

RANCANG BANGUN DOWNDRAFT TABLE GRINDING PT. ADE

Fransdito¹, Gabriel Yulian Prakoso², Laurensius Yoga Adhitya Putra Pratama³, Redevan Pramudya Bintara⁴, Tegar Bayu Saputro⁵, Muhammad Nabil Qudrotil Kholiq⁶, Al. Novi Misgi PA⁷

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Program Studi Teknik Mesin Industri, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145
*Email: fransdito.20191030@student.atmi.ac.id

Abstrak

Finish grinding, merupakan salah satu proses yang ada di PT. ATMI DUTA ENGINEERING (ADE). Proses penggerindaan akan dilakukan diatas Downdraft Table. Namun, ada beberapa masalah yang ditimbulkan seperti: debu hasil penggerindaan yang berhamburan di sekitar area meja, area kerja yang kotor akibat debu, dan debu yang terhirup oleh operator grinda. Masalah inilah yang ingin PT. ADE hindari guna meminimalisir agar debu hasil penggerindaan tidak langsung terhirup operator dan debu tidak berhamburan di sekitar area kerja, maka dari itu dibuatlah downdraft table untuk menjawab permasalahan tersebut. Downdraft table ini dirancang untuk menghisap debu grinda. Cara kerjanya adalah debu hasil pengerindaan akan dihisap oleh blower centrifugal yang kemudian masuk ke dalam filter dimana nanti filter ini yang akan memisahkan debu dengan udara sehingga udara yang keluar adalah udara bersih. Blower centrifugal yang akan digunakan memiliki power motor (daya hisap) sebesar 0,75-KW atau 1HP dan filter yang digunakan adalah wiremesh dengan ukuran 37 mikron atau 0,037 mm, sebagai prefilter dan filter HEPA (High Efficiency Particulate Air) yang mampu menyaring partikel yang sangat kecil dari ukuran 0,3 mikron – 5 mikron. Untuk kecepatan udara diukur menggunakan anemometer didapatkan hasil setelah pengujian yaitu kecepatan hisap 5,7 – 6 m/s dan kecepatan buang 9 m/s dengan rangkaian star. Kemudian beban yang mampu ditopang di downdraft table ini yaitu 100 Kg.

Kata Kunci: *airflow, blower, filter*

1. PENDAHULUAN

PT. Atmi Duta Engineering (ADE) adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang *sheet metal*, dimana pengerjaannya meliputi proses *laser cutting, bending, welding* dan *finish grinding*. Hasil pengerjaan dari proses tersebut terutama *finish grinding* menghasilkan *chip* yang berupa serbuk-serbuk besi yang akan langsung terbuang, berjatuhan dan berterbangan di sekitar area kerja dan akan mudah terhirup oleh operator. Hal ini menyebabkan perusahaan harus dapat mengatur cara untuk meminimalisir agar serbuk-serbuk besi tidak terhirup langsung oleh operator dan berjatuhan di sekitar area kerja. Adanya serbuk-serbuk besi yang terhirup, dapat mengganggu kesehatan dari operator dan akan menghambat jalannya proses produksi. Untuk dapat mengatasi serbuk-serbuk besi tersebut, dibutuhkan suatu alat bantu yang mampu menghisap dan menampung serbuk-serbuk yang ada.

Downdraft Table Grinding adalah sebuah meja gerinda yang didesain untuk menghisap debu dan menampung serbuk-serbuk besi hasil proses penggerindaan. Kemudian desain ini memiliki konsep yang berawal dari serbuk-serbuk besi hasil proses penggerindaan yang dihisap oleh *blower* sentrifugal dibantu dengan gaya gravitasi melewati filter yang dapat menyaring debu logam kemudian dikeluarkan menjadi udara yang lebih bersih di area kerja gerinda. Tujuan dari pembuatan *downdraft table grinding* ini yaitu menentukan kapasitas daya hisap *blower centrifugal* supaya dapat menghisap debu hasil penggerindaan dan membuat rangka meja supaya mampu menerima beban minimal 100 kg.

