

## RANCANG BANGUN *MAGNETIC TRAP* MENGGUNAKAN *CYLINDER NEODYMIUM* *MAGNET* TIPE N-42 PADA PROSES PENGGILINGAN PADI

\*Mas Frillian Gerry Utama Ajie<sup>1</sup>, Norman Iskandar<sup>2</sup>, Sulardjaka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: [gerryfrillian00@gmail.com](mailto:gerryfrillian00@gmail.com)

### Abstrak

Penggilingan padi merupakan tahap yang sangat penting, karena terdapat titik temu antara produksi, pasca panen, pengolahan dan pemasaran beras, sehingga penggilingan padi merupakan suatu proses yang sangat penting dalam memberikan kontribusi dalam penyediaan beras, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Masalah prioritas yang ada di UD. Sumber Makmur adalah mutu kualitas beras dan kerusakan alat *grinding* atau pemecah kulit pada mesin penggiling. Komponen yang sering mengalami kerusakan karena material asing berupa kerikil, paku, baut dan lain. Pada penelitian ini dilaksanakan untuk meningkatkan mutu kualitas beras yang lebih baik dan mencegah kerusakan alat *grinding* atau pemecah kulit pada mesin penggiling dengan menambahkan model desain *magnetic trap* pada bagian *hopper* dan *outlet* pada mesin penggiling padi. Hasil penelitian didapatkan *magnetic trap* dengan menggunakan 2 *neodymium magnet* tipe N42 berbentuk *cylinder* berukuran 200mm x 25mm pada *hopper* dan 6 *neodymium magnet* tipe N42 berbentuk *coin* berukuran 5mm x 25mm pada *outlet* tanpa mengurangi laju aliran gabah, dengan kekuatan maksimum pembebanan 200 kg pada *hopper* dan 100 kg *outlet* serta memiliki efektivitas 95,86 % pada *hopper* dan 82,61% pada *outlet*.

**Kata kunci:** *hopper; magnetic trap; neodymium magnet; outlet*

### Abstract

*Rice milling is a very important stage, because there is a meeting point between production, post-harvest, processing and marketing of rice, so that rice milling is a very important process in contributing to the supply of rice, both in terms of quantity and quality. Priority issues at UD. Sumber Makmur is the quality of the rice and the damage to the grinding or skin-breaking equipment on the grinding machine. Components that often experience damage due to foreign materials in the form of gravel, nails, bolts and others. In this study, it was carried out to improve the quality of better rice and prevent damage to the grinding or skin-breaking tool on the grinding machine by adding a magnetic trap design model to the hopper and outlet of the rice milling machine. The results of the study obtained a magnetic trap using 2 neodymium magnets type N42 in the form of a cylinder measuring 200mm x 25mm at the hopper and 6 neodymium magnets type N42 in the form of a coin measuring 5mm x 25mm at the outlet without reducing the flow rate of grain, with a maximum loading strength of 200 kg on the hopper and 100 kg outlet and has an effectiveness of 95.86% at the hopper and 82.61% at the outlet.*

**Keywords:** *hopper; magnetic trap; neodymium magnet; outlet*

### 1. Pendahuluan

Pemenuhan produksi dari penggilingan padi perlu dilakukan dengan aspek tepenuhnya mutu pasokan sesuai standar[1]. Kurang adanya sosialisasi tentang pentingnya mutu dan penerapan GHP dan GMP di penggilingan padi menjadi rendahnya faktor mutu kualitas beras dan kerusakan alat *grinding* atau pemecah kulit pada mesin penggiling[2]. Komponen yang sering mengalami kerusakan karena material asing berupa kerikil, paku, baut dan lain sebagainya adalah komponen pada mesin pemecah kulit gabah. Frekuensi kerusakan tidak dapat diperkirakan, namun karena material asing berupa batu komponen tersebut bisa rusak dan harus diganti kurang lebih 2 bulan [3].

