

OPTIMALISASI PENGHISAP DEBU MESIN GERINDA GREIF TIPE HM 211-1-1**Ananda Septino Pramudya¹, Christianus Priandhika Pratama Aji², Surya Ananda Devadigda³, Yosahat Adam Kurnia⁴, Rahmat Tri Hartanto⁵**^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknologi Manufaktur Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: rahmat.tri@atmi.ac.id

Abstrak

Penggerindaan merupakan proses penyayatan benda kerja dengan alat potong berupa batu gerinda. *Surface grinding, tool grinding, cylindrical grinding* dan *hand grinding* merupakan jenis mesin gerinda. Mesin Greif di bengkel WBS Politeknik ATMI Surakarta termasuk dalam jenis *tool grinding*. Gesekan terjadi antara batu gerinda dengan benda kerja dan menghasilkan debu. Kesehatan operator dan orang sekitar mesin gerinda Greif dapat terganggu karena debu tersebut. Mesin penghisap debu dengan daya hisap maksimal diperlukan untuk menghisap debu hasil penggerindaan dengan mengurangi resiko terganggunya kesehatan operator dan lingkungan disekitar mesin gerinda Greif tipe HM-211-1-1 dan meningkatkan kecepatan hisap mesin penghisap debu. Pembuatan penghisap debu pada mesin gerinda dilakukan berdasarkan penelitian yang dilaksanakan di mesin gerinda Greif tipe HM-211-1-1 bertempat di bengkel WBS Politeknik ATMI Surakarta. Data yang digunakan berasal dari pengukuran kapasitas dan kecepatan hisap pada penghisap debu lama. Desain dibuat berdasarkan motor yang memiliki 2800 rpm dengan kecepatan hisap yang dihasilkan pada blower sebesar 60 m/s yang dibagi menjadi dua jalur dan ditingkatkan dengan ventury sehingga kecepatan hisap mencapai 30 m/s pada setiap lubang. Desain ini teradapat cyclone yang bertujuan memisahkan debu berat dengan debu ringan, supaya udara yang masuk ke blower tidak merusak impeller. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diketahui pemilahan bahan dan desain impeller, cyclone, dan venturi sangat mempengaruhi kecepatan hisap yang dihasilkan oleh motor blower, semula 22 m/s menjadi 30 m/s pada setiap lubang. Perancangan mesin penghisap debu ini dapat menimalisir debu yang beterbangan dan mempermudah proses cleaning.

Kata kunci: Penghisap debu, Debu, Mesin gerinda, Kecepatan hisap

1. PENDAHULUAN

Bidang industri saat ini memiliki berbagai macam proses manufaktur, salah satunya penggerindaan. Penggerindaan merupakan proses penyayatan benda kerja dengan alat potong berupa batu gerinda. *Surface grinding, tool grinding, cylindrical grinding* dan *hand grinding* merupakan jenis mesin gerinda. Mesin Greif di tingkat 1 Politeknik ATMI Surakarta termasuk dalam jenis *tool grinding*. Batu gerinda terpasang di kanan dan kiri pada mesin ini.

Gesekan terjadi antara batu gerinda dan benda kerja menghasilkan debu. Kesehatan operator dan orang sekitar dapat terganggu karena debu tersebut. Penghisap debu dibutuhkan di setiap mesin gerinda. Daya hisap besar dibutuhkan untuk memastikan debu terhisap secara maksimal. Penghisapan dipengaruhi oleh kecepatan putar motor, jenis *impeller*, model *cover* dan diameter selang. Sistem venturi dapat ditambahkan untuk memperkuat daya hisap.

Venturi berfungsi untuk meningkatkan kecepatan udara. Sistem ini akan meningkatkan hisapan sehingga debu yang bertebaran bisa diminimalkan. *Cyclone* yang terpasang sebelum kipas akan mengurangi debu yang masuk ke *impeller* sebagai langkah *preventive maintenance*. Rencana perbaikan ini diharapkan meningkatkan daya hisap mesin penghisap debu, sehingga proses permesinan berlangsung dengan baik dan resiko terganggunya kesehatan operator serta lingkungan sekitar dapat berkurang.

