

SKRIPSI

STUDI EKSPERIMENTAL VARIASI SAMPEL UJI TERHADAP EFISIENSI PENYARINGAN UDARA MENGUNAKAN *DUAL CYCLONE SEPARATOR*

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



Ritchi Ehipanias Tarigan

03051281722056

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

SKRIPSI

STUDI EKSPERIMENTAL VARIASI SAMPEL UJI TERHADAP EFISIENSI PENYARINGAN UDARA MENGUNAKAN *DUAL CYCLONE SEPARATOR*

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



Ritchi Ehipanias Tarigan

03051281722056

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMENTAL VARIASI SAMPEL UJI TERHADAP EFISIENSI PENYARINGAN UDARA MENGUNAKAN *DUAL CYCLONE SEPARATOR*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

RITCHI EPHIPANIAS TARIGAN

03051281722056



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Indralaya, Agustus 2022
Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing Skripsi

Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 197001151994122001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

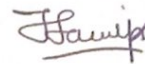
SKRIPSI

NAMA : RITCHI EPHIPANIAS TARIGAN
NIM : 03051281722056
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : STUDI EKSPERIMENTAL VARIASI
SAMPel UJI TERHADAP EFISIENSI
PENYARINGAN UDARA
MENGUNAKAN *DUAL CYCLONE*
SEPARATOR
DIBUAT TANGGAL : Agustus 2021
SELESAI TANGGAL : Juni 2022



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Indralaya, Juni 2022
Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing Skripsi



Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 197001151994122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “STUDI EKSPERIMENTAL VARIASI SAMPEL UJI TERHADAP EFISIENSI PENYARINGAN UDARA MENGGUNAKAN *DUAL CYCLONE SEPARATOR*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Juli 2022.

Palembang, Agustus 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Prof. Dr. Ir. H. Hasan Basri
NIP. 195802011984031002

Sekretaris:

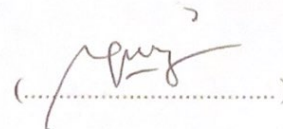
2. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 198106302006041001

Anggota:

3. Ir. Hj. Marwani, M.T
NIP. 1965032219910220001



(.....)



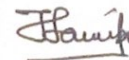
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Agustus 2022

Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing



Dr. Dewi Puspitasari, S.T, M.T.
NIP. 19700115 199412 2 001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ritchi Ehipanias Tarigan

NIM : 03051281722056

Judul : Studi Eksperimental Variasi Sampel Uji Terhadap Efisiensi
Penyaringan Udara Menggunakan *Dual Cyclone Separator*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Juli 2022



Ritchi Ehipanias Tarigan

NIM.03051281722056

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ritchi Ehipanias Tarigan

Nim : 03051281722056

Judul : Studi Eksperimental Variasi Sampel Uji Terhadap Efisiensi
Penyaringan Udara Menggunakan *Dual Cyclone Separator*

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, saya buat pernyataan ini dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Ritchi Ehipanias Tarigan

NIM.03051281722056

KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis panjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat limpahan rahmat, serta karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian skripsi ini dengan baik. Proposal Skripsi ini berjudul “Studi Eksperimental Variasi Sampel Uji Terhadap Efisiensi Penyaringan Udara Menggunakan *Dual Cyclone Separator*”.

Proposal Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan Proposal Skripsi ini, banyak sekali rintangan dan hambatan yang penulis lalui sehingga hal ini membuat penulis memerlukan bantuan beberapa pihak, baik dari segi moral ataupun materi. Oleh karena itu, dalam kesempatan yang baik ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak terkait, antara lain:

