



Rancang Bangun Mesin Pencetak Briket Metode *Screw Extruder* Semi-Otomatis

Vian Anugrah^{1*}, Irwan Aranda²

^{1,2}Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

^{1*}viananugrah.7@gmail.com ²dosen01281@unpam.ac.id

Abstract

Global dependence on fossil fuels has driven the search for environmentally friendly alternative energy sources. One promising solution is the utilization of biomass into briquettes as a form of renewable solid fuel. This study aims to design and develop a semi-automatic screw extruder briquette machine intended for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). The machine is designed with a production capacity of 20 kg/hour, using a screw with an outer diameter of 70 mm, shaft diameter of 16 mm, 70 mm pitch, and 460 mm length. Technical calculations show a torque requirement of 31.23 Nm and power of 59.51 W, thus a 0.25 HP electric motor (1400 rpm) was selected. The main materials include stainless steel SS 304 for critical parts such as the hopper, mold, screw chamber, screw blade, and shaft; and ASTM A36 steel for the machine frame. Theoretical analysis indicates a maximum stress of 112.2 MPa, displacement of 0.36 mm, and a safety factor of 2.2. Meanwhile, simulation using Finite Element Analysis (FEA) with SolidWorks 2025 resulted in a maximum stress of 96.14 MPa, displacement of 0.74 mm, and a minimum safety factor of 2.6. These results confirm that the machine design is structurally safe and supports the utilization of biomass-based renewable energy.

Keywords: Biomass, Finite Element Analysis, Briquette Printing Machine, Mechanical Calculation, Screw Extruder, MSMEs.

Abstrak

Ketergantungan global terhadap bahan bakar fosil mendorong perlunya sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Salah satu solusinya adalah pemanfaatan biomassa menjadi briket sebagai bahan bakar padat terbarukan. Penelitian ini bertujuan merancang bangun mesin pencetak briket metode *screw extruder* semi-otomatis yang ditujukan bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM). Mesin dirancang dengan kapasitas produksi 20 kg/jam menggunakan *screw* berdiameter luar 70 mm, diameter poros 16 mm, pitch 70 mm, dan panjang 460 mm. Hasil perhitungan teknis menunjukkan kebutuhan torsi sebesar 31,23 Nm dan daya 59,51 W, sehingga digunakan motor listrik 0,25 HP (1400 rpm). Material utama meliputi baja tahan karat SS 304 untuk bagian-bagian penting seperti *hopper*, *cetakan*, *screw chamber*, *daun screw*, dan *poros*; serta baja ASTM A36 untuk rangka mesin. Analisis teoritis menunjukkan tegangan maksimum 112,2 MPa, *displacement* 0,36 mm, dan faktor keamanan 2,2. Sedangkan hasil simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) dengan *SolidWorks 2025* menunjukkan tegangan 96,14 MPa, *displacement* 0,74 mm, dan faktor keamanan 2,6. Hasil ini membuktikan bahwa desain mesin aman secara struktural dan mendukung pemanfaatan energi terbarukan berbasis biomassa.

Kata kunci: Biomassa, *Finite Element Analysis*, Mesin Pencetak Briket, Perhitungan Mekanik, *Screw Extruder*, UMKM.

1. Pendahuluan

Energi merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Seperti halnya penggunaan energi *non renewable* khususnya bahan bakar fosil (minyak bumi dan gas) sampai saat ini masih digunakan dalam kehidupan sehari-hari [1]. Ketergantungan dunia terhadap

energi fosil seperti minyak bumi dan gas terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dan aktivitas industri. Padahal, energi fosil tergolong sumber energi yang jumlahnya terbatas dan lambat laun akan habis, kecuali dilakukan upaya transisi energi secara serius [2]. Di sisi lain, pembakaran

energi fosil juga menghasilkan emisi karbon tinggi yang berdampak pada pemanasan global [3].

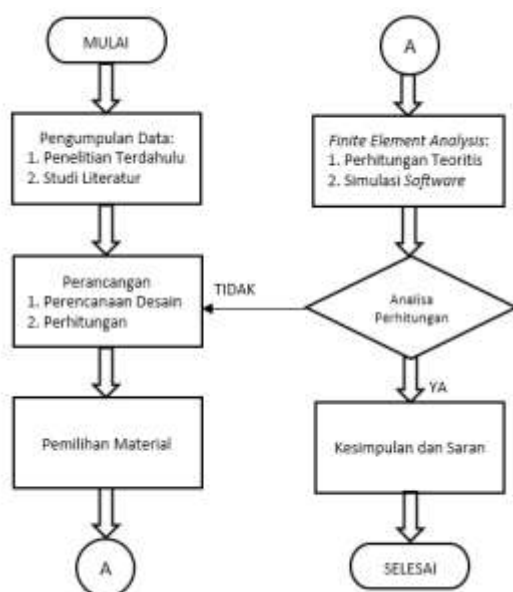
Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber energi alternatif. Biomassa seperti sekam padi, tempurung kelapa, dan limbah pertanian lainnya dapat diolah menjadi briket bahan bakar padat yang ramah lingkungan, memiliki nilai kalor tinggi, serta menghasilkan polusi yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil [4], [5], [6].

