

ANALISIS LAJU ALIRAN DAN KEKUATAN *MAGNETIC TRAP* PADA *HOPPER* MESIN PENGGILING PADI

*Satrio Gumilar Wahyu Sejati¹, Norman Iskandar², Sulardjaka²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

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

*E-mail: satrioevolutions@gmail.com

Abstrak

Industri penggilingan padi adalah satu tahapan yang sangat penting untuk mendapatkan mutu beras yang baik, dikarenakan terdapat titik temu antara proses produksi, pasca panen pengolahan dan juga pemasaran beras, sehingga dalam industri penggilingan padi menjadi sangat penting dalam berkontribusi penyediaan beras dari segi kualitas maupun kuantitas. Masalah utama yang terdapat pada penggilingan padi tradisional adalah kurangnya kualitas hasil penggilingan dan juga kerusakan mesin *grinding* atau pemecah kulit yang disebabkan karena adanya benda asing seperti paku, batu, potongan kawat, baut dan beberapa jenis logam lain yang terbawa gabah dari proses penjemuran yang kurang baik dan kemudian masuk ke mesin penggilingan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan rancangan *magnetic trap* yang akan dibuat, persentase bagian *hopper* yang tertutup *magnetic trap*, dan membandingkan kecepatan laju aliran gabah saat proses penggilingan sebelum dan sesudah dipasang *magnetic trap* dan didapatkan hasil nilai maksimum tegangan von-Mises sebesar 31,579MPa dan nilai faktor keamanan minimal di 7,91. Kemudian pada perhitungan luas permukaan didapatkan jika pada desain *magnetic trap* terpilih mengurangi luas permukaan aliran gabah sebesar 33,17% atau sekitar 1/3. Dan jumlah perbedaan kecepatan antara *hopper* kosong dan *hopper* dengan *magnetic trap* yaitu sekitar 0,003 m/s atau sekitar 15 % lebih cepat pada *hopper* dengan *magnetic trap*.

Kata Kunci : *hopper*; *magnetic trap*

Abstract

The rice milling industry is a very important stage in obtaining good quality rice, because there is a meeting point between the production process, post-harvest processing and also rice marketing, so that the rice milling industry is very important in contributing to the supply of rice in terms of quality and quantity. The main problem found in traditional rice mills is the lack of quality of the milling results and also damage to the grinding or skin breaking machine caused by the presence of foreign objects such as nails, stones, pieces of wire, bolts and several other types of metal brought by the grain from the improper drying process. and then into the milling machine. This research was conducted with the aim of knowing the strength of the magnetic trap design to be made, the proportion of the hopper part that closes the magnetic trap, and comparing the grain flow rates during the milling process before and after installing the magnetic trap and obtaining a maximum von-Mises stress value of 31.579MPa and minimum safety factor value at 7.91. Then in the calculation of the surface area obtained if the magnetic trap design is chosen the reduction of the surface area of grain flow is 33.17% or about 1/3. And the total speed difference between the empty hopper and the hopper with a magnetic trap is around 0.003 m/s or about 15% faster in the hopper with a magnetic trap.

Keywords: *hopper*; *magnetic trap*

1. Pendahuluan

Beras merupakan komoditas dengan kebutuhan terbesar di Indonesia. Sekitar 98% penduduk Indonesia merupakan konsumen utama beras sebagai makanan pokok seperti yang dicatat oleh Kementerian Pertanian yakni mencapai 12,3 juta ton pada bulan Januari-Mei 2021 [1]. Kondisi tersebut mengharuskan Negara Indonesia mempunyai ketersediaan beras yang cukup dan berkualitas bagi penduduk Indonesia itu sendiri [2].

Beras dengan kualitas yang baik bisa didapatkan jika dari tahap proses penanaman hingga pascapanen diterapkan standar yang baik [3]. Dalam bidang pertanian istilah pasca panen diartikan sebagai berbagai tindakan atau perlakuan

yang diberikan pada hasil pertanian setelah panen sampai komoditas berada di tangan konsumen. Istilah tersebut secara keilmuan lebih tepat disebut Pasca produksi yang dapat dibagi dalam dua bagian atau tahapan, yaitu pasca panen dan pengolahan atau biasa dalam ilmu pertanian disebut dengan GHP (*Good Handling Practices*) dan GMP (*Good Manufacturing Practicess*) untuk proses pasca panen dan saat proses penggilingan dan juga GWP (*Good Warehouse Practicess*) pada proses penyimpanannya [4].