1. Drs. Armin Tarigan dan Erna br Perangin-Angin, S.Pd., kedua Orang Tua penulis yang telah berusaha dengan keras dan selalu memberikan dukungan, nasihat juga doa dalam segala hal yang penulis lakukan.
2. Fritz Mesakh Tarigan, S.P., Alfreda Ariella br Tarigan, S.Pd., dan Mia Leilani br Tarigan, A.Md., saudara-saudari penulis yang juga selalu memberikan dukungan penuh dan motivasi selama proses pendidikan.
3. Dr. Dewi Pupitasari, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi penulis yang selalu memberikan bimbingan sekaligus arahan berupa saran, masukan, motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya sekaligus dosen pembimbing akademik penulis.
5. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Pembina Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

7. Seluruh Dosen Teknik Mesin yang telah mengajarkan ilmu yang sangat bermanfaat selama proses perkuliahan.
8. Staf Administrasi dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
9. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin 2017 yang telah kebersamai dari awal perkuliahan.
10. Semua pihak yang ikut terlibat dan membantu setiap proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan-keterbatasan yang penulis miliki. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar menjadi pelajaran dan membuat skripsi ini bisa lebih baik lagi. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua orang.

Indralaya, Juli 2022

Ritchi Ehipanias Tarigan
03051281722056

RINGKASAN

“STUDI EKSPERIMENTAL VARIASI SAMPEL UJI TERHADAP EFISIENSI PENYARINGAN UDARA MENGGUNAKAN *DUAL CYCLONE SEPARATOR*.”

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Juli 2022

Ritchi Ehipanias Tarigan, dibimbing oleh Dr. Dewi Puspitasari, S.T, M.T.

Experimental Study Of Test Sample Variations Against Air Filtration Efficiency Using Dual Cyclone Separators.

xxv + 42 halaman, 6 tabel, 24 gambar, 4 lampiran.

Pada umumnya pencemaran udara dapat dikategorikan menjadi 2 jenis, yaitu secara alamiah (*natural sources*) dan secara tidak alamiah/kegiatan manusia (*anthropogenic sources*). Peristiwa alam seperti letusan gunung berapi, kebakaran hutan karena perubahan iklim yang tidak stabil merupakan contoh pencemaran udara secara alamiah. Contoh pencemaran udara secara tidak alamiah yaitu pencemaran yang berasal dari emisi limbah industri, segala jenis transportasi yang tidak hemat energi dan lain-lain. Beberapa kegiatan industri pada umumnya menghasilkan polusi udara berbentuk partikulat berbahaya yang dibuang lewat cerobong asap. Partikulat adalah bentuk dari polusi udara yang campuran penyusunnya dari bahan organik dan anorganik di atmosfer yang berupa cairan atau padatan. Partikulat dapat berbentuk debu, kabut, abu, atau aerosol (Pane dan Taqwamoto, 2019). Usaha dalam pengurangan polusi dapat dilakukan dengan alat pemisah partikel yaitu separator. Fungsi separator yaitu untuk memisahkan partikulat dengan udara bersih. Pada penelitian kali ini akan dilakukan suatu studi eksperimental proses pemisahan partikel pada bentuk *tangential cyclone separator*. Pemilihan *cyclone separator* ini disebabkan karena harga produknya yang relatif murah, tidak memiliki bagian yang

