

ANALISIS STRUKTUR RANGKA MESIN VACUM FORMING MENGUNAKAN FINITE ELEMENT ANALISYS

Farur Jamil¹, Mochamad Asrofi², Robertus Sidartawan², Agus Triono²,
Imam Sholahudin², FX. Kristianta², Haidzar Nurdiansyah².

¹Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Dosen Program Studi Teknik S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember

*email: farurjamil0@gmail.com

ABSTRACT

The SME sector is the source of all aspects related to the pattern of human life, starting from the clothing, food and housing sectors. In the process of forming the packaging there are several methods used, the method that is often used is thermoforming. One of the simplest thermoforming methods is vacuum forming. In this research, research will be carried out to identify the strength of the frame structure of a vacuum forming machine with ST 37 iron material. Visualization of the loading of the vacuum forming machine can be seen immediately where the location of the critical load during the simulation is the Maximum Normal Stress of 0,05466 MPa. The Minimum Normal Stress is -0.0888 and the shear stress is 0.03889 MPa. And for the safety factor of this simulation is 31.44. The frame of the vacuum forming machine holds the load of the entire component.

Keywords: vacuum forming, frame, finite element method

PENDAHULUAN

Sektor UKM merupakan sumber dari semua aspek yang berkaitan dengan pola kehidupan manusia, mulai dari sektor sandang, pangan, dan papan. Jumlah UKM di Indonesia sangat tinggi, namun hanya sedikit produk UKM yang bisa memasuki pasar nasional karena terhambat di sisi kemasan yang kurang menarik dan tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan masih rendahnya wawasan pelaku bisnis UKM terhadap kemasan, baik dari fungsi kemasan sebagai salah satu daya tarik produk, bentuk kemasan yang sesuai produk, teknologi pengemasan, mahalnya biaya pengemasan, dan juga masih kurangnya pengetahuan bagaimana mendapatkan kemasan yang menarik namun terjangkau harganya bagi UKM (Kristiyanti, 2012).

Pada proses pembentukan kemasan ada beberapa metode yang digunakan, metode yang sering digunakan adalah thermoforming. Salah satu dari metode thermoforming yang sederhana adalah *vacuum forming*. Pada dasarnya metode ini dilakukan dengan memberikan perlakuan

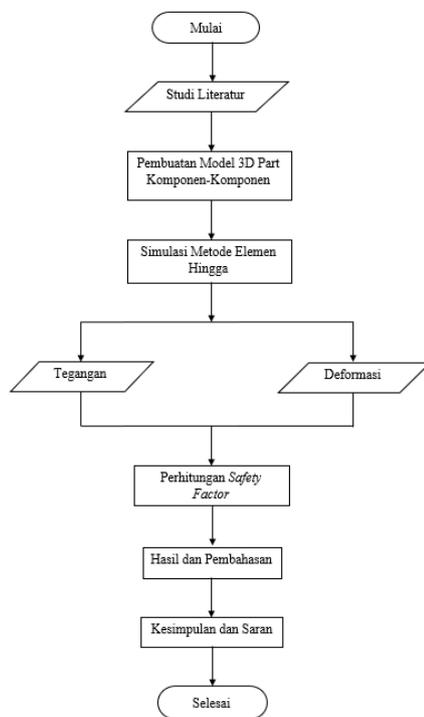
panas pada lembaran plastik hingga plastik menjadi lunak (tidak mencapai titik leleh) kemudian dibentuk pada cetakan sesuai yang dikehendaki dengan memberikan tekanan vakum. Produk hasil pembentukan dengan cara Thermoforming banyak terdapat disekitar kita dan menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari. Prosesnya yang beranekaragam dapat digunakan dalam pembentukan berbagai jenis produk dengan material plastik, mulai dari bagian pengemasan yang sederhana sampai pelindung *cockpit* pesawat terbang yang tahan terhadap *high impact* (Candra., 2019).

Hasil dari analisis dengan bantuan software berbasis metode elemen hingga tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian metode eksperimental sehingga dengan bantuan software digunakan untuk dapat mempercepat proses perencanaan dengan mendapatkan hasil analisis kekuatan konstruksi (Sutikno, 2011). Analisis semacam ini sudah banyak dilakukan oleh peneliti yang hasilnya sebagai acuan untuk mengetahui keamanan dari suatu produk yang akan dihasilkan (Hardiputra dkk., 2018).

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode penelitian eksperimental, yaitu menguji kekuatan rangka dengan bahan besi ST 37 dengan menggunakan software Ansys 2021 R2.

