

**PERANCANGAN SISTEM *VACUUM* UNTUK DEBU HALUS
HASIL PEMESINAN RESIN; STUDI KASUS PADA MESIN
CEDU CNC**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Novian Vigis Agung Emenda
No. Mahasiswa : 12525055
NIRM : 2012050310

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2018

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

“Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam penulisan naskah ini dan disebutkan sebagai referensi. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya sanggup menerima hukuman atau sanksi sesuai hukum yang berlaku.”

Yogyakarta, 6 Juni 2018

METERAI
TEMPEL
Penulis,
48115AEF962963008
6000
ENAM RIBURUPIAH

Novian Vigis Agung Emenda

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PERANCANGAN SISTEM *VACUUM* UNTUK DEBU HALUS
HASIL PEMESINAN RESIN; STUDI KASUS PADA MESIN
CEDU CNC**



Disusun Oleh :

Nama : Novian Vigis Agung Emenda

No. Mahasiswa : 12525055

NIRM : 2012050310

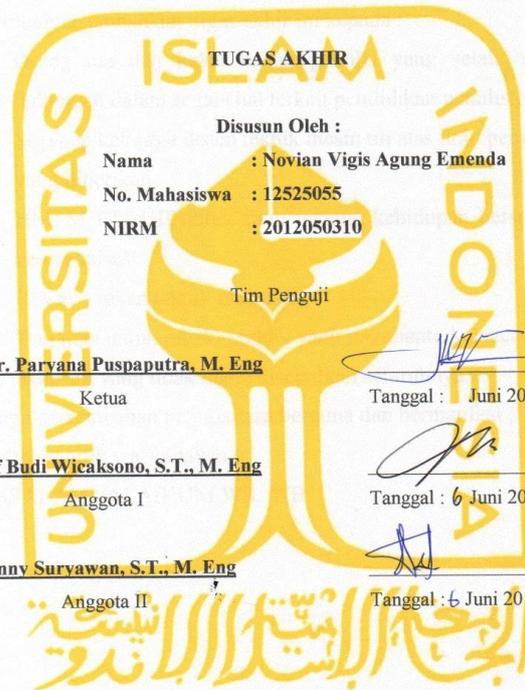
Yogyakarta, Juni 2018

Dosen Pembimbing,

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERANCANGAN SISTEM *VACUUM* UNTUK DEBU HALUS
HASIL PEMESINAN RESIN; STUDI KASUS PADA MESIN
CEDU CNC



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Novian Vigis Agung Emenda
No. Mahasiswa : 12525055
NIRM : 2012050310

Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng

Ketua


Tanggal : Juni 2018

Arif Budi Wicaksono, S.T., M. Eng

Anggota I


Tanggal : 6 Juni 2018

Donny Survawan, S.T., M. Eng

Anggota II


Tanggal : 6 Juni 2018

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin




Dr. Eng. Risdivono, S.T., M. Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

ASSALAMUALAIKUM WR. WB.

alhamdulillahirabbil'alamin saya sebagai penulis tugas akhir ini akan mempersembahkan tugas akhir ini kepada :

1. Orang tua dan kakak-kakak penulis yang selalu memberi dukungan dalam segala hal terkait pendidikan penulis.
2. Segenap keluarga dosen teknik mesin uii atas ilmu pengetahuan yang diberikan.
3. HMTM FTI UII untuk ilmu tentang kehidupan bersosial dan berorganisasi.
4. Rekan – rekan teknik mesin uii
5. Dan juga untuk pihak – pihak yang membantu kelancaran tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan seluruhnya.

Semoga persembahan penulis bisa berguna dan bermanfaat ,

Wabillahi taufik wal'hidayah

WASSALAMUALAIKUM WR. WB.

HALAMAN MOTTO

“Siapa yang menempuh suatu jalan dengan tujuan mencari ilmu, maka Allah SWT akan memudahkannya untuk masuk ke surga.”

(Riwayat Muslim, sahih)

“Sebaik-baik Manusia Adalah Yang Paling Bermanfaat Bagi Orang Lain“

(HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah ayat 5-6)

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S. Al-Baqarah ayat 286)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wa rahmatullahi wa barakatuhu.

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji hanya milik Allah SWT. Hanya dengan limpahan rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir beserta Laporan Tugas Akhir dengan judul “PERANCANGAN SISTEM *VACUUM* UNTUK DEBU HALUS HASIL PEMESINAN RESIN; STUDI KASUS PADA MESIN CEDU CNC”. Laporan ini disusun guna memenuhi salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar sarjana teknik mesin, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia.

Pelaksanaan dan Penyusunan Laporan Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik dan lancar tak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan kesehatan dan rahmat-Nya selama penulis melaksanakan Tugas Akhir.
2. Nabi Muhammad SAW yang selalu memotivasi melalui peninggalan berupa Al-Hadist yang selalu penulis baca sehingga memicu semangat.
3. Kedua orang tua yang sudah memberi dukungan dalam segala bentuk dalam hal pendidikan
4. Bapak Dr. Eng. Risdiyono ST., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah memberi banyak bantuan saran pengalaman kepada saya sehingga pelaksanaan tugas akhir dan penyusunan laporan tugas akhir dapat terselesaikan dengan baik.
6. Semua keluarga saya atas semua dorongan , dan semangat, serta do'a yang diberikan.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Namun penulis menyadari ini bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun masih sangat penulis harapkan untuk kemajuan di kemudian hari.

Billahitaufiq walhidayah,

Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuhu.

Yogyakarta, 6 Juni 2018

Penulis,



Novian Vigis Agung Emenda

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM *VACUUM* UNTUK DEBU HALUS HASIL PEMESINAN RESIN; STUDI KASUS PADA MESIN CEDU CNC

Berawal dari sebuah permasalahan yang terjadi pada saat pemesinan mesin CEDU CNC . Jadi pada saat pemesinan dilakukan, hasil sisa dari pemesinan pahat terpental oleh putaran motor yang terkoneksi dan beterbangan di area mesin hingga luar area mesin. Hasil sisa dari pemesinan juga berpotensi menimbulkan masalah kesehatan. Kemudian dilakukan sebuah pengamatan untuk nantinya dilakukan perbaikan serta penyempurnaan keadaan mesin CEDU CNC. Dilakukan perancangan sebuah sistem yang berfungsi untuk menjebak sekaligus mengumpulkan sisa pemesinan. Metode yang digunakan adalah *centrifugal separator* karena dinilai mampu untuk menyelesaikan permasalahan. Dari hasil pengamatan, sisa pemesinan yang paling sukar dikendalikan adalah bahan akrilik karena dimensi serta beratnya yang sangat kecil. Setelah melalui berbagai macam kendala dan perbaikan dari awal pembuatan hingga pengujian hasilnya belum mencapai target rancangan karena bebrapa faktor. Pembuatan sistem seperti permasalahan ini bukanlah hal yang mudah, karena kecil dan ringannya objek yang diteliti yaitu sisa pemesinan *acrylic*, menyebabkan sukar untuk dijebak.

Kata kunci : CEDU CNC , Proses pemesinan , *centrifugal separator* , *acrylic*

Comment [AJ1]: ...pemesinan. Metodenya...

Comment [AJ2]: Subyek dan predikatnya diperjelas...

Misal: Metode yang digunakan adalah...

Comment [AJ3]: ..pengamatan, sisa

Comment [AJ4]: System → sistem

ABSTRACT

DESIGN OF VACUUM SYSTEM FOR FINE DUST RESIN MACHINING RESULT; A CASE STUDY ON CNC CEDU MACHINE

A problem was accured in CEDU CNC machining when the process ran, the chisel residue was bounced by the motor rotation and flew in and outside the machine area the residue potentially causes a health problem. Then an observation was done for CEDU CNC future improvement. The system is designed for trapping and putting the machine residue together at once. The method used is centrifugal separator because it has a capability to fix the problem. From the result of observation, the residue of machining process that is the hardest material to control is acrylic, because the dimension and weight are too small. After experiencing various problems and fixing from the beginning of manufacturing until testing process, the result not absolutely achieved the design target because of some factors. Making the system like this problem is not an easy thing, because the small-size and low-weight of objects investigated are residue of machining process of acrylic, it was hard to be trapped.