bergerak sehingga perawatannya lebih mudah, dan tidak mudah rentan saat kondisi operasi yang berat. Jenis *separator* yang digunakan pada penelitian ini berjenis *dual cyclone separator* dengan ukuran diameter tabung sebesar 114 mm serta fluida kerja yang digunakan yaitu udara dengan suhu ruangan. Jenis partikel dalam proses pengujiannya sebatas serbuk kayu, dedak dan batok kelapa. Tujuan utama dalam penelitian ini yaitu untuk menganalisa total partikel terendap dan partikel yang terbang, agar dapat dilakukan proses meminimalisir terhadap emisi/partikel uji yang terbang pada kerja dual cyclone separator serta menganalisa nilai efisiensi kinerja yang dihasilkan. Tahapan penelitian dimulai dengan perancangan desain alat *dual cyclone separator* berlandaskan referensi jurnal/penelitian terdahulu serta dimensi ukuran *cyclone separator* berdasarkan skala standar Starimand. Pengujian *dual cyclone separator* dilakukan setelah semua komponen alat telah selesai dibuat. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan memasukkan partikel yang telah diayak ke wadah *particle feeding vibrator* sebanyak 150 gram, (rentang waktu 2 menit) kemudian partikel dari wadah *particle feeding vibrator* mengalirkan partikel dengan bantuan dinamo getar agar masuknya partikel lebih stabil ke blower yang akan dibawa dengan kecepatan udara menuju ke dalam *cyclone separator* melalui saluran *inlet cyclone*, saat partikel masuk *cyclone separator*. Setelah itu partikel akan terpisah mengarah ke bawah menuju *dustbin* menghasilkan massa partikel yang terkumpul di *dustbin*. Data hasil pengujian *dual cyclone separator* pada masing-masing partikel kemudian dimasukkan ke dalam tabel hasil penelitian. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa jika semakin tinggi kecepatan yang dihasilkan maka massa partikel yang terbang dan massa partikel yang terendap semakin rendah. Pada massa partikel yang terbang terdapat 3,8 g serbuk dedak yang terbang sekaligus menjadi yang tertinggi dibanding yang lainnya pada kecepatan 7 m/s. Pada massa partikel yang terendap terdapat 8,2 g serbuk dedak yang terendap yang juga menjadi persentase tertinggi dibanding yang lainnya pada kecepatan 7 m/s. Pada masing-masing partikel semakin tinggi kecepatan yang dihasilkan maka semakin besar juga efisiensi kerja alat dual cyclone separator. Efisiensi tertinggi pada penelitian ini terjadi pada serbuk batok kelapa mencapai 97,13% pada kecepatan 15 m/s, sedangkan yang terendah terjadi pada serbuk dedak mencapai 92% pada kecepatan 7 m/s.

Kata Kunci : Siklon Separator, Sentrifugal, Separator Vertikal

SUMMARY

“EXPERIMENTAL STUDY OF TEST SAMPLE VARIATIONS AGAINST AIR FILTRATION EFFICIENCY USING DUAL CYCLONE SEPARATORS.”

Scientific writing in the form of Thesis, July , 2022

Ritchi Ehipanias Tarigan, supervised by Dr. Dewi Puspitasari, S.T, M.T.

Studi Eksperimental Variasi Sampel Uji Terhadap Efisiensi Penyaringan Udara Menggunakan *Dual Cyclone Separator*.

xxv + 42 pages, 6 tables, 24 pictures, 4 attachment.

In general, air pollution can be categorized into 2 types, namely natural sources and unnatural/human activities (anthropogenic sources). Natural events such as volcanic eruptions, forest fires due to unstable climate change are examples of natural air pollution. Examples of unnatural air pollution are pollution derived from industrial waste emissions, all types of transportation that are not energy efficient and others. Some industrial activities in general produce air pollution in the form of harmful particulates that are discharged through chimneys. Particulates are a form of air pollution whose constituent mixtures of organic and inorganic matter in the atmosphere are liquids or solids. Particulates can take the form of dust, fog, ash, or aerosols (Pane and Taqwatomo, 2019). Efforts in reducing pollution can be done with a particle separator, namely a separator. The function of the separator is to separate particulates from clean air. In this study, an experimental study of the particle separation process in the tangential cyclone separator form will be carried out. The selection of cyclone separators is due to the relatively cheap price of the product, does not have moving parts so that maintenance is easier, and is not easily vulnerable during severe operating