2. METODOLOGI

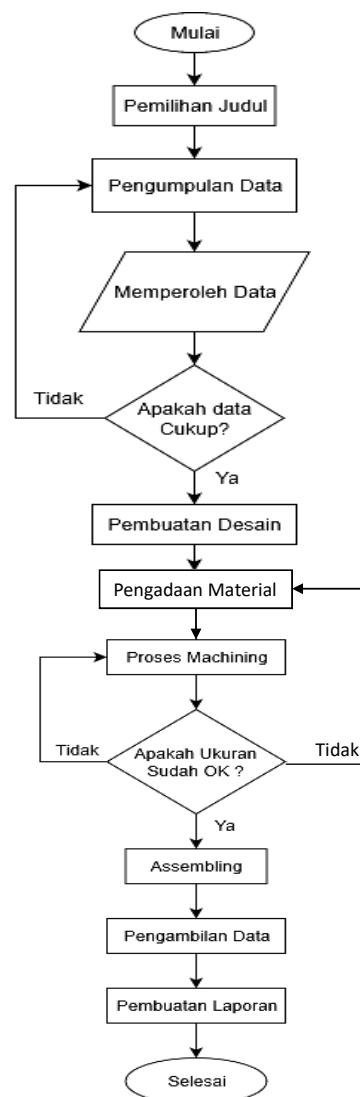
Proses perancangan ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1. Metode Perancangan

Metode perancangan yang penulis gunakan adalah metode perancangan mesin penghisap debu untuk memaksimalkan kecepatan hisap unit *blower* meliputi *volute* dan *impeller*, yang mana terdapat komponen pendukung untuk memaksimalkan kinerja unit *blower* seperti *hood*, *venturi*, dan *cyclone*.

2.2. Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 1.



Gambar 1 *Flowchart* Proses Penelitian

2.2.1. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut,

1. Studi Lapangan

Penulis melakukan observasi terkait mesin gerinda dan penghisap debu untuk memperoleh data sebagai tolok ukur perancangan Tugas Akhir penulis.

2. Wawancara

Merupakan metode untuk mendapatkan data dengan cara melakukan wawancara dengan pihak –pihak yang dianggap berkompeten dengan bidang yang dibicarakan.

3. Analisis

Penulis memperoleh data yang dibutuhkan dalam perancangan berdasarkan analisis perhitungan teoritis yang dilakukan

4. Studi Pustaka

Penulis melakukan studi pustaka untuk memperoleh data mengenai penelitian yang pernah dilakukan untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk melakukan perancangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan penghisap debu mesin gerinda Greif tipe HM211-1-1 dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu pencarian data, perhitungan dimensi *part* mesin, membuat desain mesin penghisap debu agar sesuai dengan kebutuhan.

3.1. Perhitungan

3.1.1. Perhitungan Penurunan Rpm Motor

Penurunan Rpm motor terjadi karena beban dari *impeller*. Dalam mencari penurunan Rpm motor diketahui gaya dari impeller $F = 7,848 \text{ N}$, sehingga dapat dicari momen puntir sebesar $M_t = 1,176 \text{ Nm}$. Setelah didapatkan momen puntir, maka dapat dicari penurunan Rpm motor dengan persamaan berikut,

$$n = \frac{9,55 \times 10^{-3} \times N}{M_t}$$

$$n = \frac{9,55 \times 10^{-3} \times 0,37285}{1,176}$$

$$n = 3027,8 \text{ rpm}$$

Hasil perhitungan penurunan rpm didapatkan 3027,8 rpm. Hasil penurunan rpm tersebut lebih besar dari 2800rpm, maka dapat disimpulkan bahwa beban yang dihasilkan *impeller* tidak mempengaruhi kecepatan putaran motor yaitu 2800 rpm.

3.1.2. Perhitungan Kapasitas Hisap Blower

Perhitungan Kapasitas Hisap *Blower* digunakan untuk mengetahui debit udara yang dihasilkan dari kecepatan udara (v_0) yang diinginkan. Diketahui diameter *inlet blower* 50 mm dan kecepatan hisap 60 m/s, maka dapat menghitung kapasitas hisap *blower* dengan persamaan (4) berikut,

$$Q_1 = v_0 \times (0,25 \times \pi \times D^2)$$

$$Q_1 = 60 \times (0,25 \times \pi \times 0,05^2)$$

$$Q_1 = 0,01178097245 \text{ m}^3/\text{s}$$

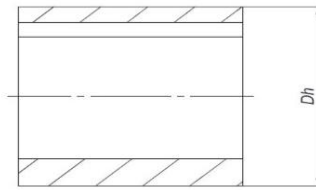
Dari hasil perhitungan maka didapatkan kapasitas hisap *blower* sebesar 0,012 m³/s.

