikan kemudahan pemeliharaan serta keamanan pengguna saat praktikum. Model hasil desain lengkap dapat dilihat pada Gambar 4, yang menampilkan tampilan isometrik dari turbin ulir beserta rangka pendukungnya.



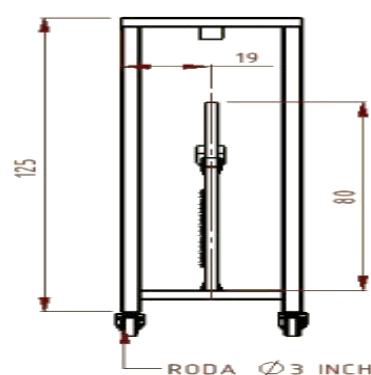
Gambar Tampak atas 2D



HOLLOW 40 x 40
PIPA Ø 1/4 INCH
RODA Ø 3 INCH



Gambar Tampak depan



Gambar Tampak samping 2D

Gambar 4. Desain tampak Geometri

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Spesifikasi material simulasi

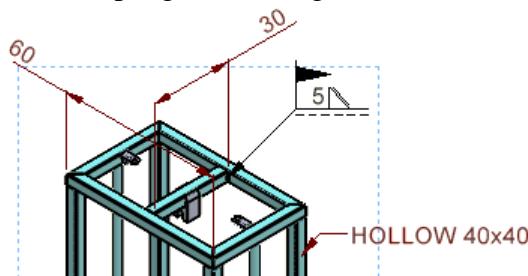
Setelah melakukan perancangan *frame buckling* elektrik menggunakan material besi hollow dengan profil 40 x 40 x 2 mm dan dimensi *frame* 60 cm x 38 cm x 125 cm, simulasi menggunakan *SolidWorks* dilakukan untuk menganalisis perilaku struktur *frame* tersebut. Analisis statik dilakukan dengan membebankan tekanan pada titik tumpuan *frame*, yaitu 50 Kg, 75 Kg, dan 100 Kg, untuk mengetahui tegangan (*stress*), regangan (*strain*), perubahan bentuk (*displacement*), dan faktor keamanan (*factor of safety*) pada desain *frame*. Material yang digunakan dalam simulasi adalah ASTM A36 hollow 40 x 40 x 2 mm, dengan spesifikasi yang tercantum dalam tabel berikut.:

Tabel 1. Spesifikasi dari bahan Material ASTM A36 Steel

Property	Value	Satuan
<i>Elastic Modulus</i>	200000	N/mm ²
<i>Poisson's Ratio</i>	0.26	N/A
<i>Shear Modulus</i>	79300	N/mm ²
<i>Mass Density</i>	7850	Kg/m ³
<i>Tensile Strength</i>	400	N/mm ²
<i>Compressive Strength</i>		N/mm ²
<i>Yield Strength</i>	250	N/mm ²
<i>Thermal Expansion Coefficient</i>		/K
<i>Thermal Conductivity</i>		W/(m-k)

B. Simbol Pengelasasn Weld bead

Weld bead adalah hasil las yang terbentuk ketika dua atau lebih logam disatukan melalui proses pengelasan. *Weld bead* memiliki karakteristik dan sifat unik yang bergantung pada jenis proses pengelasan, material yang dilas, dan parameter pengelasan. Dibawah ini adalah simbol dari pengelasan dengan ketebalan 5 mm, terlihat gambar 5