Salah satu faktor penting untuk menjamin mutu beras adalah pada proses GMP (*Good Manufacturing Practicess*) yang merupakan pedoman cara memproses penggilingan gabah menjadi beras yang bertujuan agar memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dan menghasilkan produk beras yang aman dan bermutu [5]. *Good Manufacturing Practice* (GMP) atau Cara Produksi Pangan Yang Baik (CPPB) merupakan salah satu faktor yang penting untuk memenuhi standar mutu atau persyaratan yang ditetapkan untuk pangan [6]. Kurang adanya sosialisasi mengenai pentingnya penerapan GMP dan GHP kepada petani merupakan salah satu faktor penyebab masih banyaknya kualitas padi yang rendah di Indonesia. Pada kenyataannya selain petani masih banyak pemilik penggilingan padi yang belum juga menerapkan kaidah GMP seperti UMKM yang banyak tersebar di pedesaan.

Seperti pada UD. Sumber Makmur yang merupakan salah satu unit usaha masyarakat yang bergerak dalam usaha penggilingan padi, dengan produk utama adalah beras, sekam dan bekatul. Pemasaran beras sampai ke DKI Jakarta. Lokasi UD. Sumber Makmur terletak di Dusun Gumul RT 01 RW 04, Desa Ngasinan, Kecamatan Susukan, Kabupaten Semarang Jawa Tengah. 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 sebagainya adalah komponen pada mesin pemecah kulit gabah. Frekuensi dari kerusakannya tidak dapat diperkirakan, namun karena material asing berupa batu komponen tersebut bisa rusak dan harus diganti kurang lebih 2 bulan.

Untuk mengatasi beberapa masalah tersebut, maka perlu adanya desain dan pembuatan rangkaian *magnetic trap* dengan mempertimbangkan bentuk *magnetic trap* sesuai ukuran *hopper*, pengaruh penambahan *magnetic trap* terhadap laju aliran gabah, dan diletakkan pada *hopper* mesin penggilingan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas beras dan meminimalisir kerusakan pada mesin penggiling padi.

2. Metode Penelitian

2.1 Kekuatan Bahan

Kekuatan bahan merupakan kemampuan material menahan beban atau gaya yang terjadi pada konstruksi yang bekerja didalamnya [7]. Bertambahnya beban yang melebihi kekuatan bahan yang menyebabkan cacat pada material. Dalam perhitungan kekuatan bahan harus memerhatikan kondisi kerja nyata dan pembebanan pada konstruksi tersebut mendekati kenyataan untuk menghasilkan konstruksi yang aman saat mendapatkan gaya maksimum [8].

Proses pemilihan material yang tepat dalam suatu perencanaan bertujuan adanya sinkronisasi antara kekuatan material yang digunakan dengan beban yang diberikan agar tidak terjadi kerugian yang cukup besar [9]. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan material yang akan dipilih diantaranya berupa biaya, kemampuan terhadap proses pemesinan, berat, kemudahan dibentuk, kekakuan, kekuatan, dan mempunyai sifat tahan korosi. Dalam konstruksi suatu rancang bangun material yang banyak digunakan yaitu besi dan baja.

2.2 Metode Morfologi

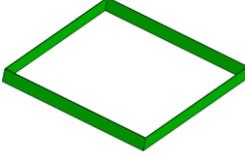
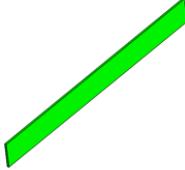
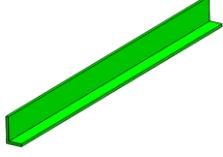
Pada perancangan konsep produk dicari sebanyak mungkin alternatif konsep produk, yang semuanya memiliki seluruh butir spesifikasi teknis produk. Pada konsep produk masih berupa gambar skema atau gambar skets yang terdiri dari kerangka elemen-elemen produk [10].

