

## PERANCANGAN MESIN EDDY CURRENT *SEPARATOR* UNTUK PEMILAH SAMPAH LOGAM *NON-FERROUS* (STUDI KASUS DI KABUPATEN TEGAL)

A. Suwandi<sup>1\*</sup>, M. Sulaiman<sup>2</sup>, E. Maulana<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta,  
Jl. Srengseng Sawah Jagakarsa, 12640

\*Email : agrisuwandi@univpancasila.ac.id

### ABSTRAK

Sampah merupakan barang atau benda yang dibuang karena tidak terpakai lagi. Permasalahan pengolahan sampah terus dilakukan hingga saat ini. Kabupaten Tegal merupakan salah satu daerah yang konsern terhadap masalah pengolahan sampah. Berdasarkan data sampah di Kabupaten Tegal pada tahun 2009-2015, bahwa volume sampah hasil rumah tangga sebanyak 751,42 m<sup>3</sup> dan sampah hasil industri 45,55 m<sup>3</sup>. Penumpukan sampah yang tidak diolah dapat memiliki dampak utama terganggunya kesehatan masyarakat. Salah satu jenis sampah yang banyak dihasilkan adalah sampah logam *non-ferrous* yang masih tercampur dengan sampah lainnya. Pada dasarnya semua jenis sampah dapat didaur ulang untuk dimanfaatkan kembali. Dengan masalah tersebut, maka dilakukan perancangan mesin Eddy Current *separator* untuk pemilah sampah logam *non-ferrous*. Mesin Eddy Current *separator* bekerja berdasarkan prinsip elektromagnet untuk menciptakan arus listrik yang menyebabkan jenis sampah *non-ferrous* terpisah dari sampah lainnya. Perancangan mesin Eddy Current *separator* menggunakan metode Pahl and Beitz. Hasil perancangan mesin Eddy Current *separator* menghasilkan spesifikasi mesin; (1) dimensi 3200 mm x 2000 mm x 1500 mm; (2). kapasitas mesin dalam mengolah sampah 1 m<sup>3</sup>/jam; (3) motor listrik penggerak dengan daya 1330 W; serta (4) nilai kekuatan penolak dari medan magnet sebesar  $2,20 \times 10^5 N$ .

**Kata kunci:** perancangan, Eddy Current *separator*, *non ferrous*

### ABSTRACT

*Waste is goods or objects that are discarded because they are not used anymore. Problems of waste processing continue to be managed until now. Tegal regency is one of the regions touched on with waste processing. Based on waste data in Tegal Regency in 2009-2015, that the volume of household waste as much as 751.42 m<sup>3</sup> and industrial waste 45.55 m<sup>3</sup>. The collection of untreated waste can cause a major impact on the disruption of public wellness. One character of waste that is brought out is a non-ferrous metal waste that is still mixed with other refuse. Basically all types of waste can be recycled for re-use. With this problem, the design of Eddy Current separator machine for non-ferrous metallic waste removal. Eddy Current separator machines work on the principle of electromagnets to create an electric current that causes non-ferrous waste to separate from other waste. Eddy Current separator design using Pahl and Beitz method. Eddy Current separator design results in engine specifications; (1) dimensions of 3200 mm x 2000 mm x 1500 mm; (2). Engine capacity in processing waste 1 m<sup>3</sup> / hour; (3) electric motor drive with power 1330 W; and (4) the rejection power value of the magnetic field is  $2.20 \times 10^5 N$ .*

**Keywords :** design, Eddy Current *separator*, *non ferrous*.

### PENDAHULUAN

Sampah umumnya merupakan barang atau benda yang dibuang karena tidak dipergunakan kembali. Kabupaten Tegal adalah salah satu yang konsern terhadap masalah penanggulangan sampah. Berdasarkan data sampah di kabupaten Tegal pada tahun 2009 – 2015. Bahwa rata-rata setiap harinya masyarakat kabupaten Tegal mampu

memproduksi sampah padat kota bervolume 751,42 m<sup>3</sup> dan sampah padat industri bervolume 45,55 m<sup>3</sup> (BPS, 2016) Dengan komposisi sampah tiga teratas paling banyak adalah organik, plastik dan kertas (BPS, 2016)

Sampah dibedakan dalam dua jenis, yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik yang biasa disebut dengan sampah basah adalah sampah yang berasal dari

mahluk hidup contohnya seperti daun dan sampah rumah tangga, sampah tersebut mudah mengurai secara alami. Sedangkan sampah anorganik atau yang biasa disebut sampah kering antara lain karet, plastik, kaleng dan logam adalah salah satu penyebab bertumpuknya timbunan sampah, karena tak terurai secara alami (Hartono, 2008).

