



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISA KINERJA *CYCLONE SEPARATOR*
DI SISTEM PIROLISIS**

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Fakhrol Rachman

NIM. 2202431010

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISA KINERJA *CYCLONE SEPARATOR*
DI SISTEM PIROLISIS**

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana
Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Muhammad Fakhrol Rachman

NIM. 2202431010

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

ANALISA KINERJA *CYCLONE SEPARATOR* DI SISTEM PIROLISIS

Oleh:

Muhammad Fakhrol Rachman

NIM. 2202431010

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Adi Syuriadi, S.T., M.T.
NIP. 197611102008011011

Fitri Wijayanti, S.Si., M.Eng.
NIP. 198509042014042001

Kepala Program Studi
Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Arifia Ekayuliana, M.T
NIP. 1991107212018032001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISA KINERJA CYCLONE SEPARATOR DI SISTEM PIROLISIS

Oleh:

Muhammad Fakhrol Rachman

NIM. 2202431010

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 13 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Adi Syuriadi, S.T., M.T. NIP. 197611102008011011	Ketua		28/7/2026
2	Dr. Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T. NIP. 199306062019032030.	Anggota 1		28/7/2026
3	Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T. NIP. 196108011989031001	Anggota 2		28/7/2026

Depok, Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP. 1976602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fakhru Rachman

NIM : 2202431010

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian ataupun seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bekasi, 31 Juli ... 2026



Muhammad Fakhru Rachman

NIM. 2202431010



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISA KINERJA *CYCLONE SEPARATOR* DI SISTEM PIROLISIS

Muhammad Fakhrol Rachman¹⁾, Adi Syuriadi¹⁾, Fitri Wijayanti¹⁾

¹⁾ Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: Muhammad.fakhrol.rachman.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Cyclone separator merupakan komponen penting pada sistem pirolisis yang berfungsi memisahkan partikel padat dari aliran gas hasil pirolisis, namun pengaruh variasi diameter *inlet* terhadap kinerjanya pada sistem pirolisis belum banyak dikaji secara eksperimental langsung. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh diameter *inlet* 1 inch dan 2 inch terhadap *pressure drop* dan *collection efficiency* pada inlet velocity 5-13 m/s melalui pengujian satu fasa (udara) dan dua fasa (udara dan partikel tepung terigu 50 μ m). Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan inlet velocity meningkatkan *pressure drop* dan *collection efficiency* pada kedua konfigurasi. Pada kecepatan 13 m/s, *inlet cyclone* 1 inch menghasilkan *pressure drop* 16,26 mBar dan *collection efficiency* 98,93%, sedangkan *inlet cyclone* 2 inch menghasilkan *pressure drop* 12,29 mBar dan *collection efficiency* 98,60%. *Inlet Cyclone* 1 inch unggul dalam efisiensi pemisahan partikel, sedangkan *inlet cyclone* 2 inch lebih unggul dari sisi efisiensi energi karena *pressure drop* yang lebih rendah. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa data pembandingan langsung mengenai pengaruh diameter *inlet* pada *cyclone separator* sistem pirolisis, yang dapat menjadi acuan pemilihan konfigurasi sesuai prioritas operasi, baik efisiensi pemisahan partikel maupun efisiensi energi.

Kata kunci: *cyclone separator*, sistem pirolisis, *inlet velocity*, *pressure drop*, *collection efficiency*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analysis of Cyclone Separator Performance in a Pyrolysis System

Muhammad Fakhrlul Rachman¹⁾, Adi Syuriadi¹⁾, Fitri Wijayanti¹⁾

¹⁾study program of bachelor of Applied Energy Generation Engineering Technology, Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16425, Indonesia

Email Address: Muhammad.fakhrlul.rachman.tm22@mhsw.onj.ac.id

ABSTRACT

A cyclone separator is an essential component in a pyrolysis system that separates solid particles from the pyrolysis gas stream; however, the effect of inlet diameter variation on cyclone performance in pyrolysis systems has rarely been examined through direct experimental testing. This study analyzes the effect of 1-inch and 2-inch inlet diameters on pressure drop and collection efficiency at inlet velocities of 5-13 m/s through single-phase (air) and two-phase (air-50 μ m wheat flour particle) experiments. The results show that increasing inlet velocity raises both pressure drop and collection efficiency in both configurations. At 13 m/s, the 1-inch inlet produced a pressure drop of 16.26 mBar and a collection efficiency of 98.93%, while the 2-inch inlet produced a pressure drop of 12.29 mBar and a collection efficiency of 98.60%. The 1-inch inlet provides superior particle-separation performance, whereas the 2-inch inlet offers better energy efficiency due to its lower pressure drop. This study contributes direct comparative experimental data on the effect of inlet diameter on cyclone separator performance in pyrolysis systems, providing a practical reference for selecting an inlet configuration according to operational priorities, whether particle-separation efficiency or energy efficiency.

Keywords: cyclone separator; pyrolysis system; inlet diameter; pressure drop; collection efficiency.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Analisa Kinerja Cyclone Separator Di Sistem Pirolisis**”, Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada hingga kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Ibu Arifia Eka Yuliana, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi Politeknik Negeri Jakarta
3. Bapak Adi Syuriadi, S.T., M.T., selaku pembimbing I yang dengan penuh kesabaran, ketelitian, dan kebijaksanaan telah meluangkan waktu untuk mengarahkan serta memberikan ilmu yang tak ternilai dalam penyempurnaan skripsi ini.
4. Ibu Fitri Wijayanti, S.Si., M.Eng, selaku pembimbing II yang senantiasa memberikan masukan kritis, motivasi, dan arahan yang konstruktif di setiap tahapan penulisan.
5. Kedua orang tua tercinta, Bapak Eddy Sartono dan Ibu Enncop Sopiah, dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa dan semangat yang tiada henti.
6. Aufa Musaffa Jufa, Miracle Otniel Sibuea, Muhammad Farhan Rafiqi, dan Aulia Firdausi Gufron selaku teman kos penulis yang telah banyak memberikan saran dan cerita selama masa pengerjaan skripsi
7. Ibnu Sina Alfarizi selaku teman yang telah menemani selama penulisan skripsi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Rizqi Adi Nugroho, Rio Adi Putra, Arif Wicaksono, Asykari Irfan Maulana, Alfito Ariq Wicaksono, Muhammad Prais Fauzan, Moehammad Ardi Cahyadi, Zaenal Muttaqien Ugi Jaelani, M Trio Prakoso selaku teman sekelas penulis yang selalu mendukung dan menyemangati penulis untuk menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang membangun untuk pengembangan skripsi ini. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat serta referensi bagi penelitian selanjutnya, khususnya dalam bidang analisis kinerja cyclone separator.