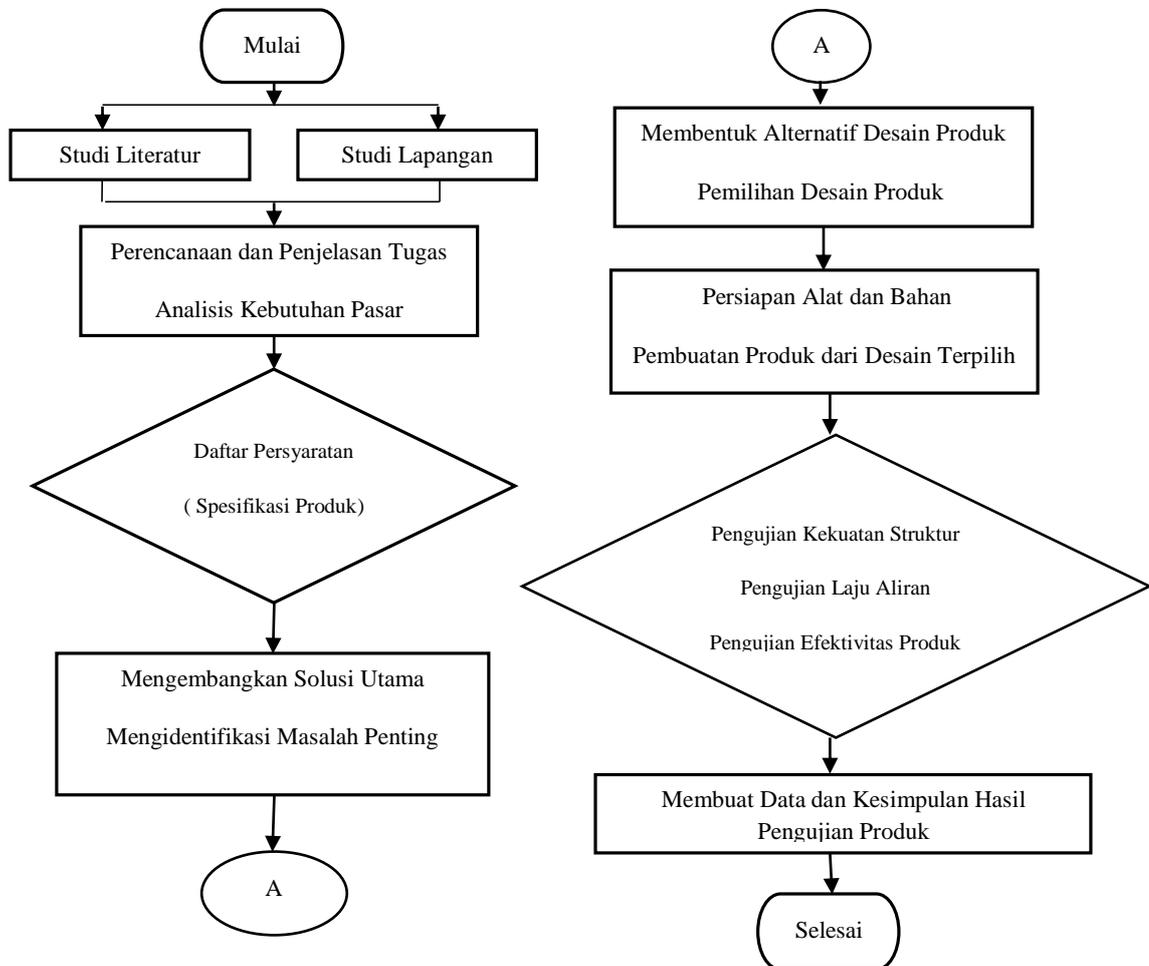
Rendahnya mutu beras hasil penggilingan diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu : kondisi gabah yang digiling sudah rusak, kondisi gabah yang tercampur material asing seperti material logam, bentuk geometris gabah, dan teknologi penggilingan yang digunakan dan prosedur penggilingan serta faktor eksternal lainnya seperti penyimpanan dan pengemasan, petani yang belum sepenuhnya menerapkan GHP dan GMP [4].