Dalam sampah anorganik terdapat sampah-sampah logam *non-ferrous* yang banyak ditemukan. Aluminium merupakan logam yang paling banyak ditemukan setelah baja (BPS, 2016)

Eddy Current adalah alumunium *separator* yang menggunakan magnet permanen ataupun elektromagnet untuk menciptakan arus listrik yang menyebabkan kaleng atau bahan alumunium (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)

Beberapa teknologi yang ada untuk Eddy Current *separator* dengan kelemahan dan kelebihan adalah:

1. **Permanent and electro over belt.** Kelemahan dari alat ini adalah instalasi atau perawatan pada mesin yang tidak mudah dan mahal, sedangkan kelebihan dari alat ini yaitu sampah *ferrous* dan *non-ferrous* akan benar-benar terpisah (Goudsmit, 2016)
2. **High gradient separator.** Kelemahan dari alat ini yaitu sampah *ferrous* dan *non-ferrous* masih tercampur, dengan kelebihan dari alat ini adalah instalasi mudah dan perawatan murah (Goudsmit, 2016)
3. **Drum magnet.** Kelemahan dari alat ini adalah sampah *ferrous* dan *non-ferrous* masih dapat tercampur, namun biaya perawatan dan biaya komponen pada alat ini lebih murah (Goudsmit, 2016)
4. **I-sen Sensor Separator.** Kelemahan dari alat membutuhkan perawatan

yang khusus, tetapi memiliki kelebihan dapat memisahkan logam *ferrous* dan *non-ferrous* secara benar (Goudsmit, 2016)

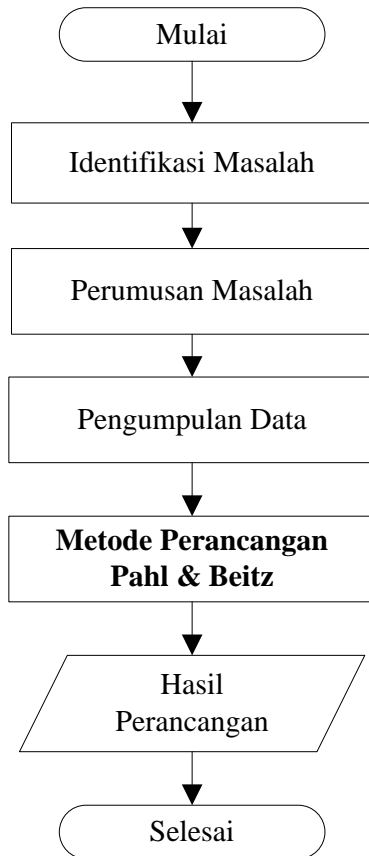
Berdasarkan latar belakang tersebut maka tulisan ini akan membahas tentang salah satu bagian sistem pengolahan sampah yang merupakan peta jalan penelitian bidang teknologi tepat guna, yaitu perancangan mesin Eddy Current *separator* untuk pemilah sampah logam *non-ferrous* yang lebih optimal pada studi kasus di kabupaten Tegal.

## METODE

Metode perancangan yang digunakan untuk merancang mesin Eddy Current *separator* untuk pemilah sampah logam *non-ferrous* adalah metode perancangan Pahl dan Beitz (Pahl, 1996). Secara umum metode penelitian yang dilakukan seperti diperlihatkan pada Gambar 1.

Tahapan utama dari metode penelitian yang digunakan terdiri dari:

1. **Identifikasi masalah.** Mengidentifikasi masalah hasil studi sebelumnya dilakukan agar perancangan ini mendapatkan hasil yang lebih baik dari sebelumnya. Sehingga alat yang dihasilkan dari perancangan ini dapat berguna dan sesuai dengan kebutuhan konsumen. Identifikasi masalah ini berupa mencari kekurangan dan kelebihan dari hasil penelitian sebelumnya (Suwandi dkk, 2017). Kekurangan dari perancangan sebelumnya belum dapat memilah sampah logam *non-ferrous* dan pemilahan sampah dari mesin pemilah logam masih tercampur dengan sampah logam *non ferrous*.
2. **Perumusan masalah.** Pada tahap ini perumusan masalah dilakukan untuk menentukan pokok permasalahan yang ada di latar belakang yang bertujuan untuk menentukan topik dari permasalahan ini yaitu merancang sebuah mesin pemilah sampah logam *non-ferrous* yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan pelanggan.



