

Perancangan Poros dan Mata Pisau Mesin Pencacah Plastik

Alfan Ekajati Latief¹, Nuha Desi Anggraeni^{1*}, dan Asep Sulaeman¹

¹Institut Teknologi Nasional, Jl. PKH. Mustapa No 23 Bandung Indonesia

*nuhadesi@gmail.com

Abstrak

Daur ulang adalah proses untuk menjadikan suatu bahan bekas menjadi bahan baru dengan tujuan mencegah adanya sampah yang sebenarnya dapat menjadi sesuatu yang berguna, mengurangi penggunaan bahan baku yang baru, mengurangi penggunaan energi, mengurangi polusi. Cara untuk mengurangi limbah plastik diantaranya yaitu melakukan pengolahan sampah plastik dengan cara mencacah sampah plastik menjadi serpihan-serpihan plastik kecil. Hasil dari cacahan tersebut dapat digunakan untuk didaur ulang dijadikan plastik baru, proses pencacahan sampah plastik dilakukan dengan mesin pencacah tipe *Crusher*. Dalam makalah ini dilakukan perancangan poros dan mata pisau untuk konsep mesin pencacah plastik tipe *Crusher* untuk mendapatkan mekanisme rancangan yang ergonomi. Perancangan ini bertujuan untuk mendapatkan spesifikasi teknis beserta dokumentasi gambar teknik 2 dimensi dan 3 dimensi, target spesifikasi mekanisme yang dibutuhkan ialah sebuah mesin pencacah plastik yang dapat dioperasikan dengan mudah, aman dan praktis serta hasil cacahan yaitu ukuran lebar 1 cm dengan kapasitas mesin 50 kg/jam. Material mata pisau yang digunakan adalah baja perkakas JIS SSKD 11 dengan $\tau_y = 589,38$ MPa, dengan jumlah mata pisau 5 buah, 3 dinamis dan 2 statik. Dimensi mata pisau 180 mm x 50 mm x 10 mm. Sebagai dukungan, digunakan poros dengan diameter 30 mm, panjang poros 450 mm, dan material poros S30C ($\tau_u = 48$ kg/mm²).

Kata kunci: poros, mata pisau, mesin pencacah, plastik

Pendahuluan

Setiap orang membutuhkan plastik seperti kantong plastik, maka perlu diadakan pemanfaatan plastik secara berulang dengan melakukan suatu pengolahan sampah plastik tersebut untuk menjadikan plastik baru. Oleh karena itu, diperlukan sebuah konsep mesin pencacah plastik untuk mengurangi permasalahan yang ada sehingga hasil serpihan – serpihan plastik bisa untuk didaur ulang dan menjadikan sampah plastik tersebut mendapatkan nilai jual yang cukup tinggi [1].

Penelitian ini membahas perancangan poros dan mata pisau untuk konsep mesin pencacah plastik. Perancangan dibuat untuk memudahkan proses pengolahan sampah plastik bagi manusia. Pada proses ini manusia hanya memasukkan plastik yang telah disortir. oleh karena itu mekanisme

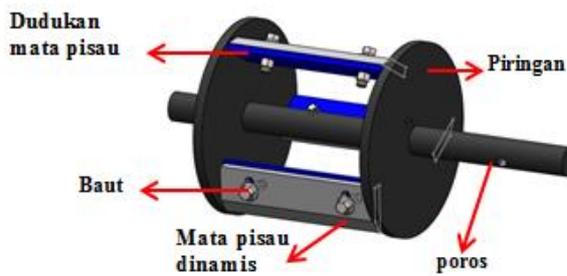
Crusher dengan memiliki 3 pisau dinamis yang berputar pada poros dan 2 pisau statis yang terdapat pada rangka yang digunakan pada mesin pencacah plastik sehingga plastik akan terpotong oleh pisau.



Gambar 41 Plastik Polyethylene

Metode Penelitian

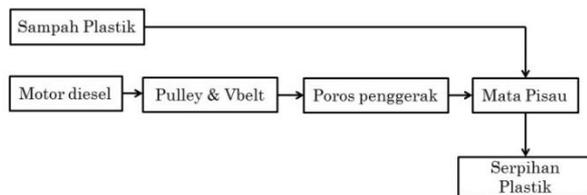
Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung, pada 5 Februari 2016 s/d 6 Juni 2016 dan difokuskan pada perancangan poros dan mata pisau mesin pencacah plastik *Polyethylene* kapasitas 50 kg/jam.



