

RANCANG BANGUN UNIT MESIN *INJECTION MOULDING* UNTUK PEMBUATAN KLOSAN BENANG KAPASITAS 1pcs/SIKLUS SKALA UMKM

Sahrul Feriansyah¹, Sulis Yulianto², Wiwid widyantoro³, Windarta⁴

¹Jurusan teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah No. 27, 10510

²Jurusan teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah No. 27, 10510

³ Jurusan teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah No. 27, 10510

E-mail : 2018440050@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Indonesia saat ini menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan sampah, dengan jumlah timbunan sampah mencapai angka yang mencengangkan, yaitu 33 juta ton pada tahun 2020. Dari jumlah tersebut, sekitar 17,12% adalah sampah plastik, yang menjadi sumber masalah lingkungan yang mendalam. Salah satu inisiatif penting yang dicanangkan adalah pemanfaatan limbah plastik tipe PP (*Polypropylene*) untuk produksi cone benang daur ulang, sesuai dengan prinsip-prinsip program 3R yang berfokus pada pengurangan, penggunaan kembali, dan daur ulang. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik mekanis dan massa dari cone benang yang dihasilkan dari bahan PP daur ulang. Langkah ini memiliki potensi besar untuk mengurangi limbah plastik dan mendukung penggunaan yang lebih berkelanjutan dalam industri. Proses perancangan alat ini melibatkan perhitungan yang relevan dan analisis pemilihan bahan serta proses yang optimal. Alat ini didesain dengan memanfaatkan teknologi *injection moulding* untuk produksi cones benang plastik. Batasan masalah penelitian ini mencakup perhitungan kekuatan pada rangka alat, pemilihan bahan dalam pembuatan alat, serta desain alat *injection moulding* yang spesifik untuk pembuatan cones benang. Hasil perancangan alat cone benang menunjukkan bahwa alat ini mampu menampung beban hingga 51,9 kg pada rangka, menghasilkan produk cone benang dengan baik pada suhu lelehan 180°C, memiliki tingkat kelenturan rangka yang rendah, dan memiliki laju aliran lelehan plastik yang sesuai.

Kata kunci: Daur ulang, cone benang

ABSTRACT

Indonesia is currently facing a serious challenge in waste management, with an astonishing total of 33 million tons of waste in 2020, of which approximately 17.12% is plastic waste, posing a profound environmental problem. One significant initiative introduced is the utilization of PP (Polypropylene) plastic waste to produce recycled thread cones, aligning with the principles of the 3R program that emphasize reduction, reuse, and recycling. The primary objective of this research is to evaluate the mechanical characteristics and mass of thread cones produced from recycled PP material. This step holds substantial potential for reducing plastic waste and supporting more sustainable practices within the industry. The design process of this tool involves relevant calculations and analyses for material selection and optimal processes. The tool is designed utilizing injection molding technology for the production of plastic thread cones. The scope of this research includes strength calculations for the tool's frame, material selection for tool manufacturing, and the specific design of the injection molding tool for cone thread production. The results of the cone thread tool design indicate its ability to withstand a load of up to 51.9 kg on the frame, effectively produce cone thread products at a melting temperature of 180°C, exhibit low frame flexibility, and maintain an appropriate plastic melt flow rate. This research is expected to make a significant contribution to addressing plastic waste issues and promoting the development of more sustainable practices in the Indonesian industry.