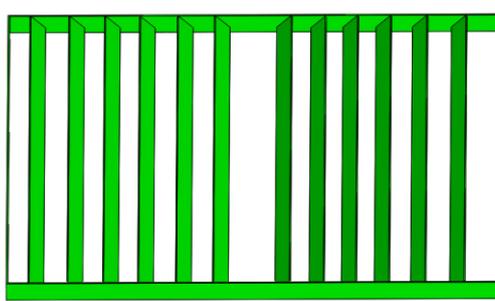
Konsep produk yang telah diperoleh dapat dikumpulkan dalam suatu daftar konsep produk. Pencarian konsep produk lebih lanjut dapat dilakukan secara lebih sistematis dengan menggunakan metode morfologi yang dapat menemukan alternatif konsep produk terbanyak dibandingkan dengan metode lainnya seperti metode analisis dan metode logis.

2.3 Perancangan Desain

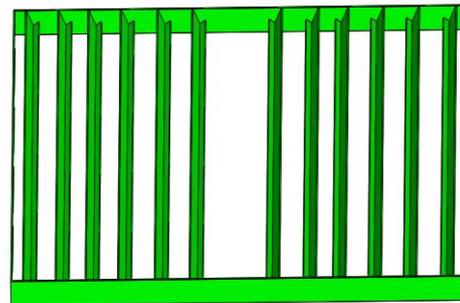
Perancangan ini dilakukan menggunakan perangkat lunak *Solidworks 2018* dan *ANSYS 2020 R1* dengan memasukkan parameter seperti dimensi yang telah di sesuaikan seperti ukuran *hopper* di UD. Sumber Makmur dan material rangka *Structural Steel* di perangkat lunak *Solidworks 2018*. Hasil dari morfologi desain yang telah dilakukan terlihat seperti pada Tabel 1. dan 2., sedangkan untuk hasil pemilihan konsep dapat dilihat seperti pada Gambar 1. Dan 2.

Tabel 1. Morfologi *Magnetic Trap Hopper*

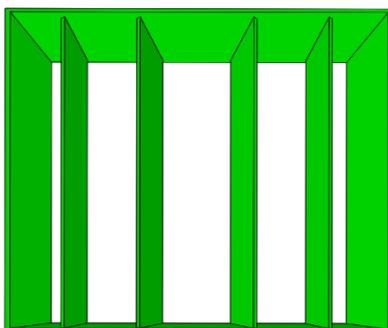
No	Variabel	Varian	
		A	B
1	Rangka		
2	Penopang Magnet		



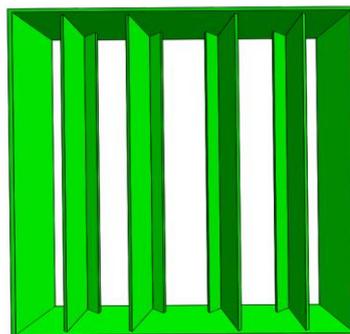
(a)



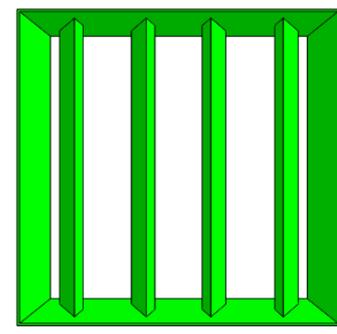
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 1. *Magnetic Trap Hopper* Konsep A, B, C, D, dan E

2.2 Pemilihan Konsep Produk

Hasil penilaian yang dilakukan terhadap semua konsep yang telah dibuat dapat dilihat seperti pada Tabel 1. Pada penilaian harga dan kualitas didasarkan pada penilaian langsung oleh pelanggan dengan cara membandingkan kelima konsep langsung pada aspek harga, kekuatan, bobot, dan keamanan magnet. Pemberian nilai 1 berarti “sangat buruk”, 2 berarti “buruk”, 3 berarti “cukup”, 4 berarti “baik”, dan 5 berarti “sangat baik”. Sementara pada penilaian estetika nilai 5 berarti tidak ada magnet yang terlihat dari bagian atas dan nilai 4 magnet terlihat dari bagian atas hopper.