Gambar 1. Diagram metode penelitian

3. **Pengumpulan data.** Untuk melibatkan konsumen ke dalam penelitian dan dalam proses perancangan untuk mengembangkan produk mesin pemilah sampah logam *non ferrous*, maka diperlukannya proses pencarian data mengenai perkembangan pasar modern. Tuntutan pasar modern ini berupa kebutuhan dan juga keinginan konsumen dengan cara studi lapangan ke tempat pengolahan sampah Kabupaten Tegal. Mulai dari konstruksi, kinerja dan dimensi. Kemudian yang diharapkan dari hasil perancangan yang akan dibuat ini memiliki nilai lebih dibanding perancangan sebelumnya.
4. **Perancangan dengan menggunakan metode Pahl dan Beitz.** Target dari penyebaran kuisisioner dalam perancangan mesin pemilah sampah logam *non-ferrous* ini adalah di tempat pengolahan sampah Kabupaten Tegal.

Pemberian kuisisioner ini bertujuan untuk mengetahui keinginan dan penilaian konsumen terhadap mesin pemilah sampah logam *non-ferrous* yang akan dibuat dari segi kepraktisan pengoperasian serta keamanan pada saat menggunakan alat ini. Berikut ini adalah perancangan menggunakan metode perancangan Pahl dan Beitz:

- a. Perencanaan dan penjelasan tugas
- b. Identifikasi kebutuhan
- c. Perancangan konsep produk
- d. Perancangan bentuk
- e. Perancangan detail

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perancangan mesin Eddy Current separator

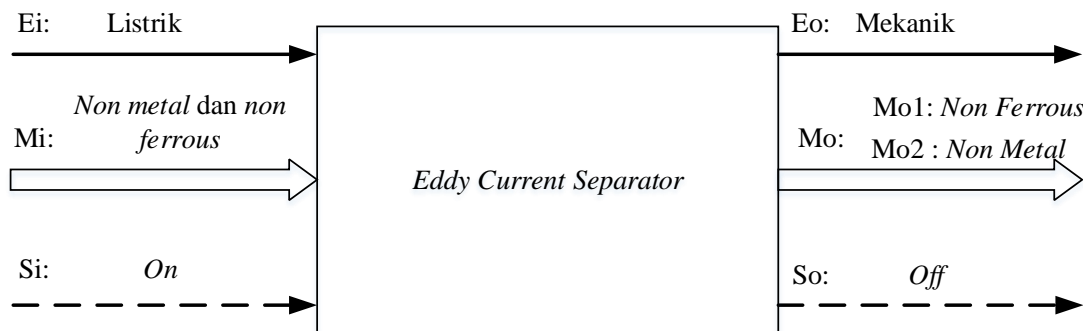
Tahapan utama untuk mendapatkan hasil rancangan mesin yang optimal harus berdasarkan hasil dari identifikasi masalah dan identifikasi kebutuhan pelanggan (*demand or wishes*) didapat spesifikasi teknis dari mesin Eddy Current separator diperlihatkan pada Tabel 1.

Spesifikasi teknis produk hasil dari fase pertama proses perancangan menjadi dasar fase perancangan berikutnya, yaitu fase perancangan konsep produk, dimana Fase perancangan konsep produk merubah identifikasi kebutuhan menjadi sub fungsi yang di jelaskan sesuai dengan fungsi dan mekanisme dari mesin pemilah sampah logam *non-ferrous* secara umum dan menjelaskan bagaimana proses itu terjadi meliputi dari energi yang masuk yaitu listrik, material yang masuk itu sampah tercampur dan *signal* masuk yaitu nyalanya mesin dengan *on* motor listrik sehingga proses pemilahan sampah logam *non-ferrous* dimulai, yang akhirnya di teruskan menjadi energi keluar yaitu energi mekanik, material keluar yaitu sampah logam *non-ferrous* dan *signal* keluar yang diatur sesuai nyala operasi mesin dengan *display off* motor listrik seperti pada Gambar 2.