Keywords: Recycling, thread cone

1. PENDAHULUAN

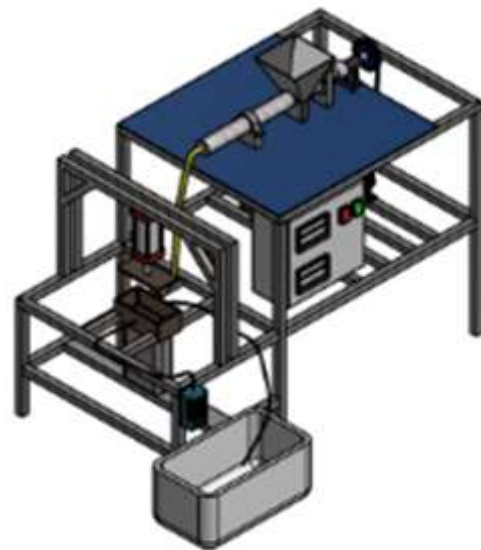
Berdasarkan data dari SIPSN (Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, timbunan sampah di Indonesia tahun 2020 mencapai 33 juta ton, dan 17,12% nya merupakan sampah plastik. Pemerintah telah memiliki beberapa alternatif solusi dalam pengelolaan sampah, seperti pembuatan bank sampah, rumah kompos, pemaksimalan program 3R (*reduce, reuse, dan recycle*), dan pemanfaatan sampah sebagai sumber energi. Penelitian pemanfaatan limbah plastik PP untuk pembuatan cone benang daur ulang juga termasuk dalam pemanfaatan program 3R yang diwacanakan oleh pemerintah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan karakteristik mekanis (kekuatan flexural) dan massa cone benang berbahan PP daur ulang dan PP murni. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, produk cone dengan material PP memiliki karakteristik kekuatan lentur 0,4 – 0,8 kg/mm² dan massa sebesar 10,5 – 11,5gram. Studi pemanfaatan limbah plastik PP untuk dijadikan produk cone benang diawali dengan penelitian awal terkait dengan pengoptimalan parameter pembuatan produk pada mesin injeksi. (1)

Pada sistem kerja mesin *injection moulding*, pembuatan cone benang ini berbahan utama biji plastik PP (*Polypropylene*) yang akan menjadi sebuah cone benang, di mana sebuah biji plastik jenis PP dimasukkan ke dalam mesin *extruder* yang nantinya didorong oleh screw yang berputar yang berguna agar biji plastik ini menuju ke heater agar dapat dilelehkan dan setelah dilelehkan, pelelehan biji plastik ini langsung masuk ke tahap pencetakan dengan sistem press pneumatik untuk dijadikan cone benang.(2)

Biji plastik terbagi atas sebuah material organik dan alami misalnya, batubara selulosa dalam gas alami dan tentu minyak mentah. Minyak mentah merupakan campuran dari ribuan senyawa dan memerlukan proses-proses agar dapat dipakai. Produksi plastik diawali dari distilasi minyak mentah pada suatu kilang minyak. Pada tahapan ini melakukan

pemisahan minyak mentah yang berat menjadi beberapa kelompok senyawa yang lebih rinci yang dinamakan dengan pecahan merupakan campuran rantai hidrokarbon (senyawa kimiawi yang diproduksi dari hidrogen dan karbon), yang berlainan pada struktur molekul dan ukuran mereka, pecahan ini diantaranya, *naphtha* merupakan senyawa yang terpenting dari produksi plastik.