Untuk mengatasi beberapa masalah tersebut, maka perlu adanya desain dan pembuatan rangkaian *magnetic trap* dengan mempertimbangkan posisi *magnet*, jenis *magnet*, bentuk *magnet* sesuai desain, kekuatan *magnet*, ukuran *magnet*

dan jumlah *magnet* yang akan dipasang, dan diletakkan pada *hopper* dan *outlet* mesin penggilingan [5]. Hal ini dilakukan dengan mengetahui kekuatan struktur desain, dan tingkat efektivitas magnet, serta dengan menganalisis laju aliran gabah agar tidak mengganggu proses penggilingan padi.

## 2. Dasar Teori dan Metodologi

Perancangan atau desain adalah suatu proses membentuk gagasan ide atau kebutuhan pasar ke informasi spesifik sebagai sebuah rangkaian desain dimana sebuah produk dapat diciptakan sesuai dengan kriteria kriteria yang dibutuhkan oleh kebutuhan pasar luas [6]. Dalam perancangan *magnetic trap* ini menggunakan metode Pahl dan Beitz sebagai dasar-dasar dalam melangkah atau bekerja yang ditunjukkan pada Gambar 1 [7].



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

*Magnetic trap* merupakan suatu alat dengan desain kompak yang dibuat dengan menggunakan gradien *magnetic* untuk menangkap partikel-partikel *ferro* dengan memakai sebuah momen *magnetic* sehingga kualitas poduk tetap terjaga dari kontaminasi logam [8]. *Magnet neodymium* merupakan *magnet* yang paling sering digunakan dalam dunia industri dikarenakan tipe *magnet* terkuat yang tersedia secara komersil dalam pemanfaatannya dalam dunia teknologi yang memiliki ketahanan terhadap kehilangan sifat *kemagnetan* yang sangat tinggi serta potensi untuk menyimpan energi *magnet* dalam jumlah sangat besar [9].

Laju alir massa yaitu pengukuran massa suatu substansi yang mengalir per satuan waktu dengan Satuan SI nya yaitu kilogram per sekon. Massa tidak terpengaruh oleh perubahan suhu dan tekanan selama proses sehingga dalam hal pengukuran presisi, pengukuran aliran massa selalu disarankan [10]. Pada penelitian ini untuk mengukur laju alran massa menggunakan rumus sebagai berikut.

- a. Laju aliran massa yang didefinisikan sebagai massa yang mengalir per satuan waktu.

$$\dot{m} = \frac{\text{mass}}{\text{time}} = \frac{m}{t} \quad (2.1)$$

- b. Laju aliran massa yang dihubungkan dengan kecepatan dan luas penampang didefinisikan sebagai berikut.

$$\dot{m} = \rho \cdot v \cdot A = \rho \cdot Q \quad (2.2)$$

Kekuatan bahan merupakan kemampuan material menahan beban atau gaya yang terjadi pada konstruksi yang bekerja didalamnya. Bertambahnya beban yang melebihi kekuatan bahan yang menyebabkan cacat pada material [11]. *Safety factor* merupakan faktor penentu yang digunakan untuk menilai kegagalan suatu struktur mesin. Kegagalan dari struktur tersebut dapat dihindari dengan mengetahui kekuatan material tersebut harus melebihi beban yang diberikan [12]. *Safety factor* dapat dirumuskan bahwa suatu desain dapat dikatakan gagal apabila nilai tegangan yang dihasilkan lebih besar dari nilai *yield strength* [13].

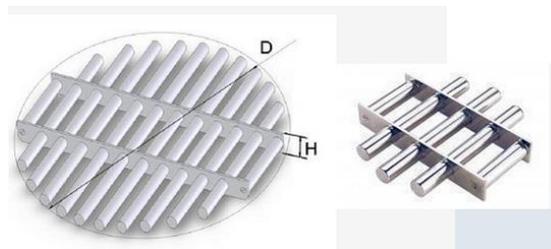
$$Sf = \frac{\sigma_y}{\sigma} \quad (2.3)$$

Suatu desain dapat dikatakan gagal apabila nilai tegangan yang dihasilkan lebih besar dari nilai *yield strength*. Rentang *safety factor* (SF) berdasarkan jenis beban adalah [14] :

- Beban statis : 1,25 – 3,0
- Beban dinamis : 3,0 – 4,0
- Beban kejut : 4,0 – 5,0

Konsep pengembangan dan perancangan desain yang dilakukan yaitu mulai dari gabah dimasukkan dalam mesin penggiling melalui *hopper* secara manual. Pada *hopper* terdapat alat *magnetic trap* 1 yang berfungsi memisahkan material asing pada gabah yang akan masuk ke mesin penggilingan. Setelah melalui proses penggilingan, gabah hasil penggilingan keluar melalui *outlet*. Pada bagian *outlet*, terdapat tambahan alat *magnetic trap* 2 sebagai filterisasi tambahan untuk mengantisipasi kemungkinan adanya material asing yang lolos dari *magnetic trap* 1 di *hopper*.