Pada penilaian kriteria perawatan, aspek mudah untuk dibongkar pasang, pemberian nilai 5 adalah jika jumlah magnet yang dibutuhkan kurang dari 15, nilai 4 jika magnet yang terpasang kurang dari 30, nilai 3 jumlah magnet kurang dari 45, dan nilai 2 jika jumlah magnet yang terpasang lebih dari 45. Kemudian pada aspek mudah disimpan nilai 5 adalah untuk penyimpanan yang tidak memerlukan tempat khusus dan nilai 4 untuk penyimpanan yang membutuhkan tempat penyimpanan khusus. Sementara pada aspek suku cadang yang mudah dicari pemberian nilai 5 berarti bisa dibeli di toko bangunan dan jual beli online, nilai 4 hanya bisa dibeli di toko bangunan dan nilai 3 hanya bisa dibeli di jual beli *online*.

Kriteria kenyamanan untuk aspek dimensi alat yang sederhana pemberian nilai 5 pada dimensi alat yang kurang dari 40 x 35cm, nilai 4 kurang dari 50 x 45cm dan nilai 3 kurang dari 60 x 55 cm. Sementara pada aspek tidak mengganggu proses penggilingan pemberian nilai 5 adalah jika aliran gabah tersangkut pada *magnetic trap*, dan nilai 4 jika aliran gabah tidak tersangkut pada *magnetic trap*

Tabel 2. Matriks Penilaian *Magnetic Trap*

Kriteria	Aspek Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Harga	Harga terjangkau	Semakin rendah biaya produksi maka nilai semakin tinggi				
Kualitas	Kekuatan	-	Ketebalan plat kurang dari 0,5 mm	Ketebalan plat berkisar antara 0,5 – 0,9 mm	Ketebalan plat berkisar antara 1 - 1,5 mm	Ketebalan plat lebih dari 1,5 mm
	Bobot ringan	Semakin ringan bobot <i>magnetic trap</i> maka nilai semakin tinggi				
	Keamanan magnet	-	Hanya satu bagian permukaan magnet yang menempel pada penopang magnet	Hanya dua bagian permukaan magnet yang menempel pada penopang magnet	Hanya tiga bagian permukaan magnet yang menempel pada penopang magnet	Tidak bersentuhan langsung dengan gabah
	Estetika	-	-	-	Magnet terlihat	Magnet tak terlihat
Perawatan	Mudah dibongkar pasang	-	Jumlah magnet >44	Jumlah magnet berkisar antara 30-44	Jumlah magnet berkisar antara 15-29	Jumlah magnet <15

	Mudah disimpan	-	-	-	Membutuhkan tempat khusus	Tidak membutuhkan tempat khusus
	Suku Cadang yang mudah dicari	-	-	Hanya bisa dibeli di <i>marketplace online</i>	Hanya bisa dibeli di toko bangunan	Dapat ditemukan di toko bangunan dan <i>marketplace online</i>
Kenyamanan	Dimensi alat sederhana	-	-	Dimensi alat kurang dari 60 x 55 cm	Dimensi alat kurang dari 50 x 45 cm	Dimensi alat kurang dari 40 x 35 cm
	Tidak mengganggu proses penggilingan	-	-	-	Memungkinkan gabah tersangkut <i>magnetic trap</i>	Memungkinkan gabah tidak tersangkut <i>magnetic trap</i>

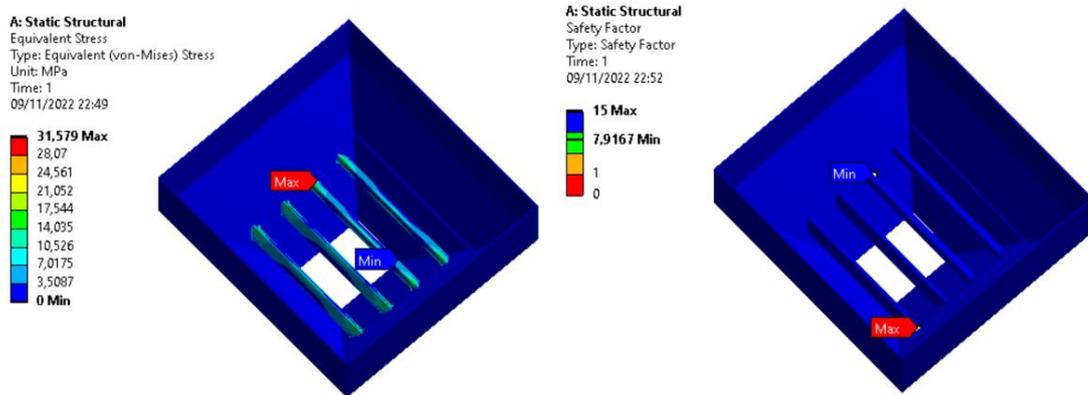
Tabel 3. Penilaian Konsep *Magnetic Trap Hopper*

