

## Rancang Bangun Mesin Pemisah Limbah Geram Aluminium Hasil Proses Pemesinan

Agung Wahyudi<sup>1\*</sup>, Muhammad Yusuf<sup>2</sup>

Prodi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

\*Corresponding author: agungw724@gmail.com, +6282272369188

**Abstract** – The purpose of this research is to produce a type of aluminum slurry that is clean from ferrous metals by using an aluminum slurry waste separation machine. The separation results will later be used as research material in metal casting. The testing includes direct observation of the slurry separation process using a conveyor belt that has a partition, designing machine components such as frames, conveyor belts, conveyor rollers, and magnetic shafts. The test parameters for the results of the separation of the slurry took 4 minutes 51 seconds with two separation processes, the goal is that the spiral-shaped slurry separation process will be completely separated, it is done because this slurry waste separation machine only separates the spiral-shaped slurry, therefore a tool is needed to perfect it. Here it can be seen that the influence of the baffle on the process of separating the slurry is very important, because it is the baffle that encourages the ferrous slurry attached to the magnetic shaft to fall towards the ferrous material storage, if the baffle is not there, the slurry attached to the magnetic shaft will not be released. The speed of the drive motor should not be too fast because it will cause the rasp to bounce and scatter. The motor used has a speed of 24 rpm and a torque of 1.55 Nm.

**Abstrak** – Tujuan penelitian ini untuk menghasilkan suatu geram jenis aluminium yang bersih dari logam ferrous dengan menggunakan mesin pemisah limbah geram aluminium, hasil pemisahan nantinya akan digunakan sebagai bahan penelitian pada pengecoran logam. Pengujian : meliputi pengamatan langsung terhadap proses pemisahan geram dengan menggunakan belt conveyor yang memiliki sekat, merancang komponen – komponen mesin seperti rangka, belt conveyor, roller conveyor, dan poros magnetik. Parameter pengujian hasil pemisahan geram memakan waktu selama 4 menit 51 detik dengan dua kali proses pemisahan, tujuannya agar proses pemisahan geram yang berbentuk spiral akan sepenuhnya terpisah, hal itu dilakukan karena mesin pemisah limbah geram ini hanya memisahkan geram yang berbentuk spiral, oleh karena itu dibutuhkan suatu alat untuk menyempurnakannya. Disini terlihat bahwa pengaruh penyekat terhadap proses pemisahan geram sangatlah penting, karena penyekatlah yang mendorong geram berbahan ferrous yang melekat pada poros magnetik jatuh ke arah penampungan bahan ferrous, jika penyekat tidak ada maka geram yang melekat pada poros magnetik tidak akan bisa terlepas. Kecepatan motor penggerak tidak boleh terlalu kencang karena akan mengakibatkan geram akan terpental dan berhamburan. Motor yang digunakan memiliki kecepatan 24 rpm dan torsi 1,55 Nm.

**Keyword:** Aluminum Scrap, Separation Time, Machine components, Belt conveyor baffle, Torque

### 1 Pendahuluan

Geram merupakan bagian dari material yang terbuang yang dihasilkan dari proses pemesinan. Geram

yang dihasilkan seperti tali berkelanjutan atau berupa potongan-potongan yang masih bercampur antara geram aluminium, besi dan material lainnya.

(Adriansyah, 2007).

Daur ulang geram aluminium bukanlah sesuatu yang baru di industri aluminium. Berbagai penelitian yang berkaitan dengan daur ulang geram aluminium sudah banyak dilakukan di antaranya adalah pemisahan logam pengotor yang terdapat pada geram aluminium, reduksi jumlah salt cake yang dihasilkan, elastisitas harga produk aluminium hasil daur ulang dan analisa siklus daur ulang geram aluminium. (Zay, I. P., 2014)

Pengembangan terus dilakukan untuk membuat proses ini menjadi lebih ekonomis. Pengembangan yang telah dilakukan seperti pengumpulan dan pemisahan aluminium yang efisien. Pengumpulan dapat dilakukan pada sebuah geram. Geram aluminium yang telah terkumpul kemudian dipisahkan berdasarkan jenisnya. Untuk mendapatkan geram aluminium dapat dilakukan beberapa proses pemisahan secara fisik seperti dengan menggunakan magnetic separator untuk memisahkan aluminium dari besi. Pemisahan dengan Heavy Media Separation dilakukan untuk memisahkan aluminium dari logam selain besi. Sementara untuk memisahkan aluminium dari material non logam dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip eddy current. (Zay, I. P., 2014)

Pada pengembangan proses pemisahan geram maka harus meningkatkan efektivitas dan produktivitasnya, dalam hal ini sistem conveyor separator banyak digabungkan dengan sistem lain seperti elektrik/elektronik, pneumatik dan mekanik sehingga akan didapat sistem conveyor yang lebih optimal.