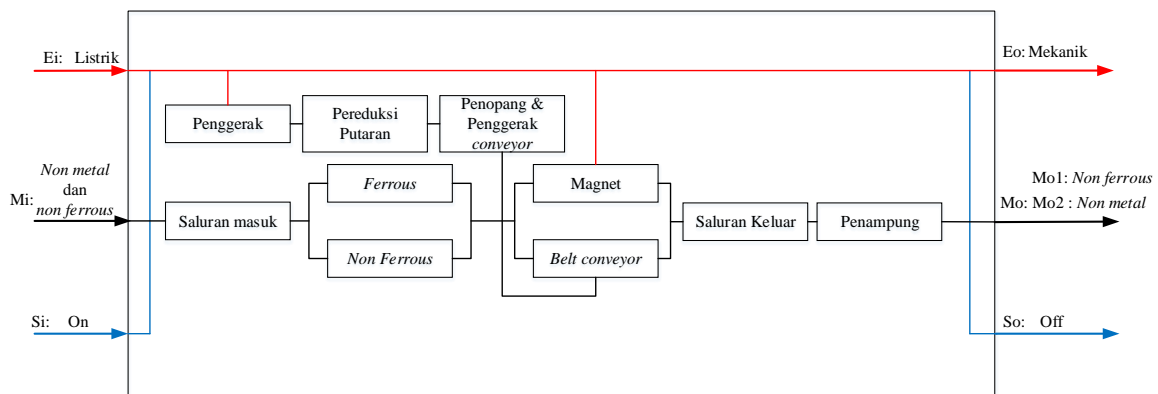
Gambar 3 menjelaskan diagram sub-sub fungsi dari mesin Eddy Current separator yang akan dirancang dari hasil pohon struktur fungsi.

Tabel 1. Data spesifikasi teknis hasil identifikasi kebutuhan

Persyaratan	Demand (D)	Wishes (W)	Hasil Identifikasi
Energi	✓	✓	Daya listrik rendah Dapat bekerja berskala besar
Perawatan	✓		Mudah digunakan Mudah dalam perawatan
Manufaktur	✓	✓	Kemudahan peroleh part Biaya produksi terjangkau Mudah dibuat Mudah dirakit
Keselamatan	✓	✓	Mudah dibongkar pasang Mekanisme tidak membahayakan
Ergonomis	✓	✓	Aman digunakan dilingkungan sekitar
Ekonomis		✓	Ukuran tidak terlalu besar Biaya produk yang dapat dijangkau



Gambar 2. Blok fungsi mesin Eddy Current separator

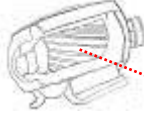
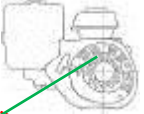
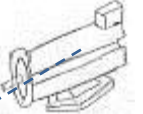



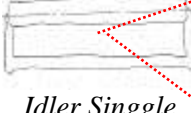

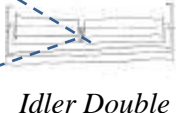
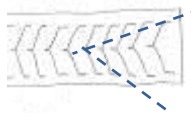
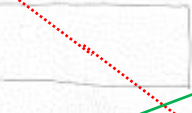
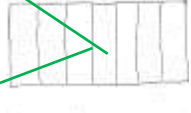
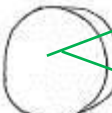


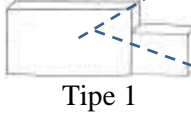

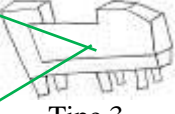
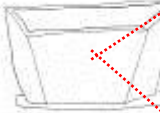

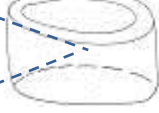
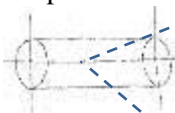


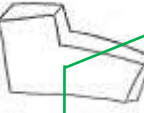




Gambar 3. Diagram sub-sub fungsi mesin Eddy Current separator

Proses kerja dari mesin Eddy Current separator adalah pertama energi listrik dihidupkan sehingga memberi daya pada penggerak. Lalu penggerak akan menggerakkan sistem pereduksi putaran dan idler belt conveyor pun akan membawa material sampah yang masuk dan pada proses pemilahnya magnet lah yang berfungsi untuk memilah material sampah yang akan dipilah lalu masuk ke dalam bak penampung.

Berdasarkan diagram fungsi maka dihasilkan morphological chart mesin Eddy Current separator. Sebelum pembuatan morphological chart maka harus diketahui terlebih dahulu dari kelebihan dan kekurangan pada tiap-tiap sub-fungsi (Suwandi dkk, 2017). Berikut pada Tabel 2 yang menunjukkan alternatif sub fungsi.