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa densifikasi biomassa menjadi briket mampu meningkatkan efisiensi energi dan memberikan dampak ekonomi positif, khususnya bagi sektor UMKM [7]. Teknologi briket yang telah dikembangkan meliputi metode cetak manual hingga otomatis, seperti piston *press*, screw *press*, dan roller *press*. Akan tetapi, sebagian besar mesin briket yang tersedia di pasaran memiliki harga tinggi dan desain yang belum sepenuhnya sesuai kebutuhan pelaku UMKM [8].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun mesin pencetak briket biomassa yang lebih efisien, ekonomis, dan sesuai dengan kebutuhan pelaku usaha skala kecil dan menengah (UMKM). Dengan mengacu pada berbagai penelitian terdahulu serta mempertimbangkan kondisi dan tantangan yang dihadapi di lapangan, rancangan mesin ini diharapkan dapat menjadi solusi aplikatif yang mendorong kemandirian energi di tingkat lokal serta mendukung pengembangan teknologi tepat guna yang dapat langsung dirasakan manfaatnya oleh masyarakat.

1. Metode Penelitian

Metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart penelitian

Penelitian diawali dengan studi literatur serta kajian terhadap penelitian sebelumnya sebagai landasan dalam merancang desain awal. Tahapan perancangan mencakup konsep desain mesin dan perhitungan teknis untuk menetapkan spesifikasi komponen, di mana jenis material, dimensi pada setiap komponen, dan beban kerja menjadi variabel bebas yang memengaruhi desain. Analisis kekuatan struktur kemudian dilakukan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA), dilakukan secara teoritis dan melalui simulasi menggunakan *software SolidWorks 2025*, untuk memperoleh hasil perbandingan berupa tegangan (*stress*), perubahan bentuk (*displacement*), dan faktor keamanan (*safety factor*) sebagai variabel terikat. Selama proses simulasi, metode analisis dan kondisi pembebanan dijaga tetap agar hasil yang diperoleh dapat dikontrol dengan baik sebagai variabel kontrol. Hasil dari analisis ini menjadi dasar untuk menentukan apakah desain sudah layak dilanjutkan atau perlu dilakukan revisi.

2.1. Pengumpulan Data

2.1.1. Studi Literatur

a. Pengenalan Briket

Briket menjadi solusi alternatif energi yang bersumber dari biomassa, seperti tempurung kelapa atau sekam padi [9]. Pengolahan limbah organik ini melalui proses densifikasi mampu menghasilkan bahan bakar padat dengan nilai kalor tinggi dan lebih ramah lingkungan serta mampu terbakar dalam waktu yang lebih lama dibanding arang biasa [10].

b. Peran mesin cetak briket

Peran mesin cetak sangat penting dalam menentukan kualitas briket, khususnya dalam hal kepadatan, nilai kalor, dan bentuk. Tekanan kompresi yang diterapkan pada mesin cetak berpengaruh signifikan terhadap kualitas briket, termasuk kepadatan, daya tahan, dan nilai kalor [11].

2.1.2. Penelitian Terdahulu

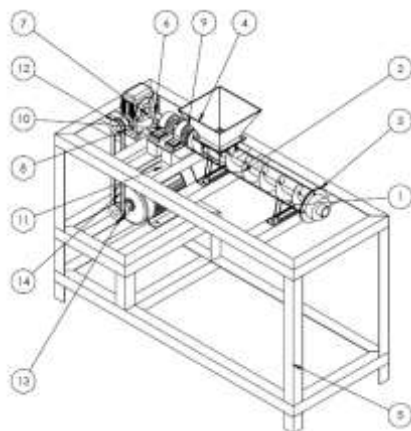
Penelitian Hadi Santosa dan Yulianti merancang mesin screw extruder untuk mencetak biobriket dari biomassa. Mesin ini bekerja kontinu melalui tiga tahap: *feed*, *compression*, dan *metering section*, dengan motor listrik 2 HP (1400 rpm), V belt tipe A, torsi 0,055 Kg·m, dan kapasitas 200 kg/jam [8]. Meski efisien, daya 2 HP cukup besar untuk skala rumahan dan UMKM, sehingga dibutuhkan desain baru yang lebih hemat energi tanpa mengurangi kinerja mesin.

Penelitian Ahmad Shulhany dkk. menganalisis kekuatan rangka mesin press briket eceng gondok menggunakan *SolidWorks 2016* dan simulasi FEA. Dengan material ASTM A36 (*yield strength* 250

MPa) dan beban 500 N, diperoleh tegangan maksimum 110,743 MPa, *displacement* 3,875 mm, dan *safety factor* 2,257, yang menunjukkan desain rangka masih aman [12]. Namun, penelitian tersebut belum disertai perhitungan teoritis sebagai pembandingan, sehingga pada penelitian kali ini akan ditambahkan analisis teoritis untuk meningkatkan validitas dan keandalan desain.

