

**ANALISIS ALIRAN FLUIDA *FUME EXTRACTOR*
MENGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS FLUENT* UNTUK
WORKSHOP TEKNIK MESIN UNIVERSITAS NUSA PUTRA**

SKRIPSI

DIDA KADARISMAN

20210110017



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA SUKABUMI**

2024

**ANALISIS ALIRAN FLUIDA *FUME EXTRACTOR* MENGGUNAKAN
SOFTWARE *ANSYS FLUENT* UNTUK *WORKSHOP* TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Dalam Menempuh Gelar Sarjana Teknik Mesin*

DIDA KADARISMAN

20210110017



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA SUKABUMI**

2024

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : ANALISIS ALIRAN FLUIDA *FUME EXTRACTOR*
MENGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS FLUENT* UNTUK
WORKSHOP TEKNIK MESIN UNIVERSITAS NUSA PUTRA

NAMA : DIDA KADARISMAN

NIM 20210110017

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai bukti-bukti yang cukup maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar sarjana teknik mesin saya beserta hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”

Sukabumi, 25 Januari 2025



Dida Kadarisman

PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS ALIRAN FLUIDA *FUME EXTRACTOR*
MENGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS FLUENT* UNTUK
WORKSHOP TEKNIK MESIN UNIVERSITAS NUSA PUTRA

NAMA : DIDA KADARISMAN
NIM 20210110017

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui
Sukabumi, 25 Januari 2025

Ketua Program Studi



Pembimbing,

Lazuardi Akmal Islami, M.Si

NIDN : 0415039402

Ir. Fabrobi Fazlur Ridha, B.Eng., M.T.

NIDN. 0406029002

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS ALIRAN FLUIDA *FUME EXTRACTOR*
MENGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS FLUENT* UNTUK
WORKSHOP TEKNIK MESIN UNIVERSITAS NUSA PUTRA

NAMA : DIDA KADARISMAN

NIM 20210110017

Skripsi Ini Telah Diujikan Dan Dipertahankan Di depan Dewan Penguji Pada Sidang Skripsi Tanggal 25 Januari 2025 Menurut Pandangan Kami, Skripsi Ini Memadai Dari Segi Kualitas Untuk Tujuan Penganugerahan Gelar Sarjana Teknik Mesin.

Sukabumi, 25 Januari 2025

Pembimbing

Ketua Dewan Penguji

Ir. Fabrobi Fazlur Ridha, B.Eng., M.T.
NIDN. 0406029002

Lazuardi Akmal Islami, M.Si.
NIDN: 0415039402

Ketua Program Studi
Teknik Mesin

Dekan Fakultas
Teknik, Komputer, dan Desain

Lazuardi Akmal Islami, M.Si.
NIDN: 0415039402

Ir. Paikun, S.T.M.T., IPM., ASEAN.Eng.
NIDN: 0402037401

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga kami berhasil menyelesaikan rancangan penelitian ini yang berjudul " Analisis Aliran Fluida *Fume Extractor* Menggunakan *Software Ansys Fluent* Untuk *Workshop* Teknik Mesin Universitas Nusa Putra”guna memenuhi skripsi.

Rancangan penelitian ini telah kami usahakan semaksimal mungkin dan tentunya dengan bantuan berbagai pihak, sehingga dapat memperlancar pembuatan rancangan penelitian ini. Untuk itu kami tidak lupa menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan rancangan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi penyusun bahasa maupun segi lainnya. kritik dan saran dari semua pihak akan sangat membantu penulis untuk dapat memperbaiki rancangan ini.

Penulis berharap semoga dari rancangan penelitian ini dapat bermanfaat dan yang paling terpenting adalah dapat terealisasi dengan baik.