Tabel 2. *Morphological chart* mesin Eddy Current separator

No	Sub Fungsi	Solusi		
		1	2	3
1	Penggerak	 Motor AC	 Motor Bensin	 Motor DC
2	Pereduksi putaran	 Rantai & Gear	 Roda Gigi	 Sabuk & Pully
3	Penopang dan Penggerak	 <i>Idler Single</i>	 <i>Idler Triple</i>	 <i>Idler Double</i>
4	Penopang dan pemilah	 Type V	 Type Flat	 Type Line
5	Sistem pemilah	 <i>Disc</i>	 <i>Rectangle</i>	 <i>Cylinder</i>
6	Penopang keseluruhan	 Type 1	 Type 2	 Type 3
7	Penampung	 Type Prisma	 Type Persegi	 Type Bulat
8	Profil rangka	 Type O	 Type U	 Type L
9	Pengumpan	 Type 1	 Type 2	 Type 3
		V1	V2	V3

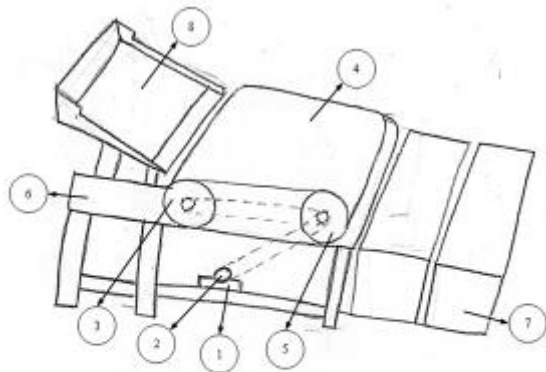
Dari hasil kombinasi pada tabel prinsip solusi dihasilkan kombinasi sebagai berikut:

- Varian 1:** 1-2, 2-1, 3-2, 4-3, 5-1, 6-3, 7-2, 8-3, 9-1.

- Varian 2:** 1-3, 2-2, 3-3, 4-1, 5-2, 6-1, 7-3, 8-1, 9-2.

- Varian 3:** 1-1, 2-3, 3-1, 4-2, 5-3, 6-2, 7-1, 8-2, 9-3.

Berikut dijelaskan cara kerja mesin Eddy Current separator pada tiap-tiap varian.



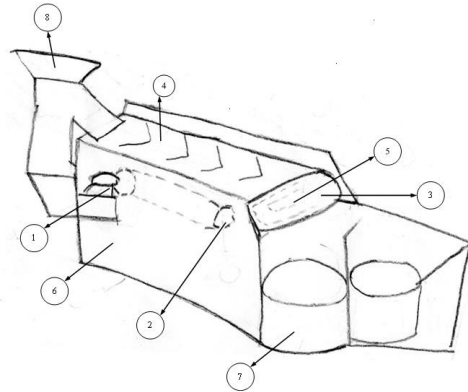
- Keterangan:
- |                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| (1) Penggerak              | (6) Penopang keseluruhan |
| (2) Pereduksi putaran      | (7) Penampung            |
| (3) Penopang dan penggerak | (8) Pengumpan            |
| (4) Penopang dan pemilah   |                          |
| (5) Sistem pemilah         |                          |

Gambar 4. Sketsa varian 1

Cara kerja dari mesin varian 1, yaitu dimana motor bensin menggerakkan rantai dan gear sehingga idler berputar dan menggerakkan belt conveyor. Proses pemilahan sampah di alat ini yaitu sampah logam yang tercampur jatuh dari pengumpan sehingga sampah tersebut jatuh ke belt conveyor sampah tersebut dibawa oleh belt conveyor pada proses akhirnya dibagian ujung belt conveyor didalam idler terdapat magnet dan magnet itu juga berputar yang bertujuan untuk memisahkan sampah logam non ferrous, cara untuk memisahkannya sampah non-ferrous itu akan terpengaruh akibat gaya magnet tersebut dan jatuh ke bak penampung dan sampah yang tercampur terpisah dan juga jatuh ke bak penampung (lihat Gambar 4).

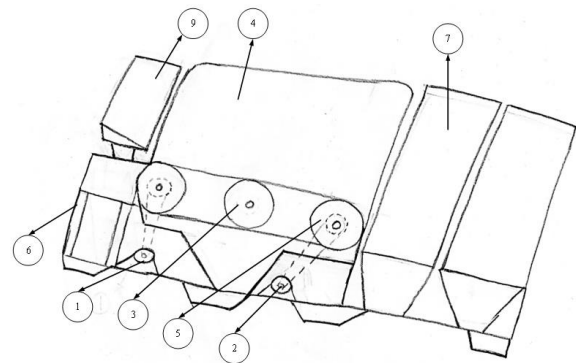
Untuk Cara kerja dari mesin varian 2, yaitu menggunakan motor DC menggerakkan roda gigi sehingga idler berputar dan menggerakkan belt conveyor. Proses pemilahan sampah di alat ini yaitu sampah logam yang tercampur jatuh dari pengumpan sehingga sampah tersebut jatuh ke belt conveyor sampah tersebut dibawa oleh belt conveyor pada proses akhirnya dibagian ujung belt conveyor didalam idler terdapat magnet dan magnet itu juga berputar yang bertujuan untuk memisahkan sampah logam non ferrous, cara untuk memisahkannya sampah non-ferrous itu akan terpengaruh akibat gaya magnet tersebut dan jatuh

ke bak penampung dan sampah yang tercampur terpisah dan juga jatuh ke bak penampung (lihat Gambar 5).