*Magnetic trap hopper* merupakan magnet yang dirancang dan disesuaikan dengan kebutuhan *hopper*. Di pasaran, *magnetic trap hopper* dikenal sebagai *magnetic grate* yaitu dengan tipe *square*, tipe *round*, tipe *baffle*, dan tipe *dual layer* [15]. *Magnetic trap* yang ada dipasaran ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Tipe Round Magnetic Trap

Dari proses perancangan yang akan dibuat, terdapat beberapa kriteria kriteria kebuuhan pelanggan yang harus diterapkan sebagai syarat spesifikasi produk. Hal ini dilakukan dengan cara mengumpulkan kebutuhan pelanggan terhadap aspek aspek yang ada dengan dengan cara memberikan rangking atau memberi nilai pada skala 1-5. Nilai skala tersebut menunjukkan tingkatan kebutuhan, semakin tinggi maka semakin dibutuhkan [16]. Kebutuhan pelanggan yang telah didapatkan ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kebutuhan Relatif Pelanggan

Kebutuhan	Skala
Magnet kuat	5
Kerangka ringan namun kuat	4
Bentuk <i>compact</i>	5
Biaya relatif murah	5
Desain tidak mengganggu laju aliran gabah	5
Mudah dibongkar pasang	4
Desain yang menunjang keefektivan magnet	5

Setelah menentukan kebutuhan pelanggan, maka perlu dilakukan pemilihan tipe magnet yang akan digunakan. Perbandingan yang dilakukan yaitu perbandingan antara magnet neodymium dengan magnet *ferrite* yang banyak dijual dipasaran seperti ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Pemilihan Tipe Magnet

		No	1	2	3	4	5	6
		Metrik	Kekuatan	Koersivitas	Produk energi	Suhu Curie	Harga	Sedimen Non -
No.	Jenis Magnet							
1	<i>Neodymium</i> silinder							
2	<i>Neodymium</i> batang							
3	<i>Ferrite</i> silinder							
4	<i>Ferrite</i> batang							

Magnet yang digunakan dalam penelitian ini adalah magnet neodymium (NdFeB) N42. Spesifikasi magnet ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Spesifikasi Magnet yang Digunakan

Parameter	Nilai
<i>Model number</i>	N42
<i>Shape</i>	<i>Cylinder and Coin</i>
<i>Material</i>	<i>Sintered Neodymium-Iron-Boron</i>
<i>Remanence</i>	13.000 Gauss
<i>Max Working Temperature</i>	80 °C
<i>Max Energy Product</i>	41 MGOe, 303-326 KJ/m
<i>Coercive Force</i>	10.9 KOe
<i>Size</i>	2.5 cm (Diameter) x 20 cm ( <i>Length</i> ) 2.5 cm (Diameter) x 0.5cm ( <i>Length</i> )
<i>Price</i>	@ Rp. 1.350.000 ( <i>Cylinder</i> ) @ Rp. 27.000 ( <i>Coin</i> )

### 3. Analisis dan Pembahasan

Dalam melakukan proses rancang bangun ini terdapat beberapa alternatif pilihan desain, hal tersebut dimaksudkan agar dapat memilih dan menentukan desain yang sesuai kriteria perancangan. Desain terpilih ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



**Gambar 3.** Desain Terpilih *Magnetic Trap Hopper* dan *Magnetic Trap Outlet*

### 3.1 Pengujian Kekuatan Struktur

Penelitian kekuatan struktur dilakukan pada komponen *magnetic trap hopper* dan *magnetic trap outlet*. Pada saat proses simulasi dilakukan pengaturan terkait tumpuan, data material, beban yang diberikan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui batas maksimum massa yang dapat ditahan oleh *magnetic trap* yang dibuat. Data pengujian ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5 berikut.