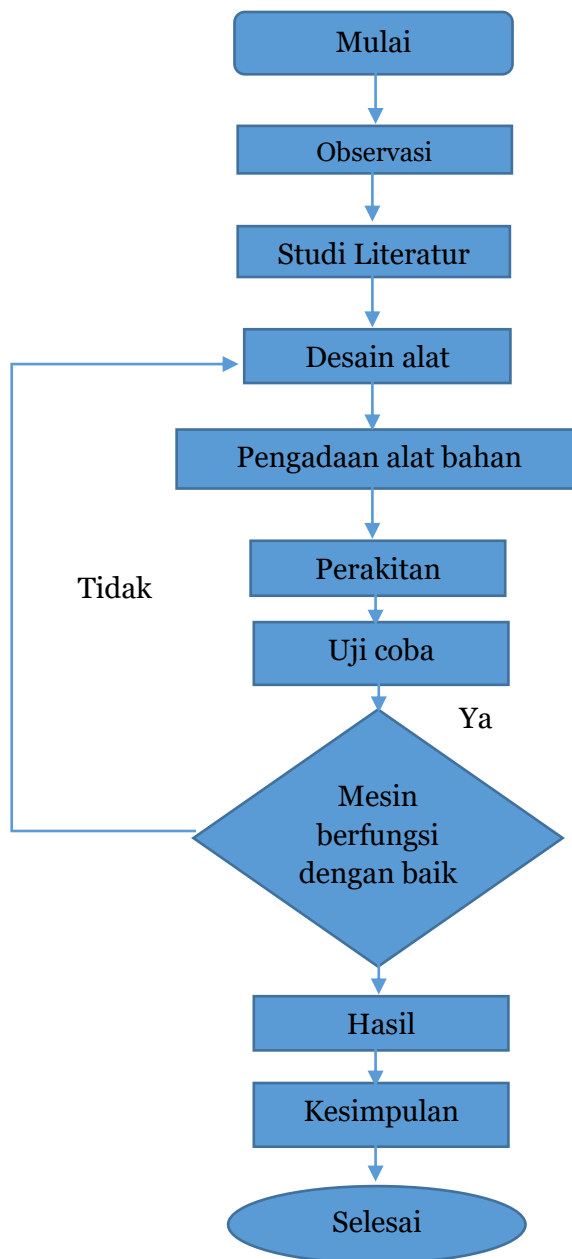
Masalah yang dihadapi oleh peneliti dalam melakukan penelitian antara lain: pemilihan bahan dan proses dalam pembuatan alat, harus mendapatkan cara kerja *injection moulding* sehingga mendapat perhitungan pada alat yang sudah dibuat. Desain alat yang dibuat juga disesuaikan dengan bahan yang ada.



Gambar 1 desain alat cetak klosan benang

2. METODE PENELITIAN

Rangkaian kegiatan rancang bangun ini mencakup tempat dan waktu penelitian. Proses penelitian yang dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. Waktu yang diperlukan untuk penelitian ini adalah selama 6 bulan yaitu pada bulan Januari 2023 hingga bulan agustus 2023 meliputi pemodelan alat yang akan dibuat, analisa konstruksi pada alat, persiapan alat dan bahan, perancangan konstruksi pada alat, melakukan pengujian alat, dan pengumpulan data.



Gambar 2 alat cetak klosan benang

Teknik pengumpulan data pada alat cetak cone benang dapat dilakukan dengan melakukan perencanaan dan perancangan simulasi pengujian. Dengan

begitu bisa mendapatkan data ukuran dan perhitungan dari perencanaan rancang bangun alat injection moulding pembuatan klosan benang 1pcs/siklus.

Teknik pengolahan data dilakukan dengan hasil produk yang dihasilkan dari alat cetak klosan benang 1pcs/siklus, kemudian data tersebut dimasukkan kedalam rumusan yang telah dikaitkan dengan hasil studi yang telah dilakukan sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Beban Kekuatan Material pada Pembuatan Klosan Benang didapatkan perbandingan antara rangka alat dengan beban yang ditempuh.

Jika diketahui: Beban Total Alat : 61,1kg
 Beban Rangka : 20 kg

$$\begin{aligned} \text{Beban Total} - \text{Beban Rangka} \\ \text{Beban Terhadap Rangka} &= 61,1\text{kg} - 20\text{kg} \\ &= 41,1\text{kg} \end{aligned}$$

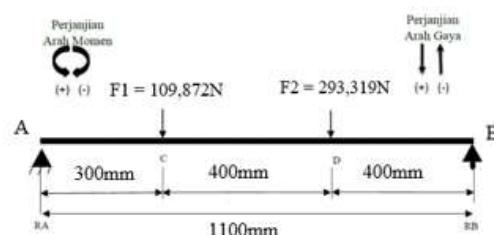
Perbandingan pada rangka dengan beban yang ditempu adalah:

$$\text{Beban Rangka} : \text{Beban terhadap Rangka} = 20 : 41,1\text{kg} = 1 : 2,055$$

Alat ini dapat menopang beban 2,055 kali lipat beban rangka itu sendiri
 Analisa beban yang diterima Rangka

