
ANALISIS NUMERIK DESAIN KERANGKA MESIN PNEUMATIK *POWER FORGING HAMMER* UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PANDAI BESI ACEH BARAT

Herri Darsan *¹, Herdi Susanto ², Murhaban ³, Muhammad Khatami⁴

¹²³⁴Jurusan Teknik Mesin, Universitas Teuku Umar

Email : ¹herri.darsan@utu.ac.id ²herdisusanto@utu.ac.id ³murhaban@utu.ac.id

⁴muhammadkhatami735@gmail.com

Abstrak

Mesin *pneumatic power forging hammer* merupakan mesin yang mempermudah pekerjaan para pandai besi dalam membuat parang, pisau dan lain sebagainya. Pada perancangan dan analisa kekuatan rangka mesin *pneumatic power forging hammer* dilakukan analisa terkait pemilihan model rangka guna mengetahui kekuatan material dalam menahan setiap komponen mesin *pneumatic power forging hammer* dan menguji daya tampung terhadap variabel pembebanan yang diberikan yaitu 1570 N . Penelitian ini menggunakan software Analisa Numerik yang dilengkapi dengan metode *finite element analysis (FEA)*. Dari hasil analisa simulasi dipilihlah Material Profil U berukuran 40 x 20 mm sebagai rangka utama yang kemudian disimulasikan dengan variasi pembebanan maksimal yaitu 1570 N. Hasil analisis simulasi rangka adalah von mises stress max 17,42mpa, min 0mpa, displacement max 0,2343mm, min 0mm, safety factor max 15 ul.

Kata kunci: mesin *pneumatic power forging hammer*, analisa kekuatan rangka, Analisa Numerik.

Abstract

The *pneumatic power forging hammer machine* is a machine that makes the work of blacksmiths easier in making machetes, knives and so on. In designing and analyzing the frame strength of the *pneumatic power forging hammer machine*, an analysis was carried out regarding the selection of the frame model in order to determine the strength of the material in holding each component of the *pneumatic power forging hammer machine* and to test the capacity of the given loading variable, namely 1570 N. This research uses Numerical Analysis software which is equipped with *finite element analysis (FEA)* method. From the results of the simulation analysis, a U profile material measuring 40 x 20 mm was chosen as the main frame which was then simulated with a maximum loading variation of 1570 N. The results of the frame simulation analysis are von mises stress max 17.42mpa, min 0mpa, displacement max 0.2343mm, min 0mm, safety factor max 15 ul.

Keywords : *pneumatic power forging hammer machine*, frame strength analysis, Numerical Analysis.

1. PENDAHULUAN

Pandai besi adalah proses pembuatan alat-alat pertanian ataupun alat-alat lainnya yang berbahan utama besi dengan cara ditempa untuk menghasilkan barang dengan daya guna tinggi. Penempaan besi ini tergantung arahan dari empu. Bertambahnya penduduk serta berkembangnya teknologi berpengaruh terhadap lahan pertanian yang semakin berkurang [1].

Di tengah berkembangnya teknologi, pandai besi tradisional mengalami penurunan permintaan barang dikarenakan munculnya hasil produksi pabrik dengan penggunaan mesin yang berteknologi canggih serta harga terjangkau dan lebih variatif jenisnya. Mengalami penurunan permintaan dan persaingan yang kuat dengan produksi pabrik tidak mematahkan semangat keseluruhan pengrajin pandai besi masih ada yang mampu bertahan di tengah persaingan dan perkembangan teknologi yang semakin canggih[2,3].

Usaha pandai Besi Tradisional yang dirintis di Kecamatan Aceh Barat seperti Pande Besi UDM Service yang sudah berlangsung ke generasi ketiga yang dikelola secara turun menurun. Keahlian pandai besi kami dapatkan secara turun temurun[4].

Produk yang diproduksi oleh pandai besi tradisional berupa pisau, parang, sabit, golok, tajak, cangkul, mata kampak, dan sebagainya. Salah satu produk dari kerajinan besi masih tetap bertahan di Kabupaten Aceh Barat dan Aceh adalah parang (golok) dan pisau walau di tengah maraknya produk pabrikan. Permintaan parang maupun pisau dari masyarakat masih tetap banyak, namun mereka harus bersaing dengan barang buatan pabrik yang dijual dengan harga murah. Usaha pandai besi yang mereka rintis masih tetap bertahan karena menjaga kualitas produksi, tidak cepat rusak, sehingga bisa dipakai bertahun-tahun[5,6].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Desain merupakan perencanaan dalam pembuatan sebuah objek, sistem, komponen atau struktur. Tahapan perencanaan terutama dalam bidang desain produk saat ini sudah banyak software yang menunjang kegiatan tersebut dalam hal ini yaitu *software CAD (Computer Aided Design)*.