conditions. The type of separator used in this study is a dual cyclone separator type with a tube diameter of 114 mm and the working fluid used is air with room temperature. The type of particles in the testing process is limited to sawdust, bran and coconut shells. The main objective in this study is to analyze the total particles of deposited and wasted particles, so that a minimization process can be carried out on emissions / test particles wasted in the work of dual cyclone separators and analyze the resulting performance efficiency value. The research stage began with the design of a dual cyclone separator tool design based on previous journal / research references and the dimensions of the cyclone separator size based on the Starimand standard scale. Testing of the dual cyclone separator is carried out after all the components of the tool have been completed. The test carried out is by inserting particles that have been sifted into the particle feeding vibrator container as much as 150 grams, (time span 2 minutes) then particles from the particle feeding vibrator container flow particles with the help of a vibrating dynamo so that the entry of particles is more stable to the blower which will be carried with air velocity to the cyclone separator through the cyclone inlet channel, when particles enter the cyclone separator . After that the particles will separate downwards towards the dustbin producing a mass of particles collected in the dustbin. The data from the dual cyclone separator test on each particle are then entered into the research results table. Based on the tests that have been carried out, it was found that if the higher the velocity generated, the mass of particles that are wasted and the mass of particles that are deposited is lower. In the mass of wasted particles there are 3.8 g of wasted bran powder at the same time being the highest compared to others at a velocity of 7 m/s. In the mass of the precipitated particles there are 8.2 g of precipitated bran powder which is also the highest percentage compared to others at a velocity of 7 m/s. In each particle, the higher the velocity produced, the greater the working efficiency of the dual cyclone separator tool. The highest efficiency in this study occurred in coconut shell powder reaching 97.13% at a velocity of 15 m/s, while the lowest occurred in bran powder reaching 92% at a velocity of 7 m/s.

Keywords : Cyclone Separator, Centrifugal, Vertical Separator

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xxxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Pencemaran Udara.....	9
2.3 Definisi Partikulat	9
2.3.1 Dust	10
2.3.2 Fibres.....	10
2.3.3 Fume.....	10
2.3.4 Mist	11
2.3.5 Smokes	11
2.4 Definisi Fluida.....	11
2.5 Densitas	12
2.6 Separator	12
2.7 Jenis Separator Pemisahan Gas-Padat.....	13
2.7.1 Gravity Settlers (Settling Chamber).....	13
2.7.2 Impengement Separator	14
2.7.3 Sentrifugal Separator (Cyclone Separator)	15
2.7.4 Filters.....	15
2.7.5 Wet Scrubbers (Washing)	16
2.7.6 Electrical Precipitators	17
2.8 Stairmand Design/Desain Cyclone	17
2.9 Cyclone Separator	19