Sukabumi, 25 Januari 2024

Penulis

ABSTRACT

The welding process produces fumes, vapors, and hazardous particles that can cause health issues such as respiratory diseases and lung cancer if not properly managed. To address this issue, an efficient fume extractor system is required. This study aims to design and analyze the piping system for a welding fume extractor suitable for the Mechanical Engineering workshop at Nusa Putra University. The study employs the Computational Fluid Dynamics (CFD) method to simulate fluid flow patterns, pressure distribution, turbulence intensity, and emission control effectiveness across various types of pipes, including spiral pipes, corrugated pipes, and straight pipes. The simulation results reveal that straight pipes exhibit more stable flow patterns, uniform velocity distribution, and controlled turbulence intensity compared to other pipe types. straight pipes also demonstrate better efficiency in reducing flow resistance. Conversely, corrugated pipes generate higher turbulence levels, making them less efficient for fluid transport. Based on the analysis, straight pipes are recommended as the optimal solution for the fume extractor system. Considering these findings, the fume extractor system can be optimally designed to enhance safety and health in the work environment, particularly during welding processes in the Mechanical Engineering workshop at Nusa Putra University.

Keywords: *Fume extractor, welding, flow pattern, Computational Fluid Dynamics (CFD), piping system.*

ABSTRAK

Proses pengelasan menghasilkan asap, uap, dan partikel berbahaya yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan, seperti penyakit pernapasan dan kanker paru-paru, jika tidak dikelola dengan baik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem *fume extractor* yang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem pipa pada *fume extractor welding* yang sesuai untuk *workshop* Teknik Mesin Universitas Nusa Putra. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk mensimulasikan pola aliran fluida, distribusi tekanan, intensitas turbulensi, dan efektivitas pengendalian emisi pada berbagai jenis pipa, yaitu pipa spiral, pipa bergelombang, dan pipa lurus. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pipa lurus memiliki pola aliran yang lebih stabil, distribusi kecepatan yang merata, dan intensitas turbulensi yang terkendali dibandingkan jenis pipa lainnya. Pipa lurus juga menunjukkan efisiensi yang lebih baik dalam mengurangi hambatan aliran. Sementara itu, pipa bergelombang menghasilkan tingkat turbulensi yang tinggi, sehingga kurang efisien dalam mengalirkan fluida. Berdasarkan analisis, penggunaan pipa lurus direkomendasikan sebagai solusi terbaik untuk sistem *fume extractor*. Dengan mempertimbangkan hasil penelitian ini, sistem *fume extractor* dapat dirancang secara optimal untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan di lingkungan kerja, khususnya pada proses pengelasan di *workshop* Teknik Mesin Universitas Nusa Putra.

Kata kunci: *Fume extractor*, pengelasan, pola aliran, *Computational Fluid Dynamics* (CFD), sistem pipa.

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS

AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI

Sebagai civitas akademisi Universitas Nusa Putra yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : DIDA KADARISMAN

NIM 20210110017

PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN

JENIS KARYA : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah yang berjudul :

ANALISIS ALIRAN FLUIDA *FUME EXTRACTOR* MENGGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS FLUENT* UNTUK *WORKSHOP* TEKNIK MESIN UNIVERSITAS NUSA PUTRA

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi

Pada tanggal : Januari 2025

Yang Menyatakan

DIDA KADARISMAN

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENULIS	ii
PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengelasan.....	5
2.1.1 Pengelasan Shield Metal Arc Welding (SMAW).....	5
2.1.2 Bahaya Pengelasan.....	5
2.2 Fume Extraction Welding.....	8
2.3 Pipa.....	9
2.3.2 Pipa Struktural.....	11
2.3.3 Klasifikasi dan Bahan Pipa.....	11
2.3.4 Standar Pipa.....	13
2.4 Aliran Udara Dalam Pipa.....	14
2.5 Metode Penelitian SAW (<i>Simple Additive Weighting</i>).....	16
2.6 Ansys.....	18
2.6.1 <i>Computational Fluids Dynamics</i> (CFD).....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	20