Penulis di sini mencoba merancang dan membuat suatu alat bantu proses daur ulang yaitu untuk mempermudah proses pemisahan geram yang berjudul "Rancang Bangun Mesin Pemisah Limbah Geram Aluminium Hasil Proses Permesinan" yang memanfaatkan gaya magnet, alat tersebut berfungsi untuk memisahkan antara geram sampah hasil proses pemisahan. Input dari alat adalah limbah geram hasil proses pemisahan, maka sampah geram yang berbentuk serpihan bisa langsung dimasukkan ke dalam alat yang dirancang, hasil output sayatan geram bubuk yang sudah dipisahkan akan terpisah secara otomatis dengan memanfaatkan gaya tarik dari magnet dan akan ditampung pada penampung geram yang terletak pada bagian depan mesin. Geram dapat dikumpulkan dalam klasifikasinya masing-masing, hal ini memudahkan dalam proses pengolahan daur ulang atau peleburan sampah geram lebih lanjut. Pada penelitian sebelumnya proses pemisahan secara manual dengan menggunakan tangan, ada yang menggunakan udara, dan ada yang menggunakan eddy current.

## 2 Tinjauan Pustaka

Proses permesinan adalah proses pemotongan atau pembuangan sebagian bahan dengan maksud untuk membentuk produk yang diinginkan. Proses pemisahan

yang biasa dilakukan di industri manufaktur adalah proses penyekrapan (shaping), proses penggurdian (drilling), proses pembubutan (turning), proses penyayatan/frais (milling), proses gergaji (sawing), proses broaching, dan proses gerinda (grinding).

Elektromagnet adalah sepotong kawat yang mampu menghasilkan medan magnet apabila arus listrik melewati kawat itu. Walaupun setiap arus listrik yang melewati kawat akan selalu menghasilkan medan magnet, namun biasanya elektromagnet dibuat dengan cara tertentu sehingga gaya magnet yang dihasilkan kuat dan dapat digunakan untuk tujuan tertentu. Elektromagnet banyak digunakan pada peralatan penelitian, industri, medis, dan produk elektronik.

Gaya Lorentz merupakan sebuah metode sederhana untuk menunjukkan hubungan ini disebut dengan aturan tangan kiri. Aturan tangan kiri menyatakan bahwa garis-garis fluks magnet yang dihasilkan oleh arus yang melewati suatu kawat mempunyai arah yang sama seperti ditunjukkan kepalan tangan kiri (jempol diacungkan dan keempat jari lainnya ditekuk/dikepal). Dimana, arah yang ditunjukkan jempol adalah arah dari aliran elektron (arah aliran elektron kebalikan dari arah arus konvensional), sedangkan arah yang ditunjukkan keempat jari yang ditekuk adalah arah dari garis-garis fluks magnet.

Arah gaya Lorentz dapat ditentukan dengan menggunakan kaidah tangan kanan. Jika ibu jari menunjukkan arah arus listrik ( $I$ ) dan jari telunjuk menunjukkan arah medan magnetik ( $B$ ), maka jari tengah menunjukkan arah gaya Lorentz ( $F$ ).

Besarnya gaya ini bergantung dari besarnya arus yang mengalir pada kumparan jangkar ( $I$ ), kerapatan fluksi ( $B$ ) dari kedua kutub dan panjang konduktor jangkar ( $l$ ). Semakin besar fluksi yang terimbas pada kumparan jangkar maka arus yang mengalir pada kumparan jangkar juga besar, dengan demikian gaya yang terjadi pada konduktor juga semakin besar. Jika arus jangkar ( $I$ ) tegak lurus dengan arah induksi magnetik ( $B$ ) maka besar gaya yang dihasilkan oleh arus yang mengalir pada konduktor jangkar yang ditempatkan dalam suatu medan magnet adalah

$$F = B \cdot I \cdot l \text{ / Newton} \quad (1)$$

Keterangan :

$F$  = Gaya yang terbentuk pada penghantar (Newton)

$I$  = Arus yang mengalir pada konduktor jangkar (Ampere)

$B$  = Kerapatan fluks (Weber/m<sup>2</sup>)

$l$  = Panjang konduktor jangkar (m)