Depok, 31 Juli 2026

Muhammad Fakhru Rachman

NIM.2202431010



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pertanyaan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah Penelitian	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Pirolisis	6
2.1.2 Aliran Fluida Pada <i>Cyclone Separator</i>	8
2.1.3 Sistem <i>Cyclone Separator</i>	9
2.1.4 Tipe <i>Cyclone Separator</i>	11
2.1.5 Inlet Velocity	12
2.1.6 Pressure Drop	13
2.1.7 Collection Efficiency	14
2.2 Kajian Literatur	14
2.3 Kerangka Pemikiran	19
BAB III METODE PENELITIAN	21



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1 Jenis Penelitian.....	21
3.2 Objek Penelitian.....	21
3.3 Metode Pengambilan Sampel.....	22
3.4 Jenis dan Sumber Data.....	22
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian.....	22
3.6 Metode Analisis Data.....	23
3.6.1 Pengujian pressure drop.....	25
3.6.2 Pengujian Pemisahan Partikel <i>Cyclone Separator</i>	32
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Pengaruh Inlet Velocity Terhadap Pressure Drop.....	34
4.1.1 Hasil <i>Pressure Drop</i>	34
4.1.2 Analisis Pengaruh Inlet Velocity Terhadap Pressure Drop.....	35
4.2 Pengaruh Inlet Velocity Terhadap Collecting Efficiency.....	38
4.2.1 Hasil Collection Efficiency.....	38
4.2.2 Analisis Pengaruh Inlet Velocity Terhadap Collection Efficiency.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	48
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	66

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Cadangan Migas dan Produksi Migas Nasional (Pertamina, 2020).....	1
Gambar 2.1 Mekanisme cyclone(Husairy & Leonanda, 2014).....	10
Gambar 3.1 Objek Penelitian	21
Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Penelitian	23
Gambar 3.3 Desain Cyclone	26
Gambar 3.4 Incline manometer.....	27
Gambar 3.5 Flow meter YF-DN50-S (White International, 2020).....	28
Gambar 3.6 Arduino Uno R3 (Arduino, 2026)	29
Gambar 3.7 Graphical User Interface	30
Gambar 3.8 Dimmer (STMicroelectronics, 2024)	31
Gambar 3.9 Blok Diagram Arduino	32
Gambar 4.1 Grafik hubungan inlet velocity terhadap inlet cyclone 2 <i>inch</i>	35
Gambar 4.2 Grafik hubungan inlet velocity terhadap inlet cyclone 2 <i>inch</i>	36
Gambar 4.3 Pengaruh inlet velocity terhadap pressure drop cyclone separator inlet cyclone 1 dan 2 <i>inch</i>	37
Gambar 4.4 Pengaruh inlet velocity terhadap efisiensi pemisahan inlet cyclone 2 <i>inch</i>	39
Gambar 4.5 Pengaruh inlet velocity terhadap efisiensi pemisahan inlet cyclone 1 <i>inch</i>	40
Gambar 4.6 Pengaruh inlet velocity terhadap efisiensi pemisahan inlet cyclone 1 dan 2 <i>inch</i>	41



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Utama Komponen.....	22
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pressure Drop Inlet Cyclone 2Inch.....	34
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pressure Drop Inlet Cyclone 1Inch.....	34
Tabel 4.3 Hasil Collection Efficiency inlet cyclone 2inch.....	38
Tabel 4.4 Hasil Collection Efficiency inlet cyclone 2inch.....	38



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

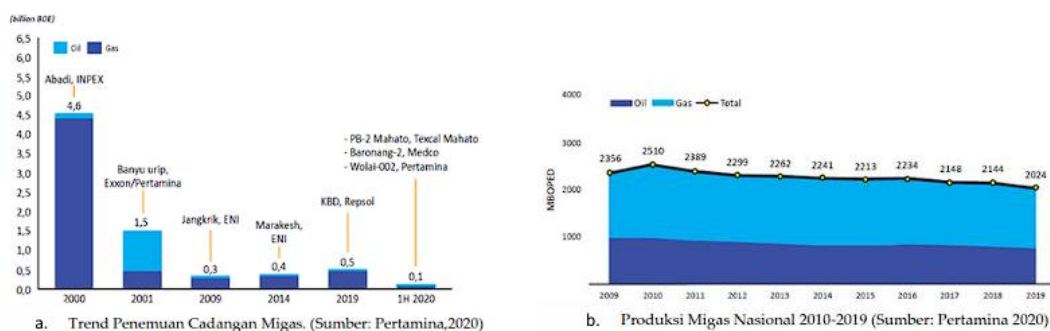
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu kebutuhan vital manusia, terutama masyarakat Indonesia, adalah energi bahan bakar. Energi bahan bakar modern seringkali berasal dari sumber bahan bakar fosil, yang memiliki banyak konsekuensi negatif. Pencemaran udara, yang menyebabkan pemanasan global, adalah salah satu dampak negatif dari penggunaan energi fosil yang terus-menerus.

Sebagian besar pembangkit listrik di Indonesia menggunakan batu bara sebagai bahan bakar, yang merupakan jenis bahan bakar fosil yang paling umum di Indonesia. Sumber daya ini sangat penting untuk memastikan ketersediaan dan pemenuhan energi untuk industri, rumah tangga, dan transportasi. Lebih dari 70% produksi Batubara Indonesia digunakan untuk pembangkit listrik (Arif, 2014) Hal ini disebabkan ketersediaan batubara yang cukup banyak dan harganya rendah dan stabil.

Adapun minyak mentah merupakan salah satu jenis bahan bakar fosil yang sering digunakan. Namun permasalahan di Indonesia saat ini adalah menurunnya penemuan cadangan migas, yang berdampak pada penurunan produksi migas Nasional (Pertamina, 2020), seperti gambar 1.1 di bawah ini.



Gambar 1.1 Cadangan Migas dan Produksi Migas Nasional (Pertamina, 2020)

Saat ini, pembangunan Indonesia menghadapi masalah transisi dari sistem energi fosil ke sistem energi terbarukan nasional yang lebih baru. Untuk mendukung

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pertumbuhan EBT di Indonesia, seperti halnya diperlukan banyak sumber energi baru dan terbarukan yang efisien. Biofuel adalah sumber energi alternatif, terbarukan, berkelanjutan, hemat biaya, dan ramah lingkungan (Kaur et al., 2018). Biofuel merupakan alternatif yang sangat baik untuk bahan bakar fosil, karena dapat diproduksi dalam jumlah besar. Saat ini potensi sumber daya biomassa di Indonesia diperkirakan sebanyak 49.810 MW, yang berasal dari tanaman dan limbah. Potensi besar biomassa yang ada untuk energi saat ini adalah limbah hasil perkebunan seperti kelapa sawit, kelapa dan tebu, serta limbah hasil hutan, seperti limbah gergajian dan limbah produksi kayu (Kasmaniar et al., 2023) dan limbah tanaman lainnya.