Pneumatic merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan (udara kempa). Udara inilah yang berfungsi untuk menggerakkan sebuah *cylinder* kerja. *Cylinder* kerja inilah yang nantinya mengubah tenaga/tekanan udara tersebut menjadi tenaga mekanik (gerakan maju mundur pada *cylinder*)[7,8].

2.1 Menghitung gaya silinder pneumatic

Udara yang dimampatkan memiliki tekanan sehingga dapat menghasilkan gaya dengan asumsi aliran fluida laminar dapat dinyatakan pada persamaan berikut (Antoni, A., & St, 2009).

$$F = P \times A$$

Untuk silinder *pneumatic* langkah ganda, dari substitusi kedua persamaan

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

➤ Untuk silinder kerja ganda, langkah maju dihitung

$$F = D^2 \frac{\pi P}{4}$$

➤ Untuk silinder kerja ganda, langkah mundur dihitung

$$F = \frac{(D^2 - d^2 \pi P)}{4}$$

Dimana,

F = Gaya (N)

P = Tekanan (N/m²)

D = Diameter Piston (mm)

d = Diameter batang Piston (mm)

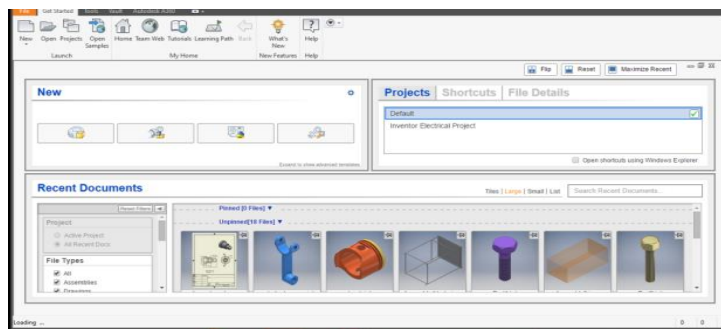
A = Luas Penampang piston (m²)

3. METODE PENELITIAN

Pembuatan alat ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Teuku Umar. Adapun waktu perancangan yang dilakukan selama 5 (lima) bulan.

3.1 Alat Dan Bahan Yang Digunakan

- Laptop *bermerk* Asus dengan operation Windows 10 dan Prosesor Intel Core i3 A407UA – BV320T 50 – 60 Hz
- Autodesk inventor 2017 merupakan sebuah program CAD (*Computer Aided Design*) yang dikembangkan oleh perusahaan perangkat lunak yang berada di US, *Autodesk Inventor* yang merupakan produk pengembangan dari *AutoCAD* yang memiliki beberapa kelebihan meliputi :



Gambar3.1 Autodesk Inventor
(Sumber : penelitian 2021)

3.2. Mesin Pneumatik *Power Forging Hammer*

Mesin Penuematik *Power Forging Hammer* ini meliputi dudukan silinder, bantalan penumbuk dan dudukan pedal kaki. kerangka ini berbentuk segi empat menggunakan besi U, L 80 mm x P 45 mm.

Penggunaan besi U dengan ukuran tersebut didasarkan pada tingkat keamanan dan kesesuaian pada perancangan kerangka yang akan di buat, selain mudah di dapat juga sangat kuat dengan beban yang di topangnya pada saat alat berkerja. Sebagai rangka komponen dirancang dengan ukuran P 40cm x L 40 cm x T 135 cm. untuk memudahkan proses pabrikasi maka gambar yang di desain dapat di buat sebaik mungkin.



Gambar 3.2 Mesin Pneumatik *Power Forging Hammer*
(Sumber: Penelitian 2021)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Simulasi Kerangka Pneumatic Power Forging Hammer*

Simulasi numerik dilakukan untuk mengetahui material, beban dan juga tumpuan. fenomena yang terjadi pada kerangka *pneumatic* dengan ada nya tumbukan dari silinder, langkah awal dari simulasi numerik adalah menghitung berapa tekanan yang di berikan oleh silinder ganda pneumatik . dilakukan dengan cara melihat beban yang di hasil kan oleh penumbuk silinder *pneumatic*, menentukan tumpuan *mesh* agar hasil simulasi tidak berubah terhadap *meshing*, beban dan tumpuan sangat mempengaruhi hasil dari simulasi numerik, maka sangat penting untuk mengetahui *mesh* yang tepat.