2.2. Perencanaan Desain

Perencanaan desain adalah langkah awal yang sangat penting dalam merancang mesin. Desain dibuat menggunakan *software* CAD sehingga dapat menghasilkan hasil yang lebih jelas dan presisi. Beberapa desain komponen yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan pembuatan mesin pencetak briket ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain mesin cetak briket

Diantaranya 1) *screw chamber*, 2) *screw conveyor*, 3) cetakan briket, 4) *hooper*, 5) rangka mesin, 6) kopling *shaft* poros *screw*, 7) kopling *shaft* poros *gearbox*, 8) *gearbox*, 9) *pillow block* depan, 10) *pillow block* belakang, 11) motor listrik, 12) *puli driven*, 13) *puli driver*, dan 14) *v-belt*.

2.3. Perhitungan Komponen

2.3.1. Perhitungan *Hooper* Kapasitas 20 Kg/jam

Dalam proses pencetakan briket dengan kapasitas (Q) 20 kg/jam [13]:

$$V = \frac{h}{3} \times (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2}) \quad (1)$$

Dimana :

V = Volume

h = Tinggi *hooper* frustum

A₁ = Luas Alas

A₂ = Luas Atap

Diketahui :

h = 100 mm

A₁ = 4.900 mm²

A₂ = 28.900 mm²

Perhitungan :

$$V = \frac{100}{3} \times (4.900 + 28.900 + \sqrt{4.900 \times 28.900})$$

$$= 2.380.823,3 \text{ mm}^3 = 0,00238 \text{ m}^3$$

Persamaan densitas, substitusikan untuk mencari massa [14]:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

Dimana :

ρ = Densitas

m = Massa

V = Volume

Diketahui :

ρ = 0,520 g/cm³ = 520 kg/m³ [15]

V = 0,00238 m³

Maka :

$$m = V \times \rho \quad (3)$$

Perhitungan :

$$m = 0,00238 \times 520 = 1,2 \text{ Kg}$$

Dimana : m = Qh (Kapasitas *Hooper* dalam Kg)

Untuk menghitung siklus bahan dimasukan ke dalam *hooper* (Zm) [10]:

$$Zm = \frac{Q}{Qh} \quad (4)$$

Perhitungan :

$$Zm = \frac{20}{1,2}$$

$$= 16,7 \text{ Kali}$$

2.3.2. Perhitungan putaran yang dibutuhkan *screw extruder*

Untuk mencapai kapasitas yang dibutuhkan [16]:

$$n = \frac{60 \cdot D_s}{\frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot S \cdot E \cdot \rho \cdot L \cdot 3600} \quad (5)$$

Dimana :

n = Putaran yang dibutuhkan

D_s = Kapasitas *screw extruder*

D = Diameter luar

d = Diameter dalam

S = *Pitch screw extruder*

E = Efisiensi 30 %

ρ = Densitas Briket

L = Panjang *screw extruder*

Diketahui :

D_s = 20 Kg/jam

D = 70 mm = 0,07 m

d = 16 mm = 0,016 m

S = 70 mm = 0,07 m

E = Efisiensi 30 %

ρ = 520 Kg/m³

L = 460 mm = 0,46 m

Perhitungan :

$$n = \frac{60 \cdot 20}{\frac{\pi}{4} \cdot (0,07^2 - 0,016^2) \cdot 0,07 \cdot 0,3 \cdot 520 \cdot 0,46 \cdot 3600}$$

$$= 18,2 \text{ RPM}$$

2.3.3. Perhitungan laju aliran screw extruder

Dengan dimensi yang direncanakan penulis [16]:

$$v = \frac{S \cdot n}{60} \quad (6)$$

Dimana :

v = Laju aliran screw

S = Pitch screw extruder

n = Putaran yang dibutuhkan

Diketahui :

$S = 70 \text{ mm} = 7 \text{ cm}$

n = Putaran yang dibutuhkan

Perhitungan :

$$v = \frac{7 \cdot 18,2}{60}$$

$$= 2,12 \text{ cm/s} = 0,0212 \text{ m/s}$$

2.3.4. Perhitungan gaya screw extruder

Dapat menggunakan rumus berikut [16]:

$$F = P \times A \quad (7)$$

Dimana :

F = Gaya screw

P = Tekanan briket

A = Luas penampang screw

Diketahui :

$P = 0,245 \text{ N/mm}^2$ [10]

Perhitungan :

$$F = 0,245 \times \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right)$$

$$= 0,245 \times \left(\frac{3,14 \cdot 70^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} \right)$$

$$= 892,16 \text{ N}$$

2.3.5. Perhitungan torsi terhadap beban screw extruder

Dapat dihitung menggunakan rumus berikut [16]:

$$T = F \times r \quad (8)$$

Dimana :

T = Torsi maks. beban screw

F = Gaya screw

r = Jari-jari screw

Diketahui :