Pirolisis adalah teknologi yang menghasilkan bionergi dengan memanaskan biomassa tanpa menggunakan oksigen. Ini dapat menghasilkan syngas, bio-oil, dan padatan arang atau biochar (Yan et al., 2016). Pengolahan limbah dengan pirolisis rata-rata menghasilkan 52,2% Bio-oil, 25,2% char/residu, 22,6% gas. Penelitian tersebut menyebutkan bahwa metode pirolisis dapat merubah limbah menjadi bahan bakar (Ojolo & Bamgboye, 2005)

Gas hasil dekomposisi biomassa (*syngas*) yang keluar dari reaktor pirolisis umumnya masih membawa partikel padat berupa abu dan *char* yang tidak terkonversi sempurna. Partikel ikutan ini perlu dipisahkan sebelum gas dimanfaatkan lebih lanjut, karena kandungan partikulat yang tinggi dapat menurunkan kualitas gas, menyumbat saluran, dan mempercepat keausan peralatan pada tahap berikutnya (Kumar et al., 2009). *Cyclone separator* banyak dipilih sebagai unit pemisah pada sistem pirolisis karena prinsip kerjanya memanfaatkan gaya sentrifugal untuk memisahkan partikel dari aliran gas tanpa memerlukan komponen bergerak.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji pengaruh geometri terhadap kinerja *cyclone separator*, mulai dari tinggi badan dan tinggi *vortex finder* (Demir, 2014), rasio *inlet* Stairmand (Falikh Syamsudin & Prajogo, 2023), hingga perbandingan tipe Stairmand dan Lapple pada sistem *pirolisis* yang sama (Syuriadi et

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

al., 2024). Meskipun demikian, pengaruh variasi ukuran diameter *inlet* yang merupakan parameter desain paling mudah diubah pada instalasi *cyclone* yang sudah ada belum banyak dikaji secara eksperimental langsung dalam konteks sistem pirolisis. Namun, dari seluruh kajian tersebut belum ditemukan penelitian yang secara eksperimental membandingkan langsung pengaruh variasi diameter *inlet* (1 *inch* dan 2 *inch*) pada satu tipe *cyclone* yang sama dalam konteks sistem pirolisis. Penelitian oleh Syuriadi dkk. (2024) merupakan yang paling relevan karena menggunakan instalasi pirolisis yang sama, namun variabel yang dibandingkan adalah tipe *cyclone* (Stairmand berbanding Lapple), bukan ukuran diameter *inlet* pada tipe yang sama. Celah inilah yang menjadi dasar dan kebaruan (*novelty*) penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, penelitian ini memiliki beberapa permasalahan yang akan dibahas yaitu:

1. Belum diketahuinya karakteristik hubungan antara *inlet velocity* dan *pressure drop* pada *inlet cyclone separator* 1 *inch* dan 2 *inch*.
2. Belum diketahuinya pengaruh variasi *inlet velocity* terhadap *collection efficiency* pada *inlet cyclone separator* 1 *inch* dan 2 *inch* tersebut, sehingga perbandingan performa antar konfigurasi belum dapat ditentukan secara empiris separator

1.3 Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian berasal dari masalah inti yang menjadi target penelitian dan merupakan pertanyaan langsung terhadap elemen tertentu yang menjadi fokus penelitian. Di bawah ini adalah pertanyaan penelitiannya:

1. Bagaimana hubungan variasi *inlet velocity* terhadap nilai *pressure drop* pada *inlet cyclone separator* 1 *inch* dan 2 *inch* dalam sistem pirolisis?
2. Bagaimana pengaruh variasi *inlet velocity* terhadap *collection efficiency* pada *inlet cyclone separator* 1 *inch* dan 2 *inch*?

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Batasan Masalah Penelitian

1. Variabel yang diukur meliputi *inlet velocity*, *pressure drop*, dan *collection efficiency*, parameter temperatur tidak di ikutsertakan dalam penelitian ini.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis hubungan *inlet velocity* terhadap *pressure drop* pada *inlet cyclone* 1 *inch* dan 2 *inch*.
2. Membandingkan karakteristik kinerja *cyclone separator* antara *inlet cyclone* 1 *inch* dan *inlet cyclone* 2 *inch* berdasarkan nilai *pressure drop* dan *collection efficiency* yang diperoleh secara eksperimental.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini:

1. Bagi mahasiswa, penelitian dapat meningkatkan kompetensi dalam bidang energi terbarukan dan Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu di bidang konversi energi dan teknik proses, terutama pada sistem pirolisis.
2. Bagi Politeknik Negeri Jakarta, hasil penelitian ini dapat menjadi data acuan dan referensi ilmiah bagi pengembangan riset lanjutan di bidang sistem pirolisis

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mengandung uraian mengenai latar belakang pemilihan judul, perumusan masalah, tujuan penelitian yang menjadi fokus utama, manfaat penulisan tugas akhir bagi penulis, institusi pendidikan, dan perusahaan, serta struktur penulisan yang diterapkan dalam pengujian.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan konsep-konsep teoritis dan referensi ilmiah yang berkaitan dengan topik penelitian. Pembahasan difokuskan pada teori dasar, definisi penting, serta hasil penelitian terdahulu yang dijadikan acuan dalam melakukan analisis.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan pendekatan dan metode penelitian yang digunakan dalam mencari jawaban atas permasalahan penelitian, termasuk langkah-langkah penelitian, Teknik pengumpulan data, pengolahan data, dan metode analisis yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi uraian hasil dari rancangan yang telah dilakukan, menjelaskan bagaimana hasil dari metode yang telah digunakan dalam penelitian serta pembahasan secara terperinci terkait dengan tujuan dari penelitian yang sudah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan, dan juga pada bab ini juga memberikan saran terkait dari temuan pada penelitian

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap kinerja *cyclone separator* pada sistem pirolisis, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat hubungan positif dan konsisten antara *inlet velocity* dan *pressure drop* pada kedua konfigurasi ukuran *inlet cyclone separator* yang diuji. Pada *cyclone* dengan *inlet 2 inch*, *pressure drop* meningkat dari 3,46 mBar pada kecepatan 5 m/s hingga mencapai 12,29 mBar pada kecepatan 13 m/s. Pada *cyclone* dengan *inlet 1 inch*, peningkatan yang lebih tajam teramati, yaitu dari 4,26 mBar pada 5 m/s hingga 16,26 mBar pada 13 m/s. Peningkatan pada kedua konfigurasi bersifat tidak sepenuhnya linear, melainkan cenderung mengikuti hubungan kuadratik seiring bertambahnya kecepatan *inlet*, sebagai konsekuensi dari disipasi energi kinetik menjadi kehilangan tekanan statis akibat pembentukan *vortex* ganda di dalam badan siklon.
2. Peningkatan *inlet velocity* juga secara konsisten meningkatkan *collection efficiency* pada kedua konfigurasi. Pada *inlet 2 inch*, efisiensi meningkat dari 87,86% (5 m/s) hingga 98,60% (13 m/s). Pada *inlet 1 inch*, efisiensi meningkat dari 85,42% (5 m/s) hingga mencapai puncaknya sebesar 98,93% pada 13 m/s, namun kemudian menurun menjadi 97,55% (15 m/s) dan 97,13% (17 m/s) menunjukkan pola tidak sama yang mengindikasikan adanya titik optimum kecepatan sebelum efek turbulensi berlebih mulai menurunkan efisiensi pemisahan partikel.