2.9.1	Pressure Drop	20
2.9.2	Cut Diameter.....	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	23
3.2	Deskripsi Perangkat Uji.....	24
3.2.1	Unit Dual Cyclone Separator.....	24
3.2.2	Unit Blower Sentrifugal.....	26
3.2.3	Unit Particle Feeding Vibrator	26
3.2.4	Unit Dustbin	27
3.3	Alat ukur yang digunakan.....	27
3.3.1	Anemometer Digital	27
3.3.2	Neraca Analitik.....	28
3.3.3	Mesh	28
3.3.4	Piknometer.....	29
3.4	Serbuk Partikel Pengotor	29
3.5	Prosedur Pengujian	30
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN		
4.1	Perhitungan Data.....	33
4.1.1	Densitas Serbuk Partikel Pengotor	33
4.1.2	Efisiensi Pemisahan Partikel	34
4.2	Pembahasan.....	35
4.2.1	Pembahasan Kecepatan vs Massa partikel terbang	36
4.2.2	Pembahasan Kecepatan vs Massa partikel terendap.....	37
4.2.3	Pembahasan Kecepatan vs Efisiensi Dual Cyclone Separator	38
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran	41
DAFTAR RUJUKAN.....		i
LAMPIRAN.....		i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) <i>cyclone separator</i> , (b) <i>multicyclone separator</i> , (c) <i>multicyclone + filter</i> + perubahan alur aliran (Novian, Emenda, 2018).....	6
Gambar 2. 2 Pengaruh tekanan <i>inlet</i> terhadap efisiensi pemisahan pada <i>Cyclone</i>	7
Gambar 2. 3 Pengaruh temperatur terhadap efisiensi <i>Cyclone</i>	7
Gambar 2. 4 <i>Settling Chamber</i>	13
Gambar 2. 5 <i>Impengement Separation</i>	14
Gambar 2. 6 <i>Reverse-nozzle Impengement Separator</i>	14
Gambar 2. 7 <i>Reverse-flow Cyclone Separator</i>	15
Gambar 2. 8 Variasi kecepatan tangensial dan kecepatan radial pada titik yang berbeda (Sumber: Perry, 7th ed.)	15
Gambar 2. 9 Beberapa jenis <i>dry filter</i> (a) <i>Throwaway type</i> , Airplex (<i>Davies Air Filter Corporation</i>), (b) <i>Replaceable medium type</i> , Airmat PL-24, <i>cutaway view</i> (<i>American Air Filter Co,Inc</i>), (c) <i>Cleanable type</i> , <i>Amirglass sawtooth</i> (<i>Amirton Company</i>)... ..	16
Gambar 2. 10 Beberapa jenis dari <i>wet scrubber</i> (a) <i>venturi scrubbers</i> (Sumber: Perry, 6th ed), (b) <i>ejector venture scrubbers</i> (Sumber: Schutte & Koerting Division, Amtek,Inc), (c) <i>fiber bed scrubbers</i> (Sumber: Lucas and Porter, U.S. Patent 3,37-,401,2967).....	16
Gambar 2. 11 Ilustrasi proses <i>Electrical Precipitators</i>	17
Gambar 2. 12 Ukuran dimensi proporsional <i>Stairmand</i>	18
Gambar 2. 13 Kurva performansi kondisi <i>high efficiency cyclone</i>	19
Gambar 2. 14 Kurva performansi kondisi <i>high gas rate cyclone</i>	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3. 2 Skematik Perangkat Uji <i>Dual Cyclone Separator</i>	24
Gambar 3. 3 Dimensi <i>Dual Cyclone Separator</i>	25
Gambar 3. 4 Anemometer Digital	27
Gambar 3. 5 Neraca Analitik	28
Gambar 3. 6 Saringan Ayakan Partikel (<i>Mesh</i>) Ukuran 100	29
Gambar 3. 7 Piknometer	29
Gambar 4. 1 Diagram batang kecepatan vs massa terbang	36
Gambar 4. 2 Diagram batang kecepatan vs massa terendap	37
Gambar 4. 3 Diagram batang kecepatan vs efisiensi	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Distribusi ukuran partikel pada aliran <i>inlet</i> , dan 2 buah <i>outlet Cyclone</i>	8
Tabel 2. 2 <i>Stream properties</i> proses pemisahan debu karbon pada model dengan <i>prefilter cyclone separator</i>	8
Tabel 2. 3 <i>Schematic</i> dan <i>Geometrical Cyclone Separator</i> (Stairmand, 1951).	18
Tabel 3. 1 Dimensi dan ukuran <i>Dual Cyclone Separator</i>	26
Tabel 3. 2 Spesifikasi <i>Blower</i>	26
Tabel 3. 3 Hasil Data Pengamatan untuk masing-masing partikel	32
Tabel 4. 1 Data perhitungan pada serbuk partikel uji	33
Tabel 4. 2 Bahan, Ukuran dan Densitas Partikel Pengotor	34
Tabel 4. 3 Data Hasil Perhitungan	35

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara disebabkan oleh sumber bergerak dan sumber tak bergerak yang meliputi sektor transportasi, industri, dan lain sebagainya. Berdasarkan sumbernya, pencemaran udara dibagi menjadi 2 bagian, yaitu secara alamiah (*natural sources*) seperti kebakaran hutan karena perubahan iklim yang tidak stabil, letusan gunung berapi, juga peristiwa alam lainnya, dan secara tidak alamiah/kegiatan manusia (*anthropogenic sources*) seperti yang berasal dari emisi limbah industri, segala jenis transportasi yang tidak hemat energi, dll.