Keywords : CEDU CNC , machining process , centrifugal separator , acrylic

Comment [AJ5]: DESIGN OF VACUUM SYSTEM APPLIED ON CNC CEDU MACHINE

Comment [AJ6]: ...it has a capability...

Comment [AJ7]: ...hardest material to control acrylic, ...

Comment [AJ8]: ..too..

Comment [AJ9]: ..problems...

Comment [AJ10]: ..because of...

Comment [AJ11]: ...not easy atau ...not an eas thing,

Comment [AJ12]: ..objects...

Comment [AJ13]: ...it was hard to be trapped.

Approved by,

Anggara Jatu Kusumawati, S.S., M.A.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Pernyataan Bebas Plagiarisme.....	Error! Bookmark not defined.
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	Error! Bookmark not defined.
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto.....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori 1	6
2.2.1 Mesin CEDU CNC.....	6
2.2.2 Serbuk pemesinan <i>acrylic / resin</i>	7
2.2.3 Pemisahan gas – padat.....	8
2.2.4 <i>Centrifugal Separators (cyclones)</i>	10
2.2.4.1 Desain <i>cyclone</i>	10
2.2.4.2 <i>Pressure drop</i> (penurunan tekanan)	13
2.2.5 Persamaan kontinuitas	14

2.2.6	Debit	14
2.2.7	<i>Solidwork</i>	15
Bab 3	Metode Penelitian	16
3.1	Alur Penelitian	16
3.2	Perancangan dan Perhitungan	17
3.2.1	Media Penghisap / pemvacuuman	17
3.2.1.1	Mencari Data Kecepatan (v) pada <i>vacuum cleaner</i>	18
3.2.2	Menentukan dimensi <i>cyclone</i>	20
3.2.3	Desain <i>Centrifugal separator</i>	22
3.3	Pembuatan <i>cyclone separator</i>	23
3.3.1	Alat	23
3.3.2	Bahan	23
3.3.3	Proses Pembuatan	24
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	25
4.1	Perancangan , Pengujian , dan Pembahasan Desain Awal	25
4.1.1	Perancangan Desain Awal	25
4.1.2	Pengujian Desain Awal	26
4.1.3	Pembahasan	27
4.2	Perancangan , pengujian , dan pembahasan Desain evaluasi 1	27
4.2.1	Perancangan desain evaluasi 1	28
4.2.2	Pengujian Desain evaluasi 1	29
4.2.3	Pembahasan	29
4.3	Perancangan, Pengujian, dan Pembahasan desain evaluasi akhir	30
4.3.1	Perancangan Desain evaluasi akhir	30
4.3.2	Pengujian desain evaluasi akhir	30
4.3.3	Pembahasan	31
Bab 5	Penutup	32
5.1	Kesimpulan	32
5.2	Saran	32
Daftar Pustaka	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Data waktu percoban mencari nilai kecepata.....	19
Tabel 3-2 Data alat	23
Tabel 3-3 Data bahan.....	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Mesin Cedu CNC	6
Gambar 2-2 Serbuk <i>acrylic</i> Sisa Pemesinan	7
Gambar 2-3 <i>Settling Chamber</i>	8
Gambar 2-4 <i>Impingement Separator</i>	9
Gambar 2-5 Proporsional dimensi <i>cyclone</i>	10
Gambar 2-6 Proporsional dimensi <i>cyclone</i>	11
Gambar 2-7 Kurva performa kondisi standar <i>high efficiency cyclone</i>	11
Gambar 2-8 Kurva performa kondisi standar <i>high gas rate cyclone</i>	12
Gambar 2-9 Faktor dalam penentuan penurunan tekanan	13
Gambar 3-1 Alur Penelitian.....	16
Gambar 3-2 <i>Vacuum Cleaner</i> NLG PV076.....	17
Gambar 3-3 Data sheet <i>vacuum cleaner</i> NLG PV076	17
Gambar 3-4 Percobaan mencari nilai debit	18
Gambar 3-5 Dimensi <i>cyclone</i> hasil perhitungan	22
Gambar 3-6 Desain <i>centrifugal separator</i>	23
Gambar 3-7 Proses pembuatan <i>centrifugal separator</i>	24
Gambar 4-1 Desain awal	25
Gambar 4-2 Hasil pembuatan desain awal	26
Gambar 4-3 Pengujian desain awal	26
Gambar 4-4 Desain evaluasi 1	28
Gambar 4-5 Hasil pembuatan desain evaluasi 1.....	28
Gambar 4-6 Pengujian desain evaluasi 1.....	29
Gambar 4-7 Desain evaluasi akhir	30
Gambar 4-8 Pengujian desain evaluasi akhir	31

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Program Studi Teknik Mesin UII berfokus pada bidang manufaktur. Teknik Mesin UII adalah satu-satunya teknik mesin yang berkonsentrasi dibidang manufaktur. Berdiri tahun 1999, Jurusan Teknik Mesin UII merupakan jurusan termuda di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Teknik Mesin UII memilih bidang yang tidak banyak peminatnya dan berhasil membuktikan bahwa Teknik Mesin UII berhasil mendapatkan pengakuan didunia pendidikan Indonesia dengan memperoleh akreditasi A. Usaha untuk mendukung bidang manufaktur di Teknik Mesin UII, salah satu Dosen pendiri Teknik Mesin UII yaitu Bapak Dr.Ir. Paryana Puspaputra,M.Eng. mendirikan pusat studi jewelry.

Pusat studi jewelry erat kaitanya dengan sebuah mesin pembuat master sebuah produk dalam hal ini adalah mesin cedu cnc. Mesin cedu cnc adalah sebuah mesin cnc *engraving* yang di produksi sendiri oleh jurusan teknik mesin UMS. Oleh tim yang dibawahhi bapak Dr.Ir.Paryana Puspaputra,M.Eng. selaku salah satu pendiri pusat studi jewelry di UII, mesin ini digunakan untuk membuat master sebuah produk jewelry. Penggunaan mesin cnc untuk membuat master dari bahan resin/*acrylic* memang sudah umum digunakan karena kepresisian dan efisien dalam hal waktu. Akan tetapi karena keberadaan mesin cedu cnc yang masih sederhana menyebabkan debu sisa pemesinan masih berterbangan di area pemakanan dan area sekitar mesin cedu cnc. Hal ini menjadi masalah dalam proses pengerjaan baik dalam jangka waktu panjang maupun pendek.

Dari hasil debu sisa pemesinan yang masih berterbangan, berpotensi menimbulkan masalah untuk operator baik masalah hasil pemesinannya maupun masalah kesehatan operator. Usaha untuk meminimalisir debu sisa yang berterbangan ini sudah dilakukan yaitu dengan menggunakan *vacuum cleaner* akan tetapi hal itu belum dapat menyelesaikan permasalahan karena debu yang sangat halus masih dapat melewati filter dalam *vacuum cleaner* dan jika terus

menerus digunakan dapat mengurangi usia dari *vacuum cleaner* itu sendiri. Meskipun acrylic tidak memiliki kandungan yang beracun bagi anggota tubuh luar, namun tetap beresiko besar apabila debu sisa pemakanan acrylic terhirup oleh operator dan masuk ke dalam sistem anatomi tubuh manusia, karena dimensi yang dihasilkan proses pemesinan sangat kecil dan ringan. Disamping itu karena tubuh manusia 80% kandungannya adalah air dapat menyebabkan terkumpul di dalam sistem anatomi dan mengganggu bahkan menghambat kinerjanya.

Mesin cedu cnc ini sendiri masih belum sesuai standar meskipun sudah bisa melakukan pemesinan. Ketidaktepatan mesin dapat menjadi faktor penghambat dalam proses pemesinannya baik pada proses/pada hasilnya. dalam kondisi sekarang masih banyak campur tangan operator dalam melakukan sebuah pemesinan terutama yang paling terlihat mengganggu adalah ketika operator membersihkan sisa pemesinan yang dilakukan. Hal ini akan berpotensi menimbulkan sebuah kecelakaan kerja ataupun hasil yang kurang maksimal karena terlalu banyak campur tangan operator dalam satu proses pemesinan dengan menggunakan mesin cnc.