Eddy Current adalah aluminium separator yang menggunakan magnet permanen ataupun elektromagnet untuk menciptakan arus listrik yang membuat kaleng atau bahan aluminium (logam selain besi) terpisah dan keluar dari material lainnya. Pemilahan aluminium ini bisa dilakukan di conveyor troli ataupun tanjakan (Dayton, 2009). Drum magnetik

adalah bagian terpenting dari Eddy Current separator, kinerja pemisahan kabel granule non-ferrous ditentukan berdasarkan kecepatan drum variabel, granule tembaga dan logam aluminium dipisahkan dari limbah kabel robek, gaya pemisahan yang diinduksi dengan drum magnetik pada logam butiran tembaga dan aluminium (Fenercioglu, 2015)

Pada proposal tugas akhir rancang bangun mesin pemisah geram separator ini direncanakan menggunakan motor DC dengan daya yang direncanakan 12 Volt. Poros penggerak dihubungkan langsung dengan motor, poros penggerak berdiameter kecil 1 inch, Selanjutnya putaran kerja motor ditransmisikan ke poros yang terhubung belt conveyor disesuaikan dengan perancangan, lalu belt conveyor yang meneruskan kepenampungan geram aluminium, dan geram besi akan terpisah karena gaya tarik magnet dan akan jatuh pada tempat penampungan geram besi akibat dorongan sekat belt conveyor. Untuk menghitung kapasitas dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$Q = \frac{3600}{1000} \times A \times V \times \gamma \quad (2)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas (tph)

A = Luas Penampang (m<sup>2</sup>)

V = Kecepatan Belt (m/s)

$\gamma$  = Densitas Material(kg/m<sup>3</sup>)

### 3 Bahan dan Metode Perancangan

Tempat perancangan dilakukan di Laboratorium Mekanika Bahan dan Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh.

Metode perancangan ini menggunakan metode yang terdiri dari 2 tahapan, yaitu :

1. Menggunakan metode pendekatan rancangan dan perakitan
2. Menggunakan pembuatan dan perakitan mesin
3. Mendeskripsikan proses dan hasil pengujian mesin pemisah limbah geram hasil proses permesinan.

Adapun langkah-langkah dalam pelaksanaan kegiatan perancangan adalah sebagai berikut :

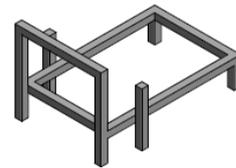
1. Design gambar mesin
  2. Persiapan bahan dan peralatan
  3. Perancangan mesin
  4. Uji unjuk kerja mesin
  5. Pembahasan
- a) Peralatan
1. Mesin Bubut
  2. Mesin Gerinda Duduk Krisbow Kw07-74
  3. Mesin Gerinda Tangan Makita 9558NB
  4. Mesin Las SMAW RHINO 300
  5. Mesin Bench Drilling ZQ 4116
  6. Mesin Frais Model TOPONE
- b) Bahan

1. Baja Hollow Galvanis (30×30)
2. Poros (Baja S35 C)
3. Belt Conveyor
4. Bantalan (bearing 4 mm)
5. Motor Wiper DC 12V
6. Magnet Silinder
7. Plat Besi
8. Sekat Belt Conveyor
9. Adaptor

## 4 Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Design kerangka mesin

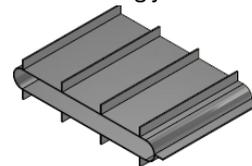
Design kerangka mesin pemisah limbah geram aluminium ditampilkan pada Gambar 1. Rangka mesin pemisah limbah geram terbuat dari besi hollow galvanis 30 x 30 mm. Mesin dan peralatan yang dibutuhkan dalam pembuatan kerangka mesin adalah mesin gerinda tangan, mesin las listrik, dan mesin bor tangan. Rangka yang dibuat memiliki dimensi (650 x 400 x 130 ) mm.



Gambar 1 Design Kerangka Mesin Pemisah Geram

### 4.2. Design belt conveyor

Design belt conveyor mesin pemisah limbah geram aluminium ditampilkan pada Gambar 2. Belt conveyor mesin pemisah limbah geram terbuat dari kulit sintetis yang berukuran 1000 mm x 500 mm. Foamsheet berukuran 1000 mm x 500 mm, pipa pvc 2 mm x 2000 mm, lem tembak dan benang jahit.



Gambar 2 Design Gambar Belt Conveyor

### 4.3. Design roller conveyor dan poros belakang

Design roller conveyor mesin pemisah limbah geram aluminium ditampilkan pada Gambar 3. Roller conveyor terbuat dari pipa besi silinder berdiameter 60 mm, plat besi setebal 1,5 mm, dan poros besi 25 mm. Alat dan mesin yang digunakan dalam pembuatan roller conveyor ini adalah gerinda tangan, mesin bubut, mesin las, mesin bor tangan.