Pada proses industri, pembuangan emisi dibuang lewat cerobong asap, dimana terdapat partikulat berbahaya disana. Partikulat adalah bentuk dari polusi udara yang campuran penyusunnya dari bahan organik dan anorganik di atmosfer yang berupa cairan atau padatan. Partikulat dapat berbentuk debu, kabut, abu, atau aerosol (Pane dan Taqwamoto, 2019). Proses pembakaran pada industri yang berbahan bakar fosil menghasilkan abu dan akan terbawa bersama gas pembakaran lewat ruang bakar dan cerobong dalam bentuk abu terbang (*fly ash*) dengan jumlah perkiraan $\pm 80\%$, dan sisanya $\pm 20\%$ dalam bentuk abu dasar (*bottom ash*). (Setiawan, Surahman dan Kailani, 2012).

Upaya agar polusi dapat diminimalisir, dibuatlah suatu alat pemisah partikel yaitu *separator*. *Separator* berfungsi untuk memisahkan partikulat dengan udara bersih. Jenis *separator* yang banyak digunakan salah satunya adalah *cyclone separator*. *Cyclone separator* adalah alat yang menggunakan prinsip gaya sentrifugal dan tekanan rendah karena adanya perputaran untuk

memisahkan materi berdasarkan perbedaan massa jenis dan ukuran partikel (Stairmand, C. J. 1951).

Pencemaran udara yang berbentuk partikulat dapat diatasi dengan alat-alat pengontrol udara bak *cyclone separator* (Wijaya.2012). Alasan utama separator ini digunakan karena harga produknya yang relatif murah, tidak memiliki bagian yang bergerak sehingga perawatannya lebih mudah, dan tidak mudah rentan saat kondisi operasi yang berat. Tetapi separator ini juga memiliki beberapa kelemahan dalam hal efisiensi kerjanya yang rendah (terkhusus untuk partikel yang sangat kecil) dan biaya operasi yang cukup tinggi, karena siklon perlu daya yang cukup besar untuk menjaga tekanannya atau agar tidak terjadinya penurunan tekanan (*pressure drop*).

Pemasangan konstruksinya cukup fleksibel, karena dapat digunakan dalam berbagai pengaturan berbeda, secara seri maupun paralel. Menurut (Hoffman, A.C., Stein, L.E., 2008) bentuk dari siklon ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu *tangential cyclone* dan *axial cyclone*. Pada dasarnya, dua jenis siklon ini memiliki prinsip kerja yang sama. Tetapi pada *axial cyclone* partikel masuk melewati bagian atas siklon, sedangkan pada *tangential cyclone* partikel masuk melewati celah pada sisi yang letaknya berada pada posisi menyudut dengan badan siklon. Pada penelitian kali ini, akan di teliti proses pemisahan partikel pada bentuk *tangential cyclone*.

Proses pemisahan terjadi dengan proses sentrifugasi suspensi padat-gas. Sentrifugasi suspensi padat-gas yaitu terjadinya induksi aliran vorteks di dalam siklon karena adanya pengaruh gaya tangensial pada ruang siklon, yang umumnya berbentuk kerucut. Karena densitas dari partikel lebih besar daripada gas, partikel tersebut lebih rentan untuk tetap berada pada posisi tegak lurus aliran vertikal karena pengaruh gaya sentrifugal. Partikel akan jatuh kebawah ke *dust collector* dan udara akan naik keatas melewati cerobong gas buang.