3.2 Studi Literatur dan Pengumpulan Data Parameter.....	20
3.3 Implementasi Metode SAW.....	21
3.3.1 Langkah-langkah Penerapan Metode SAW	22
3.3.2 Kelebihan dan Kekurangan Metode SAW	22
3.4 Tahap <i>Pre-Processing</i>	22
3.4.1 Pembuatan Desain <i>Fume Extractor</i>	22
3.4.2 Mendefinisikan Domain Komputasi.....	23
3.4.3 Pembuatan <i>Meshing</i>	26
3.5 Tahap <i>Processing</i>	27
3.5.1 <i>Setup</i> Simulasi	27
3.5.2 <i>Input Solution</i>	28
3.5.3 <i>Setup Results</i>	29
3.6 Tahap <i>Post-Processing</i>	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Pemilihan Desain yang Sesuai	30
4.2 Hasil Analisis Distribusi Kecepatan	34
4.2.1 Pipa fleksibel <i>duct</i> bergelombang	34
4.2.2 Pipa fleksibel <i>duct</i> spiral	35
4.2.3 Pipa lurus.....	37
4.3 Hasil Analisis Distribusi Tekanan	38
4.3.1 Pipa fleksibel <i>duct</i> bergelombang	38
4.3.2 Pipa fleksibel <i>duct</i> spiral	39
4.3.3 Pipa lurus.....	39
4.4 Hasil Analisis Turbulence Intensity.....	40
4.5 Analisis Pola Aliran didalam Pipa	42
BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bahaya asap pengelasan (Dokumen Pribadi)	6
Gambar 2. 2 Percikan bunga api (Dokumen pribadi)	7
Gambar 2. 3 <i>Fume extraction welding</i> (Dokumen pribadi).....	8
Gambar 2. 4 <i>Desain Fume Extractor Welding</i> [9].....	10
Gambar 2. 5 <i>Desain Fume Extractor Welding</i> [10].....	11
Gambar 2. 6 Persamaan kontinuitas dengan volume atur.....	16
Gambar 2. 7 Ansys 2024 R2 [6]	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3. 2 <i>Desain Fume Extractor</i> : a). <i>Fleksibel duct</i> bergelombang, b). <i>Fleksibel duct</i> spiral, c).Pipa lurus.....	23
Gambar 3. 3 Domain komputasi <i>stationary inlet</i>	24
Gambar 3. 4 Domain komputasi <i>rotating</i>	25
Gambar 3. 5 Domain komputasi <i>stationary outlet</i>	25
Gambar 3. 6 Visualisasi <i>Polyhexcore Mesh</i>	27
Gambar 3. 7 Pembuatan <i>plane</i>	29
Gambar 4. 1 <i>Fleksibel duct</i> spiral.....	33
Gambar 4. 3 Distribusi kecepatan Pipa <i>Fleksibel duct</i> bergelombang	34
Gambar 4. 4 Vektor <i>velocity</i> Pipa <i>Fleksibel duct</i> bergelombang	35
Gambar 4. 5 Distribusi kecepatan Pipa <i>Fleksibel duct</i> spiral	36
Gambar 4. 6 Vektor <i>velocity</i> Pipa <i>Fleksibel duct</i> spiral	36
Gambar 4. 7 Distribusi kecepatan pipa lurus.....	37
Gambar 4. 8 Vektor kecepatan pipa lurus	38
Gambar 4. 9 Distribusi tekanan Pipa <i>Fleksibel duct</i> bergelombang.....	39
Gambar 4. 10 Distribusi tekanan Pipa <i>Fleksibel duct</i> spiral	39
Gambar 4. 11 Distribusi tekanan pipa lurus	40
Gambar 4. 12 <i>Turbulence Intensity</i> . a) Pipa bergelombang, b) Pipa spiral, c) Pipa lurus	41
Gambar 4. 13 <i>Pathline velocity</i> Pipa <i>Fleksibel</i> bergelombang.....	43
Gambar 4. 14 <i>Pathline velocity</i> pipa fleksibel <i>duct</i> spiral.....	43
Gambar 4. 15 <i>Pathline velocity</i> pipa lurus	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Spesifikasi <i>Centrifugal Fan</i>	21
Tabel 3. 2. Spesifikasi Fluida	21
Tabel 3. 3. Parameter Geometri <i>Fume Extractor</i>	23
Tabel 3. 4. Data Kondisi Batas.....	26
Tabel 3. 5. Parameter <i>Mesh</i>	27
Tabel 3. 6. Parameter <i>Setup</i> Simulasi CFD	28
Tabel 3. 7. <i>Setup Input Solution</i>	28
Tabel 4. 1. Perhitungan Nilai Akhir Menggunakan Metode SAW.....	32