Dari permasalahan yang ada di ambil sebuah kesimpulan untuk merancang sebuah sistem untuk menghilangkan campur tangan operator dalam hal debu sisa pemakanan dan memudahkan untuk pengumpulan sisa-sisa pemakanan yang di lakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang ada pada latar belakang , maka dapat di ambil sebuah rumusan :

1. Metode apa yang paling tepat digunakan untuk membuat sebuah sistem penjebaran debu hasil pemesinan resin ?
2. Bagaimana proses pembuatannya sistem agar tepat jika diaplikasikan pada mesin cedu cnc?

1.3 Batasan Masalah

1. Perancangan sistem *vacuum* ini tidak menggunakan media cair.
2. Pembuatan desain menggunakan *software solidwork 2016*.

3. Media/alat penghisapnya menggunakan *vacuum cleaner* NLG model PV-076 dengan daya 600 Watt, voltase 220 Volt/ 50 Hz dan daya tekan hisap 11.5 KPa
4. Sisa pemakanan yang diteliti adalah debu hasil pemakanan acrylic/resin

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Merancang dan membuat sistem agar dapat menjebak keseluruhan sisa pemakanan tanpa penambahan media cair.
2. Dapat mengetahui fenomena yang terjadi saat proses pemisahan debu hasil pemakanan acrylic/resin dari udara.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk melengkapi kekurangan dari mesin cedu cnc yaitu pada masalah debu sisa pemakanan.
2. Mengurangi campur tangan operator pada saat pemesinan serta meningkatkan tingkat kesehatan operator mesin cedu cnc.
3. Meminimalisir kerusakan mesin cedu cnc karena debu sisa pemakanan yang berterbangan dan menempel pada bagian kritis mesin cedu cnc.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bagian, yang bertujuan memudahkan dalam memahami laporan tugas akhir ini. Penulisan laporan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab yaitu :

1. Bab I berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat perancangan serta sistematika penulisan laporannya.
2. Bab II berisikan kajian pustaka yang menerangkan tentang perkembangan terkini terkait topik perancangan dan landasan teori yang di pakai dalam perancangan ini.

3. Bab III berisikan penjelasan tentang alur perancangan yang di lengkapi dengan diagram alir, alat dan bahan yang digunakan, konsep desain, metode pengujian produk dan metode pengolahan atau analisis hasil pengujian.
4. Bab IV berisikan penjelasan mengenai hasil yang telah dicapai dalam perancangan ini dan pembahasannya.
5. Bab V merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan beserta saran yang didapat dalam pelaksanaan perancangan ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pada paragraph ini dibahas terkait masalah bahaya dari bahan *acrylic* pada pembuatan ortodonti lepas. Dimana disebutkan bahan dasar *acrylic* adalah *metil metakrilat* (MMA). MMA dilaporkan dapat menjadi faktor iritan bagi paru-paru, kulit maupun mata. Contohnya saat plat *acrylic* dihaluskan kemudian menghasilkan debu, debu tersebut lalu dapat terhirup masuk ke dalam saluran pernafasan dan berkemungkinan terjadi *pneumoconiosis*. Paparan monomer MMA telah dihubungkan dengan dermatitis kontak, asma, dan sakit kepala. Efek lain adalah iritasi kulit, mata, membrane mukosa, dan juga gangguan saraf tepi maupun pusat dengan manifestasi berupa sakit kepala, sakit pada anggota badan, mual, hilangnya nafsu makan, *fatigue*, gangguan tidur, *neuropathy*, hilangnya memori dan lain-lain (Goeharto 2016).

centrifugal separator adalah metode untuk membersihkan / memisahkan partikel dari suatu *fluida* tanpa menggunakan filter. Melalui pemisahan pusaran, efek rotasi dan gravitasi digunakan untuk memisahkan partikel dalam *fluida* (udara). *centrifugal separator* sering dianggap sebagai pemisah rendah efisiensi, namun efisiensinya dapat bervariasi tergantung ukuran partikel dan desain *cyclone* (Muhammad I, Mohammed A, and James 2016).

Peneliti menyimpulkan dalam merancang sebuah sistem *cyclone*, kecepatan *inlet* yang direncanakan harus menjadi dasar untuk menentukan dimensi dari *cyclone* dan penurunan tekanan *cyclone* (WANG 2004).

Pada penelitian ini peneliti mengestimasi *pressure drop* di sebuah *centrifugal separator*. Dari data penelitian menunjukkan bahwa penurunan tekanan (*pressure drop*) menurun dengan peningkatan tinggi badan *cyclone*. Begitu juga pada tinggi kerucut *cyclone* juga berpengaruh sama halnya dengan tinggi badan *cyclone*. Sebaliknya jika diameter pusaran finder ditingkatkan memberi dampak positif terhadap penurunan tekanan tetapi tetap tertutup oleh efek dari tinggi badan dan tinggi kerucut terhadap penurunan tekanan (Demir 2014).

Pada penelitian ini, pneliti mencari efek konfigurasi *inlet* di rubah. Hasilnya adalah kecepatan yang berbeda. Ada 3 jenis *inlet* yang bandingkan yaitu *double declining inlet* (DDI) , *double normal inlet* (DNI) , dan *single normal inlet* (SNI). Dilihat dari hasilnya DDI dan DNI memiliki *pressure drop* yang rendah dengan efisiensi yang sama tetapi hasil berbeda ditemukan pada SNI yang menunjukkan efisiensi pemisahan yang paling baik dibandingkan DDI / DNI dan *pressure drop* yang maksimal. Ketika pada konfigurasi SNI di beri penyekat terdapat peningkatan *pressure drop* 191% untuk pemisah SNI-1 dan 34% untuk pemisah SNI-2 (xu, zheng, and zhao 2010).

2.2 Dasar Teori 1

Dalam penulisan, dasar teori berisi tentang data atau informasi yang menjadi pondasi dalam identifikasi, penjelasan, dan pembahasan masalah penelitian.

2.2.1 Mesin CEDU CNC



Gambar 2-1 Mesin Cedu CNC

CEDU CNC adalah jenis mesin cnc *engraving* 4 axis yang dibuat oleh jurusan teknik mesin UMS. Dalam peluncurnya mesin cnc ini dapat disebut mesin cnc telanjang dan pasti terdapat kekurangan-kekurangan dari mesin tersebut. Mesin CEDU CNC ini memiliki dimensi terluar 80 cm x 60 cm x 58 cm.

Mesin cnc dalam dunia jewelri kerap digunakan untuk pembuatan master maupun produk karena ketepatan dalam hal kepresisin,detail,dan efiensi dalamhl waktujika dibandingkan dengan pengerjaan handmade.

2.2.2 Serbuk pemesinan *acrylic* / resin

Cedu CNC sesuia dengan namanya adalah mesin yang dapat melakukan sebuah pemesinan pada suatu benda / material. Contohnya seperti pembuatan master untuk produk *jewelry*. Bahan yang biasa digunakan dalam pembuatan master ini biasanya adalah *acrylic* / resin. *Acrylic* sendiri berbahan dasar MMA metil metakrilat dan dilaporkan sebagai faktor iritan bagi paru-paru,kulit,dan mata. Disamping mudah mendapatkan bahan tersebut, material ini adalah material yang paling cocok untuk proses-proses pembuatan *jewelry*. Bahan serbuk pemesinan dari *acrylic* / resin yang akan dijadikan acuan dalam pembuatan mekanisme *vacuum* untuk cedu cnc terpilihnya bahan ini karena serbuk *acrylic* adalah yang paling sulit untuk dijebak dan memiliki potensi membahayakan bagi kesehatan operator jika tidak segera di beri solusi permasalahan.