5.2 Saran

1. Mengingat sistem pirolisis beroperasi pada temperatur tinggi, penelitian lanjutan perlu mengikutsertakan parameter temperatur sebagai variabel pengujian guna



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif tentang pengaruh kondisi termal terhadap *pressure drop* dan *collection efficiency*.

2. Data eksperimental yang telah diperoleh dalam penelitian ini dapat dijadikan basis pelatihan model *Artificial Neural Network* (ANN) guna mengembangkan sistem prediksi kinerja *cyclone separator* yang adaptif, sebagai langkah pengembangan menuju sistem kontrol otomatis berbasis kecerdasan buatan pada instalasi pirolisis skala pilot maupun industri.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Abdallah Algoud, Abdel Salam Daleef, & Belkasem Alaeuj. (2024). Analysis of Pressure Drop in Gas–Solids Cyclone Separators: An Experimental Approach. *AlQalam Journal of Medical and Applied Sciences*, 1256–1265. <https://doi.org/10.54361/ajmas.247450>
- Arduino. (2026). *Arduino Uno Rev3. Arduino Documentation*.
- Arif, I. I. (2014). *Batubara Indonesia. Gramedia Pustaka Utama*.
- Bashir, K. (2015). *Design and fabrication of cyclone separator Design And Fabrication Of 2D2D Cyclone Separator Having Cut Point Of 6.8 Microns Particles With Separation Efficiency 98.8% View project Water filtration Unit View project*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20727.83368>
- Bhargava, akshey, Bhargava, A., & Professor, L. (2016). Design of Cyclone by Stairmad method for the Control of Particulate Matter. *International Journal of Engineering Science and Computing*. <https://doi.org/10.4010/2016.688>
- Bogodage, S. G., & Leung, A. Y. T. (2021). Cyclone separator theories to predict performance and flow characteristics. *Journal of Particle Science and Technology*, 7(2), 83–98. <https://doi.org/10.22104/JPST.2022.5608.1207>
- Bregolin, E., Danieli, P., & Masi, M. (2024). *Collection Efficiency of Cyclone Separators: Comparison between New Machine Learning-Based Models and Semi-Empirical Approaches*. <https://doi.org/10.3390/waste>
- Bridgwater, A. V. (2012). Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. *Biomass and Bioenergy*, 38, 68–94. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.01.048>
- Caetano, S., Lannes, S., Del, M. E., & Bernal Gómez, D. (n.d.). *Powder Technology*. Retrieved www.intechopen.com
- Demir, S. (2014). A practical model for estimating pressure drop in cyclone separators: An experimental study. *Powder Technology*, 268, 329–338. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2014.08.024>
- Elsayed, K., & Lacor, C. (2011). The effect of cyclone inlet dimensions on the flow pattern and performance. *Applied Mathematical Modelling*, 35(4), 1952–1968.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Falikh Syamsudin, F., & Prajogo, S. (2023). Pengaruh Penggunaan Rasio Geometri High Efficiency Stairmand terhadap Efisiensi Pengumpulan Top Cyclone Separator. *Jurnal Energi*, 12.
- Faulkner, W. B., Shaw, B. W., & Faulkner, W. B. (2006). EFFICIENCY AND PRESSURE DROP OF CYCLONES ACROSS A RANGE OF INLET VELOCITIES. In *Applied Engineering in Agriculture* (Vol. 22, Number 1).
- Guedes, R. E., Luna, A. S., & Torres, A. R. (2018). Operating parameters for bio-oil production in biomass pyrolysis: A review. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 129, 134–149. <https://doi.org/10.1016/J.JAAP.2017.11.019>
- Guo, M., Yang, L., Son, H., Le, D. K., Manickam, S., Sun, X., & Yoon, J. Y. (2024). An overview of novel geometrical modifications and optimizations of gas-particle cyclone separators. *Separation and Purification Technology*, 329, 125136.
- Hoffmann, A. C. , & Stein, L. E. (2008). *Gas Cyclones and Swirl Tubes: Principles*.
- Husairy, A., & Leonanda, B. D. (2014). *SIMULASI PENGARUH VARIASI KECEPATAN INLET TERHADAP PERSENTASE PEMISAHAN PARTIKEL PADA CYCLONE SEPARATOR DENGAN MENGGUNAKAN CFD* (Vol. 10, Number 1).
- Kasmaniar, K., Yana, S., Nelly, N., Fitriliana, F., Susanti, S., Hanum, F., & Rahmatullah, A. (2023). Pengembangan energi terbarukan biomassa dari sumber pertanian, perkebunan dan hasil hutan: kajian pengembangan dan kendalanya. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(1), 4957–4964.
- Kaur, M., Kumar, M., Sachdeva, S., & Puri, S. K. (2018). Aquatic weeds as the next generation feedstock for sustainable bioenergy production. *Bioresource Technology*, 251, 390–402.
- Kumar, A., Jones, D. D., & Hanna, M. A. (2009). Thermochemical biomass gasification: A review of the current status of the technology. In *Energies* (Vol. 2, Number 3, pp. 556–581). <https://doi.org/10.3390/en20300556>
- Meza, H. Z. (2017). Application of Computational Fluid Dynamics to Study the Influence of Turbulence Models in the Behavior of the Cyclonic Separators. *International Journal Of Petrochemical Science & Engineering*, 2(2). <https://doi.org/10.15406/ipcse.2017.02.00033>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Mohan, D., Pittman, C. U. Jr., & Steele, P. H. (2006). Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-oil: A Critical Review. *Energy & Fuels*, 20(3), 848–889. <https://doi.org/10.1021/ef0502397>
- Moncayo, J. A., Dabirian, R., Mohan, R. S., Shoham, O., & Kouba, G. (2018). Foam break-up under swirling flow in inlet cyclone and GLCC©. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 165, 234–242. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2018.02.027>
- Morin, M., Raynal, L., Karri, S. B. R., & Cocco, R. (2021). Effect of solid loading and inlet aspect ratio on cyclone efficiency and pressure drop: Experimental study and CFD simulations. *Powder Technology*, 377, 174–185. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.08.052>
- Ojolo, S. J., & Bamgboye. (2005). *Thermochemical Conversion of Municipal Solid Waste to Produce Fuel and Reduce Waste*.
- Raza, M., Inayat, A., Ahmed, A., Jamil, F., Ghenai, C., Naqvi, S. R., Shanableh, A., Ayoub, M., Waris, A., & Park, Y. K. (2021). Progress of the pyrolyzer reactors and advanced technologies for biomass pyrolysis processing. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 13, Number 19). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su131911061>
- Rhodes, M. J. (2013). *Introduction to particle technology*. John Wiley & Sons.
- Rivera-García, M. O., Reyna, M. A., Camarillo-Ramos, M. A., Reyna-Vargas, M. A., Avitia, R. L., Cuevas-González, D., & Osornio Vargas, A. R. (2023). Cyclone Separator for Air Particulate Matter Personal Monitoring: A Patent Review. In *Atmosphere* (Vol. 14, Number 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/atmos14040624>
- STMicroelectronics. (2024). *BT16 Triac Datasheet*. STMicroelectronics.
- Syuriadi, A., Siswantara, A. I., Irwansyah, R., Supriyadi, Widiawaty, C. D., Syafei, M. H. G., Rizianiza, I., Permana, S., & Susanto, I. (2024). IDENTIFYING THE INFLUENCE OF INLET VELOCITY CHANGES TO PRESSURE DROP AND COLLECTING EFFICIENCY IN STAIRMAND AND LAPPLE TYPE CYCLONE SEPARATORS. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(6(130)), 22–28. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.310565>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Tian, X. , Wang, X. , Wang, Z. , Sun, B. , Wang, F. , Ma, S. , Gu, Y., & Qian, X. (2022). *Particle size distribution control during wheat milling: nutritional quality and functional basis of flour products*.
- Wang, S., Dai, G., Yang, H., & Luo, Z. (2017). Lignocellulosic biomass pyrolysis mechanism: A state-of-the-art review. *Progress in Energy and Combustion Science*, 62, 33–86. <https://doi.org/10.1016/J.PECS.2017.05.004>
- Wei, Q., Sun, G., & Gao, C. (2020a). Numerical analysis of axial gas flow in cyclone separators with different vortex finder diameters and inlet dimensions. *Powder Technology*, 369, 321–333. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.05.038>
- Wei, Q., Sun, G., & Gao, C. (2020b). Numerical analysis of axial gas flow in cyclone separators with different vortex finder diameters and inlet dimensions. *Powder Technology*, 369, 321–333. <https://doi.org/10.1016/J.POWTEC.2020.05.038>
- White International. (2020). *Water Flow Meter YF-DN50 Technical Parameters*. https://www.whiteint.com.au/documents/DataSheets/806068_102.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Yan, W.-H., Duan, P.-G., Wang, F., & Xu, Y.-P. (2016). Composition of the bio-oil from the hydrothermal liquefaction of duckweed and the influence of the extraction solvents. *Fuel*, 185, 229–235.
- Yang, H., Yan, R., Chen, H., Lee, D. H., & Zheng, C. (2007). Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. *Fuel*, 86(12), 1781–1788. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fuel.2006.12.013>
- Yuan, S., Sun, G., Cao, G., Wu, Y., Yue, Y., & Song, Z. (2024). Study of the performance and flow field of a new spiral-roof cyclone separator. *Powder Technology*, 438, 119605.
- Zulkarnain, A., Hammada, A., & Fauzan, F. (2022). Optimization of the cyclone separator performance using taguchi method and multi-response pcr-topsis. *International Journal of Industrial Optimization*, 3(1), 33–46. <https://doi.org/10.12928/ijio.v3i1.4272>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pengujian *Inlet Velocity* dan *Pressure Drop*