3.1.3. Perhitungan Desain Impeller

Perhitungan desain impeller diawali dengan diameter leher poros (D_h),

$$D_h = (1,3 - 1,4) \times d$$

$$Dh = 22,4 \approx 23 \text{ mm}$$



Gambar 2. Diameter Leher Poros (Dh)

Dengan kecepatan sisi hisap melalui mata *impeller* V_0 yang ditentukan sebesar 60 m/s dan debit Q sebesar 0,01178097245 m³/s, maka luasan mulut hisap adalah,

$$A_0 = \frac{Q}{V_0} + \frac{\pi Dh^2}{4}$$

$$A_0 = 2,3728971037 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Diameter mulut hisap sebesar,

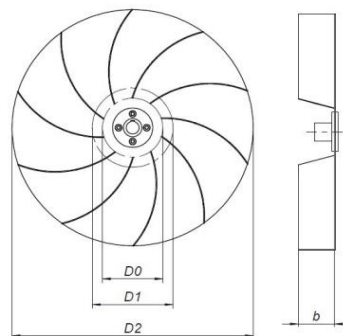
$$D_0 = \sqrt{\frac{4A_0}{\pi}}$$

$$D_0 = 0,055 \text{ m} \approx 55 \text{ mm}$$

Dengan menganggap kecepatan sisi masuk pada arah radial $V_1 = V_{r1}$, kemudian nilai V_1 lebih besar dari pada V_0 , dimana nilai V_0 sebesar 60 m/s, maka nilai V_1 ditentukan 63 m/s, nilai Q dianggap tetap, dan D_1 lebih besar dari D_0 untuk mencegah aliran turbulensi yang berlebihan dimana nilai $D_1 = 75 \text{ mm}$.

$$A_1 = \frac{Q}{V_1} + \frac{\pi \times D_1^2}{4}$$

$$A_1 = 6,287860296 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$



Gambar 3. Dimensi Impeller

Menghitung sudut sudu pada sisi masuk β_1 , kecepatan tangensial sisi masuk *impeller* u_1 dihitung terlebih dahulu dengan diketahui $n = 2800 \text{ rpm}$ dan diameter sisi hisap $D_1 = 75 \text{ mm}$.

$$u_1 = \frac{\pi \times D_1 \times n}{60}$$

$$u_1 = 10,99557429 \text{ m/s}$$

Sehingga tangent sudut β_1 pada sisi masuk *impeller* adalah,

$$\beta_1 = \tan^{-1} \times \frac{v_1}{u_1}$$

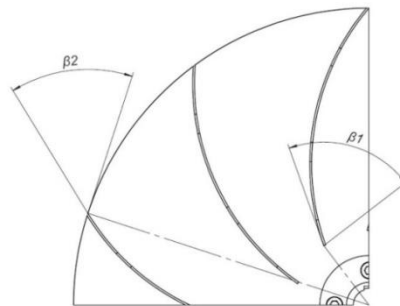
Harga ini dibuat 3% lebih besar untuk mengimbangi kontraksi aliran pada sisi masuk,

$$\beta_1 = \tan^{-1} \times \frac{v_1}{u_1} \times 1,03$$

$$\beta_1 = 80,38261609^\circ$$

$$\beta_1 = 80^\circ$$

Sudut sisi keluar sudu β_2 pada perancangan impeller blower berkisar 45° dan 90° . Sudut sudu pada sisi masuk $\beta_1 = 80^\circ$, untuk mengurangi beban tekanan udara yang lebih sudu sudu sisi masuk $\beta_2 = 48^\circ$