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pengelasan adalah bagian integral dari banyak industri, termasuk manufaktur, konstruksi, dan perbaikan [1]. Meskipun memberikan manfaat besar dalam pembentukan struktur logam yang kuat, proses pengelasan juga menghasilkan bahaya potensial bagi kesehatan pekerja dan lingkungan *workshop*. Selama pengelasan, logam dipanaskan dan meleleh, menghasilkan asap, uap, dan partikel-partikel kecil yang mengandung berbagai zat beracun dan berbahaya seperti logam berat, oksida logam, dan senyawa kimia berbahaya. Kontaminan-kontaminan ini dapat menyebabkan gangguan pernapasan, iritasi mata, penyakit pernapasan kronis, dan bahkan penyakit serius seperti kanker [2].

Menerapkan K3 di lingkungan kerja merupakan tanggung jawab dan budaya yang harus dilakukan guna menjaga keamanan dan kenyamanan selama pekerjaan berlangsung. di *workshop* Teknik mesin Universitas Nusa Putra sendiri penerapan K3 pada praktik pengelasan belum teratasi secara maksimal terutama pada pengelolaan asap serta partikel selama pengelasan berlangsung. salah satu solusi yang efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut ialah dengan menggunakan *Fume Ectractor Welding* yang mampu membuang gas berbahaya.

Fume extractor welding adalah salah satu solusi yang umumnya digunakan untuk mengatasi masalah ini. Sistem ini dirancang untuk menangkap dan menghilangkan asap dan partikel-partikel berbahaya sebelum mereka dapat menyebar ke udara di sekitarnya [3]. Penggunaan *fume extractor welding* dalam proses pengelasan di *workshop* tidak hanya meningkatkan keamanan dan kesehatan pekerja, tetapi juga membantu mematuhi standar regulasi lingkungan kerja yang ketat.

Pipa *fume extractor* merupakan solusi yang umum digunakan untuk mengatasi masalah ini. Sistem ini dirancang untuk menangkap dan menghilangkan kontaminan-kontaminan berbahaya sebelum mereka mencapai udara di sekitarnya

[4]. Namun, untuk memaksimalkan efisiensi dan efektivitas sistem *fume extractor welding*, pemilihan jenis, material pipa serta analisis aliran fluida menjadi faktor krusial.

Pemilihan jenis dan material pipa dalam sistem *fume extractor* menjadi faktor krusial karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi penangkapan dan pembuangan kontaminan. Jenis pipa yang digunakan, apakah fleksibel atau kaku, akan menentukan kemudahan instalasi serta tingkat hambatan aliran udara. Pipa fleksibel lebih mudah disesuaikan dengan area kerja tetapi cenderung meningkatkan resistansi aliran, sedangkan pipa kaku lebih optimal dalam menjaga kelancaran aliran udara. Selain itu, material pipa juga memainkan peran penting dalam ketahanan terhadap suhu tinggi dan sifat korosif dari partikel hasil proses pengelasan. Material seperti baja galvanis atau *stainless steel* sering dipilih karena daya tahannya terhadap panas dan korosi, sementara material berbasis polimer mungkin lebih ringan tetapi harus dipastikan memiliki ketahanan yang memadai terhadap kondisi operasional. Oleh karena itu, pemilihan jenis dan material pipa yang tepat sangat diperlukan untuk memastikan sistem *fume extractor* bekerja secara optimal dalam menangkap dan menghilangkan kontaminan dari udara sekitar.