Gambar 42 Poros dan mata pisau mesin

Prinsip Kerja

Mesin pencacah plastik pada umumnya digerakan oleh sebuah motor listrik ataupun motor diesel yang dihubungkan pada sebuah transmisi sabuk dan *pulley* kemudian memutar poros penggerak dan pisau pencacah sehingga dapat berputar dan mencacah plastik menjadi serpihan kecil. Skema aliran daya untuk prinsip kerja mesin seperti gambar 3 di bawah ini:



Gambar 43 Skema aliran daya

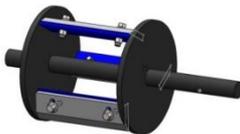
Perancangan

Dalam perancangan ini terdapat beberapa fase seperti perancangan konsep mata pisau dan mewujudkan konsep dengan melakukan perhitungan perancangan [2].

Perancangan Konsep Mata Pisau

Dalam perancangan konsep ini memiliki tujuan untuk mendapatkan konsep terbaik dengan pemilihan sudut mata pisau.

Tabel 12 Perancangan Konsep

Concept	Feasibility Judgement
  	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Semakin kecil sudut mata pisau, maka semakin tajam. ➤ gaya pemakanan yang diberikan pada plastik saat pencacahan sangat kecil. ➤ Waktu produksi mata pisau sekitar ± 2 minggu karena memiliki tingkat kesulitan yang tidak terlalu sulit pada saat produksi [3]. ➤ Mata pisau bisa di <i>Setting</i> maju atau mundur sesuai kebutuhan dari tebal plastik yang akan dicacah.

Mewujudkan Konsep (Embodiment)

Dalam mewujudkan konsep, maka akan dilakukan perhitungan mekanikal dari elemen-elemen mesin berdasarkan tegangan ijin.

Rumus perhitungan perancangan

1. Beban akibat gaya potong plastik

Tegangan tarik plastik jenis polyethylene

$$\sigma_{u \max} = 40 \text{ MPa (dari tabel sifat plastik)}$$

$$\tau_{\max} = 0,57 \sigma_{u \max}$$

Dalam perhitungan desain beban plastik yang digunakan adalah τ_{\max} karena plastik cenderung akan terpotong karena beban geser [4].

2. Mata pisau (*blade*)



Gambar 44 Mata Pisau

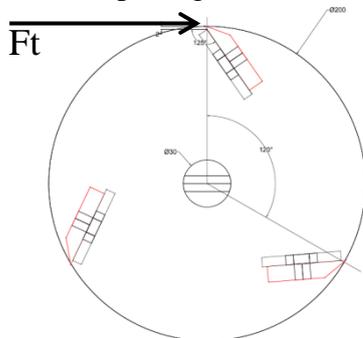
- **Luas penampang mata potong (A_c)**

Asumsi panjang mata potong yang bekerja $\frac{1}{2}$ dari panjang mata pisau total.

$$A_c = p \times l$$

p = panjang mata potong (mm)

l = lebar mata potong (mm)



Gambar 45 Gaya yang bekerja pada mata pisau

Gaya yang bekerja pada mata potong (F_t)

$$F_t = \tau_{\max} \cdot A_c$$

3. Torsi yang dihasilkan blade (T_B)

$$T_B = F_t \cdot R_B$$

F_t = Gaya yang bekerja pada mata potong (N/mm^2)

R_B = Jari-jari mata potong terhadap pusat poros (mm)

4. Torsi yang dihasilkan dari poros penggerak

Faktor koreksi (F_c) = 1,5 (menurut ASME jika menerima beban tumbukan dan kejutan). Maka torsi pada poros penggerak yaitu :

$$T = F_c \cdot T_b$$

5. Tegangan ijin Blade

$$\tau_{\max} = S_f \cdot \tau_{\text{terjadi}}$$

$S_f = 2$ (dikhawatirkan terjadi pembebanan lebih pada sepanjang blade)

6. Tegangan geser pada baut

$$\tau = \frac{F/n}{A}$$

F = Gaya yang terjadi pada baut (N)

n = Jumlah baut = 2

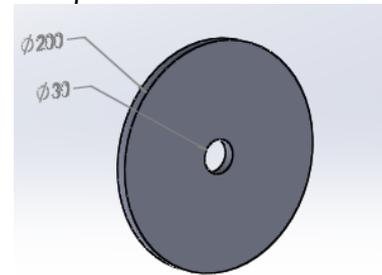
A = Luas penampang lubang baut (mm)

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

7. Menentukan masa piringan (Plate)

$$\rho = m/V$$

$$m = \rho \cdot V$$



Gambar 46 Piringan

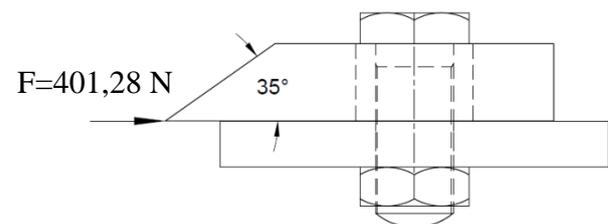
m = massa piringan (kg)