**Tabel 4.** Hasil Simulasi Pengujian Kekuatan Struktur *Magnetic Trap Hopper*

Variasi Pembebanan (Kg)	<i>Magnetic Trap Hopper</i>		
	$\sigma_{von}$ (Mpa)	$\delta$	<i>Sf</i>
100	24.870	0.0042	5.398
150	37.305	0.0063	3.959
200	49.740	0.0084	2.969

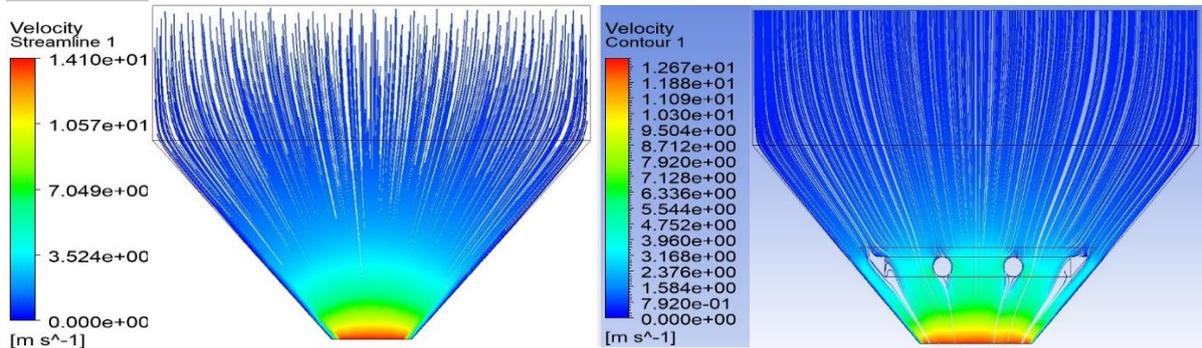
**Tabel 5.** Hasil Simulasi Pengujian Kekuatan Struktur *Magnetic Trap Outlet*

Variasi Pembebanan (Kg)	<i>Magnetic Trap Outlet</i>		
	$\sigma_{von}$ (Mpa)	$\delta$	<i>Sf</i>
50	16.229	0.00036	4.011
75	18.934	0.00043	3.438
100	21.638	0.00049	3.008

Pembebanan maksimum yaitu saat analisa pembebanan daya tampung maksimal pada *magnetic trap hopper* yaitu 200 kg, diperoleh nilai *safety factor* adalah 2,969, sehingga untuk pembebanan gabah pada *magnetic trap hopper* lebih dari 200 kg tidak aman, sedangkan untuk pembebanan gabah kurang dari 200 kg ke bawah aman. Untuk pembebanan daya tampung maksimal 100 kg diperoleh nilai *safety factor* 3.008, sehingga untuk pembebanan gabah pada *magnetic trap outlet* maksimum tidak lebih dari 100 kg.

### 3.2 Pengujian Laju Aliran

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mencari perbandingan kecepatan aliran gabah yang masuk pada *hopper* yang tidak terdapat *magnetic trap* dan *hopper* yang terdapat *magnetic trap*. Pada saat simulasi, diberikan data berupa material *wood volatile* sebagai pengganti material gabah dengan menggunakan massa jenis gabah yaitu 0.57 g/cc. Selain itu, asumsi yang digunakan pada simulasi ini yaitu laju aliran *massa* pada *inlet* desain sebanyak 10 kg per detik. Gambar simulasi ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Hasil Simulasi Laju Aliran

Pada hasil yang telah didapatkan, terdapat perbedaan kecepatan antara *hopper* tanpa *magnetic trap* dan *hopper* dengan *magnetic trap*. Pada *hopper* tanpa *magnetic trap* kecepatan dihasilkan lebih besar yaitu pada kecepatan maksimum 14,1 m/s, sedangkan pada *hopper* dengan *magnetic trap* memiliki kecepatan maksimum 12,67 m/s. Jumlah perbedaan kecepatan yang terjadi sekitar 1,43 m/s atau sekitar 10 %. Perbedaan yang hanya 10% dapat dikatakan bahwa desain *magnetic trap* pada desain yang terpilih memenuhi kriteria yaitu tidak menghambat laju aliran gabah.