$F = 892,16 \text{ N}$

$r = 35 \text{ mm} = 0,035 \text{ m}$

Perhitungan :

$$F = 892,16 \times 0,035$$

$$= 31,23 \text{ Nm}$$

2.3.6. Perhitungan daya motor penggerak pencetak briket

Dapat dihitung menggunakan rumus berikut [16]:

$$P = T \times \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad (9)$$

Dimana :

P = Daya yang dibutuhkan

T = Torsi maks. beban screw

n = Putaran yang dibutuhkan

Diketahui :

$T = 31,23 \text{ Nm}$

$n = 18,2 \text{ RPM}$

Perhitungan :

$$P = 31,23 \times \frac{2 \cdot \pi \cdot 18,2}{60}$$

$$= 59,51 \text{ Watt} = 0,05951 \text{ kW}$$

$$= 0,0798 \text{ Hp} \text{ (1 Hp} = 745,7 \text{ Watt)}$$

2.3.7. Perhitungan daya rencana untuk motor.

Dalam perencanaan menurut Chandra dkk. (2021) [17], perlu adanya faktor koreksi yang diperlukan.

Tabel 1. Faktor Koreksi

No.	f_c	Nilai
1	Rata-rata daya	1,2 – 2,0
2	Daya maksimum	0,8 – 1,2
3	Daya normal	1,0 – 1,5

Daya rencana motor listrik [10]:

$$P_d = f_c \times P \quad (10)$$

Dimana :

P_d = Daya rencana

f_c = Faktor koreksi

P = Daya yang dibutuhkan

Diketahui :

$f_c = 2,0$ (Rata – rata)

$P = 0,0798 \text{ Hp}$

Perhitungan :

$$P = 2,0 \times 0,0798$$

$$= 0,1596 \text{ Hp}$$

2.3.8. Perhitungan poros

Dimulai dengan perhitungan tegangan geser maksimum dan perhitungan tegangan geser izin :

a. Perhitungan tegangan geser maksimum (τ_m), dengan rumus [18]:

$$\tau_m = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3} \quad (11)$$

Dimana :

τ_m = Tegangan geser maks.

T = Torsi maks. beban kerja screw

d = Diameter poros

Diketahui :

$T = 31,23 \text{ Nm} = 31.230 \text{ Nmm}$

$d = 16 \text{ mm}$

Perhitungan :

$$\tau_m = \frac{16 \cdot 31.230}{\pi \cdot 16^3}$$

$$= 38,82 \text{ MPa}$$

b. Perhitungan tegangan geser izin (τ_a), dengan rumus [19]:

$$\tau_a = \frac{\sigma_t}{sf_1 \times sf_2} \quad (12)$$

Dimana :

τ_a = Tegangan geser izin
 σ_t = Tensile strength
 sf_1 = Faktor keamanan material
 sf_2 = Faktor keamanan poros

Diketahui :

σ_t = 505 MPa (SS 304)
 sf_1 = 6,0
 sf_2 = 2,0

Perhitungan :

$$\tau_m = \frac{505}{6,0 \times 2,0} = 42,08 \text{ MPa}$$

Material poros yang digunakan pada mesin cetak briket ini yaitu SS 304. *Properties* SS 304 [17] dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Properties* SS 304

No.	Sifat mekanik	Nilai
1	Tensile Strength	505 MPa
2	Yield Strength	215 MPa
3	Modulus of Elasticity	193 GPa
4	Possion Ratio	0,290
5	Elongation at Break	40%

2.3.9. Perhitungan puli

Putaran motor yang direncanakan, menggunakan transmisi puli untuk kemudian di transfer ke *gearbox reducer* dengan perbandingan 1 : 1,5 [10]:

$$\frac{n1}{n2} = \frac{Dp}{dp} \quad (13)$$

Dimana :

$n1$ = Kecepatan puli 1
 $n2$ = Kecepatan puli 2
 dp = Diameter puli 1
 Dp = Diameter puli 2

Diketahui :

$n1$ = 1400 RPM
 $n2$ = 933,33 RPM
 dp = 50,8 mm

Perhitungan :

$$Dp = \frac{1400 \cdot 50,8}{933,33} = 76,2 \text{ mm}$$

2.3.10. Perhitungan gearbox

Untuk mencari rasio *gearbox* agar sesuai dengan putaran yang direncanakan dapat menggunakan rumus berikut [20]:

$$i = \frac{n1}{n2} \quad (14)$$

Dimana :

i = Rasio *gearbox*
 $n1$ = Kecepatan puli 1
 $n2$ = Kecepatan puli 2

Diketahui :

$n1$ = Kecepatan puli 1
 $n2$ = Kecepatan puli 2

Perhitungan

$$i = \frac{933,33}{18,2} = 51,3$$

Maka penulis memilih *gearbox* dengan ukuran yang mendekati angka tersebut yaitu WPA 40 1 : 50.

