

LAPORAN PROYEK AKHIR

**PROSES MANUFAKTUR ALAT
PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK
PRODUKSI ASAP CAIR**

Risman Rianto
NIM. 2121302002

Pembimbing
Dr. Mustaza Ma`a, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
POLITEKNIK CALTEX RIAU
2025**

LAPORAN PROYEK AKHIR

**PROSES MANUFAKTUR ALAT PENGOLAHAN SAMPAH
ORGANIK PRODUKSI ASAP CAIR.**

Politeknik Caltex Riau

Disusun oleh:

RISMAN RIAN TO

NIM. 2121302002

Dosen Pembimbing:

Dr. Mustaza Ma'a, S.T.,M. T.

NIP. 017611

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

POLITEKNIK CALTEX RIAU

2025

Politeknik Caltex Riau

HALAMAN PENGESAHAN

PROSES MANUFAKTUR ALAT PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK PRODUKSI ASAP CAIR.

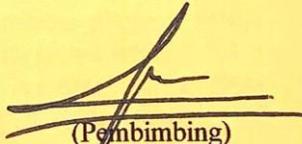
RISMAN RIANTO

NIM. 2121302002

Proyek Akhir ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T)
di Politeknik Caltex Riau
Pekanbaru, 28 Juli 2025

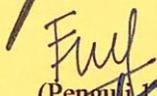
Disetujui Oleh:

Dr. Mustaza Ma'a, S.T., M.T.
NIP. 017611



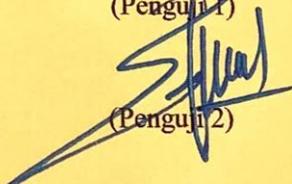
(Pembimbing)

Fortinov Akbar Irdam, S.T., M.Tech.
NIP. 249711



(Penguji 1)

Roni Novison, S.T., M.T.
NIP. 178506



(Penguji 2)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Roni Novison, S.T., M.T.
Politeknik Caltex Riau
Established 2001
NIP. 178506

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam proyek akhir yang berjudul:

PROSES MANUFAKTUR ALAT PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK PRODUKSI ASAP CAIR.

Adalah benar hasil karya saya, dan tidak mengandung karya ilmiah atau tulisan yang pernah diajukan di suatu Perguruan Tinggi.

Setiap kata yang dituliskan tidak mengandung plagiat, pernah ditulis maupun diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam laporan proyek akhir ini dan disebutkan pada daftar pustaka. Saya siap menanggung seluruh akibat apabila terbukti melakukan plagiat

Pekanbaru, 28 Juli 2025



Risman Rianto

ABSTRAK

Proses manufaktur adalah serangkaian aktivitas terorganisir untuk menghasilkan barang dengan kualitas yang diinginkan. Kegiatan ini mencakup penggunaan teknologi, mesin, dan tenaga kerja untuk mengubah bahan mentah menjadi produk jadi melalui tahapan seperti perancangan, pengolahan, dan pengujian. Dalam hal ini peneliti mengangkat konsep proses manufaktur terhadap produk tentang "Alat pengolahan limbah sampah organik produksi asap cair", Konsep alat ini akan bekerja dengan mendaur ulang gas buang hasil dari pembakaran sampah organik yang sejumlah besar akan terlepas ke udara sebagai pembawa unsur beracun serta pemanfaatan dari limbah asap dan abu yang dihasilkan dari pembakaran tersebut. Tahap pengerjaan utama pada proses manufaktur alat ini meliputi proses penentuan desain, pemilihan dan pengadaan bahan baku, pemrosesan dan transformasi pada bahan baku seperti proses pemotongan, proses pengerollan, proses gurdi, dan proses pengelasan, kemudian perakitan pada konstruksi alat tersebut. Pada proses manufaktur Alat pengolahan limbah sampah organik, memiliki bagian-bagian utama seperti tungku pembakaran dengan volume $650 \times 500 \text{ mm}^2$ dan ukuran konstruksi $800 \text{ cm} \times 500 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$, alas tungku pembakaran dengan tebal 4 mm dan ukuran $500 \times 500 \text{ cm}$, pemilihan Blower keong 2 inchi dengan kapasitas Flow rate $192 \text{ m}^3/\text{h}$, tabung *cyclone* ukuran 4/2 inchi dengan tinggi 650 mm, dan tabung kondenser dengan dua tabung ukuran berbeda. tabung kondenser luar memiliki ukuran $\text{Ø}30\text{cm} \times 40\text{cm} \times 2\text{mm}$, sementara pada tabung kondenser bagian dalam memiliki ukuran $\text{Ø}15\text{cm} \times 20\text{cm} \times 2 \text{ mm}$.

Kata Kunci : Proses manufaktur, sampah organic, limbah asap dan abu.

ABSTRACT

The manufacturing process is a series of organized activities to produce goods of the desired quality. These activities include the use of technology, machinery, and labor to transform raw materials into finished products through stages such as design, processing, and testing. In this case, the researcher raised the concept of the manufacturing process for the product about "Organic waste processing tool for liquid smoke production", The concept of this tool will work by recycling the exhaust gases resulting from the burning of organic waste which a large amount will be released into the air as a carrier of toxic elements as well as the utilization of smoke and ash waste produced from the combustion. The main stages of work in the manufacturing process of this tool include the process of determining the design, selection and procurement of raw materials, processing and transformation of raw materials such as the cutting process, rolling process, gurdi process, and welding process, then assembly on the construction of the tool. In the manufacturing process, the organic waste processing equipment has the main parts such as a combustion furnace with a volume of $650 \times 500 \text{ mm}^2$ and a construction size of $800 \text{ cm} \times 500 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$, a combustion furnace base with a thickness of 4 mm and a size of $500 \times 500 \text{ cm}$, the selection of a 2-inch snail blower with a Flow rate capacity of $192 \text{ m}^3/\text{h}$, a 4/2 inch cyclone tube with a height of 650 mm , and a condenser tube with two tubes of different sizes. The outer condenser tube has a size of $\text{Ø}30\text{cm} \times 40\text{cm} \times 2\text{mm}$, while the inner condenser tube has a size of $\text{Ø}15\text{cm} \times 20\text{cm} \times 2 \text{ mm}$.

