

Perancangan dan Analisa *Airflow Dust Collector System* di PT. Aneka Adhilogam Karya

Nabila Eka Ayunda ^{1*}, Emie Santoso ², Dhika Aditya Purnomo ³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia¹

Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia²

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia³

Email: nabilaekaayunda.nea@gmail.com¹

Abstract – The metal casting industry is an activity of processing molten metal material formed in a mould pattern to produce the desired product. Because the gas emissions released during metal smelting have an impact on the safety and health of workers, there is a decrease in air quality and a dust concentration of 1608.30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ is obtained. This value is above the threshold determined by the Decree of the Governor of Central Java no. 8 of 2011 which is 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In machining, the entire mould area, and induction furnace are areas that produce a lot of dust particulates. For this reason, it is necessary to design an air filtration system, namely a dust collector system. Dust collector works by sucking dust and air using a pump which is then filtered using a dust filter. The analysis process of this system design will use computational fluid dynamics method. With the analysis of the working system of the machine, it is expected that it will work optimally in air circulation in the metal smelting production building. Then a Cost Budget Plan will also be carried out, in order to estimate the amount of costs required in the installation of the design of the dust collector system. The calculation results in the simulation show that the best performance is in the layout design 2. The suction capacity in the layout design 2 is 13.57 m^3/s . These results are not much different from manual calculations or hand calculations.

Keyword: Dust, dust collector system, industry,

Nomenclature

Q	debit
v	kecepatan
ϕ	nilai phi
d	nilai diameter
Re	Reynold number
ρ	massa jenis udara
μ	viskositas udara
ϵ	nilai kekasaran material
ΔP	total pressure
f	friction factor
K	Coefficient for ducting fitting
L	panjang duct

1. PENDAHULUAN

Dust collector adalah salah satu perangkat yang dapat membantu filtrasi dari udara di area gedung produksi di PT Aneka Adhilogam Karya. *Dust collector* bekerja dengan sistem menghisap debu dan udara dengan menggunakan alat penghisap yang selanjutnya udara tersebut difiltrasi menggunakan *dust filter*. Debu dan kotoran yang telah ditangkap dengan dust filter akan ditampung pada *hopper* atau wadah pengumpul debu. Sehingga dapat melepaskan udara yang bersih dan tidak mencemari lingkungan.

Adapun dalam penelitian ini memiliki tujuan yaitu, menentukan desain sistem perancangan *dust collector*

yang optimal, menentukan hasil analisa *air flow* dari desain sistem perancangan *dust collector* dengan menggunakan metode *computational fluid dynamics*, penggambaran *detail engineering drawing* pada perancangan *dust collector* dan menentukan rencana anggaran biaya yang akan dikeluarkan untuk proses manufaktur sistem *dust collector*. Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah yang ditujukan agar penelitian berjalan dengan tepat dan terarah serta mencapai tujuan yang telah ditentukan. Batasan masalah pada penelitian ini antara lain, perencanaan desain perancangan yang akan dibahas yaitu pada industri pengecoran PT. Aneka Adhilogam Karya, pembahasan penelitian hanya perencanaan desain sistem, analisa *air flow* dan RAB proses manufaktur, tidak membahas manajemen pada proyek pemasangan dan instalasi *dust collector*, tidak menghitung kekuatan struktur pondasi mesin, tidak menghitung kebocoran sistem saluran pipa, hasil penelitian ini hanya sampai pada keberhasilan sistem dan *dust collector* yang akan dibuktikan dengan analisa dan pemodelan dalam *software*.

2. METODOLOGI

2.1 Tahapan Penelitian

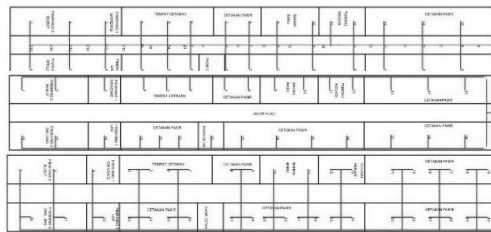
Adapun langkah-langkah yang digunakan pada pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengumpulan data
2. Pembuatan konsep perancangan *dust collector*

3. Perhitungan tiap konsep *layout ducting*
4. Pengujian rancangan menggunakan *software*
5. Pemilihan pada konsep *layout ducting*
6. Penggambaran *detail drawing*
7. Penentuan RAB pada saat proses manufaktur

2.2 Pembuatan Konsep Layout Ducting

Gambar-gambar di bawah ini merupakan penggambaran awal konsep *layout design* dari *ducting*. Pada konsep pertama dirancang memiliki titik hisap sebanyak 26 *hood*. Kemudian konsep kedua memiliki titik hisap sebanyak 29 *hood* dan konsep ketiga memiliki titik hisap sebanyak 44 *hood*.