Gambar 4. Sudut Sudu Sisi Hisap dan Keluar

Selanjutnya untuk menghitung diameter luar *impeller* D_2 dapat dicari dengan menghitung kecepatan tangensial u_2 pada sisi keluaranya

$$u_2 = \omega \times r$$

Dimana mencari nilai omega (ω) terlebih dahulu,

$$\omega = \frac{n \times 2\pi}{60}$$

$$\omega = 293,2153143 \approx 293 \text{ rad/s}$$

Maka nilai u_2 ,

$$u_2 = 43,95 \text{ m/s}$$

Nilai Diameter luar *impeller* yang didapat,

$$D_2 = \frac{60 \times u_2}{\pi \times r}$$

$$D_2 = 299 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}$$

Jumlah sudu z ditentukan berdasar diameter sisi hisap D_1 , diameter luar impeller D_2 , β_1 , dan β_2 . Jumlah sudu impeller z dapat dihitung,

$$z = 6,5 \times \frac{D_2 + D_1}{D_2 + D_1} \times \sin\left(\frac{\beta_2 + \beta_1}{2}\right)$$

$$z = 9,736935502 \approx 10 \text{ sirip}$$

Nilai diameter impeller, luasan penampang, dan faktor ketebalan sudu pada sisi masuk yang diketahui digunakan untuk menghitung lebar sudu,

$$b_1 = \frac{A_1}{\pi \times D_1 \times \varepsilon_1}$$

$$b_1 = 28 \text{ mm}$$

$$b_2 = \frac{A_2}{\pi \times D_2 \times \varepsilon_2}$$

$$b_2 = 78 \text{ mm}$$

Lebar sirip diambil dari antara nilai b_1 (Min) dan b_2 (Max) maka, nilai b yaitu sebesar 53 mm

3.1.4. Perhitungan Diameter Venturi

Perhitungan untuk mencari diameter kecil pada lubang venturi membutuhkan nilai A_1 , v_1 , dan v_2 ,

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2$$

$$A_2 = 1,472621556 \times 10^{-3} m^2$$

Sehingga nilai $D_2 = 43$ mm



Gambar 5. Venturi

3.1.5. Perhitungan Jarak Hood

Perhitungan untuk menentukan jarak hood dengan batu gerinda,

$$Q = v \times 10x^2 + A$$

$$x = 0,034899 m \approx 35 mm$$

Jarak maksimal yang diperlukan (x) antara hood dengan batu gerinda agar bekerja dengan maksimal adalah 35 mm.

3.1.6. Perhitungan Cyclone

Dimensi cyclone dapat ditemukan dengan nilai yang sudah diketahui sebelumnya yaitu luas penampang outlet cyclone (A_2). Dengan diketahui A_2 maka diameter outlet cyclone dapat dicari dengan persamaan berikut,

$$r^2 = \frac{A_2}{\pi}$$

$$D_e = 2 \times r$$

$$r^2 = \frac{8107,319666}{\pi}$$

$$D_e = 101,6 \text{ mm} \approx 102 \text{ mm}$$

$$r = 50,8 \text{ mm}$$

Setelah mendapatkan diameter outlet cyclone, maka dimensi keseluruhan dari cyclone dapat diketahui dengan persamaan yang berasal dari tabel standart dimension cyclone berikut,

$$D = \frac{D_e}{0,75} = 136 \text{ mm}$$

$$S = 136 \times 0,85 = 115,6 \text{ mm} = 116 \text{ mm}$$

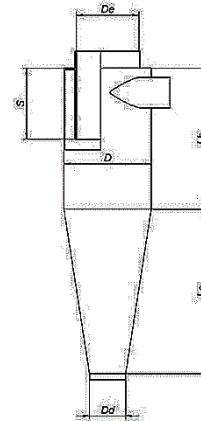
$$L_b = 136 \times 1,7 = 231,2 \text{ mm} = 232 \text{ mm}$$

$$L_c = 136 \times 2 = 272 \text{ mm}$$

$$D_d = 136 \times 0,4 = 54,4 = 55 \text{ mm}$$

Standard cyclone dimensions

	Cyclone Type					
	High Efficiency		Conventional		High Throughput	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Body Diameter, D/D	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Height of Inlet, H/D	0.5	0.44	0.5	0.5	0.75	0.8
Width of Inlet, W/D	0.2	0.21	0.25	0.25	0.375	0.35
Diameter of Gas Exit, D_e/D	0.5	0.4	0.5	0.5	0.75	0.75
Length of Vortex Finder, S/D	0.5	0.5	0.625	0.6	0.875	0.85
Length of Body, L_b/D	1.5	1.4	2.0	1.75	1.5	1.7
Length of Cone, L_c/D	2.5	2.5	2.0	2.0	2.5	2.0
Diameter of Dust Outlet, D_d/D	0.375	0.4	0.25	0.4	0.375	0.4