Keywords: Manufacturing process, organic waste, smoke and ash waste.

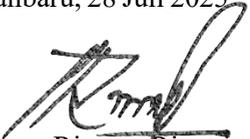
KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'aalamiin, puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan proyek akhir yang berjudul "Proses Manufaktur Alat Pengolahan Sampah Organik Produksi Asap Cair" tepat pada waktunya. Proyek akhir ini dikerjakan demi memenuhi persyaratan dalam meraih gelar Sarjana Terapan Teknik Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Caltex Riau. Selama proses pembuatan proyek akhir ini, baik dalam pelaksanaan dikampus maupun dalam penulisan laporannya, merupakan sebuah proses pembelajaran yang berharga. Meskipun tidak sempurna, namun proyek ini memberikan pengalaman yang mendalam bagi penulis. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini bukanlah akhir dari proses belajar, karena belajar adalah proses yang tidak pernah berhenti. Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini, yaitu :

1. Allah SWT yang selalu senantiasa memberikan kesehatan, ampunan, kemudahan dan hidayah-Nya.
2. Bapak Sugianto dan Ibu Rusniyati selaku kedua orang tua penulis, yang telah memberikan kasih sayang, nasehat, motivasi, dukungan serta do'a yang tiada henti kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
3. Bapak Dr. Dadang Syarif Sihabudin Sahid, S.Si, M.Sc. selaku Direktur Politeknik Caltex Riau.
4. Bapak Roni Novison , S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Politeknik Caltex Riau.
5. Bapak Dr. Mustaza Ma'a, S.T.,M.T. selaku Koordinator PA sekaligus sebagai dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan ilmu, petunjuk dan masukan saran-saran yang bermanfaat selama mengerjakan proyek akhir ini.
6. Bapak Fortinov Akbar Irdam, S.T., M.Tech, dan Bapak Roni Novison, S.T., M.T, selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam penyempurnaan proyek akhir.

7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan bekal ilmu dan pengalaman yang berharga bagi penulis.
8. Alm. Trimu dan Almh. Asiyah selaku kakek dan nenek penulis, yang menimbulkan rasa semangat dalam meraih cita cita dan impian.
9. Saudara Dian panutan, Yudha dwi enofa, Denna berta wibowo, dan Toha munthe selaku teman-teman satu kontrakan yang selalu mengingatkan dan saling memberi dukungan layaknya keluarga dalam perkuliahan dan penyelesaian proyek akhir.
10. Seluruh teman teman dari Himpunan Mahasiswa Mesin Politeknik Caltex Riau yang telah memberikan pengalaman yang berkesan bagi penulis.

Pekanbaru, 28 Juli 2025



Risman Rianto

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	1
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	5
1.4.1 Tujuan.....	5
1.4.2 Manfaat.....	5
1.5 Metodologi Penelitian.....	6
1.5.1 Studi Literatur.....	6
1.5.2 Perancangan.....	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.2 Landasan Teori	10
2.5.1 Alat Pengolahan Sampah Organik.....	10
2.5.2 Sampah	11

2.5.3	Pelat	12
2.5.4	Pipa	14
2.5.5	Proses Pemotongan dengan Gas Cutting	16
2.5.6	Proses Pemotongan Mekanis	17
2.5.7	Proses Gurdi (Drilling)	20
2.5.8	Proses Pengelasan.....	22
2.5.9	Proses Rolling Plat.....	26
2.5.10	Proses Instalasi Pemipaan.....	29
2.5.11	Proses Penekukan Plat	32
2.5.12	Cyclone Separator.....	35
BAB III MANUFAKTUR		38
3.1	Manufaktur	38
3.5.1	Flowchart Metodologi Penelitian	39
3.6	Perancangan Desain Mekanik	40
3.3	Proses Manufaktur Alat Pengolahan Sampah Organik	40
3.6.1	Perencanaan Manufaktur Rangka Tungku pembakaran	40
3.6.2	Perencanaan Manufaktur Cover Tungku Pembakaran ..	43
3.6.3	Perencanaan Manufaktur Alas Tungku Pembakaran....	46
3.6.4	Perencanaan Manufaktur Cyclone.....	47
3.6.5	Perencanaan Manufaktur Kondensor.....	51
3.6.6	Perencanaan Manufaktur Pintu Tungku Pembakaran....	52
3.6.7	Data Perhitungan Fitting pipa.....	54
3.6.8	Hasil Analisa Perhitungan Fitting pipa.....	55
3.4	Data Perkiraan Waktu Proses Manufaktur Alat Pengolahan Sampah Organik	58
BAB IV HASIL PENELITIAN		60
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian	60