2.3 Perhitungan pada Konsep Layout Ducting

Nilai-nilai yang dibutuhkan pada saat perhitungan konsep *layout ducting* yaitu nilai debit (Q) dan kecepatan dalam *ducting*. Nilai kecepatan tersebut didapatkan pada tabel rekomendasi, yang selanjutnya akan didapatkan besar diameter dari pipa melalui plot diagram *friction chart for round duct*.

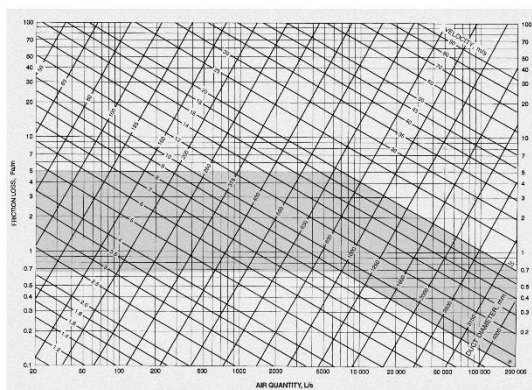


Fig. 9 Friction Chart for Round Duct ($\rho = 1.29 \text{ kg/m}^3$ and $\epsilon = 0.09 \text{ mm}$)

Selanjutnya besar diameter yang didapatkan harus disesuaikan dengan diameter yang tersedia di pasaran, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$v = \frac{Q}{\frac{1}{4} \times \pi \times d^2} \quad (1)$$

Selanjutnya menentukan bilangan Reynold dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Re = \frac{\rho \times v \times D}{\mu} \quad (2)$$

Bilangan Reynold memiliki fungsi yakni sebagai penentuan dan identifikasi jenis aliran fluida seperti laminar, turbulen dan transisi.

Kemudian, menghitung nilai kekasaran dalam pipa (*relative's roughness*) yang dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Relative roughness} = \frac{\epsilon}{d} \quad (3)$$

Nilai tersebut digunakan untuk menentukan *friction factor* (faktor kekasaran) yang digunakan dalam perhitungan kerugian gesek yang dapat terjadi pada pipa lurus, belokan, perubahan diameter pipa dan sambungan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kerugian gesek pada pipa lurus yaitu sebagai berikut:

$$\Delta P = \frac{f \times L \times \rho \times v^2}{2 \times d} \quad (4)$$

Sedangkan untuk menghitung kerugian gesek untuk pipa sambungan, belokan, dan perubahan diameter dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta P = \frac{K_L \times \rho \times v^2}{2} \quad (5)$$

Hasil dari perhitungan kerugian gesek akan diakumulasikan sehingga dapat menentukan besar daya mesin yang dibutuhkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan keseluruhan dari kerugian gesek dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kerugian Gesek

ΔP	Layout 1	Layout 2	Layout 3
	667.6498 N/m ²	1174.0374 N/m ²	23697.0098 N/m ²

Sumber: Perhitungan dan Pengamatan, 2022

Perbandingan nilai-nilai *system dust collector* dari perhitungan manual dengan *software Ansys* dapat dilihat pada Tabel 2. Perbandingan nilai tersebut sebagai berikut:

Tabel 2 Perbandingan Nilai Perhitungan Manual dan Nilai Software

Parameter	Manual Calculation	Hasil Software Calculation		
		Layout 1	Layout 2	Layout 3
Debit Total	13.79 m ³ /s	13.53 m ³ /s	13.57 m ³ /s	13.55 m ³ /s
Kecepatan di Outlet	11.49 m/s	11.295563 m/s	11.33647 m/s	10.66242 m/s

Sumber : Dokumen Pribadi

Nilai debit dari hasil simulasi software pada ketiga desain, didapatkan bahwa pada desain layout 2 memiliki nilai yang paling besar yaitu 13.57 $\frac{m^3}{s}$. Dalam artian kapasitas hisap pada desain layout tersebut adalah yang paling maksimal performanya.