Kriteria	Aspek Penilaian	Konsep				
		A	B	C	D	E
Harga	Harga terjangkau	3	2	5	4	4
Kualitas	Kekuatan	5	5	5	5	5
	Bobot ringan	3	3	5	5	5
	Keamanan magnet	2	3	2	3	5
	Estetika	4	4	4	4	5
Perawatan	Mudah dibongkar pasang	2	2	5	5	5
	Mudah disimpan	5	5	5	5	5
	Suku Cadang yang mudah dicari	5	5	5	5	5
Kenyamanan	Dimensi alat sederhana	3	3	5	5	5
	Tidak mengganggu proses penggilingan	4	4	4	4	5
Total		36	36	45	45	49

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Pengujian Kekuatan Struktur

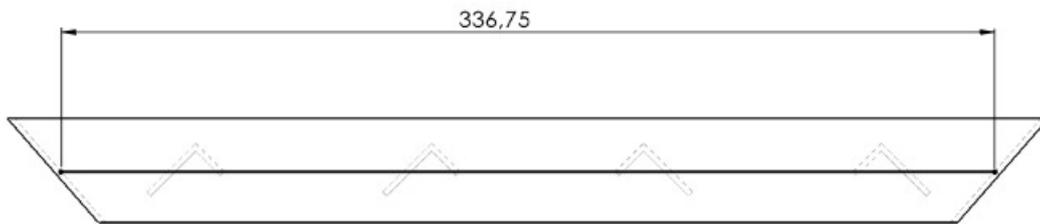
Pada konsep desain terpilih kemudian dilakukan simulasi pemberian beban sebesar 100 kg pada *magnetic trap* dan didapatkan nilai maksimum tegangan von-Mises sebesar 31,579MPa dan nilai faktor keamanan minimal di 7,91.



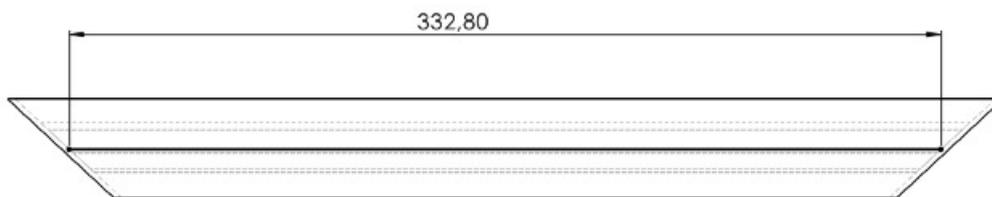
Gambar 2. Hasil simulasi pembebanan 100kg pada *Magnetic Trap Hopper*

3.2 Perhitungan Hambatan *Magnetic Trap*

Setelah melakukan pengujian kekuatan struktur dari desain terpilih kemudian dilakukan perhitungan luas permukaan dari *magnetic trap* untuk mengetahui seberapa besar persentase aliran gabah yang terhambat akibat penambahan *magnetic trap*