4.2	Manufaktur Tungku Pembakaran	61
4.2.1	Proses Manufaktur Kerangka Tungku Pembakaran	61
4.2.2	Proses Manufaktur Cover Rangka Tungku Pembakaran .	63
4.2.3	Proses Manufaktur Alas Tungku Pembakaran	66
4.2.4	Proses Manufaktur Pintu Tungku Pembakaran	68
4.2.5	Data Perbandingan Waktu Perencanaan & Waktu Aktual Tungku pembakaran	69
4.3	Manufaktur <i>Cyclone</i>	70
4.3.1	Proses Manufaktur <i>Cyclone</i>	70
4.3.2	Data Perbandingan Waktu Perencanaan & Waktu Aktual <i>Cyclone</i> 72	
4.4	Manufaktur Kondensor.....	73
4.4.1	Proses Manufaktur Kondensor	73
4.4.2	Data Perbandingan Waktu Perencanaan & Waktu Aktual Kondenser.....	77
4.5	Manufaktur <i>Reducer</i> Hisap Blower.....	77
4.6	Instalasi Perpipaan.....	78
4.7	Pengujian Alat Pengolahan Sampah Organik.....	79
	BAB V	82
5.1	Kesimpulan.....	82
5.2	Saran.....	84
	DAFTAR PUSTAKA	85
	LAMPIRAN	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alat Pembakar Sampah dengan Burner Oli Bekas	8
Gambar 2. 2 Alat Insenerator Dua Tahap.....	9
Gambar 2. 3 Pelat besi hitam.....	12
Gambar 2. 4 Pipa.....	15
Gambar 2. 5 Gerinda Tangan	18
Gambar 2. 6 Gerinda Duduk.....	18
Gambar 2. 7 Proses Gurdi	21
Gambar 2. 8 Komponen Utama Mesin Las	23
Gambar 2. 9 Mesin Roll bending.....	26
Gambar 2. 10 Alat Senai Manual	31
Gambar 2. 11 Ratchet Die Stock	32
Gambar 2. 12 Mesin pengulir pipa otomatis	32
Gambar 2. 13 Mesin Bending Plat Manual	33
Gambar 2. 14 Mesin Bending Plat Hidrolik	33
Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian	39
Gambar 3. 2 Perancangan Desain Mekanik.....	40
Gambar 3. 3 Rangka Tungku Pembakaran.....	41
Gambar 3. 4 Cover Tungku	43
Gambar 3. 5 Pelat Alas.....	46
Gambar 3. 6 Siklon.....	47
Gambar 3. 7 Kondensor.....	51
Gambar 3. 8 Pintu Tungku	52
Gambar 3. 9 Fitting Pipa	54
Gambar 4. 1 Alat Pengolahan Sampah Organik Produksi Asap Cair... 60	
Gambar 4. 2 Desain Aktual Rangka Tungku Pembakaran.	61
Gambar 4. 3 Proses Manufaktur Rangka Tungku Pembakaran.....	62
Gambar 4. 4 Desain Aktual Cover Rangka Tungku Pembakaran.	64
Gambar 4. 5 Proses pemotongan material Cover Rangka tungku.	64
Gambar 4. 6 Proses Penggabungan Cover terhadap Rangka Tungku. ..	65
Gambar 4. 7 Desain Aktual Alas Tungku Pembakaran.....	66
Gambar 4. 8 Proses Gurdi Alas Tungku Pembakaran	67
Gambar 4. 9 Desain Aktual Pintu tungku pembakaran.	68
Gambar 4. 10 Proses Pengerjaan pada Tungku Pembakaran.....	69
Gambar 4. 11 Desain Aktual Cyclone	70
Gambar 4. 12 Proses Pengerjaan pada Cyclone	72
Gambar 4. 13 Desain Aktual Kondensor.....	73

Gambar 4. 14 Proses Pengerjaan Tabung Kondenser luar.	74
Gambar 4. 15 Proses Pengerjaan Tabung Kondenser dalam.	75
Gambar 4. 16 Pemasangan <i>Glasswool</i> pada Kondenser.....	77
Gambar 4. 17. Modifikasi pada saluran Input Blower.....	79
Gambar 4. 18. Assembly alat pengolahan sampah.....	81
Gambar 4. 19 Penambahan Panjang Saluran Output Alat.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran Standar Plat Besi Hitam.....	12
Tabel 2. 2 Ukuran Pipa Nominal Diameter DN	15
Tabel 2. 3 Data Pemotongan Plat Baja Menggunakan Gas LPG	17
Tabel 2. 4 Standard Kecepatan Potong.....	19
Tabel 2. 5 Standard Kecepatan Pemakanan.....	20
Tabel 2. 6 Kecepatan Potong Mata Bor dan Nilai Feeding bor.....	22
Tabel 2. 7 Standard Pemakanan Mata Bor	22
Tabel 2. 8 Kecepatan Pengelasan Elektroda E6013	25
Tabel 2. 9 Efisiensi Operator	26
Tabel 2. 10 Kecepatan Waktu Roll Plat	28
Tabel 2. 11 Jumlah Pass (Lintasan).....	29
Tabel 2. 12 Perhitungan Fitting Pipa.....	30
Tabel 2. 13 Klasifikasi Radius Sudut	35
Tabel 3. 1 Data Perkiraan Estimasi Manufaktur.....	58
Tabel 4. 1 Perbandingan Waktu Manufaktur Tungku Pembakaran.....	70
Tabel 4. 2 Perbandingan Waktu Manufaktur Cyclone	73
Tabel 4. 3 Perbandingan waktu manufaktur Kondeser.....	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lingkungan secara tidak langsung berkaitan dengan segala aktivitas manusia. Menurut Undang-Undang No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, lingkungan adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya yang mempengaruhi kelangsungan kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain. Oleh karena itu dalam kesejahteraan manusia, lingkungan memiliki peran yang penting dan harus dijaga serta dilestarikan supaya tidak terjadi kerusakan [1].

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah dapat diartikan sebagai benda yang tidak terpakai, tidak diinginkan dan dibuang atau sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, yang berasal dari kegiatan manusia serta domestik/perumahan merupakan sampah yang berasal dari pemukiman. Sampah ini terdiri atas sisa-sisa hasil kegiatan rumah tangga, seperti sisa makanan, pembungkus, buku-buku bekas, koran bekas, kantong plastik dan lain-lain [2].