Tabel 3 Matriks Perhitungan Konsep

Matriks Penilaian Konsep									
Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep Produk dan Referensi							
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Referensi	
		Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor
Performa Kapasitas Hisap	60%	3	1.8	5	3	3	1.8	3	1.8
Proses Manufaktur	40%	4	1.6	3	1.2	2	1.2	3	1.2
Nilai Absolut (%)		7	3.4	8	4.2	5	3	6	3
Nilai Relatif (%)		26.92	25	30.76	30.88	19.23	22.05	23.07	22.05
Ranking		2		1		4		3	

Sumber : Dokumen Pribadi

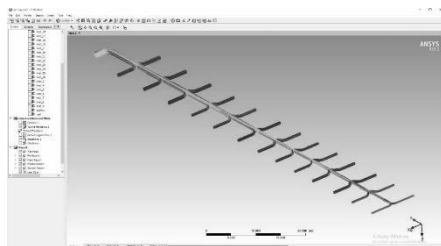
Berdasarkan tabel matriks penilaian konsep desain layout di atas maka dapat disimpulkan bahwa konsep desain 2 lebih unggul dengan nilai absolut 8% dan nilai relatif 30.76%.

Hasil Simulasi Software

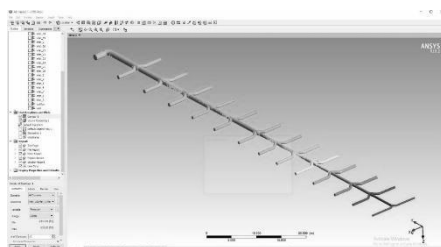
1. Layout Design 1

Setelah dilakukan meshing dan pemberian nilai pada variabel-variabel yang dibutuhkan didapatkan hasil pada masing-masing pipa cabang dan utama. Untuk hasil simulasi *pressure* didapatkan nilai paling tinggi 632.8 Pa sedangkan untuk nilai *pressure* paling rendah yaitu 6.107 Pa.

Kemudian untuk hasil simulasi kecepatan yang paling tinggi sebesar 28.31 m/s dan yang paling rendah yaitu 1.573 m/s.



Gambar 2 Hasil Simulasi Kecepatan

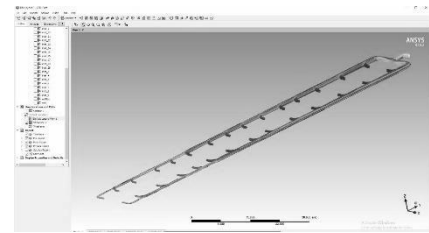


Gambar 3 Hasil Simulasi Pressure

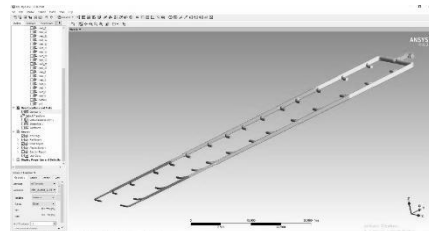
2. Layout Design 2

Setelah dilakukan meshing dan pemberian nilai pada variabel-variabel yang dibutuhkan didapatkan hasil pada masing-masing pipa cabang dan utama. Untuk hasil simulasi *pressure* didapatkan nilai paling tinggi 184.2 Pa sedangkan untuk nilai *pressure* paling rendah yaitu 29.8 Pa.

Kemudian untuk hasil simulasi kecepatan yang paling tinggi sebesar 18.11 m/s dan yang paling rendah yaitu 1.811 m/s.



Gambar 4 Hasil Simulasi Kecepatan

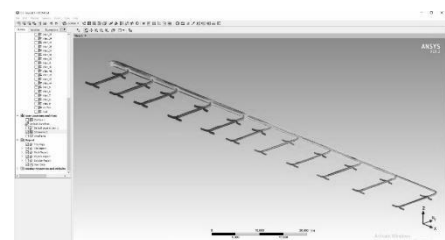


Gambar 5 Hasil Simulasi Pressure

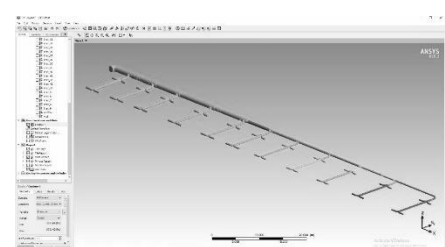
3. Layout Design 3

Setelah dilakukan meshing dan pemberian nilai pada variabel-variabel yang dibutuhkan didapatkan hasil pada masing-masing pipa cabang dan utama. Untuk hasil simulasi *pressure* didapatkan nilai paling tinggi 973.4 Pa sedangkan untuk nilai *pressure* paling rendah yaitu 71.98 Pa.