Gambar 2-2 Serbuk *acrylic* Sisa Pemesinan

Serbuk diatas adalah sisa pemesinan dari berbagai variasi pahat yang digunakan. Dari berbagai macam pahat yang digunakan juga menghasilkan serbuk dengan ukuran yang bervariasi dan pastinya $\leq 10\mu\text{m}$

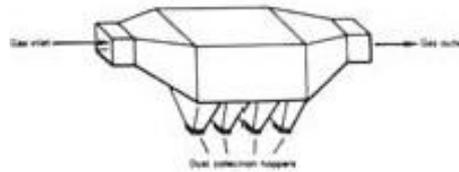
2.2.3 Pemisahan gas – padat

Kebutuhan utama dari proses pemisahan padatan dalam aliran udara adalah untuk membersihkan udara dan membuang (memisahkan) padatan / debu dalam aliran udara. Proses pemisahan ini juga memiliki fungsi lain, diantaranya : tidak menyebabkan polusi udara akibat padatan-padatan yang terhempas oleh udara yang mengalir, dan dalam satu kasus terdapat material yang membahayakan maupun menguntungkan yang harus dipisahkan dari aliran udara

Dalam satu aliran yang memiliki / diindikasikan padatan juga memiliki variasi ukuran partikel padatan yang terbawa dalam aliran baik itu yang membahayakan ataupun yang menguntungkan untuk manusia. Proses pemisahan gas – padat juga dapat menggunakan beberapa sistem

A. *Gravity settlers (settling chamber)*

Settling chamber adalah peralatan pembersih udara yang simple untuk sebuah industri tetapi masih banyak kekurangan dari alat ini : hanya dapat memisahkan partikel yang lebih besar dari 40 μ m. *settling chamber* memiliki desain yang cukup besar, horizontal, ruang persegi, dan aliran leher. Pada tengah bagian *settling chamber* terdapat penyekat dengan arah vertical dengan tujuan agar aliran mengalami pembelokan



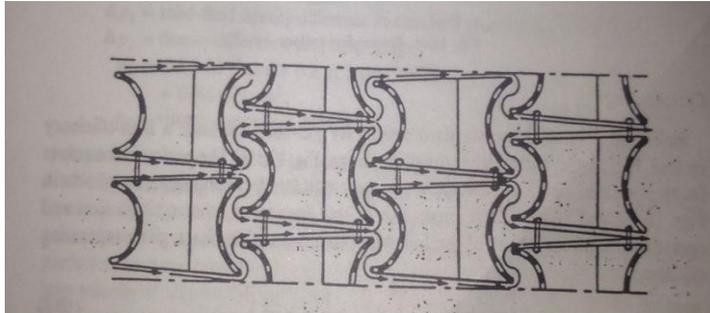
Gambar 2-3 *Settling Chamber*

Sumber : Sreebot (2011)

B. *Impingement separator*

Impingement separator memperkerjakan penyekat-penyekat untuk memisahkan padatan dari gas. Udara kotor (campuran gas-padat) di alirkan ke dalam *impingement separator*, lalu mengalir dan menabrak penyekat-penyekat yang ada. Pada saat proses benturan terjadi, partikel yang memiliki masa / berat akan tertahan dan terdistribusi menuju penampungan / pembuangan padatan.

Sistem ini memiliki *pressure drop* yang tinggi dibandingkan *settling chamber*. Tetapi hanya dapat menangkap padatan dengan ukuran $10\mu\text{m} - 20\mu\text{m}$ saja.



Gambar 2-4 Impingement Separator

Sumber : R.K. SINNOT (1989)

C. Centrifugal Separator (cyclones)

Prinsip dari pemisahan menggunakan *centrifugal separator* ini adalah dengan gaya sentrifugal dan dimensi yang digunakan dengan konstruksi dasar yang simple dan dapat buat dari beberapa material sesuai kebutuhan pengoperasian. *Cyclone* mampu memisahkan partikel $5\mu\text{m}$, untuk partikel $0-5\mu\text{m}$ *aglomerasi* dapat memisahkannya.

D. Filters

Filters digunakan untuk membersihkan udara dengan mengkombinasikan *impingement* dan filterisasi yaitu dengan penambahan media *filter* dengan lubang / jaring berpori-pori.

E. Wet Scrubbers (Washing)

Pada *wet scrubbers* debu / partikel dibersihkan dengan menyemprotkan cairan (air). Prinsip mekanismenya sama seperti *impingement* tetapi pada *wet scrubber* penyekat-penyekat yang tersedia dialiri dengan air secara merata sehingga partikel yang menabrak penyekat yang di aliri air akan langsung terbawa ke bagian penampungan.

F. Elektrostatis precipitators

Sistem dapat memisahkan partikel sangat baik $< 2\mu\text{m}$, memiliki efisiensi tinggi tetapi, membutuhkan modal dan biaya pengoprasian yang besar juga. Sistem ini lebih cocok digunakan pada industri metalurgi, semen, dan industri elektronik.

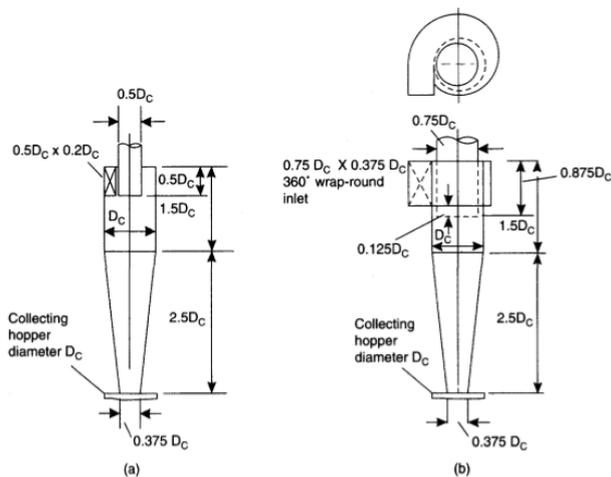
2.2.4 Centrifugal Separators (cyclones)

Prinsip kerja dari *cyclone* adalah menggunakan gaya sentrifugal dan gaya gravitasi dari partikel yang akan dipisahkan, jadi debu dialirkan melalui *inlet cyclone* dan membentuk pusaran mengarah ke wadah penampungan sedangkan udara bersih keluar melalui *outlet cyclone*. Mekanisme ini dapat memisahkan partikel berukuran $\pm 5\mu\text{m}$, partikel dibawah $5\mu\text{m}$ dapat terpisahkan dan dapat juga terbawa aliran keluar. Dimensi *cyclone* di sesuaikan dari spesifikasi material yang akan dipisahkan, kecepatan dsb.

2.2.4.1 Desain cyclone

Menurut staimand ada 2 standar design untuk gas-padat *cyclone* :

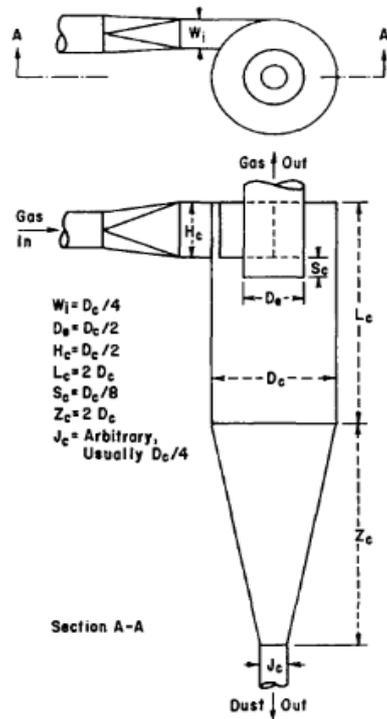
- A. *High Efficiency Cyclone*
- B. *High Throughput Design / High Gas Rate Cyclone*



Gambar 2-5 Proporsional dimensi cyclone

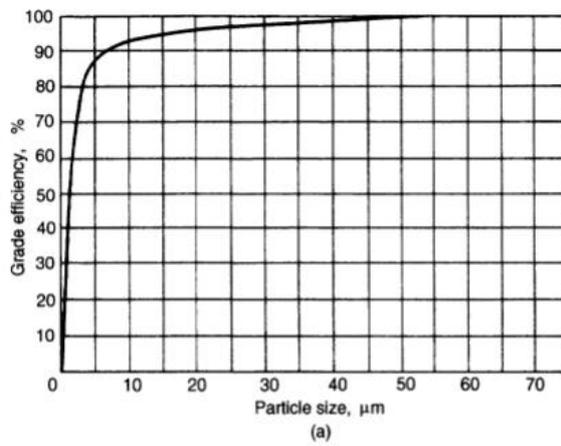
Sumber : R.K. SINNOT (1989)

Adapun dimensi proporsional menurut perry :