Data dari Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia (2020) menunjukkan bahwa Indonesia menghasilkan 67,8 juta ton sampah pada tahun 2020. Di Indonesia, aktivitas rumah tangga menyumbang 37,3% sampah, menurut data yang dikumpulkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Sumber sampah terbesar setelah pasar tradisional, 16,4%, berasal dari kawasan, 15,9% berasal dari sumber lainnya, 14,6% berasal dari sumber lainnya, 7,29% berasal dari bisnis, 5,25% berasal dari fasilitas publik, dan 3,22% berasal dari perkantoran. Sisa makanan merupakan 39,8% sampah yang dihasilkan masyarakat berdasarkan jenisnya. Dengan proporsi sebesar 17%, sampah plastik berada di urutan kedua. Sampah kertas atau karton mencapai 12,02 persen, sampah kayu atau ranting mencapai 14,01%, dan sampah jenis lain mencapai 6,94 persen. Sampah logam mencapai 3,34 persen, kain 2,69 persen, dan kaca, karet, dan kulit masing-masing mencapai 2,29

persen dan 1,9 persen. Jumlah sampah yang berhasil dikelola sepanjang tahun lalu adalah 55,87 persen. Jumlah sisa 44,13% sampah masih belum dikelola. Pemerintah menargetkan pengurangan sampah 30% dan penanganan sampah 70% pada tahun 2025, kata Direktur Pengelolaan Sampah KLHK. Sampah plastik dan sampah anorganik dikurangi [3].

Seperti yang ditunjukkan oleh informasi dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Provinsi Riau pada tahun 2019, jumlah sampah yang dihasilkan daerah setempat adalah 513,11 ton/hari, sedangkan pada tahun 2020 jumlah sampah yang dihasilkan daerah setempat adalah 597,11 ton/hari. Yang perlu diwaspadai adalah penambahan penduduk Kota Pekanbaru pada tahun 2020 diperkirakan meningkat menjadi 1.334.980 jiwa. Jika produksi sampah normal setiap individu/hari tetap konsisten (0,4 kg/individu/hari), persediaan sampah di nilai meningkat menjadi 533,9 ton/hari [4].

Meningkatnya jumlah sampah saat ini disebabkan oleh tingkat populasi dan standar gaya hidup, yaitu semakin maju dan sejahtera kehidupan seseorang maka semakin tinggi jumlah sampah yang dihasilkan. Salah satu bentuk kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh manusia adalah membuang sampah sembarangan. Sampah adalah sesuatu yang tidak dipakai, tidak digunakan, tidak disukai atau sesuatu yang dibuang yang asalnya dari aktivitas manusia serta tidak terjadi oleh sendirinya. Sampah dapat digolongkan kedalam dua jenis yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah anorganik adalah sampah yang dihasilkan dari proses industri dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk diperbaharui oleh alam. Dikarenakan memerlukan waktu yang relatif lama, sampah anorganik semakin lama akan semakin menumpuk dan dapat mengganggu keberlangsungan makhluk hidup [5].

Salah satu teknik pengelolaan sampah yang dapat menjadi solusi alternatif dan bermanfaat bagi masyarakat yaitu dengan cara melakukan pembakaran menggunakan sebuah alat dengan instalasi pembakar sampah yang disebut dengan incinerator. Insinerator adalah tungku pembakaran yang mengelola limbah padat, mengubah bahan padat (sampah) menjadi bahan gas dan abu (bottom ash dan fly ash). Berdasarkan observasi awal terhadap kedekatan secara desain dan fungsi incinerator sederhana dalam proses pengelolaan sampah. Maka, penelitian ini dimaksudkan untuk merancang tungku pembakaran yang

bisa digunakan untuk kegiatan produksi yang akan menghasilkan arang dan asap cair. Sedangkan Asap cair merupakan hasil pembakaran bahan-bahan yang mengandung banyak karbon dan senyawa lainnya melalui proses kondensasi atau pemurnian uap[6].

Kecenderungan pemakaian teknologi incenerator di negara maju secara umum masih dibawah persentase pengolahan dengan reklamasi. Pemilihan pemakaian incenerator tergantung pada jenis limbah yang akan dibakar, sehingga dapat mengoptimalkan pemanfaatannya. Incinerator tidaklah lebih baik ketimbang metode gasifikasi yang lain seperti plasma. Pengurangan limbah sampah perkotaan sangat bergantung dengan metode dan teknologi yang dipilih. Keuntungan penggunaan incenerator adalah kemampuannya untuk mereduksi sebagian besar timbunan sampah dan mampu menurunkan polusi lingkungan akibat penimbunan sampah. Sedangkan kerugian penggunaannya antara lain, gas buang membawa karbon dioksida (CO₂) sejumlah besar yang akan terlepas ke udara serta pembawa unsur beracun dalam gas. Untuk mengendalikannya diperlukan peralatan tambahan sebelum gas dilepas ke udara, hal ini berarti tambahan biaya dalam konstruksi incinerator[7].

Berdasarkan fenomena tersebut peneliti tertarik untuk melakukan tahap modifikasi terhadap konsep incinerator dengan megangkat konsep proses manufaktur terhadap produk tentang “Alat pengolahan limbah sampah organik”, Konsep alat ini akan bekerja dengan mengolah emisi dari pembakaran sampah yang sejumlah besar akan terlepas ke udara sebagai pembawa unsur beracun menjadi pemanfaatan limbah abu dan asap yang bisa dihasilkan dan digunakan sebagai kebutuhan tertentu.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun beberapa rumusan masalah yang ada yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana kebutuhan peralatan dan bahan pada produksi Alat pengolahan limbah Organik?
2. Bagaimana prosedur pengerjaan produksi Alat pengolahan limbah sampah Organik?