Analisis yang akan digunakan pada penelitian *fume extractor* ini ialah dengan menggunakan *software ansys*. *Ansys* adalah suatu perangkat lunak komputer umum yang mampu menyelesaikan persoalan-persoalan elemen hingga dari pemodelan hingga analisis, *Ansys* ini digunakan untuk mensimulasikan semua disiplin ilmu fisika baik statis maupun dinamis[5]. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam analisis pipa ini adalah CFD untuk mengetahui aliran fluida pada *system fume extractor welding*, karena *Computational Fluid Dynamics* (CFD) merupakan analisa sistem yang mencakup aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena yang terkait[6]. Analisis ini akan memberikan wawasan yang berharga tentang sejauh mana pipa *fume extractor welding* bekerja secara efisien dan sesuai di *workshop* Teknik mesin Universitas Nusa Putra.

Dari ulasan latar belakang diatas, maka dapat dilakukan penelitian mengenai bagaimana hasil simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan

ANSYS untuk menganalisis aliran fluida dan perpindahan panas dalam pipa *fume extractor*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, ditemukan beberapa permasalahan yang muncul dalam penelitian ini. Maka rumusan masalah yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemilihan jenis pipa yang tepat untuk *fan* pada *sistem fume extractor* dalam proses pengelasan dapat mempengaruhi efisiensi pengendalian asap, uap, dan partikel berbahaya?
2. Bagaimana pola aliran asap, uap, dan partikel di dalam sistem pipa berdasarkan simulasi berbasis perangkat lunak, serta sejauh mana efektivitas sistem dalam mengendalikan emisi dapat diukur dan ditingkatkan melalui analisis *ansys fluent*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pipa untuk *fume extractor welding* yang efisien dan sesuai untuk workshop Teknik Mesin Universitas Nusa Putra. Tujuan-tujuan spesifik penelitian ini adalah:

1. Untuk menentukan jenis pipa yang paling cocok digunakan pada *fume extractor* berdasarkan karakteristik material, dimensi, dan kinerjanya dalam mengalirkan gas.
2. Untuk menganalisis pola aliran asap, uap, dan partikel di dalam sistem pipa menggunakan simulasi berbasis perangkat lunak serta menilai efektivitasnya dalam pengendalian emisi.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian perancangan *fume extractor welding* untuk workshop kampus dengan tingkat keasaman tinggi, terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan:

1. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan *software ansys* dengan memanfaatkan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD).
2. Jenis fluida yang di analisis adalah CO_2 / *Carbon dioxide*

3. Penelitian ini dibatasi pada pemilihan jenis pipa yang terhubung langsung dengan fan pada sistem *fume extractor*, dengan mempertimbangkan efisiensi pengendalian asap, uap, dan partikel berbahaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat kegiatan bagi penulis atas dilaksanakannya penelitian ini diantaranya:

1. Menjadi pengalaman bagi penulis dalam *soft skill* maupun *hard skill* mengenai proses desain dan analisis *fume extractor welding* khususnya penerapan ilmu gambar Teknik dan mekanika fluida.
2. Pengaplikasian pasca penelitian ini nantinya dapat diterapkan pada pembuatan *fume extractor welding* di *workshop* Teknik mesin Universitas Nusa Putra.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* pada *Fume Extractor* di *workshop* Universitas Nusa Putra dengan menggunakan variasi penggunaan jenis pipa, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode SAW, pipa Lurus merupakan pilihan terbaik untuk digunakan *Fume Extractor* di *workshop* Teknik Mesin Universitas Nusa Putra dengan bobot nilai sebesar 0,8. Berdasarkan simulasi CFD, distribusi kecepatan maksimal tercatat sebesar 122,34 m/s, distribusi tekanan yang kecil yaitu 256,13 Pa dengan intensitas turbulensi yang cukup rendah sebesar 1140%. Intensitas turbulensi pada konfigurasi pipa lurus lebih terfokus dan terbatas di daerah *outlet* dengan gradien yang lebih seragam di sepanjang dinding pipa.
2. Berdasarkan hasil simulasi, pola aliran asap, uap, dan partikel di dalam sistem pipa dipengaruhi oleh geometri, dimensi, dan konfigurasi pipa. Pipa lurus menghasilkan pola aliran yang lebih seragam dan mengurangi hambatan aliran, sehingga lebih efektif dalam pengendalian emisi. Sebaliknya, pipa bergelombang menunjukkan tingkat turbulensi yang lebih tinggi, yang dapat mengurangi efisiensi sistem.