2. METODOLOGI

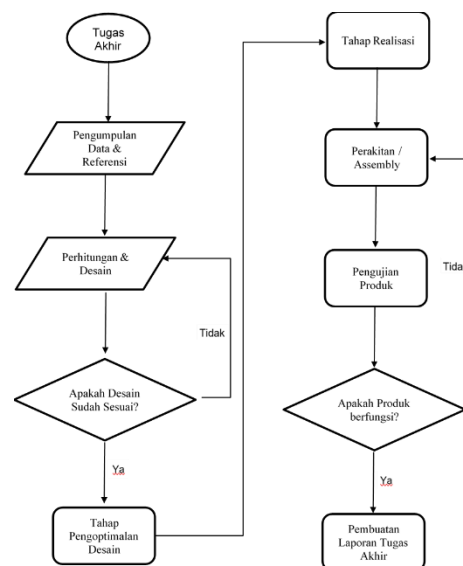
Proses penelitian ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1. Metode Penelitian

Perancangan system adalah Teknik pemecahan masalah dengan melengkapi komponen-komponen kecil menjadi kesatuan komponen sistem kembali ke sistem yang lengkap. (Bentley et al 2007). Teknik ini diharapkan dapat menghasilkan sistem yang lebih baik.

2.2. Proses Penelitian

Untuk menyelesaikan perencanaan dan pembuatan alat, maka dilakukan beberapa tahapan yaitu pengumpulan data, perencanaan desain, tahap realisasi, perakitan, pengujian, dan pembuatan laporan. Berikut *flowchart* tahap penyelesaian tugas akhir.



Gambar 1. Flowchart Proses Penelitian

2.2.1. Pengumpulan Data

Data *wishlist Downdraft Table Grinding* didapat dari wawancara dengan customer, berikut data:

Tabel 1. Wishlist Customer

No.	<i>Wish List Downdraft Table</i>
1	Menunjang kesehatan operator gerinda
2	Dapat menghisap debu <i>chip</i> dan asap hasil penggerindaan
3	Udara hasil penggerindaan yang dikeluarkan <i>filter</i> ke area PT. ADE aman terhirup operator
4	<i>Filter</i> mudah dibersihkan dengan sistem lepas pasang
5	Meja dirancang tetap atau tidak <i>moveable</i>

Rumusan masalah yang didapat dari tugas akhir ini yaitu bagaimana meja ini menghisap serbuk besi, seberapa besar meja meminimalisir serbuk besi, bagaimana rancangan *downdraft table*, dan udara kotor yang bercampur apakah bisa diubah menjadi udara bersih.

Kemudian batasan masalah yang didapat dari *wishlist* tersebut area kerja PT. ADE, pembuangan udara, meja dirancang tetap, beban maksimal yang bisa diterima meja 100 kg, dimensi area kerja meja *downdraft table* 1,2m x 0,86m x 0,8m, dimensi maksimal benda kerja 0,9m x 0,5m x 0,4m, dan *electrical* yang digunakan untuk stop kontak dan *blower centrifugal*.

Data penelitian juga didapat dari beberapa jurnal *online* dan *ebook*. Penelitian tentang desain sistem pengumpul debu dari jurnal *Design analysis of Dust collection system* diperoleh hasil

laju kecepatan udara untuk debu penggerindaan ada pada *range* angka 3500 – 4000 *feet / min* (Storage dan Bhuiyan, 1998). Menurut *ebook Hoods, Dutchwork, and Stacks* didapatkan bahwa kemiringan sudut *ductank* sebesar 35° (Vatavuk, 1995).