Berat beban yang diterima pada rangka seberat 41,1kg, dengan demikian berat yang akan diterima rangka dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu :

1. Pembebanan pada bagian depan rangka (F_1)
2. Pembebanan pada bagian rangka (F_2)



Gambar 3 Beban Terpusat pada rangka

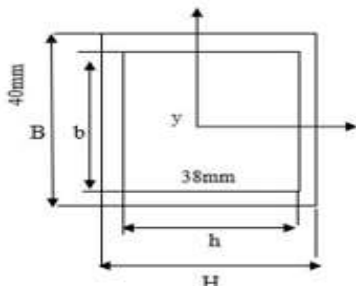
Beban (F1) = massa total x gaya gravitasi
 $= 11,2\text{kg} \times 9,81\text{m/s}^2$

$F1 = 109,872\text{N}$

Beban (F2) = massa total x gaya gravitasi
 $= 29,9\text{kg} \times 9,81\text{m/s}^2$

$F2 = 293,319\text{N}$ (3)

Perhitungan Tegangan Maksimal



Gambar 4 Inersia Pada besi hollow

$$I = \frac{1}{12} \cdot (BH^3 - bh^3)$$

$$= \frac{1}{12} \cdot [0,04\text{m} (0,04^3\text{m}) - 0,038\text{m} (0,038^3\text{m})]$$

$$= \frac{1}{12} \cdot (0,48 \times 10^{-6})$$

$$= 0,04 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

Jarak titik berat

$$Y = \frac{b}{2}$$

$$= \frac{40}{2}$$

$$= 20 \text{ mm}$$

Luas penampang *hollow* dengan rumus persamaan 2.11 sebagai berikut:

$$A = A1 - A2$$

$$= (S_1)^2 - (S_2)^2$$

$$= (40\text{mm} \times 40\text{mm}) - (38\text{mm} \times 38\text{mm})$$

$$= 1600 - 1444$$

$$= 156 \text{ mm}^2$$

Sedangkan nilai maks. Adalah $M_{max} = 64,8826 \text{ N/mm}$, dengan persamaan 2.12 sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{M_{max}}{I} C(x,y)$$

Dimana :

σ_{max} = Tegangan normal maksimal pada rangka (N.cm^2)

M_{max} = Momen maksimal pada rangka (N.cm^2)

$C_{(x,y)}$ = Posisi titik berat (mm)

I = Momen Inersia (cm^4)

Dijawab :

$$\sigma = \frac{M_{max}}{I} C(x,y)$$

$$\sigma = \frac{12926 \text{ N/mm}}{0,04 \times 10^{-6} \text{ m}^4} (20\text{mm})$$

$$\sigma = 646300\text{N/mm}$$

Perhitungan Tegangan Izin

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_y}{\eta}$$

Dimana:

σ_{ijin} = Faktor keamanan

σ_y = Tegangan Luluh

η = Faktor keamanan

Diketahui:

$\sigma_y = 235 \text{ N/mm}$ (bahan DIN ST37)

$\eta = 4$

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_y}{\eta}$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{235 \text{ N/mm}^2}{4}$$

$$\sigma_{ijin} = 58,75 \text{ N/mm}^2$$
 (3)

Perhitungan Regangan

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E}$$

Dimana:

ϵ = Regangan

σ = Tegangan normal (N/mm^2)

E = Modulus Elastis dari bahan (N/mm^2)

Bila diketahui $\sigma_{max} = 646300\text{N/mm}$

$E = 100 \times 10^9 \text{ N/mm}$ (modulus elastisitas bahan besi)

$$\sigma = 646300\text{N/mm}^2$$

$$E = 100 \times 10^9 \text{ Nmm}^2$$

Maka :

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E}$$

$$\epsilon = \frac{646300\text{N/mm}^2}{100 \times 10^9 \text{ N/mm}^2}$$

$$\epsilon = 6463 \times 10^{-6} \text{ N/mm}^2$$

Maka didapat nilai Regangan sebesar
 $6463 \times 10^{-6} \text{ N/mm}^2$ (3)