5.2 Saran

1. Akan lebih baik jika dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memvariasikan putaran mesin, variasi diameter dan material pipa guna menemukan kombinasi terbaik yang dapat mengurangi kehilangan tekanan dan meningkatkan efisiensi energi.
2. Studi lebih lanjut diperlukan untuk mengamati dampak penggunaan jangka panjang terhadap akumulasi partikel di dalam pipa, terutama pada pipa lurus, guna memastikan tidak terjadi penyumbatan yang dapat mengurangi performa sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wiryosumarto, “Pengaruh Kuat Arus Dan Variasi Kampuh Terhadap Struktur Mikro Dan Uji Kekerasan Vickers Bahan Ems 45 Pada Pengelasan,” *Jurnal Kompetensi Teknik*, vol. 1, no. 1, pp. 7–15, 2000.
- [2] B. H. Winiarto and A. S. Mariawati, “Identifikasi Penilaian Aktivitas Pengelasan Pada Bengkel Umu Dengan Pendekatan Job Safety Analysis,” *Jurnal Teknik Industri Untirta*, vol. 1, no. 1, pp. 59–65, 2013.
- [3] K. K. Rokhade, H. K. K S, K. A, and R. D, “Design and Performance Analysis for Welding Fumes Extraction System,” *International journal of Emerging Trends in Science and Technology*, no. November, 2015, doi: 10.18535/ijetst/v2i8.08.
- [4] Y. Yuth, C. W, Wul, W. H & Xic, “mechanized excavation faces by CFO,” *Mechanisms of dust diffuse pollution under forced exhaust ventilation in full*, vol. 1, no. DEM power technology, p. 320, 2017.
- [5] B. S. Ary Fadila1, “garuda1432767,” *ANALISIS SIMULASI STRUKTUR CHASSIS MOBIL MESIN USU BERBAHAN BESI STRUKTUR TERHADAP BEBAN STATIK DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK ANSYS 14.5*, vol. 6, pp. 70–79, Sep. 2013.
- [6] M. N. Z. ST. ,MT, Ir. Ishak.,MT Ir. Saiful Akmal, “ANALISA PROFIL ALIRAN FLUIDA CAIR DAN PRESSURE DROP PADA PIPA L MENGGUNAKAN METODE SIMULASI COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD).” [Online]. Available: <https://ojs.unimal.ac.id/index.php/jtk/>
- [7] W. dan Okumura, “Pengelasan (Welding),” *Universitas Muhammadiyah Malang*, 2013.
- [8] Suherman, M. D., Ridho, and M. C.P, “Pengaruh Kuat Arus Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Sambungan Las Smaw Baja SA 516 GR.70,” *Jurnal Ilmiah “Mekanik” Teknik Mesin ITM*, 2018.
- [9] M. J. Omoregie, T. I. F. Akilaki, and K. E. Kalu, “Design and fabrication of a mobile fume extractor,” *Nigerian Journal of Technology*, vol. 38, no. 1, p. 112, Jan. 2019, doi: 10.4314/njt.v38i1.15.
- [10] K. K. Rokhade, H. K. K S, K. A, and R. D, “Design and Performance Analysis for Welding Fumes Extraction System,” *International journal of Emerging Trends in Science and Technology*, Aug. 2015, doi: 10.18535/ijetst/v2i8.08.
- [11] X. D. Crystallography, “Jenis-Jenis Pipa,” pp. 1–23, 2016.
- [12] N. A. Sinaga, “PEMANFAATAN LIMBAH ALUMINIUM SEBAGAI BAHAN BAKU AKSESORIS.”