2.3.11. Perhitungan panjang keliling v-belt

Untuk mencari panjang keliling *v-belt* dapat menggunakan rumus berikut [10]:

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(d_p + D_p) + \frac{1}{4C}(d_p - D_p)^2 \quad (15)$$

Dimana :

L = Keliling *belt*
 dp = Diameter puli 1
 Dp = Diameter puli 2
 C = Jarak antar poros (rencana)

Diketahui :

dp = 50,8 mm
 Dp = 76,2 mm
 C = 294 mm

Perhitungan :

$$L = 2(294) + \frac{\pi}{2}(50,8 + 76,2) + \frac{1}{4(294)}(50,8 - 76,2)^2 = 788,05 \text{ mm}$$

2.4. Perhitungan Finite Element Analysis (FEA) Secara Teoritis

Sebelum itu, perlu kita ketahui beban yang akan di terima oleh rangka. Komponen dan beban dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komponen dan beban (*load*)

No.	Nama Komponen	Jumlah	Berat (Kg)
1	hooper	1 pcs	1,5
2	screw chamber	1 pcs	5
3	screw conveyor	1 pcs	2
4	cetakan briket	1 pcs	0,4
5	dudukan pillow block	1 pcs	0,36
6	pillow block	2 pcs	1,56
7	puli	2 pcs	1
8	v-belt	1 pcs	0,25
9	gearbox	1 pcs	4
10	motor listrik	1 pcs	5
11	bahan baku briket	1 set	1
Total		22,9 Kg = 224,42 N	

Material pada rangka yang digunakan adalah besi siku ASTM A36 dengan ukuran $40 \times 40 \times 4$ mm karena diasumsikan mampu menopang seluruh beban (*load*) komponen yang akan digunakan. *Properties* ASTM A36 [21] dapat dilihat pada

Tabel 4.

Tabel 4. Properties ASTM A36		
No.	Sifat mekanik	Nilai
1	Tensile Strength	400 – 500 MPa
2	Yield Strength	250 MPa
3	Modulus of Elasticity	200 GPa
4	Possion Ratio	0,260
5	Elongation at Break	20%

2.4.1. Perhitungan luas penampang

Dimana panjang penampang ($P \times L$) 1000×400 mm, dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini [22]:

$$A = P \times L \quad (16)$$

Dimana :

A = Luas penampang

P = Panjang penampang

L = Lebar penampang

Diketahui :

P = 1000 mm

L = 400 mm

Perhitungan :

$$\begin{aligned} A &= 1000 \times 400 \\ &= 400.000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2.4.2. Perhitungan momen

Dapat dihitung menggunakan rumus berikut [22]:

$$M = F \times \frac{1}{2} \times P \quad (17)$$

Dimana :

M = Momen

F = Total gaya yang dibebankan

P = Panjang rangka

Diketahui :

F = 224,42 N

P = 1000 mm

Perhitungan :

$$\begin{aligned} M &= 224,42 \times \frac{1}{2} \times 1000 \\ &= 112.210 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

2.4.3. Perhitungan tegangan geser

Dapat dihitung menggunakan rumus berikut [22]:

$$\tau_{xy} = \frac{M}{2 \cdot A \cdot b} \quad (18)$$

Dimana :

τ_{xy} = Tagangan geser

M = Momen

A = Luas penampang

b = Tebal rangka

Diketahui :

M = 112.210 Nmm

A = 400.000 mm²

b = 4 mm

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \tau_{xy} &= \frac{112.210}{2 \cdot 400.000 \cdot 4} \\ &= 0,035 \text{ Nmm}^2 \end{aligned}$$

2.4.4. Perhitungan titik berat

Dapat dihitung menggunakan rumus berikut [23]:

$$C = \frac{h}{2} \quad (19)$$

Dimana :

C = Titik berat

h = Panjang plat besi siku

Diketahui :

h = 40 mm

Perhitungan :

$$\begin{aligned} C &= \frac{40}{2} \\ &= 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

2.4.5. Perhitungan momen inersia

Dapat dihitung menggunakan rumus berikut [20]:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (20)$$

Dimana :

I = Momen inersia

Diketahui :

b = 4 mm

h = 40 mm

Perhitungan :

$$\begin{aligned} I &= \frac{4 \cdot 40^3}{12} \\ &= 21.333,33 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

2.4.6. Perhitungan tegangan normal

Dapat dihitung menggunakan rumus berikut [21]:

$$\sigma_t = \frac{M \cdot C}{I} \quad (21)$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \frac{112.210 \cdot 20}{21.333,33} \\ &= 105,2 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

2.4.7. Perhitungan tegangan maksimum (stress)

Dapat dihitung menggunakan rumus berikut [21]:

$$\sigma_{maks} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \quad (22)$$

Dimana :

σ_x = 105,2 N/mm²

σ_y = 0

τ_{xy} = 0,035 Nmm²

Perhitungan :

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{maks}} &= \frac{105,2+0}{2} + \sqrt{\left(\frac{105,2+0}{2}\right)^2 + (0,035)^2} \\ &= 105,2 \text{ MPa}\end{aligned}$$

2.4.8. Perhitungan perubahan bentuk (*displacement*)

Dapat dihitung menggunakan rumus berikut [21]:

$$\delta = \frac{P \cdot \frac{1}{2} \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I} \quad (23)$$