3. Bagaimana proses pengolahan bahan baku, perakitan dan pengujian/evaluasi pada Alat pengolahan limbah sampah Organik?
4. Berapa lama waktu yang dibutuhkan pada proses manufaktur Alat pengolahan limbah sampah organik produksi asap cair?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam setiap pembakaran sampah hanya bisa untuk melakukan sebanyak 5-10 kg.
2. Alat pengolahan sampah ini hanya memfokuskan pada pengolahan limbah asap pembakaran sampah organik.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini:

1. Membuat sebuah Alat pengolahan limbah sampah organik.
2. Menentukan prosedur pekerjaan pada setiap komponen-komponen dari Alat pengolahan limbah sampah organik..
3. Menentukan kebutuhan peralatan yang digunakan pada proses pembuatan alat pengolahan limbah sampah organik.

1.4.2 Manfaat

Adapun Manfaat yang di harapkan dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengurangi volume sampah organik yang berpotensi mencemari lingkungan.
2. Dapat membuat Masyarakat sekitar peduli terhadap lingkungan dengan tidak membuang sampah sembarangan agar lingkungan lebih sehat dan baik
3. Dapat menghasilkan asap cair yang digunakan sebagai pestisida nabati alami dan pengatur tumbuh tanaman..

1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan untuk melakukan penelitian ini dengan mempelajari buku-buku, jurnal, dan website yang berkaitan dengan judul proyek akhir serta melakukan diskusi dengan dosen pembimbing dan teman-teman dari jurusan Teknik Mesin lainnya.

1.5.2 Perancangan

Agar dapat merealisasikan penelitian ini maka perlu membuat alat pengolahan sampah metode insenerasi ramah lingkungan dibutuhkan perancangan yang terdiri dari:

1.5.3 Perancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik alat ini menggunakan sebuah Aplikasi Software bernama Solidworks untuk mendesain sebuah alat ini secara 3D dan melakukan simulasi material pada alat yang di buat,serta menentukan perencanaan perhitungan pada alat yang akan diproduksi.

1.5.4 Manufaktur

Sebagai metode produksi di mana bahan baku diubah menjadi produk akhir melalui berbagai langkah yang terorganisir. Meliputi tahap pengolahan bahan mentah menjadi komponen atau bagian produk melalui operasi seperti pemotongan, pembentukan, dan penyambungan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

1.5.5 Pengujian dan Pengumpulan data

Memastikan kualitas, keamanan, dan efisiensi alat yang dihasilkan pada produk akhir memenuhi standar yang ditetapkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan proyek akhir ini secara keseluruhan terdiri dari empat bab, masing-masing terdiri dari beberapa sub bab. Adapun pokok pembahasan dari masing-masing bab tersebut secara garis besar sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah dan ruang lingkup masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan beberapa hasil penelitian terdahulu dan landasan teori yang diperlukan untuk merancang sistem.

BAB III PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan tentang perancangan sistem dan perencanaan proses manufaktur terdiri dari perancangan sistem dan prosedur kerja terhadap produk yang akan dibangun.

BAB IV JADWAL DAN PERKIRAAN BIAYA

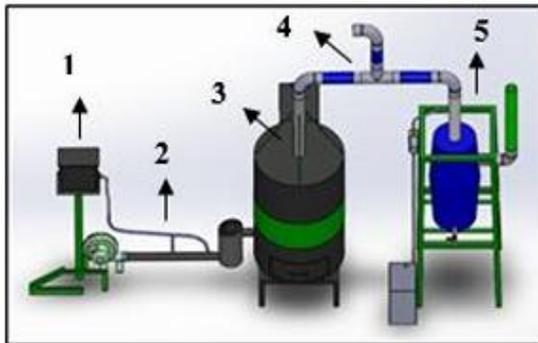
Bab ini berisi informasi mengenai jadwal pengerjaan proyek akhir dan perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk pengerjaan proyek akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan pada penelitian mengenai “Rancang Bangun Alat Pembakar Sampah (*Incenerator*) dengan *Burner* Oli Bekas”. Metode yang digunakan ialah melakukan eksperimen langsung dengan mendesain alat dan membuat 5 bagian utama setelah itu lalu 5 bagian alat tersebut di assembly menjadi satu kesatuan, dimana alat ini mampu mengolah limbah plastik kering dan daun kering dengan kapasitas sampai 15 Kg sekali pembakaran selama 20 – 34 menit dengan rendemen sisa pembakaran yang dihasilkan 3,06% - 9,26% dari pembakaran sampah daun kering dan sampah plastik kering sistem pembakaran menggunakan sistem burner asap sisa pembakaran dialirkan melalui cerobong asap lalu ke ruang filterisasi dan disemprotkan air bertekanan tinggi melalui nozzle. Namun terdapat kekurangan pada penelitian ini yaitu pada ruang pembakaran incinerator dan cerobong asap yang tidak terlapsi dengan isolator tahan api serta sistem supply udara yang kurang baik sehingga mendapatkan hasil pembakaran dan pengolahan gas buang yang tidak sempurna [8].

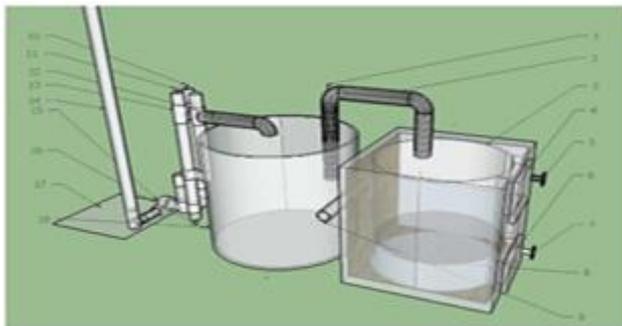


Gambar 2. 1 Alat Pembakar Sampah dengan Burner Oli Bekas

(Sumber: (Abdika Lasmana et al., (2021))

Penelitian mengenai model “Rancang Bangun Alat Insinerator Dua Tahap untuk Mengatasi Polusi Udara pada Pembakaran Sampah”.