V = Volume (mm^3)

ρ = massa jenis baja = $8030 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

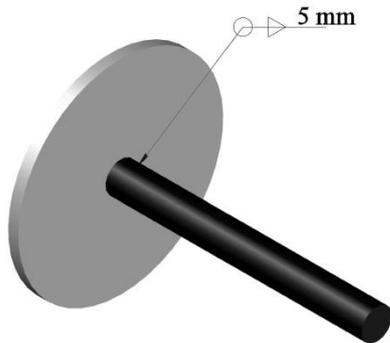
Sambungan Baut dan Las

1. Tegangan geser baut



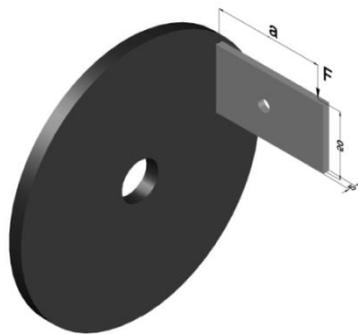
Gambar 47 Sambungan baut dan las

2. Sambungan las pada piringan



$I_p = I_{p_u} \cdot 0,707 \cdot h$
 $T = \text{Torsi poros (N.mm)}$
 $C = \text{jarak titik pusat poros ke sisi luar Lasan}$
 $I_p = \text{Inersia Polar (mm}^4\text{)}$
 Tipe beban = Puntir
 Tipe Las = Butt Joint

3. Sambungan las padaudukan pisau



Gambar 49 Sambungan piringan danudukan pisau

POROS

1. Torsi pada poros

Torsi pada poros disebabkan oleh gaya potong yang bekerja pada ujung mata potong, dimana gaya tersebut bekerja sebesar jari-jari blade dari piringan serta masukan faktor koreksi

$$T_{Dr} = F_t \cdot r \cdot f_c$$

$F_t = \text{gaya potong yang bekerja pada ujung mata potong (N)}$
 $r = \text{jari-jari blade (mm)}$
 $f_c = \text{Faktor koreksi}$

2. Beban Pada Poros

a. Beban akibat massa komponen (W)

$$W = ((m_{\text{piringan}} + m_{\text{matapisau}} + m_{\text{komponen}}) \cdot g) / L_c$$

b. Beban Akibat Gaya potong (Fz)

$$F_z = \frac{(F_t \cdot N_B)}{L_c}$$

Gambar 48 Sambungan poros dan piringan

$$T_p = F_N \cdot r$$

$$F_N = \frac{T_p}{r}$$

F : gaya normal (N)

T_p : Torsi pulli (N.mm)

R : jari-jari pulli (mm)

3. Gaya reaksi tumpuan

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma M = 0$$

4. Kekakuan poros

Kekakuan poros dihitung berdasarkan torsi yang bekerja (T_{Dr}), Momen lentur yang bekerja (M_{Dn}).

$$\theta = 584 \frac{Tl}{GD_s^4}$$

Panjang poros = (l)

Torsi yang terjadi = (T_{Dr})

Modulus geser = (G)

Diameter poros = (D_s)

5. Perhitungan bahan poros

Perhitungan bahan poros didapatkan berdasarkan diameter poros rencana (D_s), Momen lentur maksimum (M_{Dr}) dan Torsi (T_{Dr}) serta diambil nilai konstanta koreksi untuk momen lentur (K_m) dan konstanta koreksi untuk torsi (K_T) [4].

Diameter poros rencana (D_s)

Momen lentur maksimum = M_{Dr} (Nmm)

Torsi = T_{Dr} (Nmm)

Konstanta koreksi momen lentur (K_m) = 2

Konstanta koreksi torsi (K_T) = 1,5

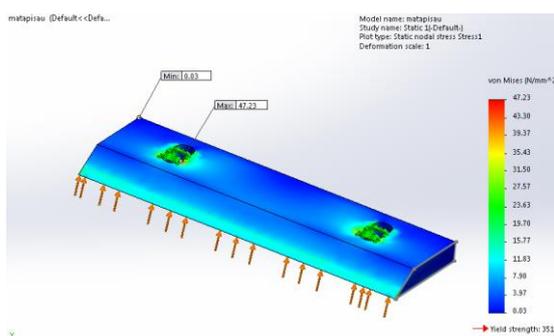
$$\tau_u = \frac{5,1}{D_s^3} \sqrt{(K_m M_{Dr})^2 + (K_T T_{Dr})^2}$$

Pembahasan

Pemilihan konsep sudut ideal mata pisau yaitu $35^\circ - 45^\circ$ dengan sudut mata potong 10° , dipilih sudut 35° untuk mencacah plastik jenis *Polyethylene* karena semakin kecil sudut mata pisau maka pisau tersebut akan tajam, sehingga gaya yang digunakan untuk memotong plastik akan semakin kecil.