Dimana :

δ = Lendutan (*displacement*)

P = Beban terpusat

E = Modulus elastisitas

I = Momen inersia

Diketahui :

P = 224,42 N

E = 200.000 MPa

I = 21.333,33 mm²

Perhitungan :

$$\begin{aligned}\delta &= \frac{224,42 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1000^3}{48 \cdot 200.000 \cdot 21.333,33} \\ &= 0,55 \text{ mm}\end{aligned}$$

2.4.9. Perhitungan faktor keamanan (*safety factor*)

Dapat dihitung menggunakan rumus berikut [23]:

$$SF = \frac{\text{yield strength}}{\sigma_{\text{maks}}} \quad (24)$$

Diketahui :

yield strength = 250 MPa

σ_{maks} = 105,2 MPa

Perhitungan :

$$\begin{aligned}SF &= \frac{250}{105,2} \\ &= 2,4\end{aligned}$$

2.5. Simulasi *Finite Element Analysis* (FEA)

Menggunakan

2.5.1. Penentuan material

Material yang digunakan yaitu besi siku ASTM A36 memiliki *yield strength* 250 N/mm², *tensile strength* 400 N/mm². Dapat dilihat pada Gambar 3.

Property	Value	Units
Elastic Modulus	200000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.26	N/A
Shear Modulus	79300	N/mm ²
Mass Density	7850	kg/m ³
Tensile Strength	400	N/mm ²
Compressive Strength		N/mm ²
Yield Strength	250	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient		/K
Thermal Conductivity		W/(m·K)
Specific Heat		J/(kg·K)
Material Damping Ratio		N/A

Gambar 3. Material ASTM A36

2.5.2. Penentuan *fixed geometry*

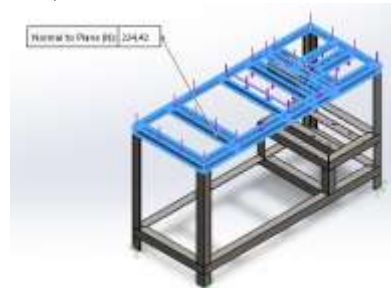
Berikutnya menentukan *fixed geometry* sebagai acuan tumpuan pada rangka mesin pencerek briket sebanyak 4 titik tumpuan. Dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Fixed Geometry*

2.5.3. Penentuan beban (*load*)

Analisis beban pada rangka dudukan ditampilkan pada Tabel 3, dengan total pembebanan komponen sebesar 224,42 N.



Gambar 5. Menentukan beban (*load*)

2.5.4. *Meshing*

Proses ini bertujuan untuk membagi geometri model menjadi elemen – elemen kecil berbentuk material, sehingga analisis dapat dilakukan lebih akurat. Semakin kecil ukuran *mesh* yang digunakan, maka hasil simulasi akan semakin mendekati kondisi nyata dari benda tersebut.



Gambar 6. Meshing

2. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisa hasil perhitungan komponen

Tabel 5 menunjukkan hasil analisa perhitungan pada setiap komponen mesin pencetak briket :

Tabel 5. Analisa hasil perhitungan komponen

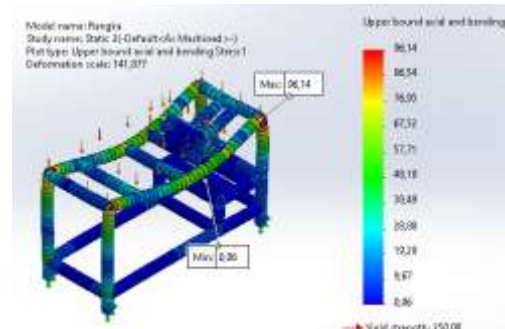
Analisa yang dilakukan	Simbol	Nilai (Satuan)	Evaluasi
Perhitungan hooper kapasitas 20 kg/jam	V	0,00238 (m ³)	Menampung bahan 1,2 Kg tiap siklus, efisien untuk produksi bertahap
	Q _h	1,2 (Kg)	
	Z _m	16,7 (Kali)	
Perhitungan screw extruder	n	18,2 (RPM)	Sesuai untuk kapasitas 20 Kg/jam, dibutuhkan torsi motor sedang
	v	0,0212 (m/s)	
	F	892,16 (N)	
	T	31,23 (Nm)	
Perhitungan daya motor penggerak	P	0,0798 (Hp)	Perlu menggunakan motor 0,25 Hp
	P _d	0,1596 (Hp)	
Perhitungan poros	τ _m	38,82 (MPa)	Tegangan poros 16 mm SS 304 < τ _a (aman)
	τ _a	42,08 (MPa)	
Perhitungan Puli dan Gearbox	d _p	50,8 (mm)	Puli 2 inch tipe A1, Puli 3 inch tipe A1 dan Gearbox WPA 40 1:50
	D _p	76,2 (mm)	
	i	1:50	
Perhitungan V-belt	L	788,05 (mm)	V-belt tipe A31