Desain 3D keseluruhan dan *frame* alat *pneumatik power forging hammer* secara keseluruhan dan *frame* hasil rancangan menggunakan *software autodesk inventor* dapat dilihat seperti pada Gambar di bawah ini



Gambar 4.1 kerangka Pengujian
(Sumber:Penelitian 2021)

4.2 *Konsep Tegangan*

Gaya reaksi atau gaya yang bekerja untuk mengembalikan ke bentuk semula, gaya tersebut mengembalikan benda ke bentuk semula persatuan luas yang terbagi rata pada permukaanya tegangan dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Tegangan Normal

Merupakan tegangan yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan benda, dengan system koordinat α_{xx} , α_{yy} , α_{zz} dengan rumus.

$$\sigma_{ij} = Fn/A$$

Dimana :

σ = tegangan normal rata-rata (N/mm²)

Fn = gaya normal yang bekerja (N)

A = luas bidang (mm²)

2. Tegangan Geser

Merupakan tegangan yang bekerja sejajar terhadap permukaan benda, dengan system koordinat

τ_{xx} , τ_{yy} , τ_{zz} dan dinyatakan sebagai :

$$\tau_{ij} = Ft/A$$

Dimana :

τ = tegangan geser rata-rata (N/mm²)

Ft = gaya tangensial atau sejajar bidang yang bekerja (N)

A = luas bidang (mm²)

4.3 Konsep Regangan

Regangan dinyatakan sebagai perubahan pada ukuran benda akibat gaya dalam kesetimbangan dibandingkan ukuran semula. Regangan dapat dikatakan tingkat deformasi yang dapat memanjang, memendek, membesar, mengecil, dan sebagainya. Regangan dibagi menjadi :

1. Regangan Normal

Merupakan perubahan panjang spesifik yang dinyatakan sebagai perubahan panjang dibagi dengan panjang awal dengan rumus

$$\epsilon_{ij} = \Delta l/l$$

Dimana :

ϵ = regangan normal rata-rata

Δl = gaya tangensial atau sejajar bidang yang bekerja (N)

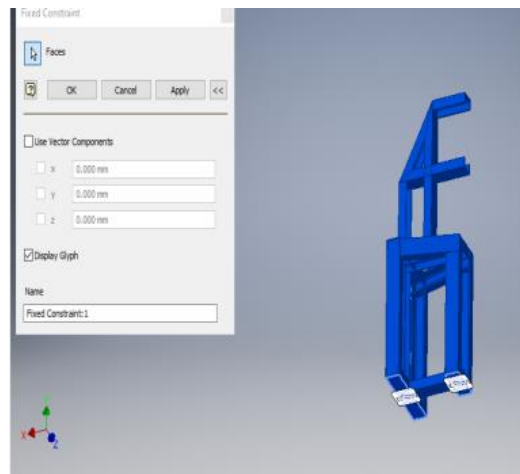
l = luas bidang (mm²)

2. Regangan Geser

Merupakan perubahan sudut dalam radial. Regangan geser bernilai positif bila sudut pada kuadran I dan atau kuadran III mengecil.

4.4 Menentukan Constraint dan Pembebanan

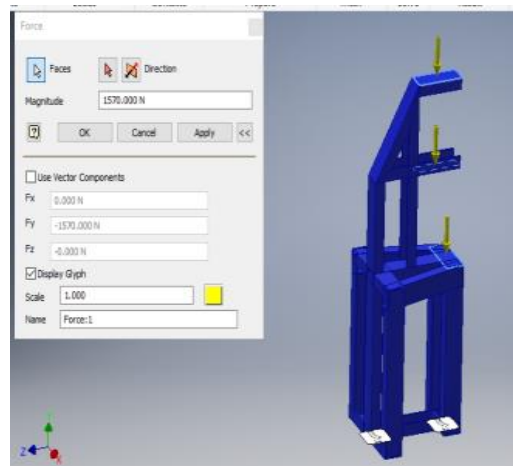
Menentukan constraint dilakukan dengan acuan posisi dari tumpuan yang ada pada produk desain yang telah dimodelkan. Constraints dapat berupa fixed constraints, pin constraints, dan friction constraints. Sedangkan beban atau berat yang di hasil kan oleh silinder ganda pneumatik sebesar 1570 N. Menentukan constraint dilakukan dengan acuan posisi dari tumpuan yang ada pada produk desain yang telah dimodelkan. Constraints dapat berupa fixed constraints, pin constraints, dan friction constraints. Sedangkan beban atau berat yang di hasil kan oleh silinder ganda pneumatik sebesar 1570 N.