- Keterangan:
- |                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| (1) Penggerak              | (6) Penopang keseluruhan |
| (2) Pereduksi putaran      | (7) Penampung            |
| (3) Penopang dan penggerak | (8) Pengumpan            |
| (4) Penopang dan pemilah   |                          |
| (5) Sistem pemilah         |                          |

Gambar 5. Sketsa varian 2



- Keterangan:
- |                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| (1) Penggerak              | (6) Penopang keseluruhan |
| (2) Pereduksi putaran      | (7) Penampung            |
| (3) Penopang dan penggerak | (8) Pengumpan            |
| (4) Penopang dan pemilah   |                          |
| (5) Sistem pemilah         |                          |

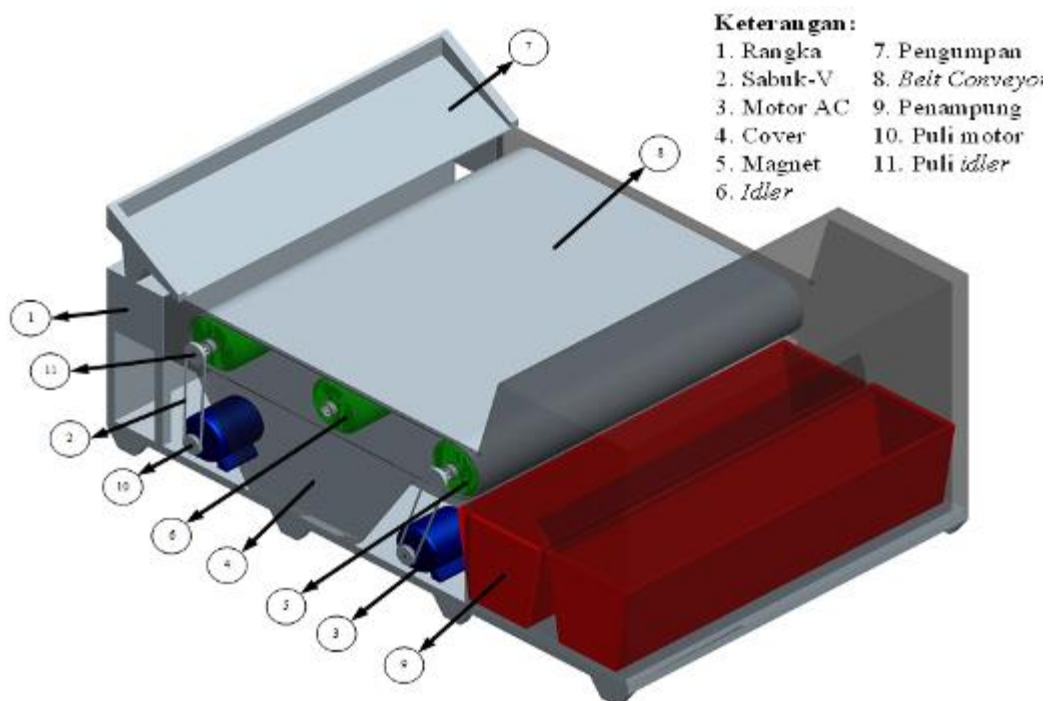
Gambar 6. Sketsa varian 3

Sedangkan cara kerja mesin pada varian 3 adalah motor AC menggerakkan sabuk dan puli sehingga idler berputar dan menggerakkan belt conveyor. Proses pemilahan sampah di alat ini yaitu sampah logam yang tercampur jatuh dari pengumpan sehingga sampah tersebut jatuh ke belt conveyor sampah tersebut dibawa oleh belt conveyor pada proses akhirnya dibagian ujung belt conveyor didalam idler terdapat magnet dan magnet itu juga berputar yang bertujuan untuk memisahkan sampah logam non ferrous, cara untuk memisahkannya

sampah *non-ferrous* itu akan terpengaruh akibat gaya magnet tersebut dan jatuh ke bak penampung dan sampah yang tercampur terpisah. dan juga jatuh ke bak penampung (lihat Gambar 6).

Pemilihan konsep varian hasil rancangan, dipilih berdasarkan hasil penilaian bobot dari produk referensi dengan cara menilai apakah konsep produk yang dirancangan lebih baik atau tidak.