3.2. Analisa Hasil Finite Element Analysis (FEA) Terhadap Perhitungan Teoritis dan Simulasi Menggunakan Software

3.2.1. Hasil simulasi finite Element Analysis (FEA) menggunakan software solidworks 2025

a. Simulasi tegangan (stress)

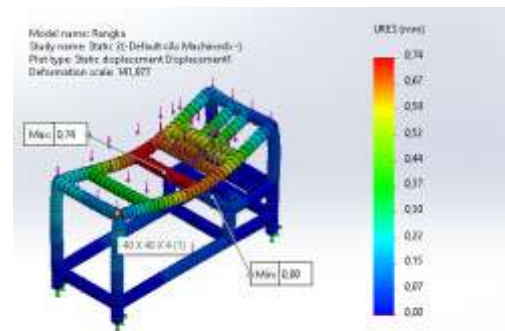
Dengan beban (load) 224,42 N pada rangka dengan material ASTM A36 besi siku ukuran 40 × 40 × 4 mm, menghasilkan nilai maksimal 96,14 N/mm² (MPa) dan nilai minimal 0,06 N/mm² (MPa) dengan deformation scale 141,877. Dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil simulasi tegangan (stress)

b. Simulasi perubahan bentuk (displacement)

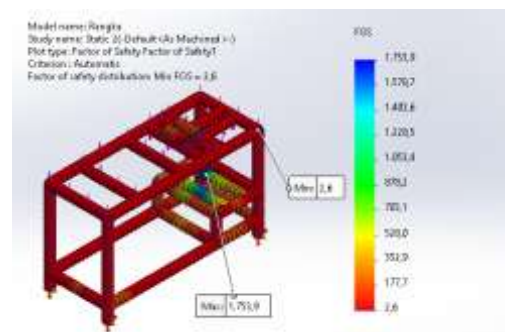
Menghasilkan nilai maksimal 0,74 mm dan minimal 0,00 mm dengan deformation scale 141,877. Dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil simulasi perubahan bentuk (displacement)

c. Simulasi faktor keamanan (safety factor)

Dengan beban (load) 224,42 N mendapatkan nilai maksimal yaitu 1.753,9 dan minimal yaitu 2,6. Dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil simulasi faktor keamanan (safety factor)

3.2.2. Analisa perbandingan hasil perhitungan teoritis dan simulasi

Perbandingan antara hasil perhitungan manual (teori) dan hasil dari simulasi :

Tabel 6. Analisa perbandingan simulasi dan teori

Analisa	Simulasi	Teori	Galat
Stress	96,14 (MPa)	105,2 (MPa)	8,61%
Displacement	0,74 (mm)	0,55 (mm)	34,55%
Safety Factor	2,6	2,4	8,33%

3. Kesimpulan

Mesin pencetak briket ini dirancang menggunakan baja ASTM A36 pada rangka karena kuat, mudah untuk fabrikasi, banyak beredar dipasaran dan ekonomis sesuai kebutuhan UMKM. Pada bagian *screw conveyor*, *screw chamber*, *hooper*, dan cetakan briket menggunakan stainless steel SS 304 karena mampu menahan korosi. Perhitungan menunjukkan putaran *screw* 18,2 RPM, gaya dorong 892 N, dan torsi 31,23 N·m, sesuai kapasitas 20 kg/jam. Daya yang dibutuhkan hanya 0,0798 Hp, cukup dengan motor listrik 0,25 HP yang hemat dan terjangkau. Setelah dilakukan pembebanan 224,42 N tegangan maksimum sebesar 105,2 MPa (teori) dan 96,14 MPa (simulasi) masih aman di bawah batas luluh material. Deformasi struktur 0,55 mm (teori) dan 0,74 mm (simulasi) tergolong kecil. Faktor keamanan sebesar 2,4 hingga 2,6 menunjukkan desain tergolong aman. Dengan material murah dan komponen standar, mesin ini efisien, dan cocok untuk pelaku UMKM.