2.2.2. Pembuatan Matriks Kebutuhan

Pada proses penentuan matriks kebutuhan diperlukan syarat atau *requirement list* yang diminta oleh *customer*. Setelah menerima *requirement list* dari customer kemudian perlu di diskusikan dengan *engineer*, sebelum dilanjutkan pembuatan desain.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses merancang *downdraft table grinding* ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu penentuan desain, penentuan morfologi, dan perhitungan yang diperlukan. Morfologi yang digunakan untuk rancangan *downdraft table grinding* ini sebagai berikut:

Tabel 2. Morfologi

No.	Fungsi	Pilihan	Alasan Pemilihan
1	Frame	MS Steel	Harga murah
2	Blower	Centrifugal	Permintaan <i>customer</i>
3	Filter	Wire mess St. St	Umur pakai lebih lama
4	Hood type	Flanged Opening	Proses assembly lebih mudah
5	Foot frame	Foot Adjuster	Melindungi permukaan lantai
6	Sambungan	Las, Mur dan Baut	Lebih kuat
7	Vented back	MS Steel	Harga murah

Tabel 2 merupakan *part* yang akan digunakan untuk membuat *downdraft table grinding*. Pemilihan *part* yang akan digunakan beberapa adalah permintaan *customer*. Proses perhitungan diperlukan untuk menentukan seberapa besar *power* motor yang diperlukan dan perhitungan kekuatan rangka *base plate*.

Perhitungan keperluan daya hisap *blower centrifugal* memerlukan debit udara dan *pressure loss*. Berikut perhitungan debit udara:

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 18 \text{ m/s} \times (p \times l)$$

$$Q = 18 \text{ m/s} \times (0,098 \text{ m} \times 0,098 \text{ m})$$

$$Q = 18 \text{ m/s} \times 0,009604 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,172 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil debit udara sebesar 0,172 m³ /s.

Setelah menghitung debit udara, dilanjutkan dengan menghitung *pressure loss* berikut perhitungannya:

$$\Delta P_f = \lambda \cdot (l/d) \times (\gamma/2g) \cdot v^2$$

$$\Delta P_f = 0,135 \times (0,56194/0,076) \times (1,2/2 \times 9,8) \times 18^2$$

$$\Delta P_f = 0,135 \times 7,39 \times 5,88 \times 18^2$$

$$\Delta P_f = 1900,64 \text{ kg/m}^2$$

Pressure loss yang didapatkan yaitu 1900,64 kg/m² untuk menghitung *power* motor.

Kemudian langkah terakhir yaitu menentukan *power* motor *blower centrifugal*, berikut perhitungannya:

$$KW = (Q \cdot Pa) / (\text{efisiensi blower} \cdot 1000)$$

$$KW = (0,172 \text{ m}^3 / \text{s} \times 1900,64 \text{ kg/m}^2) / (65\% \times 1000)$$

$$KW = 0,502 \text{ kWh} = 502 \text{ Watt}$$

$$Power = 502 \text{ Watt} = 0,67 \text{ HP}$$

Jadi, *power* motor yang digunakan untuk *downdraft table* sesuai kebutuhan adalah 0,67 HP, tetapi yang digunakan adalah motor dengan daya hisap 1 HP.

Kemudian untuk mengetahui apakah rangka meja dapat menerima beban minimal 100 kg, maka diperlukan perhitungan defleksi. Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok atau batang yang ditinjau dari 1 dimensi akibat adanya pembebanan yang diberikan pada balok atau batang. Pengujian defleksi penting guna mengetahui kelenturan suatu benda yang diberi pembebanan. Berikut perhitungannya:

$$f_1 = \frac{F \cdot L \cdot L \cdot L}{48 \cdot E \cdot I} \quad (\text{mm})$$

Keterangan:

f_1 : Defleksi (mm).

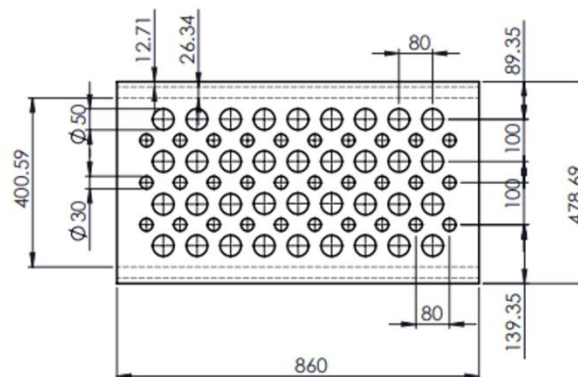
F : Beban (N).