Gambar 4.2 Menentukan Constraint dan Pembebanan
(Sumber:Penelitian 2021)

4.4 Analisa Pembebanan

Analisa beban terhadap rangka mesin pneumatic power forging hammer tidak hanya menerima beban dari silinder saja tetapi juga menerima beban dari mata penumbuk dan juga tekanan udara yang di hasilkan oleh silinder.



Gambar 4.3 pembebanan kerangka pneumatic
(Sumber:Penelitian 2021)

4.5 Meshing dan Running Program Refinement

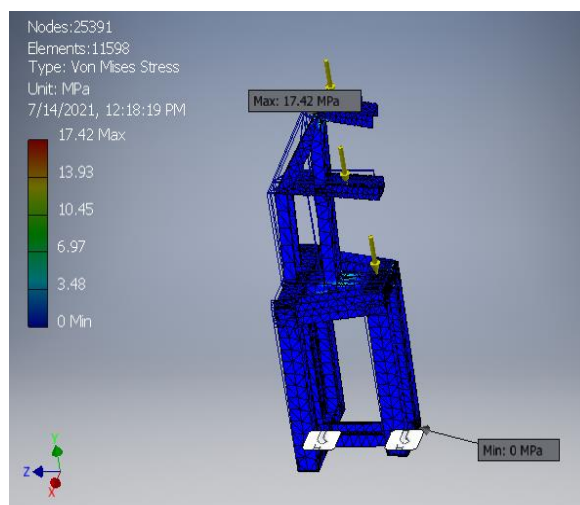
Meshing Langkah utama dalam analisis struktur menggunakan metode elemen hingga adalah proses meshing, dimana sistem kontinyu benda yang akan dianalisis didiskritisasi sehingga struktur utama menjadi elemen-elemen yang memiliki ukuran lebih kecil dan berjumlah tertentu dan berhingga. Pada simulasi saat ini, frame dijadikan 60.385 elements dan 119.571 nodes. Proses Running dilakukan setelah seluruh proses pra-analisa dan meshing dilakukan. Proses running tersebut berjalan dengan pembacaan proses perhitungan dengan metode *Finite Element Analysis* (FEA).



Gambar 4.4 *Mishing Dan Runing*
(Sumber:Penelitian 2021)

4.6 *Von Mises Stress*

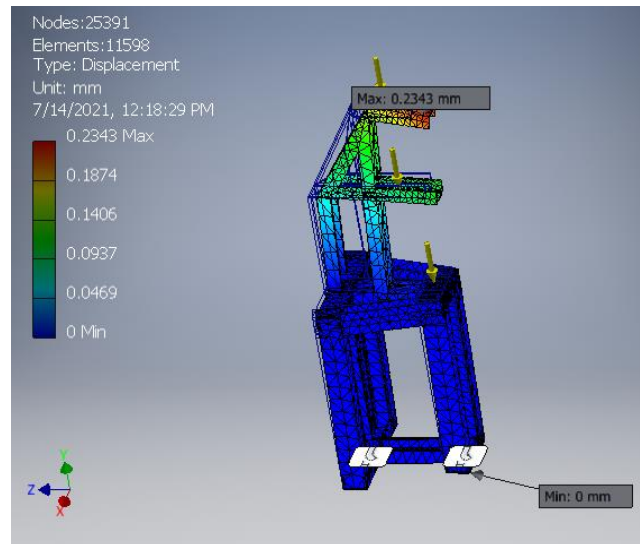
Tegangan ekivalen mengacu pada metode Von Mises. Berikut ilustrasi hasil analisa *von mises*



Gambar 4.5 *Von Mises Stress*
(Sumber:Penelitian 2021)

4.7 Displacement

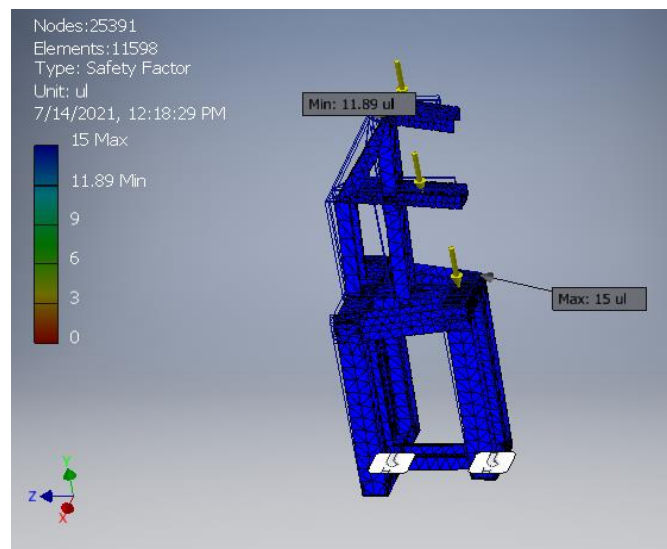
Hasil dari analisis struktur menggunakan metode elemen adalah deformation atau displacement . Berikut ini ilustrasi hasil analisis total deformation pada model