Dimana penilain tersebut harus berdasarkan spesifikasi teknik, kriteria penilaian serta ranting atau rangking yang diberikan (Libyawati, 2017). Berdasarkan hasil pembobotan nilai yang dilakukan, maka varian 3 adalah yang tertinggi dengan nilai 0,119 ( $V_1 = 0,102$  dan  $V_2 = 0,107$ , berikut pada Gambar 7, ditampilkan desain mesin Eddy Current separator yang terpilih.



Gambar 7. Desain mesin Eddy Current separator yang terpilih

### Perhitungan komponen mesin Eddy Current separator

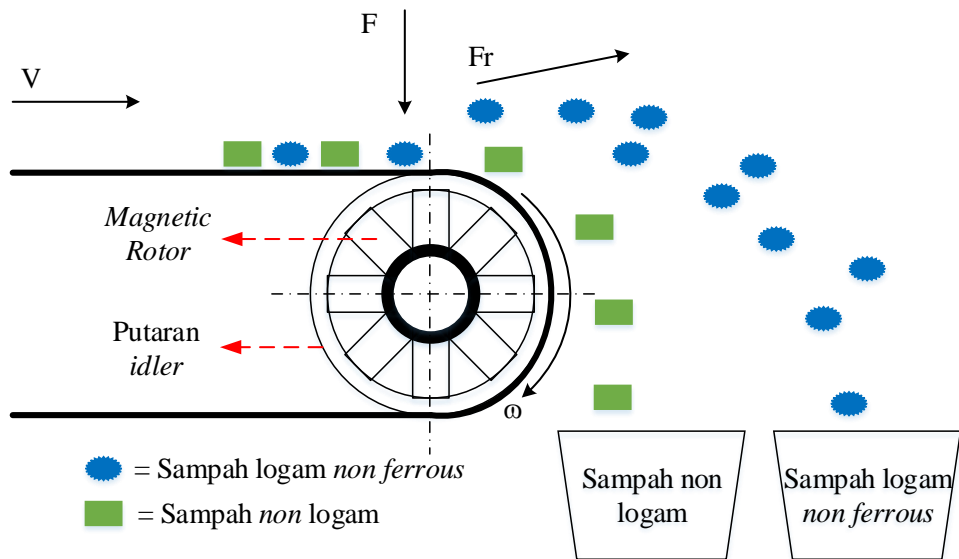
Pada Gambar 8, menunjukkan idealisasi gaya-gaya bebas yang bekerja pada mesin Eddy Current separator, dimana  $V$  adalah kecepatan pada belt conveyor (m/s),  $F$  adalah gaya beban (N),  $F_r$  adalah gaya penolak magnet (N), serta  $\omega$  adalah kecepatan sudut (rad/s). Berdasarkan gambar tersebut maka akan didapat langkah-langkah perhitungan dari mesin pemilah sampah logam *non ferrous*.

Mesin Eddy Current separator dirancang untuk dapat beroperasi selama 8 jam kerja perhari dengan kapasitas persentase awal sampah logam sebesar 0,74%. Sampah yang masuk ke dalam pengumpan masih dalam keadaan tercampur. Dengan asumsi jumlah

logam *non-ferrous* yaitu sebesar 0,44% dari total sampah yang tercampur ialah 100%. Selanjutnya dapat diperhitungkan volume sampah dan kapasitas mesin yang akan dirancang.

Sampah logam *non-ferrous* terdiri dari berbagai macam, Aluminium (Al) merupakan logam yang paling banyak ditemukan, dengan karakteristik utamanya adalah ringan (massa jenis =  $2700 \text{ kg/m}^3$ ); Seng (Zn) dengan berat jenis  $7100 \text{ kg/m}^3$ ; Perak (Ag) dengan berat jenis  $10500 \text{ kg/m}^3$ ; Tembaga (Cu) dengan berat jenis  $8900 \text{ kg/m}^3$  dan Kuningan (Brass) dengan berat jenis  $8500 \text{ kg/m}^3$  (Hartono, 2008).

Tabel 3. menampilkan hasil perhitungan komponen yang digunakan pada mesin Eddy Current separator.