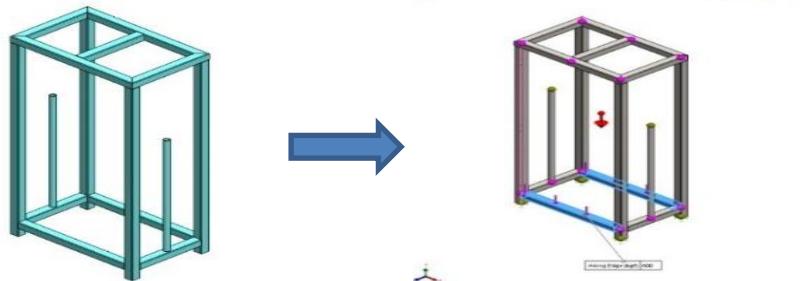
Gambar 5. Pengelasasn Weld bead

C. Simulasi frame

Preprocessing

Tahap preprocessing merupakan langkah awal dalam proses simulasi struktur rangka sebelum dilakukan analisis kekuatan atau deformasi menggunakan perangkat lunak SolidWorks Simulation. Pada tahap ini, model rangka yang telah dirancang sebelumnya dipersiapkan agar dapat dianalisis secara numerik melalui metode elemen hingga (Finite Element Method/FEM). Langkah pertama adalah import dan verifikasi model 3D dari hasil desain SolidWorks. Model diperiksa untuk memastikan tidak terdapat bagian yang tumpang tindih, celah antar komponen, atau kesalahan geometri yang dapat memengaruhi hasil simulasi. Setelah model dinyatakan valid, dilakukan definisi material pada setiap bagian rangka. Material yang digunakan adalah besi hollow baja karbon dengan sifat

mekanik seperti modulus elastisitas (E) sebesar 210 GPa, Poisson's ratio 0,3, dan kekuatan luluh sekitar 250 MPa.



Gambar 6. Perseoses penyambungan & proses meshing

Selanjutnya, tahap pembuatan mesh (meshing) dilakukan. Meshing bertujuan membagi model rangka menjadi elemen-elemen kecil berbentuk tetrahedral atau hexahedral agar analisis FEM dapat dilakukan dengan presisi. Ukuran elemen mesh diatur dengan tingkat kerapatan yang sesuai; bagian yang menerima beban besar atau memiliki detail geometri kompleks diberikan mesh yang lebih halus untuk meningkatkan akurasi perhitungan. Kemudian, dilakukan pemberian boundary condition atau kondisi batas pada model,

Postprosesing

Tahap preprocessing juga mencakup pengaturan kontak antar komponen (contact set), terutama jika model terdiri dari beberapa bagian yang dirakit. Kontak ini dapat diatur sebagai bonded contact jika sambungan bersifat tetap (seperti las), atau sliding contact jika terdapat pergerakan antar permukaan. Setelah semua parameter terdefinisi, dilakukan validasi awal setup simulasi untuk memastikan semua constraint, gaya, dan material telah diterapkan dengan benar. Hasil akhir dari tahap preprocessing adalah model yang siap untuk dianalisis pada tahap berikutnya, yaitu simulation run atau solving, di mana perangkat lunak akan menghitung distribusi tegangan (stress), regangan (strain), dan deformasi yang terjadi pada struktur rangka

Spesifikasi Material ASTM A36 Stell

Tabel 2. Spesifikasi material simulasi ASTM A36 Stell

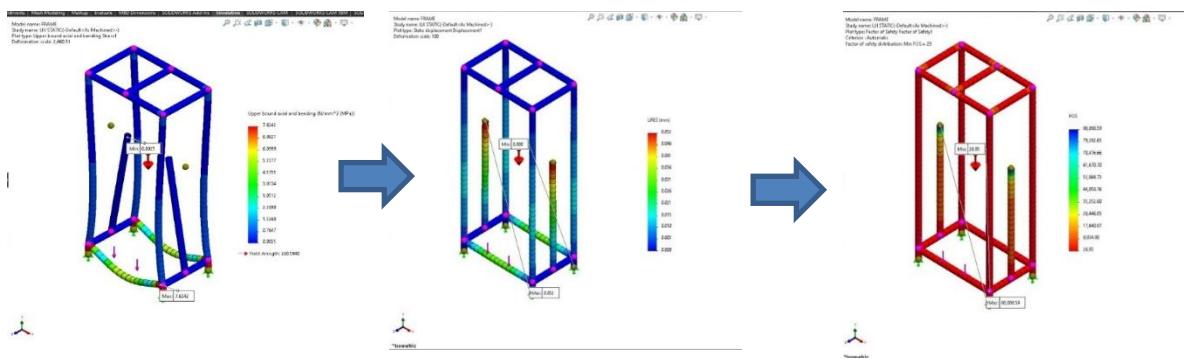
Material	<i>Tensile Strength (N/mm²)</i>	<i>Yield Strength (N/mm²)</i>
ASTM A36 Stell	400	250