Tabel 1. Cyclone

4. KESIMPULAN

Proses penggerindaan yang terjadi di tingkat 1 masih menggunakan mesin *Greif*. Proses pengerindaan menghasilkan debu yang beterbangan. Debu yang dihasilkan dari proses penggerindaan berbahaya bagi operator karena mengakibatkan gangguan kesehatan. Mesin penghisap debu dibutuhkan saat proses pengerindaan. "Optimalisasi Penghisap Debu Mesin Gerinda *Greif* Tipe HM-211-1-1" dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Meningkatkan kecepatan hisap mesin penghisap debu dari 19,6 m/s menjadi 30 m/s.
2. Debu hasil penggerindaan yang terhirup operator dan mencemari lingkungan dapat berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Latar Muhammad Arief, Ir, MSc. *Pembersih Udara*. Mata Kuliah Ventilasi Industri-IKK.356. Universitas Esa Unggul.
- Wahid HabibuRohmad, *Perencanaan Impeller dan Volute pada Rekayasa Rancang Bangun Dust Collector*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2007.
- Muhammad Robith, *Prinsip Kerja Motor Induksi 1 Fasa*. <http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-motor-induksi-1-fasa/>
- Peachtree Woodworking Supply Inc. Flange and Hoods*. <http://ptreeusa.com/dustFlangeHoods.html>
- Gregorius Aditya Nugraha, Gloria Christmas, Jeremia Tjondro, dan Raditya Ari. "Hose" Kuliah *Pneumatik*, Program Studi Teknik Mesin Industri Politeknik ATMI Surakarta 8 Desember 2016.
- Anonim. *Teknik Fungsi Batu Gerinda*. <http://teknikmesin.org/fungsi-batu-gerinda/>
- Sumardiyono, S.T. *Panduan Praktek Tool Grinding 1*. ATMIPRESS, Surakarta 2006.
- Latar Muhammad Arief, Ir, MSc. Tahapan *Perancangan Sistem Ventilasi Lokal*. Peminatan K3 Universitas Esa Unggul 2004.
- Anonim. *Fans & Blower*. <http://sideshare.net/anurajthakkar/fans-and-blowers>
- Paryono, Edy Suwanto, dan Tegu Budi Santoso. *Aplikasi Mesin Penyedot Debu Pada Industri Kecil Kerajinan Tempurung Kelapa*. Politeknik Negeri Semarang, Semarang, 2018.
- Sularso dan Haruo Tahara. *Pompa dan Kompresor*. PT. Pradnya Paramita. 1987
- Jolius Gimbun, T.G. Chuah, Thomas S.Y Choong, dan A. Fakhrul Ol-Razi. *Evaluation On Empirical Models For The Prediction of Cyclone Efficiency*. Faculty of Chemical and Natural Resource Engineering, University Collage of Engineering and Technology Malaysia, Malaysia 2006.

- Ask The Hvacman. *Industrial Ventilation Dust Collection System Design Hood Design*. Diakses dari http://www.iklimnet.com/expert_hvac/hvac_applications/dust_collection/dust_collection_system_hood_types.html. 20 November 2019.
- Irtia Permata, *Fluida Dinamis Venturimeter*
<https://fluidadinamis.weebly.com/venturimeter.html>. 20 November 2019.
- Ersanda Erry Fabian Daresta, Gloria Christmas Sukma Abadi, Gregorius Aditya Nugraha, Victor Probo Baskoro, Warastra Amarendra. *Optimalisasi K3 Pada Mesin Gerinda Greif Melalui Pemasangan Exhaust*. Program Studi Teknik Mesin Industri Politeknik ATMI Surakarta, 2017.
- Yadi Yunus, Zaenal Abidin, Sigit Sudrajat. *Rancang Bangun Blower Sentrifugal Untuk Pensirkulasi Udara*. Seminar Nasional SDM Teknologi Nuklir VII, Yogyakarta, 2011.
- Nelson Pynadathu, Paul Thomas, Arjun P. *Engineering Design & Specifications Of Cyclone Separator*. Mtech (Energy & Environmental Engineering) VIT University, India, 2014.
- Novian Vigis Agung Emenda. *Perancangan Sistem Vacuum Untuk Debu Halus Hasil Pemesinan Resin; Studi Kasus Pada Mesin Cedu CNC*. Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2018.
- Ant. Suroto. *Strength Of Material*. Politeknik ATMI Suakarta, Surakarta, 2001