Kemudian untuk hasil simulasi kecepatan yang paling tinggi sebesar 28.94 m/s dan yang paling rendah yaitu 2.89 m/s.



Gambar 6 Hasil Simulasi Kecepatan



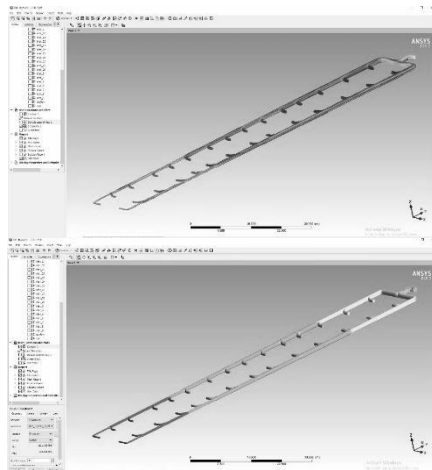
Gambar 7 Hasil Simulasi Pressure

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang disimpulkan yaitu sebagai berikut:

1. Perancangan dust collector menggunakan desain konsep layout 2 dibantu dengan software Autodesk Fusion 360 dan Ansys 2020. Gambar detail untuk dust collector terlihat pada Lampiran. Hasil perancangan didapatkan besar debit yang mampu dihisap sebesar 13.57 m³/s. Dengan jumlah hood sebanyak 29 hood. Jumlah daya blower yang dibutuhkan dengan menggunakan besar nilai debit

- dan total pressure drop yaitu 22 Hp atau 16.4 Kw. Efisiensi nilai dari daya blower adalah sebesar 97% terpakai untuk memenuhi kebutuhan penghisapan debu dalam gedung produksi.
2. Hasil dari pemilihan konsep yaitu pada layout 2 dengan menggunakan software Ansys didapatkan hasil pressure paling tinggi 1842 Pa dan besar velocity paling tinggi sebesar 18.11 m/s. Dimana pada kedua hasil tersebut tidak melebihi persyaratan atau rekomendasi yang ada.



Gambar 8 Hasil Simulasi Software (a) simulasi kecepatan (b) simulasi tekanan

3. Hasil penggambaran detail drawing dapat dilihat pada Lampiran.
4. Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang akan dikeluarkan untuk proses manufaktur sistem dust collector pada desain terpilih yaitu layout 2 adalah sebesar 14.185.000,00.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Ibu, dan adik-adik yang telah memberikan dukungan materi, motivasi, kasih sayang, do'a, dan nasehat hidup bagi penulis.
2. Ibu Emie Santoso, M.T., selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
3. Bapak Dhika Aditya Purnomo S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
4. Teman seperjuangan Teknik Desain dan Manufaktur angkatan tahun 2018.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar, H. A. 2017. Tipe Ventilasi Industri. Jakarta. Universitas Esa Unggul.

- [2] ACGIH. 1998. Industrial Ventilation; A Manual of Recommended Practice 23th Edition. Ohio. Amer Conf of Governmental; 23rd edition
- [3] Latar, M. A. 2014. Tahapan Perancangan Ventilasi Lokal. Jakarta. Universitas Esa Unggul.
- [4] Aviora, K., 2017. Perancangan Dust Collector System untuk Proses Buffing. Surabaya, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [5] Cooper, David & F.C. Alley. 2011. Air Pollution Control; A Design Approach 4th Edition, Illinois. Waveland Press
- [6] Cengel, Y. A & Cimbala, J. M. 2006. Fluid Mechanics: Fundamentals and Application. Singapore: McGraw Hill.
- [7] Croom, Miles. Chemical Engineering; New York Vol. 100, Iss. 7, (Jul 1993): 86
- [8] White, F. M..1994. "Mekanika Fluida" (Terjemahan oleh Manahan Hariandja). Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- [9] Batan, I. (2012). Desain Produk. Surabaya: Inti Karya Guna.