A. *Pressure drop inlet cyclone 2inch*

1) *inlet velocity 5 m/s*

Pengujian	Velocity (m/s)	Pressure inlet (mBar)	Pressure out (mBar)	Pressure Drop (mBar)
1	5,003	3,5	0	3,5
2	5,005	3,3	0	3,3
3	5,014	3,2	0	3,2
4	5,021	3,8	0	3,8
5	5,028	3,6	0	3,6
6	5,044	3,5	0	3,5
7	5,047	3,3	0	3,3
8	5,052	3,1	0	3,1
9	5,063	3,6	0	3,6
10	5,075	3,7	0	3,7

2) *inlet velocity 7 m/s*

Pengujian	Velocity (m/s)	Pressure inlet (mBar)	Pressure out (mBar)	Pressure Drop (mBar)
1	7,417	5,4	0	5,4
2	7,269	5,5	0	5,5
3	7,269	5,3	0	5,3
4	7,269	5,7	0	5,7
5	7,269	5,5	0	5,5
6	7,269	5,2	0	5,2
7	7,269	5,8	0	5,8
8	7,269	6,0	0	6,0
9	7,12	5,5	0	5,5
10	7,417	5,4	0	5,4

3) *inlet velocity 9 m/s*

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian	Velocity (m/s)	Pressure inlet (mBar)	Pressure out (mBar)	Pressure Drop (mBar)
1	9,345	8,5	0	8,5
2	9,197	8,6	0	8,6
3	9,197	8,8	0	8,8
4	9,197	8,3	0	8,3
5	9,345	8,7	0	8,7
6	9,345	8,4	0	8,4
7	9,345	8,6	0	8,6
8	9,049	8,5	0	8,5
9	9,345	8,8	0	8,8
10	9,345	8,5	0	8,5

4) *inlet velocity* 11 m/s

Pengujian	Velocity (m/s)	Pressure inlet (mBar)	Pressure out (mBar)	Pressure Drop (mBar)
1	11,422	10	0	10
2	11,422	8,9	0	8,9
3	11,57	9,3	0	9,3
4	11,57	9,5	0	9,5
5	11,422	9,8	0	9,8
6	11,57	8,7	0	8,7
7	11,57	9,1	0	9,1
8	11,57	9,2	0	9,2
9	11,57	10	0	10
10	11,422	8,8	0	8,8

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5) *inlet velocity* 13 m/s

Pengujian	Velocity (m/s)	Pressure inlet (mBar)	Pressure out (mBar)	Pressure Drop (mBar)
1	12,906	12,3	0	12,3
2	13,054	12,1	0	12,1
3	13,202	12,6	0	12,6
4	13,054	12,2	0	12,2
5	13,202	12	0	12
6	13,351	12,4	0	12,4
7	13,351	12,5	0	12,5
8	13,499	12,2	0	12,2
9	13,499	12,3	0	12,3
10	12,906	12,3	0	12,3

B. *Cylone Separator* dengan inlet 1 inch

1) *inlet velocity* 5 m/s

Pengujian	Velocity (m/s)	Pressure inlet (mBar)	Pressure out (mBar)	Pressure Drop (mBar)
1	5,656	10,73	6,35	4,38
2	5,626	8,855	5,503	3,352
3	5,567	9,98	6,35	3,63
4	5,798	9,98	5,624	4,356
5	5,629	9,98	5,382	4,598
6	5,531	9,855	5,624	4,231
7	5,837	9,98	5,14	4,84
8	5,607	10,355	5,382	4,973
9	5,605	9,98	5,261	4,719
10	5,702	9,98	6,471	3,509

2) *inlet velocity* 7 m/s

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian	Velocity (m/s)	Pressure inlet (mBar)	Pressure out (mBar)	Pressure Drop (mBar)
1	7,089	19,21	12,41	6,80
2	6,905	18,46	12,168	6,292
3	6,939	18,585	12,289	6,296
4	6,963	19,21	12,41	6,80
5	7,112	18,71	12,41	6,30
6	6,943	18,96	12,289	6,671
7	6,878	18,585	11,805	6,78
8	7,070	19,835	12,41	7,425
9	6,857	18,835	12,239	6,546
10	6,902	18,71	11,684	7,026