Gambar 3 Design Roller Conveyor

#### 4.4. Design Poros Magnet

Design poros mesin pemisah limbah geram aluminium ditampilkan pada Gambar 4. Poros magnet terbuat dari bahan besi poros 25 mm x 410 mm, besi plat berbentuk lingkaran dengan diameter lingkaran luar 100 mm dan diameter dalam 25 mm. Magnet terbuat dari bahan magnet permanen yang berasal dari magnet bekas speaker yang berukuran 60 mm dan diameter dalam 25 mm.



Gambar 4 Design poros magnet

#### 4.5. Design hopper

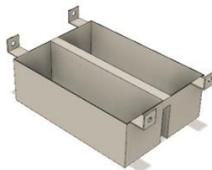
Design hopper mesin pemisah limbah geram aluminium ditampilkan pada Gambar 5. Hopper terbuat dari material besi plat 1000 x 900 x 1,5 mm. Mesin yang digunakan dalam proses pembuatan hopper ini adalah mesin gerinda tangan, mesin las listrik dan mesin bor tangan.



Gambar 5 Design hopper

#### 4.6. Design penampungan geram

Design penampungan geram mesin pemisah limbah geram aluminium ditampilkan pada Gambar 6. Penampungan geram terbuat dari material besi plat berukuran 1000 x 900 mm. Alat yang digunakan dalam pembuatan penampungan geram ini adalah gerinda tangan, mesin las listrik, dan mesin bor tangan.



Gambar 7 Design penampungan geram

#### 4.7. Daya Alat

Untuk menghitung daya mesin terlebih dahulu hitung torsi (T) yaitu:

$$T = F \times r \quad (3)$$

Keterangan :

T = Torsi (Nm)

F = Gaya yang berputar (N)

#### 1. Menghitung berat poros

Besi poros pada mesin yaitu dua buah poros depan dan poros belakang. Menghitung massa besi poros dengan menggunakan persamaan :

$$V = \pi \cdot \frac{1}{4} d^2 \cdot L \text{ (m}^3\text{)} \quad (4)$$

$$W = \rho \cdot v \cdot g \text{ (kg)} \quad (5)$$

Keterangan :

$\rho$  = massa jenis besi (0,007874 kg/mm<sup>3</sup>)

d = Diameter poros (m)

L = Panjang poros (m)

Diketahui :

L = 0,45 m

d = 25 mm = 0,025 m

$$V = 3,14 \times \frac{1}{4} \times (0,025)^2 \times 0,45 \text{ m}$$

$$= 3,14 \times 0,00015625 \times 0,45$$

$$= 0,0002207 \text{ m}^3$$

Maka berat besi poros adalah :

$$W = \rho \cdot v \cdot g \text{ (kg)} \quad (6)$$

$$W = 0,007874 \text{ kg/m}^3 \times 0,0002207 \text{ m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2 \quad (7)$$

$$= 1,73 \text{ Kg (poros belakang)}$$

Diketahui :

L = 0,41 m

d = 25 mm = 0,025 m

$$u = \pi \cdot \frac{1}{4} d^2 \cdot L$$

$$= 3,14 \times 0,00015625 \times 0,41 \text{ m}$$

$$= 0,0002011 \text{ m}^3$$

$$W = 0,007874 \text{ kg/m}^3 \times 0,0002011 \text{ m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2$$

$$= 1,58 \text{ kg (poros depan)}$$

#### 2. Menghitung plat penahan

Menghitung berat besi plat penahan pada poros harus menentukan volume plat menggunakan persamaan :

$$u = \pi \cdot r^2 \cdot t \quad (8)$$

Dimana :

u = volume (m<sup>3</sup>)

t = tebal (m)

r = jari – jari (m)

Diketahui :

$\pi = 3,14$

t = 0,02 m

r = 0,05 m

maka :

$$u = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$u = 3,14 \cdot (0,05)^2 \cdot 0,02$$

$$= 0,000785 \text{ m}^3$$

Maka untuk menghitung berat plat besi menggunakan persamaan:

$$W = \rho \times v \times g \quad (9)$$

dimana :

W = massa (kg)

$\rho$  = massa jenis (kg/mm<sup>3</sup>)

v = volume (m<sup>3</sup>)

g = gravitasi (10 m/s<sup>2</sup>)

Diketahui :