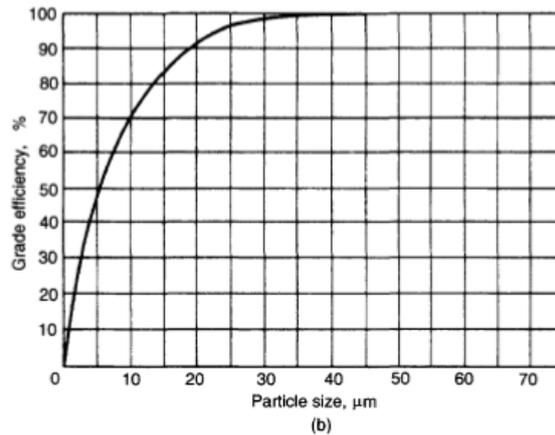
Gambar 2-6 Proporsional dimensi cyclone

Sumber : Perry, J.H. (1950)



Gambar 2-7 Kurva performa kondisi standar high efficiency cyclone

Sumber : R.K. SINNOT (1989)



Gambar 2-8 Kurva performa kondisi standar *high gas rate cyclone*

Sumber : R.K. SINNOT (1989)

Kurva performa diatas bertujuan untuk dijadikan acuan untuk membuat ukuran *cyclone* yang tidak sama dengan ukuran standar dari *Stairmand*, dengan cara menggunakan *scaling* faktor, berikut adalah *scaling* :

$$d2 = d1 \left[\left(\frac{Dc2}{Dc1} \right)^3 \times \frac{Q1}{Q2} \times \frac{\Delta P1}{\Delta P2} \times \frac{\mu2}{\mu1} \right]^{1/2} \quad (2.1)$$

Dimana :

D1 = diameter partikel pada kondisi standar, sesuai efisiensi pemisahan

D2 = diameter partikel yang diketahui, pada efisiensi pemisahan yang sama

Dc1 = diameter *cyclone* standar = 8 inci (203 mm)

Dc2 = diameter *cyclone* yang diinginkan

Q1 = laju aliran standar

Untuk *high efficiency* = 223 m³/h

Untuk *high rate throughput design* = 669 m³/h

Q2 = laju aliran yang dikehendaki

ΔP1 = densitas campuran pada kondisi standar = 2000 kg/m³

ΔP2 = densitas campuran yang diketahui

μ1 = viskositas aliran (udara pada 1 atm, 20°C)

= 0.018 mNs/m²

μ2 = viskositas yang diketahui

Adapun alternatif metode selain menggunakan *scaling* faktor ,tidak perlu menggunakan acuan kurva untuk menentukanya. *Cyclone* bisa di desain dengan memberikan kecepatan *inlet* antara 9 – 27 *m/s*. Untuk kecepatan *inlet* optimum dapat menggunakan kecepatan sebesar 15 *m/s*.

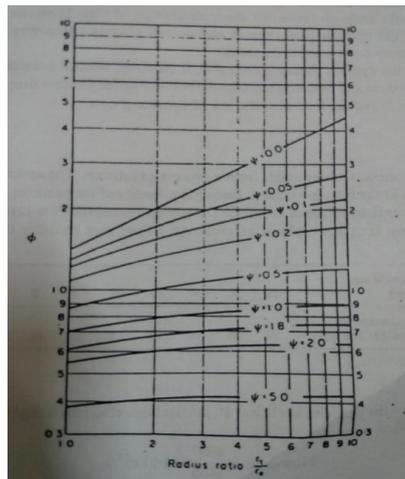
2.2.4.2 Pressure drop (penurunan tekanan)

Pressure drop pada sebuah *cyclone* ada karena rugi-rugi aliran masuk dan keluar , gesekan , dan kerugian energi kinetic pada *cyclone*. Persamaan empiris yang dikeluarkan oleh stairmand (1949) bisa untuk menghitung perkiraan dari *pressure drop*

$$\Delta P = \frac{\rho f}{203} \left\{ u_1^2 \left[1 + 2\phi^2 \left(\frac{2r_1}{r_e} - 1 \right) \right] + 2u_2^2 \right\} \quad (2.2)$$

Dimana :

- ΔP = *pressure drop cyclone*, milibar
- ρf = densitas gas, *kg/m³*
- u_1 = kecepatan *inlet*, *m/s*
- u_2 = kecepatan *outlet*, *m/s*
- r_1 = jari-jari dari titik pusat hingga tangensial *inlet*, m
- r_e = jari-jari pipa keluar, m
- ϕ = faktor , gambar



Gambar 2-9 Faktor dalam penentuan penurunan tekanan

Sumber : R.K. SINNOT (1989)

ψ = parameter pada gambar diatas, diperoleh dari :

$$\psi = f_c \frac{A_s}{A_1} \quad (2.3)$$

dimana :

f_c = faktor gesekan, 0.005 untuk gas

A_s = luas permukaan *cyclone* yang terkena putaran aliran

Untuk desain yang dikehendaki sama dengan luas selimut dari badan dan kerucut pada *cyclone*.

A_1 = luas dari *inlet* , m^2

(R.K. SINNOT 1989)

2.2.5 Persamaan kontinuitas

Massa *fluida* yang bergerak tidak berubah ketika mengalir. Fakta ini membimbing kita pada hubungan kuantitatif penting yang disebut persamaan kontinuitas perhatikan (gambar2.) dibawah. Laju *fluida* pada bagian ini berturut-turut adalah v_1 dan v_2 . *Fluida* pada A_1 ,silinder *fluida* dengan tinggi $v_1 dt$ dan volume $dv_1 = A_1 \cdot v_1 dt$ mengalir ke dalam tabung melalui A_1 . dalam aliran yang sama , sebuah silinder dengan volume $dv_2 = A_2 \cdot v_2 dt$ mengalir keluar dari tabung melalui A_2 .

Pertama melalui tahap pengecekan untuk *inkompresibel* sehingga ρ memiliki nilai yang sama di setiap titik, ketika sama dapat disimpulkan dengan persamaan

$$\rho A_1 \cdot v_1 dt = \rho A_2 \cdot v_2 dt \text{ atau} \\ A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad (2.4)$$

(Young et al. 2002)

2.2.6 Debit

Debit adalah besaran yang menyatakan volume yang mengalir melalui suatu penampang tertentu dalam satuan waktu tertentu

$$Q = \frac{V}{t} \text{ atau} \\ Q = V \times A \quad (2.5)$$

Satuan SI untuk volume adalah m^3 dan waktu adalah , sehingga satuan SI untuk debit adalah m^3/s (Endarko et al., n.d.).

2.2.7 Solidwork

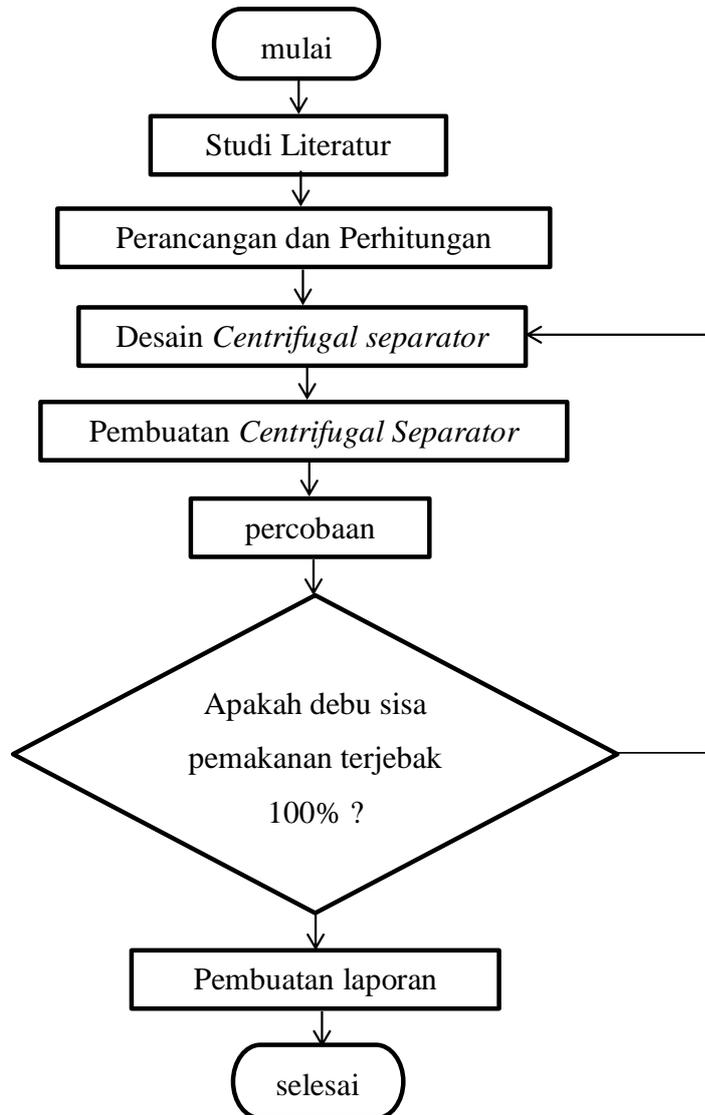
Solidwork adalah sebuah program *computer aided design* (cad) 3D yang menggunakan sistem operasi *microsoft windows*. Program ini dikembangkan oleh *solidwork corporation* yang merupakan anak perusahaan dari *Dassault Systems,S.A*