Pada penelitian ini dibuat insinerator dengan dua kali tahap pencucian asap pembakaran dengan menggunakan air. Prinsip kerja insinerator ini ialah sampah dibakar pada ruang pembakaran kemudian asap pembakaran di semprotkan air dengan nozzle spray pada pipa besi sebelum memasuki ruang penampung asap, kemudian asap memasuki pipa PVC filter air yang terdiri dari 2 pipa pada pipa tersebut di semprotkan air dari atas pipa menggunakan nozzle spray. Kemudian asap di isap oleh blower dan kemudian asap keluar ke lingkungan sehingga asap pembakarannya berkurang. Insinerator dua tahap ini dapat membakar 1 kg sampah plastik dalam waktu 36 menit, laju pembakarannya (Bbt) 1,7 kg/jam, rendemen arangnya 22,5 %, rendemen abunya 10 % dan tingkat efisiensinya dalam mengurangi sampah sebesar 67,5 %. Sedangkan pembakaran secara bebas dapat membakar 1 kg sampah plastik dalam waktu 31 menit, laju pembakarannya (Bbt) 2 kg/jam, rendemen arangnya 25 %, rendemen abunya 7,5 % dan tingkat efisiensinya dalam mengurangi sampah sebesar 67,5 %. Keterbatasan dari penelitian ini adalah ruang pembakaran tidak terlindungi dengan isolator tahan api, tidak ada air buangan yang digunakan sebagai filter ataupun bisa dimanfaatkan sebagai asap cair, dan tidak dilengkapi pompa air bertekanan tinggi dan penggunaan nozzle yang efektif pada penggunaannya, sehingga asap yang dihasilkan lebih sedikit [9].



Gambar 2. 2 Alat Insenerator Dua Tahap

(Sumber: (Hermansyah,2017))

Sementara itu pada penelitian yang menjelaskan tentang insinerator menjadi salah satu metode yang dapat dipilih diantara metode gasifikasi yang lain, insinerator berfungsi sebagai pembakar sampah dan

pembangkit uap dengan mengonversikan panas pembakaran insinerator bekerja pada temperature diantara 1000 hingga 2200 F. Kelebihan udara digunakan untuk mendorong bubuh pembakaran asap dan stream dengan tekanan tinggi direproduksi kedalam boiler bed fluida dikirim ke pembangkit listrik sebagai energi pembangkit. Gas buang panas dari boiler bed fluida dikirim untuk pembersihan gas dan pemulihan panas dikirim ke pembangkit listrik untuk menghasilkan energi. Pada penelitian ini yaitu kecenderungan pemakaian teknologi insinerator di Negara maju secara umum masih di bawah persentase pengolahan dengan reklamasi pemilihan pemakaian insinerator tergantung jenis limbah yang akan dibakar, sehingga dapat mengoptimalkan pemanfaatannya. Insinerator tidaklah lebih baik ketimbang metode gasifikasi yang seperti plasma. Pengurangan limbah sampah perkotaan sangat bergantung dengan metode dan teknologi yang dipilih, keuntungan penggunaan insinerator dapat menghasilkan kemampuan untuk mereduksi sebagian besar timbunan sampah dan mampu menurunkan polusi lingkungan akibat penimbunan sampah. Sedangkan kerugian penggunaannya antara lain, gas buang membawa karbon dioksida (CO₂) sejumlah yang akan terlepas ke udara serta pembawa unsur beracun dalam gas. Pada saat mengendalikannya diperlukan peralatan tambahan sebelum gas dilepas ke udara, hal ini berarti tambahan biaya dalam kontruksi incinerator [7].

2.2 Landasan Teori

2.5.1 Alat Pengolahan Sampah Organik

Alat pengolahan sampah organik adalah perangkat yang digunakan untuk mengolah atau mengurangi volume sampah organik, seperti sisa makanan, daun, ranting, dan limbah tumbuhan lainnya, dengan cara membakar atau memprosesnya. Tujuan dari alat ini adalah untuk mengurangi dampak lingkungan dari sampah organik dengan cara yang lebih efisien, serta menghasilkan produk sampingan seperti kompos, energi, atau hanya mengurangi volume sampah. Penggunaan alat ini memiliki beberapa tujuan utama, antara lain:

1. Mengurangi volume limbah: Pembakaran sampah dapat mengurangi volume sampah hingga 90% atau lebih, sehingga mempermudah pengelolaan dan pengangkutannya.

2. Mencegah penyebaran penyakit: Pembakaran dapat memusnahkan mikroorganisme dan patogen yang ada pada sampah, sehingga dapat mengurangi risiko penyebaran penyakit.
3. Mengurangi dampak lingkungan: Dengan mengurangi volume sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA), alat ini dapat membantu mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari pengelolaan sampah konvensional.

Tujuan pengolahan sampah organik adalah untuk menghasilkan produk organik, seperti sisa makanan atau daun, seperti kompos atau energi. Salah satu teknologi yang digunakan dalam pengolahan sampah organik adalah pirolisis sampah atau pengabutan asap cair, yang menggunakan pemanasan sampah organik tanpa oksigen (anoksik) untuk menghasilkan gas, cairan, dan padatan[10].

2.5.2 Sampah

Sampah adalah material atau benda yang tidak lagi digunakan, tidak diinginkan, atau dianggap tidak berharga oleh pemiliknya. Sampah dapat berupa limbah padat, cair, atau gas yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia, seperti rumah tangga, industri, dan pertanian.