$\rho = 7874 \text{ kg/mm}^3 = 7,874 \text{ kg/m}^3$

u = 0,000785 m<sup>3</sup>

maka

$$W = 7,874 \text{ kg/m}^3 \times 0,000785 \text{ m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2 \\ = 0,0618 \text{ kg}$$

Terdapat 4 buah besi plat penahan pada poros maka :  
 $0,0618 \times 4 = 0,246 \text{ kg}$

### 3. Menghitung berat besi pipa silinder

Untuk menghitung besi pipa silinder kita dapat menggunakan rumus

$$W = \rho \cdot \pi (r_2^2 - r_1^2) \cdot L \cdot g \quad (10)$$

dimana :

L = panjang pipa (m)

r<sub>2</sub> = jari – jari luar pipa (m)

r<sub>1</sub> = jari – jari dalam pipa (m)

ρ = massa jenis besi pipa silinder (7,874 kg/m<sup>3</sup>)

g = gravitasi (10 m/s<sup>2</sup>)

diketahui :

$$L = 30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$$

$$r_2 = 3 \text{ cm} = 0,030 \text{ m}$$

$$r_1 = 2,9 \text{ cm} = 0,28 \text{ m}$$

maka :

$$W = \rho \cdot \pi (r_2^2 - r_1^2) \cdot L \cdot g \\ = 7,874 \text{ kg/m}^3 \cdot 3,14 \cdot (0,030 - 0,028)^2 \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 10 \\ \text{m/s}^2 \\ = 24,724 \cdot 0,00116 \cdot 0,30 \cdot 10 \\ = 0,086 \text{ kg}$$

### 4. Menghitung berat magnet

$$\text{Berat magnet} = 165 \text{ gram} \times 31 \text{ buah} \\ = 5.115 \text{ gram} / 5.11 \text{ kg}$$

### 5. Menghitung berat belt conveyor

Menghitung berat belt conveyor dengan cara hitung dahulu berat penyekat yaitu:

$$W = \rho \times t \times l \times \rho \times g \quad (11)$$

Dimana :

W = massa / berat (kg)

ρ = panjang (m)

l = lebar (m)

t = tebal (m)

ρ = massa jenis plastik (1,29 gr/cm<sup>3</sup>)

Diketahui :

$$\rho = 0,285 \text{ m}$$

$$l = 0,02 \text{ m}$$

$$t = 0,0002 \text{ m}$$

$$\rho = 1,29 \text{ gr/cm}^3$$

Maka:

$$W = (0,285 \times 0,02 \times 0,0002) \text{ cm} \times 1,29 \text{ gr} / \text{cm}^3 \times 10 \text{ m/s}^2 \\ = 14,7 \text{ gram} / 0,0147 \text{ kg}$$

Jadi berat untuk satu buah penyekat adalah 0,0147 kg, dan terdapat sembilan buah penyekat pada *belt conveyor*.

Maka :

$$\text{Berat penyekat} = 0,0147 \text{ kg} \times 9 \text{ buah} \\ = 0,132 \text{ kg}$$

Berat *belt conveyor* tanpa penyekat adalah 219 gram, maka berat keseluruhan dari *belt conveyor* adalah 0,351 kg.

### 6. Menghitung berat geram aluminium

Berat geram aluminium yang membebani mesin secara kontinu seberat ±500 gram. Berat geram merupakan berat yang ditimbang pada saat pengujian alat. Maka total beban yang berputar pada mesin pemisah limbah geram ini adalah 9,603kg.

Untuk menghitung daya hal yang pertama adalah menghitung gaya dengan persamaan :

$$F = m \times g \quad (12)$$

Dimana :

m = massa benda yang bergerak (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$$F = m \times g$$

$$= 9,60 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2$$

$$= 96 \text{ N}$$

$$r = \text{jari – jari roller (m)}$$

$$= 0,030 \text{ m}$$

$$T = 96 \text{ (N)} \times 0,030 \text{ (m)}$$

$$= 2,88 \text{ Nm}$$

Setelah mengetahui besarnya torsi yang dihasilkan gaya, selanjutnya bisa dihitung daya mesin. Daya mesin (P) dihitung dengan persamaan

$$P = T \times \omega \quad (13)$$

Dimana :

P = Daya mesin (kW)

T = Torsi (Nm)

ω = Kecepatan sudut (rad/sec)

$$P = 2,88 \text{ Nm} \times 60,1 \text{ rad/sec}$$

$$= 173,088 \text{ kW}$$

$$= 0,173,088 \text{ kW}$$

Maka daya yang bekerja adalah :

$$P_d = f_c \times P \quad (14)$$

Dimana :