Daftar Rujukan

- [1] Soolany, C., 2020. Rancang Bangun Pencetak Briket Tipe Screw Untuk Proses Produksi Briket Pelet Dari Arang Cangkang Kakao. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6 (4), pp. 62-68.
- [2] Inegbedion, F., Francis-Akilaki, T.I., 2022. Design and Fabrication of a Briquetting Machine. *Journal of Energy Technology and Environment*, 4 (1), pp. 2022–2033.
- [3] Tjiwidjaja, H., Salima, R., 2023. Dampak Energi Fosil Terhadap Perubahan Iklim Dan Solusi Berbasis Energi Hijau. *Jurnal Wilayah, Kota Dan Lingkungan Berkelanjutan*, 2 (2), pp. 166–172.
- [4] Luthfi, M., Rohmat, Y.N., Canra, D., Yani, F., 2023. Perancangan Dan Pembuatan Mesin Pencetak Briket Dengan Menggunakan Screw Conveyor Dengan Komposisi Arang Batok Kelapa, Serbuk Kayu Mahoni Dan Perekat Tepung Tapioka. In: Politeknik Negri Indramayu, *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-9*. Indramayu, 2023.
- [5] Indriati, S., Rosalin., 2022. Pembuatan Biobriket Dari Campuran Arang Tempurung Kelapa Dan Arang Sekam Padi. In: Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, *Prosiding 6th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2022*. Makassar.
- [6] Solanki, S., Kotadia, D., Shah, P., Soni, S., Shah, S., 2020. Design and Fabrication of Automated Biomass Briquetting Machine. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 7 (4), pp. 5798-5802.
- [7] Listyadi, D., Ilminnafik, N., Sutjahjono, H., Hardiatama, I., Asrofi, M., 2024. Utilization Of Charcoal Briquette Printing Machines in Wood Charcoal Craftsmen as An Effort to Improve Economic Empowerment. *El-Khidmat; Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1 (2), pp. 58-69.
- [8] Santosa, H., Yulianti, Y., 2023. Rancang Bangun Mesin Screw Extruder Pencetak Arang Briket. *Rekayasa*, 16 (2), pp. 250–256.
- [9] Marwanza, I., Azizi, M.A., Nas, C., Patian, S., Dahani, W., Kurniawati, R., 2021. Pemanfaatan Briket Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Di Desa Banjar Wangi, Pandeglang, Provinsi Banten. *Jurnal Abdimas dan Kearifan Lokal*, 2 (1), pp. 82-88.
- [10] Fadillah, M., Syahputra, M., Hasballah, T., 2022. Rancang Bangun Mesin Pencetak Arang Briket Dengan Kapasitas 15 Kg/Jam. *Jurnal Teknologi Mesin UDA*, 3 (2), pp. 71-81.
- [11] Dewi, R.P., Saputra, T.J., Purnomo, S.J., 2022. Analisis Karakteristik Briket Arang Dengan Variasi Tekanan Kempa Pembriketan. *Jurnal Media Mesin*, 23 (1), pp. 13-19.
- [12] Shulhany, A., Laksanawati, E.K., Setiawan, A.Y., 2022. Analisis Kekuatan Rangka pada Perancangan Mesin Press Briket Eceng Gondok Menggunakan Solidworks. *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 6 (1), pp. 28-31.
- [13] Islamiati, N., Purnamansyah, P., 2024. Pembelajaran Matematika Berbasis Etnomatematika: Kajian Analisis Geometri Rumah Adat “Uma Lengge”. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14 (1), pp. 247–252.
- [14] Roshinta, A.P., Hidayat, R., Saptono, S., Dwinagara, B., 2022. Analisis Korelasi antara Massa Jenis dan Kuat Tekan Uniaksial pada Batu Andesit di Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. In: Program Studi Magister Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVII Tahun 2022 (ReTII)*. Yogyakarta, 2022.
- [15] Basuki, H.W., Fatriani., 2020. Analisa Sifat Fisik Dan Kimia Briket Arang Dari Campuran Tandan Kosong Aren (Arenga Pinnata Merr) Dan Cangkang Kemiri (Aleurites Trisperma). *Jurnal Sylva Scientiae*, 3 (4), pp. 626-636.
- [16] Sholih, H., Kristanto, B.M., Domodite, A., 2023. Perancangan transmisi roda gigi screw extruder, *JITM Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 4 (1), pp. 108–118.
- [17] Chandra, D., et al., 2021. Analisa Teknis Kekuatan dan Perbandingan Biaya Material Poros Baling-Baling Kapal Nelayan Daerah Batang Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 9 (4), pp. 334-342.
- [18] Kurniawan, I., Budiarto, U., Mulyatno, I.P., 2019. Metalografi Baja S45C Sebagai Bahan Poros Baling-Baling Kapal (Propeller Shaft) Setelah Proses Tempering. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7 (4), pp. 313-322.
- [19] Andri, M., et al., 2018. Perencanaan Poros Mesin Pemisah Kulit Dan Biji Kacang Hijau. *ENTHALPY Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 3 (4), pp. 1-9.
- [20] Adril, E., Yuliarman, Fardinal, Nasirwan, Beswara, V., 2023. Rancang Bangun Konstruksi Mesin Pencacah Plastik Multifungsi Kapasitas 50 Kg/Jam. *Jurnal Teknik Mesin*, 16 (2), pp. 200–206.
- [21] Aranda, I., 2024. Disain dan Analisa Rangka Belt Conveyor Pemilah Manual Kapasitas 8 Ton m 3 /jam. *Jurnal Inovasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 5 (2), pp. 82-90.
- [22] Suryady, S., Sapto, A.D., 2024. Analisis Pembebanan Statis terhadap Rangka Mesin Alat Pengaduk untuk Adonan Donat menggunakan Software FEA. *Jurnal Teknik Mesin*, 13 (1), pp. 22-29.
- [23] Mustaqim, M., Pramesti, Y. S., Setyowidodo, I., 2024. Rancang Bangun Rangka Mesin Pengolah Kompos Kapasitas 5kg/Menit, Online. In Universitas Nusantara PGRI Kediri, *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*. Kediri, 2024.