### 3.3 Pengujian Efektivitas Magnet

Pada pengujian ini dihasilkan persentase efektivitas magnet pada desain yang telah terpilih. Peralatan yang digunakan pada pengujian yaitu *hopper*, *magnetic trap hopper*, *outlet*, *magnetic trap outlet*, dan timbangan. Sedangkan bahan yang digunakan pada pengujian ini yaitu 5 kg gabah dan 460 gram pasir besi untuk *magnetic trap hopper* dan 60 gram pasir besi untuk *magnetic trap outlet*. Data hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Pengujian Efektivitas Magnet

Perhitungan	<i>Magnetic Trap Hopper</i>			<i>Magnetic Trap Outlet</i>		
	Awal (gram)	Akhir (gram)	%	Awal (gram)	Akhir (gram)	%
1	460	430	93,47	60	48	80
2	460	448	97,39	60	49,5	82,5
3	460	444,9	96,73	60	51,2	85,33
Total	95,86 %			82,61 %		

Pada Tabel 6, masing masing perhitungan didapatkan angka yang berbeda dikarenakan masih adanya beberapa potongan gabah kecil yang tercampur pada pasir besi yang akan dilakukan perhitungan. Pada perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan total efektivitas magnet pada *magnetic trap hopper* sebesar 95,86 %, sedangkan pada *magnetic trap outlet* sebesar 82,61%. Persentase ini merupakan persentase yang tinggi dan melebihi parameter dari kebutuhan pelanggan yaitu harus melebihi 80%. Sehingga *magnetic trap* yang telah dibuat lolos uji efektivitas magnet.

### 3.4 Pengujian di UD. Sumber Makmur

Pada penelitian ini, dilakukan juga perhitungan banyaknya kotoran yang menempel pada *magnetic trap* secara langsung di UD. Sumber Makmur selama seminggu. Adapun pemasangan *magnetic trap* pada bagian *hopper* dan *outlet* pada mesin pemecah kulit gabah ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Pemasangan *Magnetic Trap* di UD. Sumber Makmur

Data perhitungan selama seminggu dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara banyaknya gabah terproses dengan material asing yang menempel pada *magnetic trap*. Data perhitungan ditunjukkan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Data Perhitungan Banyaknya Kotoran yang Menempel di *Magnetic Trap*

No	Hari	Gabah Terproses (Ton)	Kotoran yang Menempel pada <i>Magnetic Trap</i> (Gram)	
			<i>Hopper</i>	<i>Outlet</i>
1	Selasa, 20 Sep 2022	1.6	120	11
2	Rabu, 21 Sep 2022	2	134	14
3	Kamis, 22 Sep 2022	1.8	108	8
4	Jumat, 23 Sep 2022	1.6	152	15
5	Sabtu, 24 Sep 2022	2.4	123	12
6	Senin, 26 Sep 2022	2	105	7
7	Selasa, 27 Sep 2022	2	101	8
Rata Rata		1.9	120.4	10.7

Dari data yang telah didapatkan, ditunjukkan bahwa kotoran yang menempel pada *magnetic trap hopper* dan *magnetic trap outlet* tidak dipengaruhi oleh banyaknya gabah yang terproses, namun dipengaruhi oleh kualitas gabah hasil penjemuran dan penyimpanan gabah yang dilakukan oleh petani. Dari keadaan yang ada di UD.Sumber Makmur, pasokan gabah yang masuk ke penggilingan setiap harinya memiliki kualitas yang berbeda beda tergantung pada sumber petani pemasok. Hal ini juga berkaitan dengan belum banyaknya penerapan GHP yang baik di kalangan petani pemasok gabah di UD.Sumber Makmur.