P<sub>d</sub> = daya rencana

P = daya nominal dari output motor penggerak (kW)

f<sub>c</sub> = Faktor koreksi

$$P_d = 1,2 \times 0,173,088$$

$$= 207,705 \text{ W}$$

$$= 0,207,705 \text{ kW}$$

Daya yang direncanakan adalah 207,705 W, dengan pertimbangan kinerja mesin agar bekerja dengan maksimal dan ketersediaan motor wiper dipasaran

### 4.8 Momen Rencana

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{p_d}{n_1} (\text{kg.mm}) \quad (15)$$

Dimana :

p<sub>d</sub> = daya yang direncanakan (KW)

$$= 0,352 \text{ KW}$$

n<sub>1</sub> = putaran motor listrik (rpm)

$$= 2000 \text{ rpm}$$

Maka :

$$T = 9,74 \cdot [10]^5 \times (0,352 \text{ Kw}) / 2000 \text{ rpm}$$

$$T = 171,424 \text{ kg.mm}$$

Poros berfungsi untuk penerus putaran dari motor penggerak, dimana yang digunakan baja S45C, memiliki panjang 400 mm kemudian di topang oleh 2 buah

bantalan dengan jarak 330 mm. Bahan poros pada ini menggunakan type S45C dengan kekuatan tarik ( $\tau_B$ ) = 58 kg/mm<sup>2</sup>.

1. Mencari  $sf_1$  dan  $sf_2$

Keamanan diambil sebesar  $1/0.18 = 5,6$ . Harga 5,6 ini diambil untuk bahan SF dengan kekuatan yang diambil, dan 6,0 untuk bahan S – C dengan pengaruh massa, dan baja paduan. Faktor ini dinyatakan dengan  $sf_1$ . Kekerasan permukaan juga harus diperhatikan. Untuk memasukkan pengaruh – pengaruh ini dalam perhitungan perlu diambil faktor yang dinyatakan sebagai  $sf_2$  dengan harga sebesar 1,3 sampai 3,0.

1. Menentukan  $\tau_a$

$$\tau_a = \sigma_B / (sf_1 \cdot sf_2) \quad (16)$$

2. Menentukan  $K_t, C_b$

Kemudian, keadaan momen puntir itu sendiri juga harus ditinjau faktor koreksi, faktor koreksi yang dianjurkan oleh ASME juga dipakai disini. Faktor ini dinyatakan dengan  $K_t$ , dipilih sebesar 1,0 jika beban dikenakan secara halus, 1,0 – 1,5 jika terjadi sedikit kejutan atau tumbukan, dan 1,5 – 3,0 jika beban dikenakan dengan kejutan atau tumbukan besar.

Beban lentur dimasa mendatang jika memang diperkirakan terjadi pemakaian dengan beban lentur maka dapat dipertimbangkan pemakaian faktor  $C_b$  yang harganya antara 1,2 sampai 2,3 (jika diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur maka  $C_b$  diambil = 1,0) (Sularso, hal 8).

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka poros yang digunakan dalam alat pemisah limbah geram yaitu:  $sf_1 = 6,0$  karena menggunakan bahan S – C  $sf_2 = 2,0$  karena poros bertingkat ditambah ulir dan kekerasan permukaan.

#### 4.9 Tegangan Geser Izin ( $\tau_a$ ) Bahan Poros

$$\tau_a = \frac{\tau_B}{sf_1 \cdot sf_2} \text{ (kg/mm}^2\text{)} \quad (17)$$

Dimana :

$\tau_B$  = Tegangan tarik bahan

$sf_1$  = Faktor keamanan untuk bahan

$sf_2$  = Faktor keamanan untuk konsentrasi tegangan alur pasak dan tegangan

$$\text{Jadi : } \tau_a = \frac{58}{6 \times 2}$$

$$\tau_a = 4,83 \text{ kg/mm}^2$$

#### 4.10 Diameter Poros

Untuk menentukan diameter poros digunakan rumus sebagai berikut:

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} \cdot K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3} \quad (18)$$

Dimana :

$\tau_a$  = Tegangan geser ijin (kg/mm<sup>2</sup>)

$$= 4,83 \text{ kg/mm}^2$$

$K_t$  = Faktor koreksi karena puntiran dan tumbukan ringan

$$= 1,5$$

$C_b$  = Faktor koreksi karena beban dan tumbukan ringan = 2,0

$T$  = Momen rencana

$$= 171.424 \text{ kg.mm}$$

Maka :

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} \cdot K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3}$$