D. Hasil Simulasi *Frame* beban 50 Kg

1. Data Simulasi Stress (Von Misses) 50 Kg

Setelah melakukan analisis simulasi statis menggunakan *SolidWorks 2021*, hasil pengujian menunjukkan kekuatan struktur dari *Frame* alat uji *Buckling*. Hasil simulasi ini

diperoleh dari pembebanan pada *Frame* dengan beban yang bervariasi, yaitu 50 kg, 75 kg, dan 100 kg, terlihat gambar 7

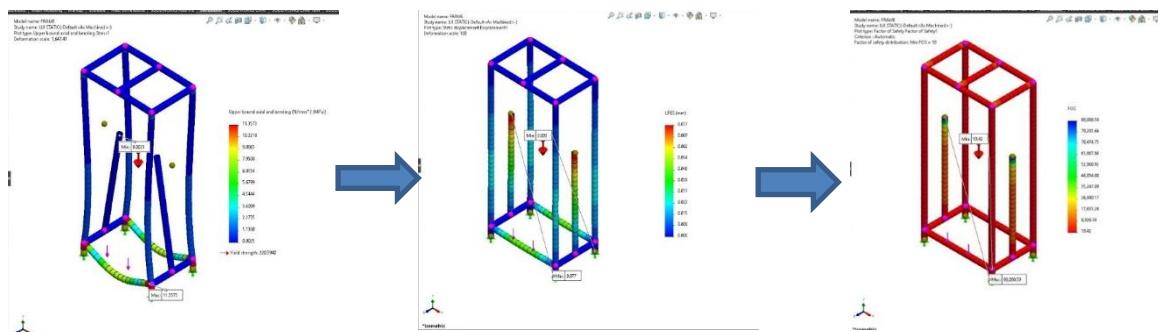


Gambar 7. Hasil simulasi Displacement 50 kg

Perpindahan mengacu pada perubahan bentuk benda yang diketahui. Dalam simulasi akan ditunjukkan seberapa besar perpindahan yang terjadi pada rangka melalui simulasi perpindahan (*result displacement*). Berdasarkan hasil perhitungan di bawah, perpindahan simulasi adalah 50 kg. Setelah tahap preprocessing selesai dan seluruh parameter simulasi ditetapkan dengan benar, langkah selanjutnya adalah menjalankan analisis kekuatan rangka terhadap beban yang direncanakan. Pada penelitian ini, dilakukan simulasi pembebanan sebesar 50 kg, yang setara dengan gaya tekan sekitar 490 N (dengan asumsi percepatan gravitasi $9,81 \text{ m/s}^2$).

E. Hasil Simulasi *Frame* beban 75 Kg

Setelah dilakukan simulasi awal dengan beban 50 kg, tahap berikutnya adalah pengujian simulasi rangka menggunakan beban 75 kg untuk mengetahui batas kekuatan struktur terhadap peningkatan beban kerja. Beban 75 kg ini setara dengan gaya sebesar 735 N, yang diaplikasikan secara vertikal pada titik kerja utama rangka, yaitu bagian dudukan tempat material uji mengalami tekanan. Peningkatan ini menunjukkan bahwa distribusi tegangan mengikuti arah pembebanan dan terkonsentrasi pada titik sambungan utama yang menerima tekanan langsung, terlihat gambar 8



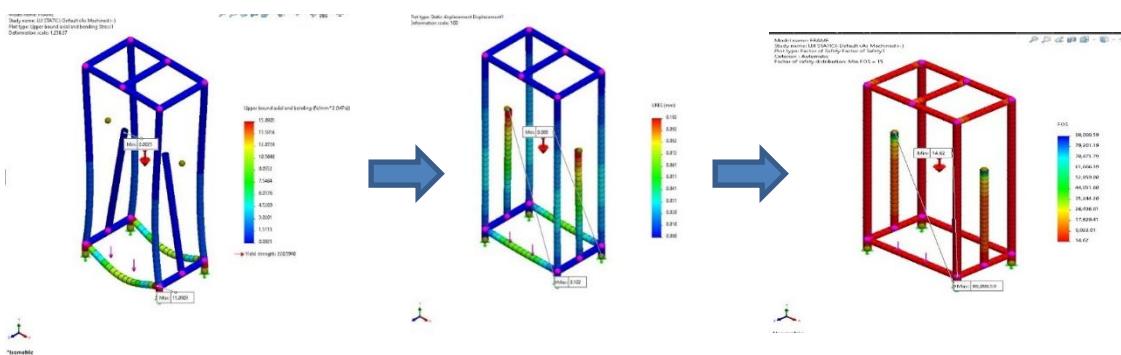
Gambar 8. Simulasi Stress 75 Kg (Von Misses)