Berdasarkan *analysis blade* pada gambar 10, tegangan yang terjadi menurut teori tegangan geser maksimum adalah $47,23 \text{ N/mm}^2$. Tegangan tersebut terjadi pada posisi sambungan baut, karena mata pisau disambung oleh baut sehingga lubang untuk baut tersebut menerima gaya reaksi yang paling besar yang diakibatkan oleh gaya dari plastik.

Tegangan maksimum yang digunakan berdasarkan tegangan yang terjadi dikali dengan nilai faktor koreksi sebesar 2 karena terjadi beban dinamis saat pemotongan.

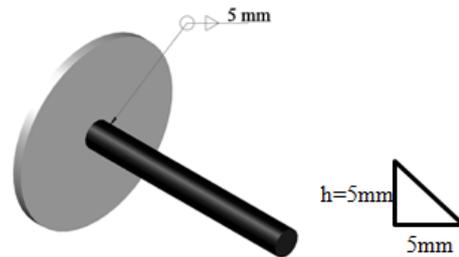


Gambar 50. Analisis mata pisau (*blade*)

Tegangan geser yang terjadi pada tiap baut yaitu $2,55 \text{ N/mm}^2$ sehingga pemilihan jenis baut baja karbon rendah jenis ASTM A307 dengan memiliki kekuatan tarik 60 Mpa.

Tegangan sambungan las dengan beban puntir dan tipe las *Butt Joint* dengan

seperti pada gambar 11 yaitu 24 Mpa karena perancangan lebar dimensi pada lasan $h=5 \text{ mm}$.



Gambar 51. Sambungan las

Nilai maksimum momen lentur sebesar $54606,4 \text{ N.mm}$. Hal tersebut terjadi karena poros mengalami beban lentur akibat beban yang terjadi pada komponen mata pisau, serta dipengaruhi juga oleh gaya-gaya pemotongan pada mata pisau [5].

Diameter poros rencana = 30 mm, momen lentur maksimum = $54606,4 \text{ Nmm}$, torsi = 60192 Nmm , maka tegangan yang terjadi pada poros = $28,19 \text{ kg/mm}^2$. Sehingga dengan pemilihan bahan poros S30C (baja karbon untuk konstruksi mesin) dengan $\sigma_y=48 \text{ kg/mm}^2$ aman saat digunakan ($\sigma_{\text{terjadi}} < \sigma_y \text{ bahan}$) [6].

Kesimpulan

Data spesifikasi teknis perancangan

Hasil perancangan mata pisau dan pesin pencacah sesuai dengan tabel 2:

Tabel 13. Data spesifikasi teknis poros dan mata pisau

POROS	
Diameter	30 mm
Panjang	450 mm
Material	S30C ($\tau_u = 48 \text{ kg/mm}^2$)
MATA PISAU	
Dimensi	180 mm x 50 mm x 10 mm
Jumlah	Total 5 pcs Static 2 pcs Dynamic 3 pcs

Material	Baja perkakas JIS SSKD 11 dengan $\tau_y = 589,38$ MPa
DUDUKAN MATA PISAU	
Dimensi	180mm x 50mm x 8mm
Jumlah	3 pcs
Material	Baja perkakas JIS SSKD 11 dengan $\tau_y = 589,38$ MPa

Tabel 14 Data spesifikasi piringan dan pasak

PIRINGAN (Plate)	
Diameter luar	200 mm
Diameter dalam	30 mm
Tebal	10 mm
Jumlah piringan	2 Pcs
Material piringan	Baja perkakas JIS SSKD 11 dengan $\tau_y = 589,38$ MPa
PASAK	
Jenis pasak	Pin
Panjang	90 mm
Diameter Pin	10 mm
Material Pin	Baut A307 ($S_y = 60$ MPa)

Vol. 5 No.1 April 2010: 15 – 19
Politeknik Negeri Semarang).

- [4] Napitupulu, R. dkk, 2005, Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- [5] Aan Febriansyah, 2014 Perancangan Biosensor Berbasis Piezoresistive Mikrokantilever, Jurnal Manutech.
- [6] Rochim, Taufiq. (1993). *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Higher Education Development Support Project.

Daftar Pustaka

- [1] www.id.wikipedia.org/wiki/Daur_ulan_g. (Diakses : 2 Feb 2016)
- [2] Harsokoesoma, H. Darmawan, 2004, *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*, Bandung, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung.
- [3] Sunarto 2010. *Metode plasma nitriding untuk meningkatkan kekerasan pahat bubut potong bahan baja kecepatan tinggi (hss) assab 17* (Jurnal TEKNIS