Solidwork merupakan program penting yang mulai banyak digunakan pada industri saat ini. Program ini relatif lebih murah dan mudah digunakan dibandingkan program-program sejenisnya. Selain digunakan untuk menggambar komponen 3D , *solidwork* juga bisa digunakan untuk mendapatkan gambar 2D dari komponen tersebut dan bisa dikonversi ke format .dwg yang dapat dijalankan pada program autocad.(Uthami, n.d.)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian berupa bagan yang merupakan diagram alir dari tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Berikut ini diagram alir penelitian.



Gambar 3-1 Alur Penelitian

3.2 Perancangan dan Perhitungan

Pada bagian ini berisi penjelasan bagaimana perancangan dan apa saja perhitungan yang dibutuhkan. Perhitungan disini berguna untuk menentukan dimensi dari *centrifugal separator*.

3.2.1 Media Penghisap / pemvacuuman

Media yang digunakan menggunakan *vacuum cleaner* bermerek NLG PV-076. Penggunaan *vacuum cleaner* dapat mengurangi biaya karena harga yang relatif terjangkau dan mudah didapatkan. Selain itu juga untuk mempermudah proses penataan, perawatan agar dapat di buat portable. Berikut gambar *vacuum cleaner* dan data sheet *vacuum cleaner*.



Gambar 3-2 Vacuum Cleaner NLG PV076



Gambar 3-3 Data sheet vacuum cleaner NLG PV076

3.2.1.1 Mencari Data Kecepatan (v) pada *vacuum cleaner*

Pembuatn *centrifugal separator* agar mendapatkan hasil yang baik dan sesuai permasalahan adalah pada bagian dimensi *cyclone* seperti dijelaskan pada (subbab 2.2.2.1 *cyclone design*) dan juga penentuan kecepatan pada *cyclone* tersebut. Dimensi dan kecepatan *cyclone* akan berhubungan langsung dengan kecepatan media penghisap dalam hal ini adalah *vacuum cleaner*. Data sheet pada *vacuum cleaner* tidak tertera kecepatan dan juga tidak tertera parameter-parameter yang nantinya dapat untuk menentukan nilai kecepatannya. Dari masalah ini peneliti menggunakan parameter debit untuk mendapatkan cara memperoleh nilai debit dan kecepatan peneliti melakukan percobaan, berikut langkah percobaan yang dilakukan :

A. Mencari Nilai Debit (Q)

Mencari debit (Q) dimana $Q = \text{volume/waktu}$. Jadi harus memiliki data volume dan data waktu. Lalu dibuat percobaan dengan menjebak udara dengan volume yang ditentukan 10 L untuk ditempatkan di bagian out *vacuum* seperti pada gambar 3-6.



Gambar 3-4 Percobaan mencari nilai debit

Ketika mesin *vacuum* dihidupkan maka udara dari *in* akan mengalir menuju bagian *out* yang sudah di pasang media dengan volume 10 L, kemudian dari awal dihidupkan hingga media tersebut penuh di catat waktunya yang kemudian digunakan sebagai data waktu. Peneliti melakukan 20x percobaan

dengan asumsi untuk menghindari faktor *human error*, berikut adalah hasil percobaannya

Tabel 3-1 Data waktu percobaan mencari nilai kecepatan

No.	waktu (s)
1	3
2	2.55
3	2.64
4	3.40
5	2.42
6	1.95
7	1.70
8	2.05
9	1.79
10	2.29
11	2.39
12	2.29
13	2.80
14	2.87
15	3.90
16	3.64
17	3.00
18	3.42
19	2.70
20	2.58
	nilai rata rata waktunya
	2.67

Rata-ratanya di dapatkan hasil 2,67 detik, jadi per 10 L udara membutuhkan waktu 2,67 detik

Jadi,

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{\text{volume}}{\text{waktu}} \\
 &= \frac{10 \text{ L}}{2,67 \text{ s}} \\
 &= 3,74 \frac{\text{L}}{\text{s}} \text{ atau } 3,74 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

B. Mencari Nilai kecepatan (*v*)

Setelah diketahui nilai debit (*Q*), kemudian dilanjut mencari nilai kecepatan (*v*) dengan diketahui nilai luas penampang *inlet vacuum cleaner* sebagai berikut :

Diketahui : *D* = 25,4 mm

Ditanyakan : $A = \dots?$

$$\begin{aligned}\text{Jawab} &: A = \pi \times r^2 \\ &= 3.14 \times 12.7^2 \\ &= 506.45 \text{ mm}^2 \\ &= 506.45 \times 10^{-6} \text{ m}^2\end{aligned}$$

Kemudian dimasukkan kedalam persamaan debit untuk mendapatkan nilai kecepatan

$$\begin{aligned}\text{Diketahui} &: Q = 3,74 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \\ &A = 506.45 \times 10^{-6} \text{ m}^2\end{aligned}$$

Ditanyakan : $v = \dots?$

$$\text{Dijawab} : Q = v \times A$$

$$\begin{aligned}3,74 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} &= v \times 506.45 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \\ v &= \frac{3,74 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{506.45 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \\ v &= 7.38 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Jadi nilai kecepatan di mulut *vacuum cleaner* adalah 7.38 m/s

3.2.2 Menentukan dimensi *cyclone*

Sesuai subbab (2.2.1 *cyclone design*), perancangan dimensi *cyclone* yang baik dengan menggunakan acuan kecepatan yang bekerja pada *cyclone*. Kecepatan yang disarankan antara $9 - 27 \text{ m/s}$, namun kecepatan yang optimum yaitu pada kecepatan 15 m/s . Pada subbab (2.2.1 *cyclone design*) juga terdapat standar ukuran dalam pembuatan *high efficiency cyclone*. Untuk dapat mendapatkan dimensi *cyclone* harus mengetahui diameter *outlet* dari pada *cyclone* dengan memasukan data nilai kecepatan *vacuum cleaner* (v_1), luas penampang *vacuum* (A_1), dan kecepatan *optimum cyclone* (v_2) dan memasukanya ke dalam persamaan kontinuitas (sub 2.3)

$$\begin{aligned}\text{Diketahui} &: A_1 = 506.45 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \\ &v_1 = 7.38 \text{ m/s} \\ &v_2 = 15 \text{ m/s}.\end{aligned}$$

Ditanyakan : $A_2 = \dots?$

Dijawab : $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$
 $506.45 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot 7.38 \text{ m/s} = A_2 \cdot 15 \text{ m/s}.$

$$A_2 = \frac{506.45 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot 7.38 \text{ m/s}}{15 \text{ m/s}}$$

$$A_2 = 249.17 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_2 = 249.17 \text{ mm}^2$$

Setelah diketahui nilai dari A_2 , selanjutnya dimasukan kembali ke persamaan luas penggang lingkaran untuk mendapatkan nilai diameternya