3) inlet velocity 9 m/s

Pengujian	Velocity (m/s)	Pressure inlet (mBar)	Pressure out (mBar)	Pressure Drop (mBar)
1	8,937	26,696	18,602	8,094
2	8,936	27,815	18,724	9,091
3	9,257	27,691	18,48	9,211
4	8,891	27,565	19,942	7,623
5	9,165	29,315	22,496	6,819
6	9,374	29,315	21,52	7,795
7	9,074	30,437	22,985	7,452
8	8,916	27,068	20,789	6,279
9	8,844	28,19	19,334	8,856
10	9,051	25,45	17,139	8,311

4) inlet velocity 11 m/s

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian	Velocity (m/s)	Pressure inlet (mBar)	Pressure out (mBar)	Pressure Drop (mBar)
1	11,123	40,044	28,352	11,692
2	11,194	40,464	27,32	13,044
3	11,214	40,291	27,986	12,305
4	10,987	39,794	27,498	12,296
5	11,008	40,168	27,742	12,426
6	10,780	41,287	27,986	13,301
7	10,776	40,913	27,63	13,293
8	10,937	41,660	28,23	13,43
9	11,097	41,412	27,62	13,792
10	11,281	41,287	27,62	13,667

5) inlet velocity 13 m/s

Pengujian	Velocity (m/s)	Pressure inlet (mBar)	Pressure out (mBar)	Pressure Drop (mBar)
1	13,015	50,635	34,464	16,171
2	12,989	51,507	35,079	16,428
3	13,322	51,383	35,201	16,182
4	13,379	51,133	35,201	15,932
5	13,059	51,009	34,586	16,423
6	12,928	51,008	34,955	16,053
7	13,142	50,759	34,832	15,927
8	13,106	51,383	34,832	16,551
9	13,214	51,506	35,078	16,428
10	12,893	51,755	35,201	16,554

Lampiran 2. Data Pengujian pemisahan partikel

A. Pemisahan partikel Cyclone Separator inlet 2 inch

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1) *inlet velocity* 5 m/s

Pengujian	Massa Total (g)	Massa Masuk Cyclone (g)	Massa Terkoleksi (g)	Massa mengendap (g)	Massa Escape (g)	Efisiensi (%)
1	50	40,52	35,61	9,48	4,92	87,86%
2	50	41,54	36,59	8,46	4,95	88,08%
3	50	41,50	36,49	8,50	5,00	87,94%
4	50	42,03	36,99	7,97	5,04	88,00%
5	50	40,07	35,02	9,93	5,05	87,40%

2) *inlet velocity* 7 m/s

Pengujian	Massa Total (g)	Massa Masuk Cyclone (g)	Massa Terkoleksi (g)	Massa mengendap (g)	Massa Escape (g)	Efisiensi (%)
1	50	45,52	40,61	4,48	4,91	89,21%
2	50	44,35	39,43	5,65	4,91	88,92%
3	50	46,66	41,72	3,34	4,95	89,40%
4	50	46,20	41,25	3,80	4,95	89,29%
5	50	45,60	40,63	4,40	4,97	89,10%

3) *inlet velocity* 9 m/s

Pengujian	Massa Total (g)	Massa Masuk Cyclone (g)	Massa Terkoleksi (g)	Massa mengendap (g)	Massa Escape (g)	Efisiensi (%)
1	50	48,09	45,45	1,91	2,64	94,51%
2	50	48,40	45,69	1,60	2,71	94,41%
3	50	48,14	45,40	1,86	2,74	94,31%
4	50	48,05	45,28	1,95	2,78	94,22%
5	50	48,34	45,54	1,66	2,81	94,20%

4) *inlet velocity* 11 m/s

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian	Massa Total (g)	Massa Masuk Cyclone (g)	Massa Terkoleksi (g)	Massa mengendap (g)	Massa Escape (g)	Efisiensi (%)
1	50	49,70	49,01	0,30	0,70	98,6%
2	50	49,20	48,01	0,80	1,19	97,6%
3	50	49,55	48,23	0,45	1,32	97,3%
4	50	49,07	47,73	0,93	1,34	97,3%
5	50	49,62	48,24	0,38	1,38	97,2%

5) *inlet velocity* 13 m/s

Pengujian	Massa Total (g)	Massa Masuk Cyclone (g)	Massa Terkoleksi (g)	Massa mengendap (g)	Massa Escape (g)	Efisiensi (%)
1	50	49,75	49,17	0,25	0,59	98,8%
2	50	49,53	48,92	0,47	0,61	98,8%
3	50	49,68	49,02	0,32	0,65	98,7%
4	50	49,82	49,07	0,18	0,75	98,5%
5	50	49,80	48,91	0,20	0,89	98,2%

B. Pemisahan partikel *cyclone separator inlet 1 inch*

1) *inlet velocity* 5 m/s

Pengujian	Massa Total (g)	Massa mengendap (g)	Massa Masuk Cyclone (g)	Massa Terkoleksi (g)	Massa Escape (g)	Efisiensi (%)
1	50	3,19	46,81	39,40	7,41	84,17%
2	50	3,19	46,81	41,03	5,78	87,65%
3	50	3,19	46,81	41,50	5,31	88,66%
4	50	3,19	46,81	39,85	6,96	85,13%
5	50	3,19	46,81	38,15	8,66	81,50%

2) *inlet velocity* 7 m/s

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian	Massa Total (g)	Massa mengendap (g)	Massa Masuk Cyclone (g)	Massa Terkoleksi (g)	Massa Escape (g)	Efisiensi (%)
1	50	2,82	47,18	43,15	4,03	91,46%
2	50	2,82	47,18	41,23	5,95	87,39%
3	50	2,82	47,18	41,42	5,76	87,79%
4	50	2,82	47,18	42,28	4,90	89,61%
5	50	2,82	47,18	42,89	4,29	90,91%

3) *inlet velocity* 9 m/s

Pengujian	Massa Total (g)	Massa mengendap (g)	Massa Masuk Cyclone (g)	Massa Terkoleksi (g)	Massa Escape (g)	Efisiensi (%)
1	50	2,38	47,62	45,56	2,06	95,67%
2	50	2,38	47,62	45,01	2,61	94,52%
3	50	2,38	47,62	44,93	2,69	94,35%
4	50	2,38	47,62	46,30	1,32	97,23%
5	50	2,38	47,62	45,24	2,38	95,00%

4) *inlet velocity* 11 m/s

Pengujian	Massa Total (g)	Massa mengendap (g)	Massa Masuk Cyclone (g)	Massa Terkoleksi (g)	Massa Escape (g)	Efisiensi (%)
1	50	2,09	47,91	46,31	1,60	96,66%
2	50	2,09	47,91	47,10	0,81	98,31%
3	50	2,09	47,91	46,69	1,22	97,45%
4	50	2,09	47,91	46,32	1,59	96,68%
5	50	2,09	47,91	46,49	1,42	97,04%