Sampah dibagi menjadi beberapa kategori, antara lain:

1. Bahan yang dapat terurai secara alami, seperti sisa makanan dan daun.
2. Bahan yang tidak dapat terurai seperti plastik, logam, dan kaca.
3. Limbah yang mengandung bahan berbahaya dan dapat membahayakan kesehatan atau lingkungan, seperti baterai dan limbah medis.
4. Perangkat elektronik yang sudah tidak terpakai, seperti ponsel dan komputer.

Pengelolaan sampah yang baik sangat penting untuk menjaga kebersihan lingkungan dan kesehatan masyarakat.

2.5.3 Pelat

Plat adalah lembaran material yang terbuat dari logam, biasanya baja, yang digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi dan industri. Plat memiliki penampang datar dan dapat diproduksi dalam berbagai ketebalan dan ukuran, tergantung pada kebutuhan spesifik proyek. Ketebalan plat umumnya diukur dalam milimeter (mm) atau inci (inch), dengan standar ketebalan yang bervariasi dari 0.6 mm hingga lebih dari 50 mm.



Gambar 2. 3 Pelat besi hitam

(Sumber: (wiramas.com))

Plat besi hitam maupun plat besi putih biasanya memiliki ukuran standar sebesar 4 x 8 feet dengan ketebalan mulai dari 0.6 mm hingga 50.0 mm. Grade umum yang ada di pasaran untuk plat besi merupakan baja struktural. Plat ini biasanya digunakan untuk pembuatan gelagar atau plat penguat dalam industri konstruksi. Baja struktural ini seringnya dibuat dari baja karbon rendah sehingga memiliki fleksibilitas yang baik. Hal ini memungkinkan plat untuk dibor maupun dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Selain untuk konstruksi, plat besi juga digunakan dalam industri fabrikator dan reparasi. Plat hitam dengan standar SNI biasanya memiliki toleransi ukuran kurang lebih 0.1 mm.

Tabel 2. 1 Ukuran Standar Plat Besi Hitam

No	Tebal (mm)	Dimensi (mm)	Dimensi (<i>feet</i>)	Berat (Kg)
1	1	1200 x 2400	4' x 8'	23

2	1,2	1200 x 2400	4' x 8'	28
3	1,4	1200 x 2400	4' x 8'	33
4	1,5	1200 x 2400	4' x 8'	35
5	1,8	1200 x 2400	4' x 8'	42
6	1,9	1200 x 2400	4' x 8'	45
7	2	1200 x 2400	4' x 8'	47
8	3	1200 x 2400	4' x 8'	70
9	4	1200 x 2400	4' x 8'	93
10	5	1200 x 2400	4' x 8'	117
11	6	1200 x 2400	4' x 8'	140
12	8	1200 x 2400	4' x 8'	187
13	9	1200 x 2400	4' x 8'	210
14	10	1200 x 2400	4' x 8'	233
15	12	1200 x 2400	4' x 8'	280
16	13	1200 x 2400	4' x 8'	303
17	14	1200 x 2400	4' x 8'	327
18	15	1200 x 2400	4' x 8'	350
19	16	1200 x 2400	4' x 8'	373
20	18	1200 x 2400	4' x 8'	420

21	19	1200 x 2400	4' x 8'	443
22	20	1200 x 2400	4' x 8'	467
23	21	1200 x 2400	4' x 8'	490
24	22	1200 x 2400	4' x 8'	513
25	25	1200 x 2400	4' x 8'	583
26	28	1200 x 2400	4' x 8'	653
27	30	1200 x 2400	4' x 8'	700
28	31	1200 x 2400	4' x 8'	723
29	32	1200 x 2400	4' x 8'	747
30	38	1200 x 2400	4' x 8'	887
31	40	1200 x 2400	4' x 8'	933

Cara Perhitungan Berat Plat Besi/Calculation Method: 4' x 8' =
Tebal (mm) x 23,33 = Berat (Kg).

2.5.4 Pipa

Pipa adalah saluran berbentuk tabung atau silinder yang digunakan untuk mengalirkan berbagai jenis fluida, seperti cairan, gas, atau bahkan material padat dalam bentuk bubuk. Pipa memainkan peran penting dalam banyak sektor, termasuk konstruksi, industri minyak dan gas, serta pengolahan air. Pipa dapat terbuat dari berbagai bahan seperti logam (besi, tembaga), plastik (PVC, HDPE), dan keramik, tergantung pada kebutuhan dan lingkungan penggunaannya.



Gambar 2. 4 Pipa

(Sumber : (baogangsteelpipe.com))

Dalam sistem pemipaan ada 2 istilah yang familiar yaitu piping dan pipe line. Meskipun sama menggunakan pipa, tapi 2 sistem ini jelas punya perbedaan. Piping mengalirkan fluida satu sistem ke sistem lainnya dengan jarak yang cukup dekat. Sedangkan pipeline menghubungkan plant (fasilitas) satu dengan yang lainnya dengan jarak dan ukuran yang sangat besar. Dalam sistem pemipaan, Anda biasanya akan mengenal istilah NPS (Nominal Pipe Size) kemudian ada DN (Diameter Nominal). Kedua istilah ini sama, yaitu menunjukkan diameter nominal (bukan ukuran sebenarnya) dari sebuah pipa[11].