Diketahui : $A_2 = 249.17 \text{ mm}^2$

$$\pi = 3.14$$

ditanyakan : $D = \dots?$

Dijawab : $a_2 = \pi \cdot r_2^2$

$$249.17 \text{ mm}^2 = 3.14 \cdot r_2^2$$

$$r_2^2 = \frac{249.17 \text{ mm}^2}{3.14}$$

$$r_2^2 = 79.35 \text{ mm}$$

$$r_2 = \sqrt{79.35 \text{ mm}}$$

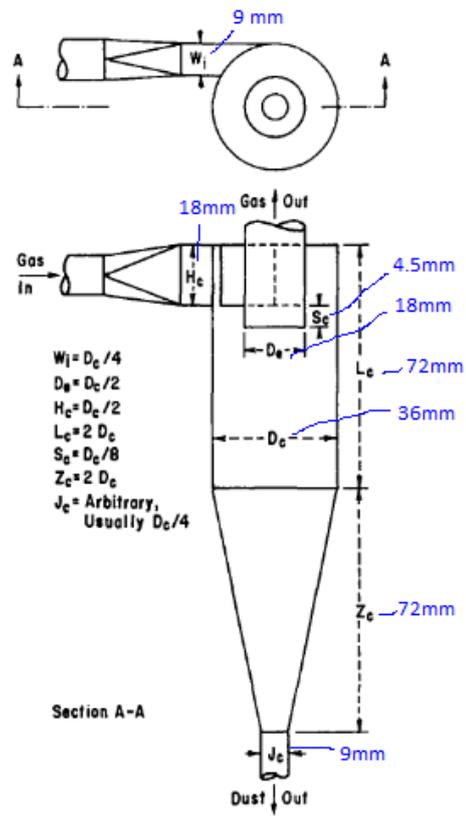
$$r_2 = 8.9 \text{ mm}$$

$$D_2 = 2 \cdot r_2$$

$$\text{Jadi, } D_2 = 2 \times 8.9 \text{ mm} = 17.8 \text{ mm}/18\text{mm}$$

Setelah didapatkan diameter dari D_2 yang dijadikan sebagai diameter *outlet cyclone*, selanjutnya digunakan untuk mencari detail dimensi *cyclone* sesuai (subbab 2.2.1 *cyclone design*)

De	= 18 mm	= 36 mm / 2	Jc	= Dc / 4	
Dc	= De x 2	= 18 mm		= 36 mm / 4	
	= 18 mm x 2	Lc	= 2 x Dc	= 9 mm	
	= 36 mm		= 2 x 36 mm	Sc	= Dc / 8
Wi	= Dc / 4		= 72 mm		= 36 mm / 8
	= 36 mm / 4	Zc	= 2 x Dc		= 4.5mm
	= 9 mm		= 2 x 36 mm		
Hc	= Dc / 2		= 72 mm		



Gambar 3-5 Dimensi *cyclone* hasil perhitungan

3.2.3 Desain *Centrifugal separator*

Setelah mendapatkan dimensi detail dari *cyclone* kemudian dilakukan proses desain dengan menggunakan *software* CAD yaitu *Solidwork* 2016, berikut adalah desain yang di buat :



Gambar 3-6 Desain *centrifugal separator*

3.3 Pembuatan *cyclone separator*

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini beserta fungsinya ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 3-2 Data alat

No.	Alat	Fungsi
1	laptop	membuat desain <i>centrifugal separator</i>
2	<i>vacuum cleaner</i> NLG -076	alat penghisap
3	jangka	membuat pola master bagian <i>cyclone</i>
4	mistar	membuat pola master bagian <i>cyclone</i>
5	gunting	membentuk pola
6	lem G	menyatukan pola pola yang dibuat
7	solder listrik	melubangi <i>cyclone</i> dan penampung

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 3-3 Data bahan

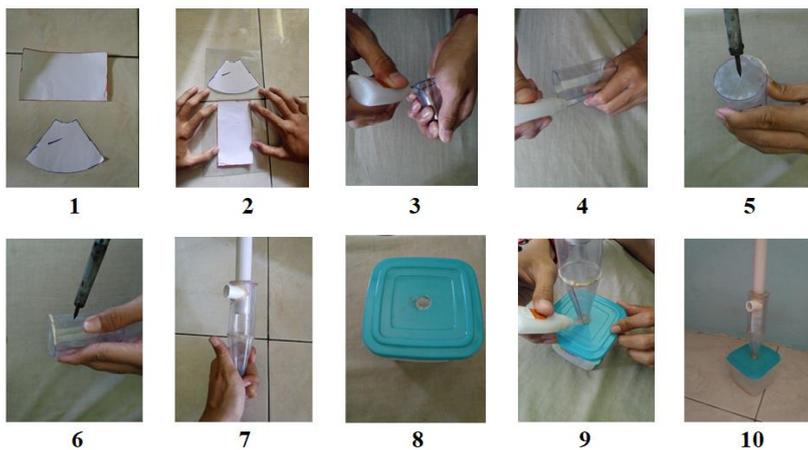
No	Bahan	Fungsi
1	plastik rigid tebal 0,5	bahan untuk <i>centrifugal separator</i>
2	pipa 1/2"	untuk <i>outlet cyclone</i>

3	pipa 5/8"	untul <i>inlet cyclone</i>
4	penampung berdiameter 10 cm	untuk tempat penampungan debu/sisa
5	sambungan pipa 1/2" ke 1"	penyambung <i>outlet cyclone</i> dan mulut <i>vacuum</i>

3.3.3 Proses Pembuatan

Pada bagian ini akan dijelaskan tahapan dalam pembuatan *centrifugal separator*, berikut adalah tahapan dalam pembuatannya :

1. Membuat pola kerucut dan tabung dengan kertas.
2. Membuat pola pada plastic rigid dan di bentuk seperti polanya.
3. Pengeleman pada bagian kerucut.
4. Pengeleman pada bagian tabung.
5. Membuat lubang *outlet*.
6. Membuat lubang *inlet*.
7. Pengeleman pipa *outlet* dan *inlet* pada bagian *cyclone*.
8. Membuat lubang pada toples / penampung.
9. Pengeleman *cyclone* dan penampung
10. Hasil jadi



Gambar 3-7 Proses pembuatan *centrifugal separator*

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan , Pengujian , dan Pembahasan Desain Awal

Perancangan sistem *vacuum* ini melalui beberapa proses untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, dari tahap perancangan hingga tahap pembuatan. Pada bagian ini akan dijelaskan tentang perancangan pertama dari sistem *vacuum*.

4.1.1 Perancangan Desain Awal



Gambar 4-1 Desain awal

Desain1 adalah desain *centrifugal separator* yang ukuran nya mengacu pada perhitungan bab sebelumnya. Desain ini terdiri dari 1 *cylone* dan 1 wadah penampungan. Kemudian pada tahap selanjutnya dilakukan proses pembuatan yang dilakukan dilaboratorium Teknik Mesin UII



Gambar 4-2 Hasil pembuatan desain awal

4.1.2 Pengujian Desain Awal

Pada bagian ini akan di jelaskan mengenai pengujiannya. Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan pemvacuuman pada serbuk *acrylic* / resin yang sudah ditimbang. Kemudian jika sudah selesai/habis dilakukan pengamatan pada bagian penampung dan bagian *vacuum cleaner* dan kemudian dilakukan perbandingan.



Gambar 4-3 Pengujian desain awal

Dari 18.0778 Gram serbuk yang di siapkan untuk di hisap , 3.3299 Gram masuk dalam wadah penampungan. Sisanya masih terbawa ke bagian penghisapnya yaitu *vacuum cleaner*. Jika dibuat presentase yang terjebak dalam wadah penampungan ± 18.41 %.

4.1.3 Pembahasan

Pengujian untuk mengetahui kinerja dari *centrifugal separator* sudah dilakukan dan hasil yang didapatkan belum sesuai dengan harapan. Fenomena yang terjadi ketika proses pengujian adalah bahwa serbuk yang ukuran dan berat yang ringan itu benar adanya, dilihat dari hasilnya yang jauh dari ekspektasi menyatakan bahwa *cyclone* dengan perhitungan yang optimum tidak dapat mengarahkan / memandu serbuk yang mengalir dalam aliran menuju wadah penampungan. Karena berat yang sangat ringan, menyebabkan yang seharusnya serbuk selalu berputar di dinding *cyclone*, tetapi masih bisa terhisap ke bagian *out cyclone* yang terhubung langsung dengan media penghisap. Kemudian direncanakan perbaikan untuk mendapatkan hasil yang maksimal yaitu dengan melakukan penambahan *cyclone* dalam satu sistem yang sering disebut dengan *multicyclone*.

4.2 Perancangan , Pengujian , dan pembahasan Desain Evaluasi 1

Dari perancangan dan pengujian pada sistem *vacuum centrifugal separator* dapat di lihat hasil kinerja *centrifugal separator* itu sendiri yang belum memenuhi harapan. Kemudian dilakukan evaluasi dan perbaikan dalam rangka untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Metodenya yaitu menambahkan jumlah *cyclone* dalam 1 sistem atau disebut juga dengan *multicyclone*.