Gambar 8. Idealisasi gaya pada mesin Eddy Current separator

Tabel 3. Data hasil perhitungan teoritis untuk spesifikasi komponen pada mesin Eddy Current separator

No	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
1	Massa sampah logam <i>non ferrous</i>	$m_{\text{sampah}}$	20735	kg/hari
2	Gaya berat yang terjadi	F	3390,13	N
3	Daya motor	P	1330	W
4	Dimeter puli penggerak (kecil)	$d_1$	95	mm
5	Dimeter puli yang digerakkan (besar)	$d_2$	104	mm
6	Dimeter puli penggerak (motor)	$d_{\text{motor}}$	120	mm
7	Panjang sabuk (tipe A)	l	813	mm
8	Diameter poros mesin (material SCr <sub>4</sub> )	$d_{\text{poros}}$	15	mm
9	Kekuatan penolakan medan magnet	$F_r$	17396,78	N. kg/jam
10	Frekuensi arus eddy	f	900	Hz
11	Gaya gerak listik (GGL) induksi yang dihasilkan selenoid	$\mathcal{E}$	-0.001	Wb/s
12	Kecepatan belt conveyor	V	0,6	m/s
13	Kapasitas kerja belt conveyor	Q	20735	kg/jam

Berdasarkan hasil perhitungan teoritis yang disajikan pada Tabel 3, maka pemilihan komponen untuk mesin Eddy Current separator dapat disesuaikan.

**SIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil perancangan dan perhitungan teoritis yang dilakukan, bahwa dengan karakteristik sampah *non-ferrous* yang ada pada kabupaten Tegal, mesin Eddy Current Separator yang dirancang memiliki dimensi panjang 3200 mm, lebar 2000 mm, tinggi

1500mm dengan kemampuan input sampah logam *non-ferrous* sebesar 1 m<sup>3</sup>/jam, menggunakan daya mesin sebesar ±1330 Watt serta memiliki kekuatan magnet dengan daya lempar untuk sampah logam *non-ferrous* sebesar sebesar 17396,78 N kg/jam.

Untuk pembuktian hasil rancangan dan perhitungan teoritis diperlukan tahap pembuatan dan tahap pengujian pada mesin Eddy Current Separator yang telah dirancang, maka tahapan berikutnya dari peta jalan penelitian yang dilakukan adalah Tahap Pembuatan dan Tahap Pengujian.



**UCAPAN TERIMAKASIH**

Terima kasih kami ucapkan kepada Pemda Kabupaten Tegal yang telah mempercayakan Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasila untuk turut andil dalam hal kajian dan penelitian tentang pengolahan sampah sebagai solusi dari permasalahan lingkungan di kabupaten Tegal.

**DAFTAR PUSTAKA**

- BPS. 2016. Banyaknya Sampah Menurut Jenis Sampah di Kabupaten Tegal Tahun 2009-2015. *Badan Statistik Kabupaten Tegal*. [Online] 2016. [Cited: April 04, 2017.]  
<https://tegalkab.bps.go.id/index.php/linkTabelStatis/91>.
- . 2016. Persentase Komposisi Sampah di Kabupaten Tegal Tahun 2012-2015. *Badan Pusat Statistik Kabupaten Tegal*. [Online] 2016. [Cited: April 04, 2017.]  
<https://tegalkab.bps.go.id/index.php/linkTabelStatis/87>.
- Dayton, Rchmond. 2009. *MATERIAL RECOVERY FACILITIES FOR MUNICIPAL SOLID WASTE*. United States America : Environmental Protection Agency, 2009. EPA/625/6-91/031.
- 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 Magnetics Group. 2016. EddyCan - Eddy current separator. *Goud Smit Magnets*. [Online] 2016. [Cited: 05 14, 2017.]  
[http://www.goudsmitmagnets.com/data/repository/documents/Brochure\\_Eddy\\_current\\_non\\_ferrous\\_separator\\_EN.pdf](http://www.goudsmitmagnets.com/data/repository/documents/Brochure_Eddy_current_non_ferrous_separator_EN.pdf).
- Hartono, Rudi. 2008. *Penangan Sampah & Pengolahan sampah*. Bogor : Penebar Swadaya, 2008. ISBN 9790021917.
- Libyawati, Wina, Suwandi, Agri and Agustian, Hafidan. 2017. *Rancang Bangun Teknologi Modified Atmosphere Storage (Mas) Dengan Kapasitas 4,77 m3*. 2, Juli 2017, Jurnal Teknologi, Vol. 9, pp. 103-116.
- Pahl, G. and Beitz, W. 1996. *Engineering Design A Systematic Approach*. Spriner-Verlag : The Design Counciln, 1996.
- Suwandi, Agri, Fadli, Ilham Risman and Maulana, Eka. 2017. *PERANCANGAN KONSEP MESIN FILLING PRESS PADA BUDIDAYA JAMUR TIRAM*. 1, 2017, Jurnal Flywheel, Vol. III, pp. 1-9.