- [13] M. N. A. F. Fakhri, H. Susanto, and M. Luqman Bukhori, "ANALISIS MATERIAL ALUMINIUM ALLOY TERHADAP LAJU KOROSI YANG DI SEBABKAN OLEH UDARA LAUT PADA STRUKTUR LEADING EDGE PESAWAT," *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 8, no. 2, pp. 289–294, Nov. 2022, doi: 10.56521/teknika.v8i2.664.
- [14] J. Prihartono and R. Irhamsyah, "ANALISIS KONDUKTIVITAS TERMAL PADA MATERIAL LOGAM (TEMBAGA, ALUMUNIUM DAN BESI)," 2022.
- [15] SMACNA Inc., "Smacna Cad Standard," p. 149, 2001.
- [16] J. Kurniati, Rezki, "Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis," *Perancangan Aplikasi Antrian Pasien Di Rumah Sakit Menggunakan Metode Fast*, no. Lcm, pp. 270–276, 2019.
- [17] E. A. Pane, I. Ismail, F. D. Yudhanto, and B. Suyitno, "Analisis Penurunan Tekanan Aliran Udara Pada Pipa Bertekanan," *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, vol. 1, no. 1, p. 13, 2019, doi: 10.36055/fwl.v1i1.3111.
- [18] Rachmat Subagyo, "Koefisien Pada pipa T," vol. 10, no. 1, pp. 56–60, 2009.
- [19] A. F. Raisi, "Perhitungan Pressure Drop Dan Kapasitas Udara Pada Fly Ash Pneumatic Conveying Di Pt Petrokimia Gresik," p. 95, 2017.
- [20] H. Sitorus and R. Nursafitri, "PENERAPAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW) PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSANDALAM MENENTUKAN KENDARAAN YANG LAYAK BEROPERASI (Studi Kasus: PT. Yasunli Abadi Utama Plastik)," 2019.
- [21] M. Longse and I. Suharjo, "Sistem Pendukung Keputusan untuk Pemilihan Rekomendasi Desain Kacamata Terbaik Menggunakan Metode SAW," 2024. [Online]. Available: <https://djournals.com/resolusi>
- [22] K. Wijk, A. Marwah, and A. H. Hasugian, "Penerapan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Dalam Pemilihan Oli Mesin Sepeda Motor Matic Terbaik di Bengkel Sepeda Motor," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 5, no. 4, pp. 1403–1414, 2024, doi: 10.47065/josh.v5i4.5686.
- [23] A. ASWARD, "Perancangan Tangki Upperground 15000 L Dengan Analisis Menggunakan Metode Elemen Hingga Dan Flow Simulation Analysis Dengan Software Solidworks," UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT, 2024.
- [24] C. N. Firdausy, R. Hantoro, and N. L. Hamidah, "Analisis Pengaruh Passive Variable-Pitch pada Turbin Sumbu Vertikal Darrieus Cascade terhadap Efisiensi Turbin Hidrokinetik Berbasis Computational Fluid Dynamics," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 7, no. 1, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i1.27494.

- [25] P. B. Surya and A. G. Wailanduw, “Pengaruh Variasi Screen terhadap Intensitas Turbulensi Wind Tunnel Tipe Open Circuit Subsonic Pengaruh Variasi Screen terhadap Intensitas Turbulensi Wind Tunnel Tipe Open Circuit Subsonic di Jurusan Teknik Mesin Unesa.”
- [26] A. Willynata and R. Febritasari, “Analisis Aerodinamis Pada Motor Trail Menggunakan Metode Komputasi Fluida Dinamis.”
- [27] Ilham Fajar Iman, “STUDI NUMERIK ALIRAN MELINTASI SISTEM PERPIPAAN BERCAKANG DENGAN MODIFIKASI SUDUT SAMBUNGAN PIPA,” 2020.
- [28] W. F. Arum and E. Fahmi Dzikirillah, “ANALISIS PENGARUH VORTEX GENERATOR TERHADAP ALIRAN UDARA,” *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 9, no. 1, pp. 55–64, Jul. 2023, doi: 10.56521/teknika.v9i1.793.