L : Jarak (mm).

E : Modulus Elastisitas (N/mm²).

I : Momen Inersia (mm⁴).

Sebelum menentukan defleksi, harus menghitung terlebih dahulu momen inersia.



Gambar 1. Base Plate

$$I = (b \times h^3) / 12$$

$$I = (400,59 \times 26,34^3) / 12$$

$$I = 610051,0368 \text{ mm}^4$$

Jadi, momen inersia yang diperoleh untuk menentukan defleksi yaitu 610051,0368 mm⁴.

$$f_1 = \frac{F \cdot L \cdot L \cdot L}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$f_1 = \frac{981 \cdot 430 \cdot 430 \cdot 430}{48 \cdot 210000 \cdot 610051,0368}$$

$$f_1 = 0,0127 \text{ mm}$$

Jadi, defleksi yang terjadi pada *base plate* sebesar 0,0127 mm.

Keterangan:

f_1 : Defleksi (mm).

F : Beban (N).

L : Jarak (mm).

E : Modulus Elastisitas (N/mm^2) = 210000 N/mm^2 (MS Sheet).

I : Momen Inersia (mm^4).

E : 210000 N/mm^2 (MS Sheet).

Beban uji : 100 Kg (981 Newton).

L : 430 mm.

3.1. Penentuan Matriks Kebutuhan

Dalam proses pembuatan Tugas Akhir *downdraft table grinding* ini diperlukan *requirement list* dari *customer* supaya bisa lanjut ke proses desain, Berikut *requirement list* dari *customer*:

Tabel 3. Requirement List

Daftar Persyaratan		
Persyaratan	Kuantifikasi	Keterangan
1. Persyaratan Utama		
1.1 Batas beban maksimal	Maksimal 100kg	II
1.2 Daya Hisap	1 HP	II
1.3 Daya <i>Input</i>	3 Phase (380V) 750 Watt	II
1.4 Kecepatan Motor	2800 rpm	II
1.5 Material <i>frame</i> yang digunakan	Besi Hollow MS Ukuran 40x40x4 mm	II
1.6 Durasi Pemakaian	16 jam/hari	II
1.7 Jumlah	1	I
2. Persyaratan Minimum		
2.1 Umur pakai	>4 Tahun	IV
2.2 Penggunaan bebas perawatan	Pengecekan <i>filter</i> , kondisi motor, dan <i>switch button</i>	III
2.3 Memiliki tampilan yang baik		II
3. Keinginan / Harapan		
3.1 Filter mudah dibersihkan		III
3.2 Perawatan mudah		II
3.3 Part yang dijumpai mudah		II
3.4 Mudah dalam perakitan		II

Keterangan:

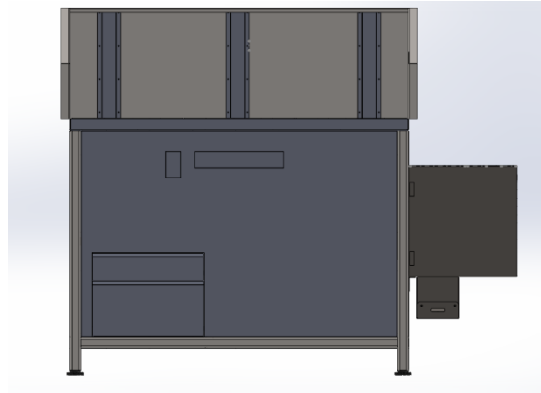
IV : Sangat penting sekali

III : Sangat penting

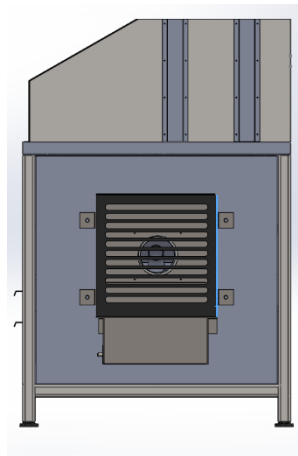
II : Penting

I : Tidak terlalu penting

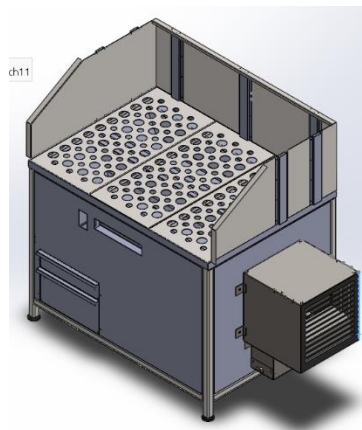
3.2. Perancangan Konsep



Gambar 2. Front View



Gambar 3. Right View



Gambar 3. Isometric View

Downdraft table grinding dengan spesifikasi:

1. Dimensi area kerja 1,2 m x 0,86 m x 0,8 m.
2. Dimensi benda kerja 0,9 m x 0,4 m x 0,5 m.
3. Beban maksimal yang bisa diterima meja 100 kg.
4. Dilengkapi *filter wiremesh*.
5. Dilengkapi *filter* HEPA yang mampu menyaring partikel yang sangat kecil dari ukuran 0,3 mikron – 5 mikron. (Budhijuwono et al 2020)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil desain dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebutuhan *power* motor untuk *blower centrifugal* menggunakan perhitungan manual. Hasil perhitungan tersebut untuk debit udara didapatkan hasil 0,172 m³/s dan untuk hasil dari perhitungan *pressure loss* didapatkan hasil 1900,64 kg/m². Jadi, *power* motor didapatkan hasil sebesar 502-Watt atau 0,67 HP, untuk *blower centrifugal* yang kita gunakan 1 HP, kenapa kita menggunakan power 1 HP agar kinerja fungsi dan tujuan dari mesin lebih optimal.
2. Setelah dilakukan uji coba fungsi *downdraft table grinding* hasilnya:
 - *Blower* sentrifugal dengan rangkaian star:
 - a. Kecepatan hisap (depan lubang *inlet*) = 6 m/s
 - b. Kecepatan hisap ke *ductank* = 5,7 m/s
 - c. Kecepatan buang tanpa selang = 9 m/s
 - d. Kecepatan buang dengan selang = 4,5 m/s
 - *Blower* sentrifugal dengan rangkaian delta:
 - a. Kecepatan hisap (depan lubang *inlet*) = 6,5 m/s
 - b. Kecepatan buang (depan lubang *inlet*) = 10 m/s

Kecepatan hisap tersebut diperoleh dari hasil pengukuran dengan alat anemometer dan *blower* sentrifugal yang digunakan memiliki spesifikasi kecepatan putaran fan 2800 rpm.
3. Kekuatan *base plate* yang menggunakan material MS menggunakan perhitungan manual guna mengetahui perubahan bentuk pada balok/batang dengan rumus defleksi, didapatkan hasil momen inersia sebesar 610051,0368 mm⁴, beban uji sebesar 100 kg (981 Newton), tetapan modulus elastisitas material MS sebesar 210000 N/mm² sehingga diperoleh hasil defleksi sebagai berikut 0,0127 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Bentley, 2007, *Systems Analysis and Design for The Global Enterprise*, McGraw-Hill Companies, New York
- Bhuiyan Z., 1998, *Design analysis of Dust collection system, Design analysis of Dust collection system*, Biosystems Engineering, University of Manitoba, Winnipeg
- Budhijuwono, 2020, *Efektifitas Hepa Filter Dengan Charcoal Dalam Penyaringan Organofosfat Di Kabin Pesawat*, Universitas Indonesia, Jakarta
- Suroto, A. Strength of Material. Surakarta: Atmipress Solo
- Taufik B. C. M., 2017, Merancang Penghisap Debu, *Merancang Penghisap Debu*, <https://taufikbcm.blogspot.com/2017/04/merancang-dust-collector.html>
- Vatavuk W. M., 1995, Hoods, Dutchwork, and Stacks, *Hoods, Dutchwork, and Stacks*, Hoods, Dutchwork, and Stacks, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC 27711