Diawali dengan membuat gambar 2D dilanjut dengan pembuatan gambar 3D. Setelah pembuatan gambar 3D, dilanjutkan dengan menggunakan Ansys. Diawali dengan memasukan engineering data. Dilanjutkan dengan memasukan *geometry* pada Ansys. Dilanjut dengan *meshing* mesin *vacuum forming*. Alur penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Penelitian

Jenis Material

Pada penelitian ini menggunakan material dari besi ST 37 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Material Mesin *Vacuum forming*

Besi ST 37	
Properties	SI
Tensile Str.ength, Ultimate	415 MPa
Tensile Str.ength, Yi.eld	230 MPa
Bulk M.odulus	160 GPa
Shear M.odulus	80.0 GPa
Den.sity	7.80 g/cc
Elong.ation	22 %

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai pembuktian hasil dari simulasi maka dibutuhkan perbandingan data antara simulasi dengan hasil experimental. Proses simulasi statis merupakan suatu teknik untuk mencontoh proses yang terjadi dalam suatu sistem pada keadaan lingkunganyang nyata dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisadipelajari secara ilmiah (Yua, I. K., dkk.,2009).

Pembebanan pada penelitian ini berdasarkan berat secara nyata. Berdasarkan berat komponen mesin *vacuum forming*. Berat dari setiap komponen mesin *vacuum forming* yang harus ditahan adalah sebagai berikut :

- Box Heater 5,2 kg
- Vacuum Chamber 7,2 kg
- Vacuum 7,8 kg.

Desain Mesin *Vacuum forming*

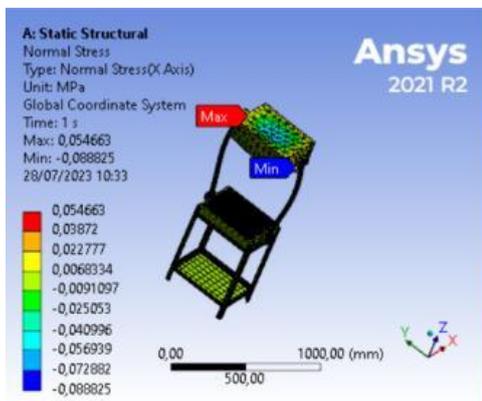
Desain mesin *vacuum forming* menggunakan Software Autodesk inventor 2022x karena desain masih tergolong sederhana. Desain dibuat berdasarkan mesin *vacuum forming* yang sudah beroperasi. Desain struktur mesin *vacuum forming* dapat dilihat pada Gambar 2.



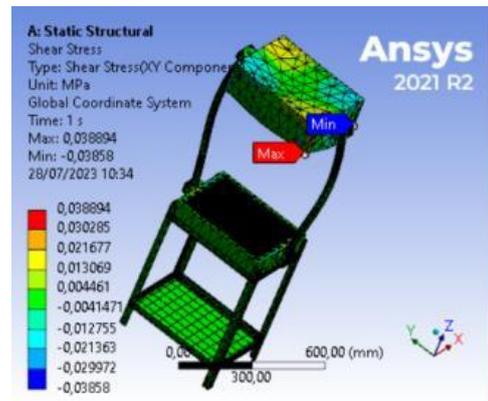
Gambar 2. Desain Mesin *Vacuum forming*

Hasil Penelitian

Ukuran *mesh* pada penelitian ini adalah default. Hasil dari simulasi tegangan normal akan digunakan sebagai data untuk mendapatkan perhitungan analitis lingkaran mohr dan persamaan transformasi tegangan. Hasil simulasi pada mesin *vacuum forming*. Hasil simulasi yang didapatkan seperti pada Gambar 3 dan 4.