4.2.1 Perancangan Desain Evaluasi 1



Gambar 4-4 Desain evaluasi 1

Desain 2 ini adalah desain *multicyclone* hasil evaluasi dan perbaikan dari hasil desain 1. Perbedaannya hanya pada jumlah *cyclone* dalam 1 sistem, dengan ukuran yang sama sesuai dengan perhitungan pada bab sebelumnya. Harapannya dengan penambahan *cyclone* ini dapat meningkatkan kinerja dari penjebaran dan dapat menjebak serbuk *acrylic* / resin secara keseluruhan.



Gambar 4-5 Hasil pembuatan desain evaluasi 1

Alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan desain 2 ini masih sama seperti pada pembuatan desain 1.

4.2.2 Pengujian Desain evaluasi 1

Pengujian pada desain 2 masih sama dengan cara pengujian pada desain 1 yaitu dilakukan dengan cara melakukan pemvacuuman pada serbuk *acrylic* / resin yang sudah ditimbang. Kemudian jika sudah selesai/habis dilakukan pengamatan pada bagian penampung dan bagian *vacuum cleaner* dan kemudian dilakukan perbandingan.



Gambar 4-6 Pengujian desain evaluasi 1

Dari 13.7502 Gram serbuk yang di siapkan untuk di hisap , 6.7694 Gram masuk dalam wadah penampungan. Sisanya masih terbawa ke bagian penghisapnya yaitu *vacuum cleaner*. Jika dibuat presentase yang terjebak dalam wadah penampungan ± 49.23 %.

4.2.3 Pembahasan

Pengujian untuk mengetahui kinerja dari *multicyclone* sudah dilakukan dan didapatkan hasil yang sudah dibahas pada subbab sebelumnya. Dari hasilnya perbaikan ini menuai hasil yang lebih baik, akan tetapi masih belum sesuai harapan. Peningkatan ini terjadi karena serbuk mendapat perlakuan yang berulang-ulang di ke empat *cyclone*. Tetapi karena permasalahan yang sama seperti pada pembahasan desain 1 yaitu pada serbuk yang bervariasi dimensi dan berat yang sangat kecil masih membuat serbuk terbawa aliran yang dihisap dengan *vacuum cleaner*. Karena hasil yang masih belum memuaskan kemudian dilakukan evaluasi dan perbaikan lanjutan. Bentuk perbaikannya adalah dengan penambahan *filter* pada sistem *multicyclone*.

4.3 Perancangan, Pengujian, dan Pembahasan Desain Evaluasi Akhir

Dari perancangan dan pengujian desain 2 yaitu *multicyclone* dapat dilihat hasil kinerja dari *multicyclone*. Dimana hasilnya mengalami peningkatan akan tetapi masih belum sesuai harapan. Kemudian dilakukan evaluasi serta perbaikan untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal lagi. Metodenya adalah dengan cara menambahkan *filter* dalam sistem *multicyclone*

4.3.1 Perancangan Desain Evaluasi Akhir



Gambar 4-7 Desain evaluasi akhir

Desain 3 ini adalah desain *multicyclone* yang dimodifikasi dengan menambahkan *filter* pada sistem ini dan juga mengubah alur alirannya. Jadi dibagian wadah penampungan diberi sekat menjadi 4 bagian . ke empat bagian tersebut juga diberi sebuah *filter* , harapy dengan dengan penambahan *filter* ini akan lebih membuat serbuk untuk tidak terbawa terus menerus ke udara yg mengalir dengan kecepatan.

4.3.2 Pengujian Desain Evaluasi Akhir

Pengujian pada desain 3 sama dengan cara pengujian pada desain 1 dan desain 2 yaitu dilakukan dengan cara melakukan pemvacuuman pada serbuk

acrylic / resin yang sudah ditimbang. Kemudian jika sudah selesai/habis dilakukan pengamatan pada bagian penampung dan bagian *vacuum cleaner* dan kemudian dilakukan perbandingan.



Gambar 4-8 Pengujian desain evaluasi akhir

Dari 12.0171 Gram serbuk yang di siapkan untuk di hisap , 7.5798 Gram masuk dalam wadah penampungan. Sisanya masih terbawa ke bagian penghisapnya yaitu *vacuum cleaner*. Jika dibuat presentase yang terjebak dalam wadah penampungan $\pm 63.07\%$.

4.3.3 Pembahasan

Pengujian untuk mengetahui kinerja dari desain 3 sudah dilakukan dan didapatkan hasil yang sudah dibahas pada subbab sebelumnya. Dari hasil perbaikan ke tiga ini mengalami peningkatan lagi tetapi hasilnya masih tetap tidak sesuai harapan. Peningkatan yang terjadi salah satunya adalah karena kinerja dari *filter* dari setiap bagiannya, namun masih saja ada serbuk yang terbawa dan terhisap menuju *vacuum cleaner*. Dari hasil pengamatan setelah dibandingkan hasil yang terbawa ke *vacuum cleaner* adalah serbuk yang dimensinya lebih kecil dari pada yang tertampung pada penampungan. Dari hasilnya mencerminkan bahwa dengan menggunakan 4 *filter* tidak dapat menjebak serbuk yang kecil dan ringan ini di dalam ruang yang memiliki aliran udara berkecepatan. Langkah selanjutnya untuk mewujudkan harapan tersebut adalah dengan penambahan media cair dalam sistem sebagai sarana penjematan untuk serbuk serbuk yang melayang akan tetapi hal tersebut sudah termaktub dalam batasan masalah penelitian ini.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Proses perancangan sistem vacuum untuk sisa hasil pemakanan acrylic sudah dapat dibuat namun belum dapat berfungsi sesuai harapan tanpa menggunakan tambahan media cairan sebagai sarana untuk menjebak serbuk yang ukurannya halus dan terbawa aliran udara yang berkecepatan.
2. Dari ketiga variasi yang di buat berikut adalah hasilnya
 - Cyclone separator dengan presentase keberhasilan 18.41%.
 - Multicyclone dengan presentase keberhasilan 49.23%.
 - Multicyclone + filter dengan presentase keberhasilan 63.07%.
3. Serbuk acrylic hasil permesinan CEDU CNC memiliki ukuran yang bervariasi dan untuk masalah pemisahannya, ini adalah permasalahan yang sukar karena dengan ukuran yang sangat kecil dan sangat ringan akan sangat sulit untuk di pisahkan dalam sebuah ruang yang aliran udaranya mengalir dan memiliki kecepatan.

5.2 Saran

1. Memodifikasi/menambahkan bahan cair untuk sarana penjebakannya.
2. Pada saat pembuatan , jika melakukan pembuatan mandiri diusahakan agar ukurannya presisi.
3. Jika sudah berhasil sesuai harapan terkait pemisahannya , kemudian aplikasikan ke mesin cedu cnc.
4. Perbanyak referensi yang menunjang keberhasilan alat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Demir, Selami. 2014. "A Practical Model for Estimating Pressure Drop in *Cylone* Separators: An Experimental Study." *Elsevier B.V.*
- Endarko, M.S. Muntini, L. prasetio, and Faisal L. n.d. *Buku Ajar Fisika*. 1. Jakarta: Direktorat jendral manajemen pendidikan dasar dan menengah departemen pendidikan nasional. <https://fisikakonseptual.wordpress.com/materi-fluida/>.
- Goenharto, Sianiwati. 2016. "Bahaya Bagi Teknisi Dental Laboratorium Pada Pembuatan Peranti Ortodonti Lepas" 65: 6–11.
- 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.
- R.K. SINNOT. 1989. *Chemical Engineering Volume 6 An Introduction to Chemical Engineering Design*. Vol. 6. New York: PERGAMON PRESS.
- Uthami, Azmi Ziqra. n.d. *Solidworks Alat Bantu Merancang Komponen Dengan Mudah*. Bandung: modula.
- WANG, LINGJUAN. 2004. "THEORETICAL STUDY OF *CYLONE* DESIGN." Texas: Texas A&M University.
- Xu, Yaxin, Anqiao Zheng, and Bingtao zhao. 2010. "Numerical Simulation of Effect of *Inlet* Cnfiguration 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.