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{4,83} \times 1,5 \times 1,0 \times 171,424 \right]^{1/3}$$

$$d_s = 24,9 \text{ mm}$$

$$= 25 \text{ mm}$$

Kecepatan Dari kecepatan putaran motor penggerak 2000 rpm di peroleh kecepatan poros dalam m/s :

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad (19)$$

Dimana :

$n$  = Kecepatan sudut (rad/sec)

$$= 2000 \text{ rad/sec}$$

$\pi$  = Ketetapan

$$= 3,14$$

Maka :

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2000}{60}$$

$$\omega = 209,33 \text{ rad/sec}$$

#### 4.11 Poros

Maka setelah kecepatan sudut dihitung kita dapat menghitung kecepatan poros, dimana :

$$V = \omega \cdot r \quad (20)$$

$\omega$  = Kecepatan sudut (rad/sec)

$$= 209,33 \text{ rad/sec}$$

$R$  = Jari – jari poros (m)

$$= 30 \text{ mm}$$

$$= 0,030 \text{ (m)}$$

Maka :

$$V = 209,33 \text{ rad/sec} \times 0,030 \text{ m}$$

$$V = 6,27 \text{ m/s}$$

#### 4.12 Daya Poros (P)

Secara umum persamaan daya adalah:

$$P = F \cdot V \text{ (KW)} \quad (21)$$

Dimana :

$F$  = gaya poros (N)

$$= 96 \text{ N}$$

$V$  = Kecepatan poros (m/s)

$$= 6,27 \text{ m/s}$$

Maka :

$$P = 96 \text{ N} \times 6,27 \text{ m/s}$$

$$= 601,92 \text{ Watt}$$

$$P = 0,60192 \text{ KW}$$

$$T = \frac{P \cdot 60.000}{2 \pi \cdot 2000 \text{ Rpm}} \quad (22)$$

$$= \frac{0,60192 \text{ KW} \cdot 60.000}{2 \cdot 3,14 \cdot 2000 \text{ Rpm}} = \frac{36.115,2}{12.560} = 2,875 \text{ Nm}$$

#### 4.13 Panjang Keliling Belt Conveyor

Untuk menghitung panjang keliling belt conveyor menggunakan persamaan :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(Dp + dp) + \frac{1}{4C}(Dp + dp) \quad (23)$$

Dimana :

L = pajang keliling belt (cm)

C = jarak sumbu poros (cm)

Dp = diameter poros depan (cm)

dp = diameter poros belakang (cm)

Dikethui :

C = 31 cm

Dp = 6 cm

dp = 6 cm

Maka :

$$\begin{aligned} L &= 2C + \frac{\pi}{2}(Dp + dp) + \frac{1}{4C}(Dp + dp) \\ &= 2(31) + 1,57(12) + 0,0080 + 12 \\ &= 104 \text{ cm} \end{aligned}$$

#### 4.15 Menguji Unjuk Kerja Mesin Pemisah Limbah Geram

Pengujian unjuk kerja mesin dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Malikussaleh. Proses pengujian dilakukan dengan cara menghitung berat geram yang masih bercampur dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk memisahkan antara geram besi dan geram aluminium. Hasil pengujian mesin pemisah limbah geram ditampilkan pada Tabel 1

Tabel 1 Tabel pengujian mesin pemisah geram

No.	Limbah Geram (g)	Geram Aluminium (g)	Geram Besi (g)	Waktu (s)
1	1043	626	417	6,17
2	1043	601	442	6,12
3	1043	615	428	6,13
Rata-rata	1043	614	429	6,14

Pada proses pengujian mesin pemisah limbah geram memerlukan timbangan untuk menimbang berat geram dan stopwatch untuk mengitung lama waktu pemisahan. Adapun gambar timbangan yang ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Gambar timbangan digital

Pada proses pengujian pertama kali yang dilakukan adalah mempersiapkan alat dan bahan, selanjutnya setelah alat dan bahan sudah tersedia mulai menimbang berat geram yang akan dipisahkan. Gambar penimbangan geram ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Gambar penimbangan geram yang masih tercampur

Geram yang masih tercampur selanjutnya dipisahkan dari pengotor seperti bahan logam yang mengandung unsur ferro seperti besi, stainless stell, seng, dan lain-lain. Proses pemisahan geram memakan waktu 3 menit 54 detik pada proses pemisahan pertama, pada proses pemisahan kedua memakan waktu selama 1 menit 39 detik, dan pada pemisahan ketiga memakan waktu 41 detik. Jadi total waktu yang dibutuhkan pada proses pemisahan limbah geram ini adalah 6 menit 14 detik. Adapun gambar geram yang sudah dipisahkan ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Gambar limbah geram yang sudah dipisahkan

Setelah limbah geram dipisahkan selanjutnya dilakukan proses penimbangan kembali agar diketahui berapa banyak pengotor yang ada pada limbah geram dan berapa geram aluminium yang sudah bersih dari pengotor. Gambar penimbangan geram aluminium tanpa pengotor dan gambar pengotor geram ditampilkan pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11 Gambar geram aluminium yang sudah bersih dari pengotor



Gambar 12 Gambar pengotor geram aluminium

Untuk kapasitas per jam dari alat dapat dihitung dengan cara mengalikan lama waktu proses pemisahan dengan banyak geram yang akan dipisahkan.