Gambar 4.5 Displacement
(Sumber : Penelitian 2021)

4.8 Safety Factor

Safety factor adalah nilai keamanan pada suatu desain. Faktor keamanan diperhitungkan dengan acuan pada hasil bagi dari besar tegangan ijin (yield strength) dibagi dengan besar tegangan yang terjadi. Berikut hasil dari simulasi safety factor.



Gambar 4.6 Safety Factor
(Sumber:Penelitian 2021)

Simulasi		Beban 1570 N/kg
Von Misses Stress (MPa)	Max	17.42 mpa
	Min	0 mpa
Displacement (mm)	Max	0.2343 mm
	Min	0 mm
Safety factor	Max	15 ul
	Min	11.89 ul

Table 4.1 Rekap Simulasi Analisa Kontruksi Rangka
(Sumber:Penelitian 2021)

Dari gambar 4.2 dan Tabel 1 terlihat bahwa pada pembebanan maksimum yaitu saat analisa pembebanan daya tampung maksimal 17.42 mpa kg diperoleh nilai safety factor adalah 15 ul .

5. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian desain dan simulasi alat pneumatic forging power hammer untuk pandai besi aceh barat

1. Desain alat pneumatic di rancang berbentuk segi tiga menggunakan software autodesk inventor 2017 dan juga simulasi
2. Simulasi beban dan juga tumpuan terhadap tekanan yang di hasilakn oleh silinder pneumatic dan mendapatkan hasil dari kekuatan material yang di uji juga data titik kelemahan dari alat pneumatic.
3. Material yang di gunakan untuk merancang kerangka alat pneumatic yaitu menggunakan besi unp 80 x 45.

6. SARAN

1. Tekanan yang di dihasilkan oleh alat peneumatik forging hammer masih kurang untuk bias digunakan untuk semua jenis material yang di tumbuk, perlu di tingkatkan lagi tekanan yang besar.
2. Untuk peralatan ataupun pengecekan terhadap alat fower forging hammer perlu dilakukan setiap satu minggu sekali, sehingga dapat diketahui kelemahan dan juga kerusakan dari alat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anditha, F. I., Kabul, T. dan Ym, W. (2017) "Perancangan dan Simulasi Elektro Pneumatik Holder Machinism Pada Sheet Metal Shearing Machine," *Profisiensi*, 5(1), hal. 51–60.
- [2] Antoni, A., & St, A. (2009) "Perancangan Simulasi Sistem Pergerakan Dengan Pengontrolan Pneumatik Untuk Mesin Pengamplas Kayu Otomatis," *Rekayasa Sriwijaya*, No. 3, Vol, hal. 21–28.

- [3]]Budiarso, H. (2015) *Sistem Fluida Prinsip Dasar Penerapan Mesin Fluida, Sistem Hidrolik, dan Pneumatik*. Jakarta: ERLANGGA. Tersedia pada: erlangga.co.id.
 - [4] Daryanto (2010) *Ketrampilan kejuruan teknik mekatronika*. Bandung: PT.SARANA TUTORIAL NURANI SEJAHTERA. Tersedia pada: <http://www.yrama.widya.co.id>.
 - [5] Dullah, M. J. (2009). Desain dan Analisis Alat Bending V Sistem Hidro Pneumatik. *SINERGI*, 17 (2): 168-178, 11
 - [6] Dhulekar, A. *et al.* (2018) ““ Design , Cad Modeling & Fabrication of Automatic Hammering Machine ,”” hal. 949–954.
 - [7] Gautama, P. (2014). DESAIN PROTOTIPE ALAT PRESS TOOL UNTUK. *SINERGI*(ISSN 1693-1548), 10.
 - [8] Pamungkas, D. K. R. (2017) “Rancang Bangun Mesin Pencetak Batik Cap Semi Otomatis Dengan Menggunakan Sistem Elektro-Pneumatik.” Tersedia pada: <http://repository.its.ac.id/48422/>.
-