#### 4. Kesimpulan

Didapatkan model *magnetic trap* dengan menggunakan 2 *neodymium magnet* tipe N42 berbentuk *cylinder* berukuran 200mm x 25mm dan 6 *neodymium magnet* tipe N42 berbentuk *coin* berukuran 5mm x 25mm. Untuk harga pembuatan *magnetic trap hopper* sebesar Rp. 2.800.000 dan untuk *magnetic trap outlet* sebesar Rp. 215.000. Pembebanan maksimum pada *magnetic trap hopper* yaitu 200 kg dengan nilai *safety factor* adalah 2,969. Sedangkan pembebanan maksimum pada *magnetic trap outlet* yaitu 100 kg, dengan nilai *safety factor* 3.008. Didapatkan juga jumlah perbedaan kecepatan antara *hopper* kosong dan *hopper* dengan *magnetic trap* yaitu sekitar 1,43 m/s atau sekitar 10 %. Perbedaan yang hanya 10% dapat dikatakan bahwa desain *magnetic trap* pada desain yang terpilih memenuhi kriteria yaitu tidak menghambat laju aliran gabah. Total efektivitas magnet pada *magnetic trap hopper* sebesar 95,86 %, sedangkan pada *magnetic trap outlet* sebesar 82,61%. Persentase ini merupakan persentase yang tinggi dan melebihi parameter dari kebutuhan pelanggan yaitu harus melebihi 80%.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] L.L Christianson And Roger P. Rohrbach, 2012, “*Design in Agricultural Engineering, An Asae Text Book*,” St Joseph, Michigan.
- [2] Tedjosukmono, Chondro Utomo, 2010, “Perencanaan Sistem Pengendalian Pada Mesin Pengupas Kulit Gabah/ Sekam Dengan Bantuan Pneumatik,” Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- [3] Rachmat R, Thahir R, dan Gummert M., 2006, “*The empirical relationship between price and quality of rice at market level in West Java*,” *Indonesian Journal Agricultural Science*, 7 : 27-33.
- [4] Patiwiri A.W., 2004, “Kondisi Dan Permasalahan Perusahaan Pengolahan Padi Di Indonesia,” Prosiding Lokakarya Nasional Upaya Peningkatan Nilai Tambah Pengolahan Padi, 25: 22–41.
- [5] Dobbins, M., Dunn, P., and Sherrell, 2009, “*Recent advances in magnetic separator designs and applications, The 7th International Heavy Minerals Conference ‘What next’, The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*,” 20 : 231-341.
- [6] P. Gerhard and B. Wolfgang, 1996, “*Engineering Design A systematic Approach*,” London, Springer-Verlag.
- [7] Rahmat A., 2008, Tahapan Perancangan, Politeknik Bandung, Bandung.
- [8] Drak, M, et al., 2014, “*Manufacturing of Hard Magnetic Composite Materials Nd-FeB*,” *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 31: 91-96.
- [9] Brett Jordan, 2008, “*Cooling neutral atoms in a magnetic trap for precision spectroscopy*,” *Phys Rev*, 51 :136.
- [10] Nazarudin, dan Yuliani, 2013, “Analisa Laju Aliran Massa Terhadap Efektifitas Radiator Pada Engine Mobil Mazda,” *Teknik Mesin*, Vol. 5.
- [11] Rifki, I, Munadi, Ahmad, Z.K., Bayuseno, A.P., 2018, “Analisis Displacement dan Tegangan von Mises Terhadap Chassis Mobil Listrik Gentayu,” 20 : 231-236.
- [12] Awali, Jatmoko, 2013, “Analisa Kegagalan Poros dengan Pendekatan Metode Elemen Hingga,” Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Metro.
- [13] Von Mises. R., 1913, “*Mechanik der festen Körper im plastisch-deformablen Zustand, Göttin*,” *Nachr Math. Phys.*, Vol 1 : 528-592.
- [14] Harsokoesoemo, H Darmawan, 1999, “Pengantar Perancangan Teknik,” Perancangan Produk, ITB, Bandung.
- [15] W. Weaver. Jr, Johnston PR., 1993. “Elemen Hingga Untuk Analisis Struktur.” Edisi Kedua. Erseco, Bandung.
- [16] Khurmi, R.S and Gupta, J.K, 2005, “*A Text Book of Machine Design*.” Eurasia Publishing House Ltd, New Delhi.