5) *inlet velocity* 13 m/s

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian	Massa Total (g)	Massa mengendap (g)	Massa Masuk Cyclone (g)	Massa Terkoleksi (g)	Massa Escape (g)	Efisiensi (%)
1	50	1,96	48,04	47,69	0,35	99,27%
2	50	1,96	48,04	47,39	0,65	98,65%
3	50	1,96	48,04	47,00	1,04	97,84%
4	50	1,96	48,04	47,91	0,13	99,73%
5	50	1,96	48,04	47,65	0,39	99,19%

6) *inlet velocity* 15 m/s

Pengujian	Massa Total (g)	Massa mengendap (g)	Massa Masuk Cyclone (g)	Massa Terkoleksi (g)	Massa Escape (g)	Efisiensi (%)
1	50	1,92	48,08	47,06	1,02	97,88%
2	50	1,92	48,08	46,91	1,17	97,57%
3	50	1,92	48,08	46,77	1,31	97,28%
4	50	1,92	48,08	46,73	1,35	97,19%
5	50	1,92	48,08	47,05	1,03	97,86%

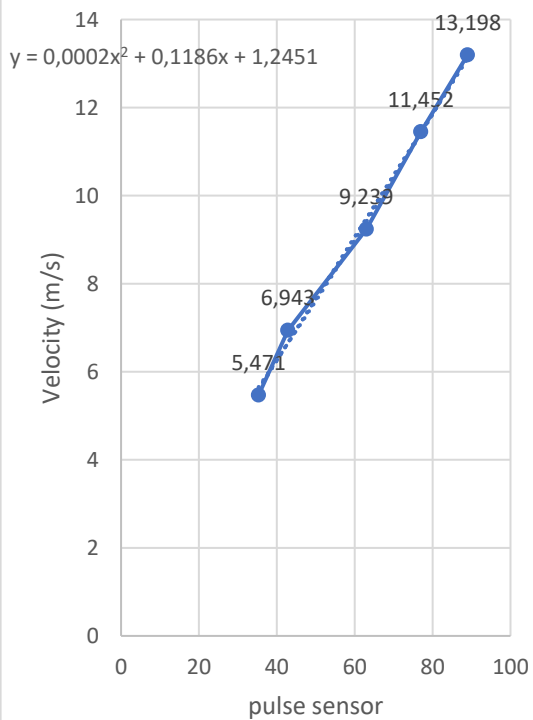
7) *inlet velocity* 17 m/s

Pengujian	Massa Total (g)	Massa mengendap (g)	Massa Masuk Cyclone (g)	Massa Terkoleksi (g)	Massa Escape (g)	Efisiensi (%)
1	50	1,64	48,36	46,77	1,59	96,71%
2	50	1,64	48,36	47,06	1,30	97,31%
3	50	1,64	48,36	46,53	1,83	96,22%
4	50	1,64	48,36	47,68	0,68	98,59%
5	50	1,64	48,36	46,82	1,54	96,82%

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

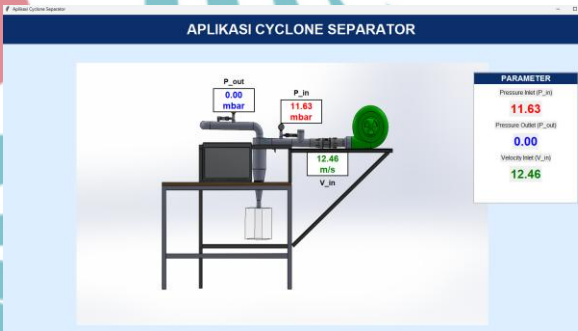
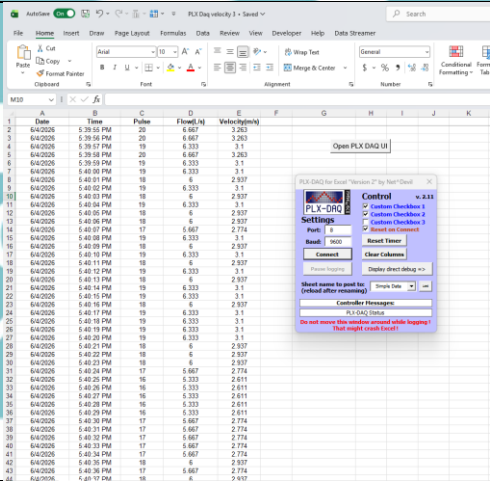
Lampiran 3. Prosedur Pengujian *Inlet Velocity*

No	Langkah-langkah Pengujian	Dokumentasi												
1	Setelah semua peralatan dan bahan siap, cyclone dan sensor dipasang. Selanjutnya, terminal kabel blower disambungkan ke dimmer untuk mengontrol kecepatan masuk (m/s). Pasang sensor aliran juga ke arduino. Selanjutnya, periksa arduino dan juga periksa GUI (Graphical User Interface). Pastikan bahwa semua sudah terinstal.													
2	Untuk kalibrasi sensor velocity, digunakan anemometer untuk mencocokkan variabel kecepatan masuk (m/s). Hasil pengukuran dicatat di sensor arduino (pulse) sebagai sumbu (x) dan di anemometer sebagai sumbu (y). Kemudian hasilnya dimasukkan ke grafik Microsoft Excel.	 Velocity (m/s) pulse sensor $y = 0,0002x^2 + 0,1186x + 1,2451$ <table><tr><th>pulse sensor (x)</th><th>Velocity (m/s) (y)</th></tr><tr><td>35</td><td>5,471</td></tr><tr><td>45</td><td>6,943</td></tr><tr><td>65</td><td>9,239</td></tr><tr><td>75</td><td>11,452</td></tr><tr><td>90</td><td>13,198</td></tr></table>	pulse sensor (x)	Velocity (m/s) (y)	35	5,471	45	6,943	65	9,239	75	11,452	90	13,198
pulse sensor (x)	Velocity (m/s) (y)													
35	5,471													
45	6,943													
65	9,239													
75	11,452													
90	13,198													

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3	Setelah proses kalibrasi, uji dan kumpulkan seratus data. Dimulai dengan variasi kecepatan masuk 3 m/s. Kemudian, gunakan dimmer untuk mengatur besar kecepatan masuk (m/s).	
4	Untuk setiap proses pengujian yang memiliki variasi kecepatan masukan (m/s), data harus diakhiri dengan menyimpan file Microsoft Excel dan memberi nama sesuai dengan pengujian tersebut. Setelah data disimpan pada 5 m/s, dapat diuji pada kecepatan aliran yang lain, tetapi data harus disimpan dan diberi nama sehingga tidak tercampur.	
5	Untuk pengujian <i>cyclone separator</i> , proses yang sama dapat diulang tanpa perlu dikalibrasi kembali. Setelah itu, data yang disimpan di laptop dapat dirapikan dan diubah sesuai kebutuhan.	