1043 gram = 6 menit 14 detik = 374 detik

1043 gram x 3600 detik : 374 detik = 10.039 gram/Jam  
= 10 Kg/Jam

Jadi kapasitas geram yang dipisahkan per jam dari mesin pemisah limbah geram adalah 10 Kg/Jam.

## 5. Kesimpulan

Kesimpulan dari perancangan mesin pemisah limbah geram aluminium dapat disimpulkan bahwa

1. proses pemisahan limbah geram memerlukan setidaknya 2 sampai 3 kali untuk mendapatkan limbah geram aluminium yang benar-benar bersih dari pengotor, dan proses pemisahan limbah geram memerlukan waktu selama 6 menit 14 detik, dari hasil pengujian alat pemisah geram ini memiliki kapasitas produksi 10 kg/jam.
2. Bentuk rancangan belt conveyor dari mesin pemisah geram ini memiliki ukuran lebar 30 cm dan panjang 40 cm, *belt conveyor* memiliki sekat sebanyak 9 buah, tujuannya untuk mendorong jenis material *ferrous* yang melekat pada magnet, penyekat juga berfungsi untuk mencegah penumpukan geram yang melekat pada magnet.
3. Perancang menggunakan motor wiper DC 12 volt sebagai penggerak mesin ini karena motor wiper DC 12 volt ini memiliki torsi yang tinggi dan putaran yang rendah. Motor wiper memiliki daya 352 Watt atau 0,352 Kw.

## 6. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan ada mahasiswa yang membuat alat penghancur geram yang berbentuk spiral agar mempermudah proses pemisahan geram.
2. Agar lebih banyak mahasiswa yang mengambil judul rancang bangun alat untuk mengerjakan di laboratorium supaya lebih memahami proses manufaktur yang menggunakan peralatan laboratorium, sehingga peralatan di laboratorium lebih sering digunakan.

## Daftar Pustaka

- A. Suwandi, M. S. (1-2 November 2017). Perancangan Mesin Eddy Current Separator Untuk Pemilahan Sampah Logam Non-Ferrous. *Studi Kasus Di Kabupaten Tegal*, 1-9.
- Dayton, Richmond. 2009. *Material Recovery Facilities For Municipal Solid Waste*. United States America : Environmental Protection Agency, 2009.

- Dewanti, F. P. (2015). *Sistem Pendeteksi Dan Pemisah Material Logam Dan Non Logam Dengan Memanfaatkan Elektromagnet*. Jember.
- Fenercioğlu, Ahmet and Barutcu, Hamit. 2015. *Separation of Granule Non-Ferrous Metals in Shredded Cable Waste with Eddy Current Separator*. Barcelona : s.n., 2015. The World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering (MCM 2015). pp. 250-1 - 250-5.
- Goudsmit Magnetic Group. 2016. EddyCan – Eddy Current Separator. *Goud Smit magnets*. [Online] 2016. [Cited : 05 14, 2017]
- Jogiyanto. (2015). *Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktik Aplikasi bisnis. Analisa dan Desain*. Yogyakarta: Sistem Informasi.
- Kencanawati, C. I. (2017). *Proses Pemesinan*. Denpasar.
- Robert L. Mott, 2009. *Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis, edisi pertama*, University Of Dayton.
- Shinta, M. H. dan Supriyanto. (2015). *Tinjauan Pelaksanaan Pelatihan Dan Pengembangan*. *Bisnis Administrasi*, 30-39.
- Smith, H. P dan Wilkes, L. H., (1990). *Mesin dan Peralatan Usaha tani*. Edisi ke-6 (Terjemahan). Penerjemah Tri Purwadi. Gadjah Mada University Press: Jogjakarta.
- Sularso dan Kiyokatsu Suga. (2004). *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. (Vol. 11). Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Zay, I. P. (2014). *Daur Ulang Scrap Aluminium Sebagai Solusi Alternatif Untuk Mengurangi Ketergantungan Aluminium Impor Di Indonesia*. Bandung.