Maka diperoleh $FOS = 1,94$, yang berarti struktur masih dalam kondisi aman dan dapat digunakan, meskipun nilai keamanannya mulai mendekati batas bawah yang direkomendasikan (1,5–2,0). Nilai ini menunjukkan bahwa rangka masih mampu menahan beban 75 kg tanpa mengalami deformasi permanen, namun memerlukan perhatian terhadap titik kritis sambungan dan dudukan atas. Adapun deformasi maksimum yang terjadi tercatat sebesar 0,79 mm, terjadi di bagian tengah permukaan atas di mana gaya beban diaplikasikan. Nilai deformasi ini masih tergolong kecil dan tidak menimbulkan perubahan bentuk signifikan terhadap struktur keseluruhan, sehingga keakuratan posisi dan kestabilan rangka tetap terjaga. Secara keseluruhan, hasil simulasi dengan beban 75 kg menunjukkan bahwa desain frame masih memenuhi standar keamanan struktural dengan margin aman yang cukup.

F. Hasil Simulasi Frame beban 100 Kg

1. Hasil Data Simulasi 100 kg (*Von Misses*)

Mesh digunakan dengan tipe elemen solid tetrahedral berukuran halus (fine mesh) untuk mendapatkan hasil deformasi yang presisi. Dari hasil analisis simulasi, diperoleh bahwa nilai displacement maksimum terjadi pada bagian atas struktur rangka, tepat di area dudukan yang menerima beban langsung dari benda uji. Hasil ini menunjukkan bahwa deformasi yang terjadi masih bersifat elastis, artinya struktur masih dapat kembali ke bentuk semula setelah beban dilepaskan, terlihat gambar 9



Gambar 9. Data Simulasi 100 kg (*Von Misses*)

Nilai displacement sebesar 1,15 mm tergolong kecil dibandingkan dengan dimensi total rangka (tinggi 1250 mm), sehingga tidak menimbulkan gangguan fungsional maupun penurunan kestabilan struktural. Namun demikian, peningkatan beban hingga 100 kg menyebabkan terjadinya peningkatan perpindahan hampir 40–45% dibandingkan dengan simulasi beban 75 kg. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara beban dan displacement bersifat linier hingga batas tertentu, sesuai dengan hukum Hooke.

G. Simulasi kegagalan beban 800 kg

Hasil dari Simulasi beban 800 kg yaitu mengalami kegagalan dengan nilai minimalnya 1.84 dan nilai maksimumnya 88,088,59 dan nilai FOS nya 1.8. maka dapat di simpulkan bahwa beban 800 kg frame tidak dapat menahan. Karena Nilai minimalnya lebih besar di banding nilai FOS nya.

Tabel 3. data hasil simulasi

beban	Simulasi		Max	Min	<i>Yield of strength</i>
50 Kg	<i>Stress</i>	<i>Von misses</i>	7.6242 N/m ²	0.0025 N/m ²	220.5940 N/m ² .
	<i>Displacement</i>	<i>displacem ent</i>	0,052 mm	0,000 mm	-
	<i>Factor of safety</i>		88,088,59	28.93	-
75 Kg	<i>Stress</i>	<i>Von misses</i>	11.3573 N/m ²	0.0025 N/m ²	220.5940 N/m ²
	<i>Displacement</i>	<i>displacem ent</i>	0.077	0.000	-
	<i>Factor of safety</i>		88,088,59	19.42	-
100 Kg	<i>Stress</i>	<i>Von misses</i>	15.0903 N/m ²	0.0025 N/m ²	220.5940 N/m ²
	<i>Displacement</i>	<i>displacem ent</i>	0.102	0.000	-
	<i>Factor of safety</i>		88,088,59	14.62	-

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil desain dan simulasi pada kekuatan *frame* yang telah dilakukan menggunakan *solidworks 2021*, dengan tekanan statis, *von mises*, *disflacment* dan *safety factor* maka dapat di paparkan sebagai berikut:

1. Frame alat uji buckling dibuat dari besi hollow 40×40 mm tebal 2 mm dengan material ASTM A36 Steel & Dimensi frame: tinggi 125 cm, lebar 38 cm, dan panjang 60 cm.
2. Hasil simulasi menunjukkan bahwa frame mampu menahan beban 100 kg dengan stabil dan tidak terjadi kerusakan struktural & Nilai tegangan maksimum: 15,0903 N/m².
3. Nilai ini masih jauh di bawah kekuatan luluh material (220,5940 N/m²) ,Struktur dinyatakan aman dan tidak mengalami kegagalan plastis & Nilai perpindahan maksimum: 0,102 mm pada bagian atas frame.
4. Deformasi sangat kecil dan masih dalam batas elastis, artinya rangka kembali ke bentuk semula setelah beban dilepas & Nilai FOS: 88.088,59, menunjukkan frame sangat aman terhadap beban kerja, Tegangan maksimum jauh di bawah batas aman desain, Frame

mampu menopang beban hingga 100 kg tanpa mengalami kerusakan & Struktur stabil, kuat, dan layak digunakan untuk alat uji buckling elektrik.

B. SARAN

1. Lakukan uji tarik dan uji tekuk untuk membandingkan hasil simulasi dengan pengujian nyata. & Tambahkan analisis dinamis agar hasil lebih akurat terhadap kondisi kerja sebenarnya.
2. Perkuat bagian sambungan dengan pelat penguat untuk meningkatkan kekuatan dan umur pakai struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggono, A. D., & Bahtiar, Y. (2020). *Simulasi Pembebanan Pada Tabung Tipis Dari Aluminium Dengan Metode Elemen Hingga Load Simulation Of Aluminium Thin Tube By Using Finite Element Method 1*.
- Hermawan, A., Sunardi, A., Ariyansah, R., Restuasih, S., & Gamayel, A. (2021). Analisis Variasi Arus Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Mekanis Mata Tekuk Baja ST 41 Dan ST 37 Pada Perancangan Alat Penekuk Besi Behel Manual. In *Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin* (Vol. 12, Issue 3).
- Kisah ERlangga Endika Arief. (2014). *Calculation of transmission and analysis of frame strength in hammer mill machine*.
- Kusnanto, H. (2019). *Rancang Bangun Alat Uji Buckling Portable Berbasis Arduino*.
- Minto, M., Mayasari, A., & Basuki, B. (2021). Analisa Daerah Haz Besi Hollow Terhadap Variasi Elektroda. *Matrik*, 22(1), 45. <https://doi.org/10.30587/matrik.v22i1.2295>
- Prasetyo, A., Tiroy Pardamean Sihole, A., Dwina Khairunisa, M., Najibbulloh, M., & Atmayati, Ra. (2025). Implementasi Software Solidworks dalam Perancangan Produksi Lemari untuk Efisiensi Waktu Produksi. In *Scientific Journal Of Reflection: Economic, Accounting, Management and Business* (Vol. 8, Issue 1).
- Restu Pahlawan, A., Hanifi, R., & Santosa, A. (2021). Analisis Perancangan Frame Gokart dari Pengaruh Pembebanan dengan Menggunakan CAD Solidworks 2016. *Jurnal METTEK*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.24843/mettek.2021.v07.i01.p01>
- Suryantara, P. A., Dantes, K. R., & Nugraha, I. N. P. (2020). Rancang Bangun Mesin Vertical Screw Molding Dengan Penggerak Dinamo Starter Sebagai Pencair Limbah Plastik. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 8(1), 9–19. <https://doi.org/10.23887/jptm.v8i1.27293>
- Wibowo, T. A., Raharjo, W. P., & Kusharjanta, B. (2014). Perancangan Dan Analisis Kekuatan Konstruksi Mesin Tekuk Plat Hidrolik. *Mekanika*, 12, 65.
- Yetmez, M. (2016). Finite element analysis. *Musculoskeletal Research and Basic Science*, 51–59. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20777-3_4
- Yulianto, E. S., & Pranata, I. (2022). Desain Dan Analisis Rangka Peralatan Pengupas Tempurung Kelapa Bebantuan Software. *Juit*, 1(2).