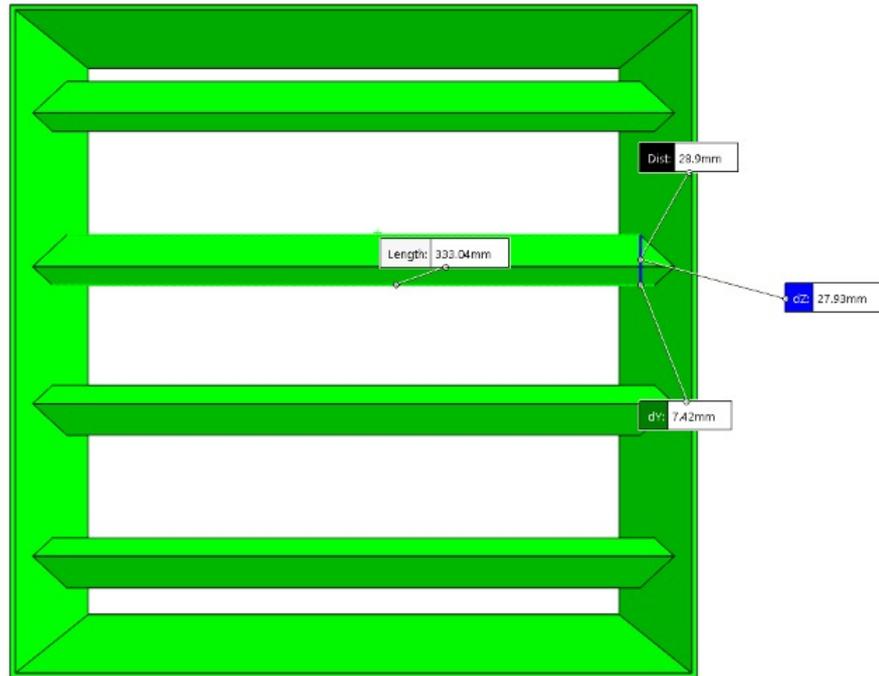


Gambar 3. Panjang total *magnetic trap*



Gambar 4. Lebar total *magnetic trap*

Dari Gambar 3. dan 4. diatas dapat dilihat bahwa panjang dan lebar total dari *magnetic trap* yang menempel pada permukaan dalam *hopper* adalah 336,75 mm dan 332,80 mm yang berarti luas permukaan awal dari *hopper* sebelum dipasang *magnetic trap* adalah 112.070,4 mm² atau 1.120,704 cm²



Gambar 5. Desain *magnetic trap* dari dilihat dari bagian atas

Gambar 5. Menunjukkan tampilan *magnetic trap* dari tampak atas, dan dZ menunjukkan lebar dari penopang magnet yaitu 27,93mm. Maka dapat dihitung luas permukaan setiap penopang magnet dari atampak atas yaitu lebar x panjang (Gambar 4.) atau 27,93mm x 332,80mm yaitu 9.295mm² atau 92,95cm².

Dari perhitungan diatas didapatkan untuk persentase permukaan yang tertutup *magnetic trap* adalah

$$\% = (92,95 \times 4) / 1.120,604 \times 100\%$$

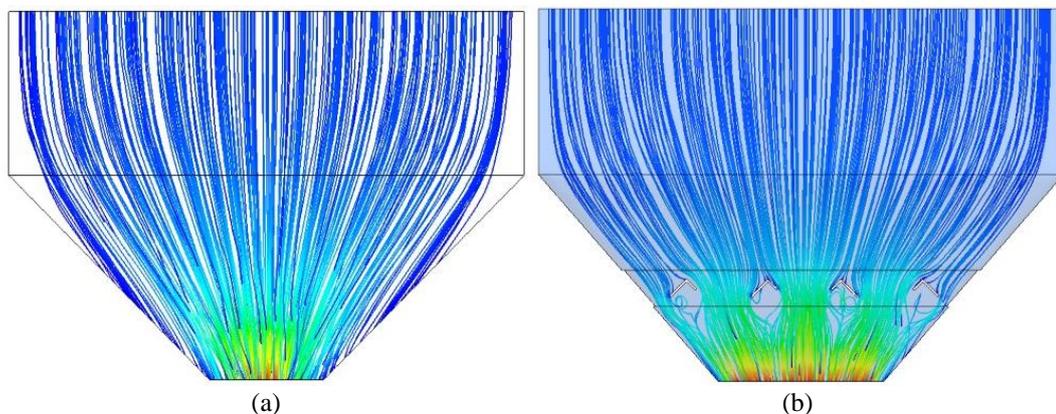
$$\% = 371 / 1.120,604 \times 100\%$$

$$\% = \underline{33,17\%}$$

Maka dapat disimpulkan dari desain terpilih akan mengurangi luas permukaan aliran gabah sebesar 33,17% atau sekitar 1/3 dari total luas permukaan.