1.2 Rumusan Masalah

Separator berjenis siklon ini memiliki banyak keuntungan, dari harganya yang relatif murah, perawatan yang mudah, juga memiliki sifat yang tahan terhadap kondisi yang berat. Pengimplementasian *cyclone separator* juga sudah cukup banyak pada dunia industri. Dengan beberapa hasil riset terdahulu dan pertimbangan dari kinerja *cyclone separator*, maka perlu dilakukan penelitian eksperimental modifikasi dari *tangential cyclone separator* yaitu *dual cyclone separator* terhadap kualitas hasil pemisahan antara partikulat dan udara bersih, dengan partikel uji yang berbeda dan ukuran *mesh* yang sama.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. *Separator* yang akan digunakan berjenis *dual cyclone separator*.
2. Ukuran diameter tabung sebesar 114 mm ($D=114$ mm).
3. Jenis partikel uji yang digunakan serbuk kayu, dedak, dan batok kelapa
4. Fluida kerja yang digunakan udara dengan suhu ruangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk menganalisa total partikel terendap dan partikel yang terbuang, agar dapat dilakukan proses meminimalisir terhadap emisi/partikel uji yang terbuang pada kerja *dual cyclone separator*.
2. Untuk menganalisa nilai efisiensi kinerja yang dihasilkan *dual cyclone separator*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian mengenai *dual cyclone separator* ini dapat dijadikan referensi ataupun pandangan untuk penelitian lainnya terkait *cyclone separator*.
2. Akhir dari penelitian ini dapat dipertimbangkan atau menjadi dasar pemikiran oleh industri pabrik di waktu yang akan datang dalam perancangan sistem penyaring atau pemisah partikulat khususnya dalam hal pembuangan emisi.
3. Hasil dari penelitian ini juga bisa menjadi pertimbangan oleh pihak konservasi ataupun pemerintah lingkungan, sebagai cara pengurangan populasi udara di bidang industri dan dapat dijadikan himbauan bagi para industriawan mengenai cara penanggulangan limbah emisi pabrik.

DAFTAR RUJUKAN

- Astrand, J and G. Rodahl. 1986. *Work Physiology*. Mcgraw-Hill. New York.
- Demir, Selami. 2014. "A Practical Model for Estimating Pressure Drop in Cylone Separators: An Experimental Study." Elsevier B.V.
- Coulson, "Particle Technology and Separation Processes, Volume 2", 5th ed.
- Coulson, "Chem. Engg. Des., Volume 6". Foust.
- Muhammad I, Taiwo, Namadi Mohammed A, and B. mokwa James. 2016. "Design and Analysis of Cylone Dust Separator." *American Journal of Engineering Research (AJER)* 5 (4): 130–34.
- Perry, R. H., and Chilton, C. H., 1984, "Chemical Engineer's Handbook", 6th edition, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo.
- Perry, R. H., and Chilton, C. H., 1999, "Chemical Engineer's Handbook", 7th edition, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo.
- Shepherd, C. B. and C. E. Lapple. 1939. Flow Pattern and Pressure Drop in Cyclone Dust Collectors. *Industrial and Engineering Chemistry* 31(8): 972-984.
- Hoffman, A. C., Stein, L. E., 2008. *Gas Cyclones and Swirl Tubes*, Second Edition, Springer Berlin Heidelberg, New York.
- Stairmand, C. J. 1951. The design and performance of cyclone separators. *Transactions of Chemical Engineers* 29(1): 356-373.
- Stairmand, C. J. 1949. Pressure drops in cyclone separators. *Industrial and Engineering Chemistry* 16(B): 409-411.
- WANG, LINGJUAN. 2004. "THEORETICAL STUDY OF CYLONE DESIGN." Texas: Texas A&M University.
- Widjaja Tri. 2012. "Aplikasi Cyclone Separator Pada Pengendalian Pencemaran Udara." Skripsi. Teknik Kimia, Institut Teknologi Surabaya. Surabaya.

Xu, Yaxin, Anqiao Zheng, and Bingtao zhao. 2010. "Numerical Simulation of Effect of Inlet Cinfiguration on Square Cylone Separator Performance." <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2011.03.034>.

Young, Hugh D., Roger A. Freedman, T. R. Sandin, and A. Lewis Ford. 2002. FISIKA UNIVERSITAS. 10th ed. 1. Jakarta: Erlangga.