Perhitungan Defleksi

$$\delta = \frac{P.L}{A.E}$$

Dik: $P = 262,9 \text{ N}$

$L = 1100 \text{ mm}$

$E = 100 \times 10^9 \text{ N/mm}$ (modulus elastisitas bahan)

$A = 156 \text{ mm}^2$

Dijawab:

$$\delta = \frac{P.L}{A.E}$$

$$\delta = \frac{262,9 \text{ N} \times 1100 \text{ mm}}{156 \text{ mm}^2 \times 100 \times 10^9 \text{ Nmm}}$$

$$\delta = \frac{288,200 \text{ N/mm}}{3,276 \times 10^{13} \text{ Nmm}}$$

$$\delta = 1,85 \times 10^{-8} \text{ N/mm}^2$$
 (3)

Didapat nilai defleksi sebesar $1,85 \times 10^{-8} \text{ N/mm}^2$. Sedangkan menurut SNI, standar defleksi yang diizinkan dengan sebagai berikut:

$$\delta = \frac{L}{240}$$

$$\delta = \frac{1100 \text{ mm}}{240}$$

$$= 4,58 \text{ N/mm}^2$$
 (4)

Menghitung torsi, kecepatan dan daya pada motor

Menghitung Torsi

$T = (5252 \times P) : N$

$T = (5252 \times 0,5 \text{ hp}) : 1450 \text{ rpm}$

$T = (2626) : 1450 \text{ rpm}$

$T = 1,811 \text{ Nm}$

Menghitung daya motor

$P = T \times N : 5252$

$P = (1,811 \text{ Nm} \times 1450 \text{ rpm}) : 5252$

$P = 2625 : 5252$

$P = 0,5 \text{ Hp}$

Menghitung jumlah putaran permenit pada motor

$N = (5252 \times P) : T$

$N = (5252 \times 0,5 \text{ HP}) : 1,811 \text{ Nm}$

$N = 2626 : 1,811 \text{ Nm}$

$N = 1450 \text{ rpm}$

Menghitung diameter screw

$$s = \sqrt{\frac{4 \times Q}{60 \times \pi \times S \times n \times i \times y \times C}}$$

Dimana:

D = Diameter screw (m)

S = Jarak pitch (cm)

C = faktor inklinasi 0,65 sesuai sudut kemiringan pada screw 23°

n = putaran mesin (RPM)

y = densitas biji plastik PP = $0,93 \text{ gr/cm}^3$

$$= 930 \text{ kg/m}^3$$

i = (loading efficiency) untuk material tidak abrasif dan aliran bebas mengalir maka dipilih 0,4

Tabel 1. Nilai Pada Inklinasi

Sudut kemiringan	0°	5°	10°	15°	20°
Faktor inklinasi	1,0	0,9	0,8	0,7	0,65

Tabel 2. Nilai loading efficiency

No	Loading efficiency	sifat aliran dan material
1	0,125	Untuk aliran lambat, material tidak abrasif
2	0,25	Untuk aliran lambat, material sedikit abrasif
3	0,32	Untuk aliran bebas mengalir, material sedikit abrasif
4	0,4	Untuk aliran bebas mengalir, material tidak abrasif

Dijawab :

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times Q}{60 \times \pi \times S \times n \times i \times \rho \times C}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 200 \text{ kg/jam}}{60 \times 3,14 \times 1 \times 14 \times 0,4 \times 930 \text{ kg/gr} \times 0,4}}$$

$$D = 0,045 \text{ m}$$

$$= 1,77 \text{ inch (5)}$$



Gambar 5 screw

Menghitung perbandingan ratio

$$N_2 = \frac{N_1}{i}$$

Dimana :