Lampiran 4. Prosedur pengujian *collection efficiency cyclone separator*

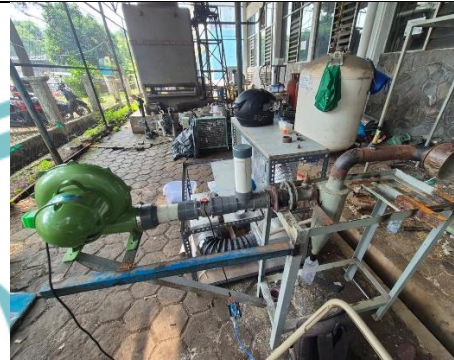
No	Langkah-langkah Pengujian	Dokumentasi
----	---------------------------	-------------

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1 Persiapkan semua peralatan dan bahan yang diperlukan untuk pengujian, lalu pasang *separator cyclone* (jangan gunakan pengukur tekanan). Wadah dipasang pada sisi output bawah cyclone untuk menampung partikel yang terkumpul.



2 Masukkan partikel dengan berat 50 gram ke dalam sambungan pipa.



3 Kemudian, setelah partikel masuk ke dalam pipa, blower dihidupkan. Aliran awalnya 5 m/s hingga 13 m/s



4	Setelah 60 detik wadah yang berisi partikel terkumpul dapat dipindahkan ke timbangan digital untuk diukur beratnya	
5	Setelah massa partikel dikumpulkan dan beratnya diukur, langkah berikutnya adalah mengambil sampel massa partikel yang tersisa pada saluran pipa.	
6	Untuk variasi kecepatan masuk berikutnya, proses 1 hingga 5 dapat diulangi. Langkah terakhir adalah mencatat dan mengolah data di Microsoft Excel.	



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 6. Bahasa Pemrograman Arduino Uno

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
1  /*
2  =====
3  FLOW SENSOR VF-DMS85 + PLX DAQ + VELOCITY
4  =====
5
6  Menampilkan:
7  - Tanggal
8  - Waktu
9  - Flow (l/s)
10 - Velocity (m/s)
11
12 Board : Arduino Uno
13 Sensor : VF-DMS85
14 Output : Excel PLX-DAQ
15 =====
16 */
17
18 volatile long pulseCount = 0;
19
20 // Pin sensor flow
21 const byte flowPin = 2;
22
23 // Konstanta sensor VF-DMS85
24 // Sesuaikan jika hasil belum akurat
25 float calibrationFactor = 0.955;
26
27 // Diameter dalam pipe DMS8
28 // DMS8 = 18 mm = 0.05 m
29 const float pipeDiameter = 0.05;
30
31 // Variabel waktu
32 unsigned long oldTime = 0;
33
34 void pulseCounter() {
35   pulseCount++;
36 }
37
38 void setup() {
39   Serial.begin(9600);
40
41   pinMode(flowPin, INPUT_PULLUP);
42
43   attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(flowPin), pulseCounter, FALLING);
44 }
```

```
46 // Header PLX-DAQ
47 Serial.println("CLEARDATA");
48 Serial.println("LABEL,Date,Time,Pulse,Flow(L/s),Velocity(m/s)");
49 }
50
51 void loop() {
52
53   if ((millis() - oldTime) >= 1000) {
54
55     detachInterrupt(digitalPinToInterrupt(flowPin));
56
57     // Hitung frekuensi
58     float frequency = pulseCount;
59
60     // Rumus flow rate
61     // Flow (l/men)
62     float flowRate = frequency / calibrationFactor;
63
64     // Konversi ke l/s
65     float flowLps = flowRate / 60.0;
66
67     // =====
68     // KONVERSI FLOW KE VELOCITY
69     // =====
70
71     // Flow m3/s
72     float flowM3s = flowLps / 1000.0;
73
74     // luas penampang pipe
75     float area = 3.14159 * pow(pipeDiameter, 2) / 4.0;
76
77     // Velocity m/s
78     float velocity = flowM3s / area;
79
80     // Kirim ke PLX-DAQ
81     Serial.print("DATA,DATE,TIME,");
82
83     Serial.print(pulseCount);
84     Serial.print(",");
85
86     Serial.print(flowLps, 3);
87     Serial.print(",");
88
89     Serial.println(velocity, 3);
90 }
```

Lampiran 7. Bahasa Pemrograman GUI

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

40  # -----
41  # UPDATE JAM
42  # -----
43  def update_time():
44      now = datetime.now()
45      lbl_time.config(
46          text=now.strftime("%d/%m/%Y\n%H:%M:%S")
47      )
48      root.after(1000, update_time)
49
50  # -----
51  # WINDOW
52  # -----
53  root = tk.Tk()
54  root.title("Aplikasi Cyclone Separator")
55  root.geometry("1600x900")
56  root.configure(bg="#DCEEFF")
57
58  # -----
59  # HEADER

```

```

60  # -----
61  # CANVAS
62  # -----
63  canvas = tk.Canvas(
64      root,
65      width=2000,
66      height=820,
67      bg="#DCEEFF",
68      highlightthickness=0
69  )
70  canvas.pack(fill="both", expand=True)
71
72  # -----
73  # GAMBAR ALAT
74  # -----
75  img = Image.open("cyclone separator.PNG")
76  img = img.resize((1100, 700))
77  imgTk = ImageTk.PhotoImage(img)
78
79  canvas.create_image(
80      200,
81      50,
82      anchor="nw",
83      image=imgTk
84  )
85
86  # -----
87  # D. GUI (Program Output)

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

93 # -----
94 # P_OUT (Pressure Outlet)
95 # -----
96
97 canvas.create_text(
98     620,
99     100,
100     text="P_out",
101     font=("Arial", 14, "bold")
102 )
103
104 lbl_pout = tk.Label(
105     root,
106     text="0.00\mmbar",
107     font=("Arial", 18, "bold"),
108     fg="blue",
109     bg="white",
110     relief="solid",
111     width=7,
112     height=2
113 )
114
115 canvas.create_window(
116     620,
117     150,
118     window=lbl_pout
119 )
120
121 # -----
122 # P_IN (Pressure Inlet)
123 # -----
124
125 canvas.create_text(
126     800,
127     130,
128     text="P_in",
129     font=("Arial", 14, "bold")
130 )
131
132 lbl_pin = tk.Label(
133     root,
134     text="0.00\mmbar",
135     font=("Arial", 18, "bold"),
136     fg="red",
137     bg="white",
138     relief="solid",
139     width=7,
140     height=2
  
```

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama : Muhammad Fakhru Rachman
2. NIM : 2202431010
3. Tempat, Tanggal Lahir : Bekasi, 12 Februari 2004
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Alamat : Kampung Cerewed Jl. Durian V
Blok F 51 No. 04 RT 07/13, Kec.
Bekasi Timur, Kota Bekasi
6. Email : mfr12022004@gmail.com
7. Pendidikan
 - a. SD (2010 - 2016) : SDN Duren Jaya VI
 - b. SMP (2016 – 2019) : SMPN 18 Kota Bekasi
 - c. SMA (2019 – 2022) : SMA PGRI 1 Bekasi
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Konversi Energi
9. Bidang Peminatan : Operasi PLTGU, *cyclone separator*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**