3.3 Analisis Laju Aliran

Analisis terakhir dari pengujian desain *magnetic trap hopper* adalah analisis laju aliran sebelum dipasang *magnetic trap* dan sesudah dipasang *magnetic trap* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. (a) *Velocity Streamline* pada *Hopper* (a) Tanpa *Magnetic Trap* (b) Dengan *Magnetic Trap*

Pada simulasi ini menggunakan material *wood volatiles* sebagai pengganti gabah dengan massa jenis 0,57 g/cm³. Dan untuk *Mass flow* yang digunakan pada *inlet* sebesar 0,2kg/s sesuai perhitungan secara langsung di UD. Sumber Makmur. Berdasarkan hasil simulasi laju aliran menggunakan perangkat lunak ANSYS, didapatkan pada *hopper* kosong

adalah 0,017 m/s dan pada *hopper dengan magnetic trap* adalah 0,020 m/s jumlah perbedaan kecepatan antara *hopper* kosong dan *hopper dengan magnetic trap* yaitu sekitar 0,003 m/s atau sekitar 15 % lebih cepat pada *hopper dengan magnetic trap*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada simulasi yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada konsep desain terpilih yang kemudian dilakukan pengujian kekuatan struktur yaitu dengan simulasi pemberian beban sebesar 100 kg pada *magnetic trap* didapatkan nilai maksimum tegangan von-Mises sebesar 31,579MPa dan nilai faktor keamanan minimal di 7,91 yang berarti konsep ini aman untuk diterapkan pada *hopper* mesin penggilingan padi.
2. Dari perhitungan luas permukaan dapat disimpulkan dari desain yang telah terpilih akan mengurangi luas permukaan aliran gabah sebesar 33,17% atau sekitar 1/3 dari total luas permukaan yang berarti desain ini masih tergolong bagus karena permukaan penghambat kurang dari 50%.
3. Berdasarkan hasil simulasi laju aliran menggunakan perangkat lunak ANSYS, didapatkan pada *hopper* kosong adalah 0,017 m/s dan pada *hopper dengan magnetic trap* adalah 0,020 m/s jumlah perbedaan kecepatan antara *hopper* kosong dan *hopper dengan magnetic trap* yaitu sekitar 0,003 m/s atau sekitar 15 % lebih cepat pada *hopper dengan magnetic trap*.
4. Dari ketiga perhitungan dan simulasi yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan jika desain yang terpilih layak untuk dilakukan prototip untuk kemudian dilakukan pengujian langsung di mesin penggilingan padi.

5. Daftar Pustaka

- [1] Riyadi DM. Permasalahan dan Agenda Pengembangan Ketahanan Pangan: Tekanan Penduduk, Degradasi Lingkungan dan Ketahanan Pangan. Pusat dalam: Prosiding Studi Pembangunan dan Proyek Koordinasi Kelembagaan Ketahanan Pangan. Jakarta. 2002.
- [2] Mutiarawati, Tino. 2007. Penanganan Pasca Panen Hasil Pertanian. Workshop Pemandu Lapangan I (PI-1) Sekolah Lapangan Pengolahan Dan Pemasaran
- [3] Yanti Linda. 2017. Teknologi Penanganan Beras Berkualitas Melalui Penerapan GMP dan GWP. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi
- [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] Badan Standardisasi Nasional, 2015, "Standar Nasional Indonesia Beras," SNI 6128:2015. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [6] Harsokoesoemo, H Darmawan, 2004, "Pengantar Perancangan Teknik," Perancangan Produk, ITB, Bandung
- [7] Ardhayanti Risna., 2020, "Pengenalan Good Manufacturing Practicess", Balai Besar Pelatihan Pertanian
- [8] Idayati N, 2020, "A prototype and its Testing Method Development For Five Traps Metal Catchers To Remove Metal Impurities In Food Products", Jurnal Instrumentasi vol. 44 No. 2.
- [9] Hutama Ajie M.F, 2022, "Rancang Bangun *Magnetic Trap* Menggunakan Cylinder Neodymium Magnet Tipe N-42 Pada Proses Penggilingan Padi.
- [10] Prabowo, D Wahyuniarti, 2021, "Analisis Perkembangan Harga Bahan Pangan Pokok di Pasar Domestik dan Internasional", Kementerian Perdagangan Republik Indonesia.