N_1 = Putaran dinamo

N_2 = putaran screw

i = ratio gearbox

Dijawab :

$$N_2 = \frac{N_1}{i}$$

$$N_2 = \frac{1450 \text{ rpm}}{50 \text{ rpm}}$$

$$N_2 = 29 \text{ Rpm}$$

Laju aliran material

$$v = \frac{s \cdot n}{60}$$

Dimana :

v = laju aliran

s = screw pitch

n = RPM

Dijawab:

$$v = \frac{s \cdot n}{60}$$

$$= \frac{1 \text{ cm} \times 29 \text{ rpm}}{60}$$

$$= 0,3 \text{ cm/detik}$$

Laju aliran pada screw didapat 0,3 cm/detik, maka laju aliran pada saat proses pendorongan biji plastik membutuhkan waktu 0,3cm/detik tiap proses. (5)

Tabel 3. Pengukuran suhu pada heater

Waktu (s)	Temperatur (°C)	Daya (W)
0	28	350W
30	37	350W
60	45	350W
90	56	350W
120	68	350W
150	81	350W
180	102	350W
210	123	350W
240	138	350W
263	160	350W
300	180	350W

Tabel 4. Hasil Uji Coba Alat

Temperatur (°C)	waktu (s)	keterangan
120	5 menit	Gagal
160	5 menit	Gagal
180	5 menit	Berhasil



Gambar 5. Hasil klosan Benang

4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan alat klosan benang, didapatkan hasil untuk beban yang mampu ditampung pada rangka sebesar 51,9kg Dan bisa terbentuk produk

berupa klosan benang dengan sempurna di titik leleh 180°C , Pada kekuatan rangka didapatkan nilai defleksi atau tingkat kelenturan sebesar $1,85 \times 10^{-8}\text{N/mm}^2$ dan didapatkan laju aliran pada lelehan plastik sebesar $0,3\text{cm/detik}$, dan untuk cara kerja pada mesin tersebut dengan cara mendorong biji plastik menuju pipa heater untuk proses pelelehan yang telah ditentukan suhunya agar lelehan biji plastik dapat menjadi klosan benang yang sempurna pada saat pengisian pada moulding

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan Terimakasih disampaikan kepada bapak Sulis Yulianto, S.T.,M.T selaku pembimbing sekaligus Kaprodi Teknik Mesin FT UMJ, bapak Windarta S.T.,MT sebagai pembimbing penelitian, serta wivid widiyantoro sebagai partner penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Hutama AS. Studi Pemanfaatan Limbah Material Polypropilene (PP) untuk Pembuatan Produk Cone Benang dengan Penambah Material Kalsium Karbonat. *J Rekayasa Sist Ind* [Internet]. 2022 Apr 26;11(1):101–8. Available from: <https://journal.unpar.ac.id/index.php/jrsi/article/view/5288>
- Yulianto I, Rispianda, Prasetyo H. RANCANGAN DESAIN MOLD PRODUK KNOB REGULATOR KOMPOR GAS PADA PROSES INJECTION MOLDING. *J Online Inst Teknol Nas*. 2014;02(03):3.
- Wijaya gilang sukma. perencanaan dan perancangan konstruksi mesin pembuat batu bata berbahan pulp dengan kapasitas 20kg/proses . 2021.
- Kuntoro S, Kabib M. analisis kekuatan dies frame link pada mesin roll pipa 2 in penggerak hidrolis dengan metode elemen hingga. *J simetris*. 2018;9(2):944.
- Sibarani M, Allann muhammad piky, Santika putu m. Perancangan unit Extruder pada Mesin Extrusion Lamination Flexible Packaging. *J*

Tek mesin. 2018;2(2):43–4.

Ritonga din aswan a, Sarjana, Sandi rahmad dwi. PERANCANGAN MESIN PRODUKSI PELET TERAPUNG. *J Ilm Teknol*. 2022;10(2):93.

Mahmudi H. Analisa Perhitungan Pulley dan V-Belt Pada Sistem Transmisi Mesin Pencacah. *J Mesin Nusant* [Internet]. 2021 Jul 20;4(1):40–6. Available from: <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/JMN/article/view/16201>