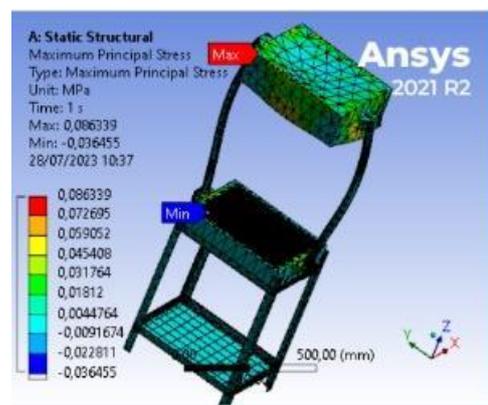


Gambar 3 Hasil Tegangan Normal Mesin

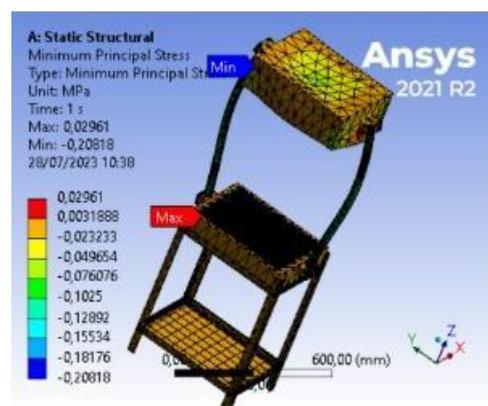


Gambar 4 Hasil Tegangan Geser Mesin

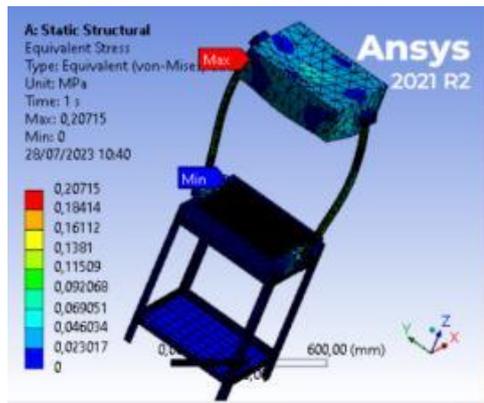
Untuk mengetahui tegangan kontak yang terjadi pada mesin *vacuum forming* maka juga diperhatikan (a) *Maximum Principal Stress*, (b) *Minimum Principal Stress*, (c) *Von-Mises Stress*, (d) *Maximum Shear Stress*, yang ditunjukkan pada Gambar 5.



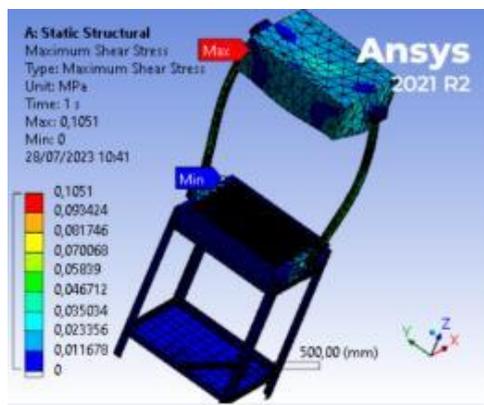
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 5. (a) *Maximum Principal Stress*, (b) *Minimum Principal Stress*, (c) *VonMises Stress*, (d) *Maximum Shear Stress*.

Pembahasan

Hasil dari tegangan von-misses yang terjadi pada mesin *vacuum forming* penentu kekuatan rangka dari mesin *vacuum forming* dapat di lihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Perbandingan Simulasi dan perhitungan Mohr

	Simulasi (Mpa)	Lingkaran Mohr (Mpa)	Perbandingan (%)	Tegangan Ambang Batas (Mpa)
τ_{max}	1,065	0,0812	12	66
$\sigma_{max} (\sigma_1)$	1,173	0,0645	17	66
$\sigma_{min} (\sigma_2)$	-2,109	-0,0979	20	66
$\sigma_{von\ mises}$	2,099	0,012	173	66

Dari hasil simulasi dan perhitungan dari mesin *vacuum forming* dibandingkan untuk dianalisis. Hasil perhitungan von-mises pada struktur rangka mesin *vacuum forming*. Tegangan von-Mises yang dimaksud yaitu nilai tegangan yang terjadi saat plastisitas suatu struktur mulai terjadi. Hasil simulasi dan perhitungan analitis tegangan vonMisesdapat dikatakan aman jika nilai

tegangan masih dibawah nilai kekuatan tarik luluh material (tensile yield strength). Material SE 37 memiliki nilai tensile yield strength sebesar 300 MPa, sehingga nilai tegangan pada struktur dapat dikatakan aman.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian analisis kekuatan struktur rangka pada mesin *vacuum forming* dengan material besi ST 37 adalah sebagai berikut :

1. Tegangan kritis pada mesin *vacuum forming* pada simulasi sebesar 1,065 MPa dan pada perhitungan secara analitis sebesar 0,0812 MPa. Tidak jauh berbeda antara keduanya bisa dibilangan sebesar 12 % saja.
2. Kemampuan rangka mesin *vacuum forming* sudah memungkinkan untuk digunakan saat di operasikan dikarenakan tegangan dan deformasi pada rangka tidak melebihi faktor keamanan sebesar 55 MPa.

SARAN

Saran yang dapat disampaikan agar penelitian selanjutnya lebih baik yaitu sebagai berikut:

1. Perlu adanya kajian lebih lanjut mengenai tegangan dan deformasi pada mesin *vacuum forming* dengan material selain ST 37 yang lebih efisien.
2. Perlu adanya kajian lebih lanjut tentang simulasi tegangan dan deformasi menggunakan software Ansys secara komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansys. 2011. *Ansys Structural FEA*. America: Ansys, Inc.
- Ashter, S. A. 2013. *Thermoforming of Single and Multilayer Laminates: Plastic Films Technologies, Testing, and Applications*. William Andrew.
- Chandru, B. T., dan Suresh, P. M. 2017. *Finite element and experimental modal analysis of car roof with and without damper*. Materials Today: Proceedings, 4(10), 11237-11244.
- Wijayanti, I., Hakim, R., dan Widodo, W. 2019. *Studi Experimen Mula: Analisa Kekasaran Permukaan Baja ST 37*

Terhadap Variasi Kuat Arus Listrik.
Jurnal Teknologi dan Riset Terapan
(JATRA), 1(2), 61-65.

Kristiyanti, M. 2012. *Peran strategis usaha
kecil menengah (UKM) dalam*

pembangunan nasional. Majalah Ilmiah
Informatika, 3(1), 63-89.