Tabel 2. 2 Ukuran Pipa Nominal Diameter DN

Ukuran Pipa Nominal	Diameter Nominal	Ukuran Pipa Nominal	Diameter Nominal
NPS (inci)	DN (mm)	NPS (inci)	DN (mm)
1/8	6	20	500
1/4	8	22	550
3/8	10	24	600
1/2	15	26	650
3/4	20	28	700
1	25	30	750

1 ¼	32	32	800
1 ½	40	36	900
2	50	40	1000
2 ½	65	42	1050
3	80	44	1100
3 ½	90	48	1200
4	100	52	1300
5	125	56	1400
6	150	60	1500
8	200	64	1600
10	250	68	1700
12	300	72	1800
14	350	76	1900
16	400	80	2000
18	450	Berdasarkan ASME B36.10	

2.5.5 Proses Pemotongan dengan Gas *Cutting*

Untuk melakukan perhitungan waktu proses pemotongan dengan menggunakan gas cutting, diperlukan data yang ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Data Pemotongan Plat Baja Menggunakan Gas LPG

Tebal plat mm	Ukuran nozel	Oksigen bar	Propan bar	Oksigen potong l/jam	Oksigen Kecepatan l/jam	Propan l/jam	Kecepatan potong per menit
6	1/32"	2,1	0,2	1000	1300	300	430
13	3/64"	2,1	0,2	1800	1600	300	360
25	1/16"	2,8	0,2	3900	1700	400	280
50	1/16"	3,2	0,3	4500	1800	400	205

Untuk menghitung waktu proses pemotongan dengan gas cutting, digunakan persamaan[12]:

$$t = \frac{s}{v} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

V= kecepatan potong (mm/menit)

s = jarak pemotongan (mm)

t = waktu pemotongan (menit)

2.5.6 Proses Pemotongan Mekanis

Pemotongan mekanis adalah metode pemotongan material, terutama lembaran logam, menggunakan gaya mekanis. Proses ini melibatkan penggunaan mesin dan peralatan bertenaga untuk memotong berbagai jenis material sesuai dengan desain yang diinginkan. Salah satu Proses pemotongan yaitu menggunakan gerinda berkecepatan tinggi untuk menghasilkan roda panas melalui pemrosesan dengan benda kerja, menyebabkan material meleleh dan terpotong . Metode ini cocok untuk memotong baja siku, baja saluran, pipa baja, dan profil lainnya, terutama baja tahan karat dan baja Paduan. Jenis-Jenis Gerinda potong yang digunakan pada proses manufaktur ini diantaranya yaitu :

- a. *Angle Grinder* (Gerinda tangan), adalah penggiling genggam dengan roda berbentuk cakram yang cocok untuk memotong, menggiling, dan memoles berbagai bahan seperti logam, beton, dan batu . Alat ini sering digunakan dalam konstruksi, perbaikan mobil, dan aplikasi industri lainnya karena keserbagunaan dan portabilitasnya.



Gambar 2. 5 Gerinda Tangan

(Sumber : (Shopee.co.id))

- b. Mesin Gerinda duduk, adalah jenis mesin dengan roda gerinda yang dipasang pada sebuah meja atau bangku. Mesin gerinda duduk biasanya digunakan untuk pekerjaan yang membutuhkan stabilitas sehingga hasil potongannya akurat sesuai perencanaan yang telah dilakukan sebelumnya. Kestabilan inilah yang sebenarnya menjadikan mesin gerinda duduk digunakan.



Gambar 2. 6 Gerinda Duduk

(Sumber : (Shopee.co.id))

2.5.6.1 Perhitungan Proses Pemotongan

a. Panjang Pemotongan

Pada pemotongan besi siku sejajar dan menyudut 45° , panjang pemotongan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$L = 2 \times a \dots\dots\dots(2.2)$$

$$L = \sqrt{2} \times a \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

L = Panjang total lintasan (mm)

a = Panjang satu sisi besi siku (mm)

Pada Persegi atau Lingkaran, panjang pemotongan dapat dihitung dengan rumus :

$$L = 2(P + T) \dots\dots\dots(2.4)$$

$$L = \pi \times D \dots\dots\dots(2.5)$$

b. Kecepatan putar (Rpm)

Untuk menentukan kecepatan putar dari batu gerinda, rumusnya adalah:

$$N = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

V = Kecepatan pemotongan (m/menit)

D = diameter batu gerinda (mm)

Berikut tabel kecepatan potong yang disarankan berdasarkan material.

Tabel 2. 4 Standard Kecepatan Potong

Material	Kecepatan Potong (m/mm)
Besi Lunak	20 - 35 m/min
Baja Karbon	20 - 30 m/min
Stainless Steel	15 - 25 m/min
Aluminium	30 - 50 m/min
Tembaga	25 - 40 m/min

c. Waktu Pemotongan

Untuk menentukan waktu pemotongan , rumusnya adalah:

$$T = \frac{L}{F} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

T = Waktu pemotongan (menit)

L = panjang benda kerja yang dipotong (mm)

F = Kecepatan pemakanan (mm/s)

Kecepatan pemakanan tergantung pada jenis material dan tekanan pemotongan, Nilai perkiraan untuk gerinda potong pada material logam dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 5 Standard Kecepatan Pemakanan

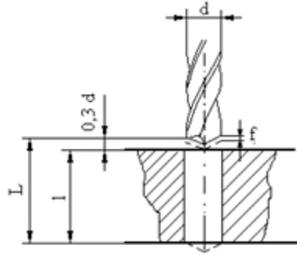
Material	Kecepatan Pemakanan (mm/detik)
Besi Lunak	2 - 4 mm/detik
Baja Karbon	1 - 2.5 mm/detik
Stainless Steel	0.8 - 2 mm/detik
Alumunium	3 - 5 mm/detik

2.5.7 Proses Gurdi (*Drilling*)

Proses gurdi (*drilling*) adalah proses membuat lubang bulat menggunakan mata bor (*twist bor*) Proses ini melibatkan pembuatan lubang silindris pada benda kerja, di mana mata bor berputar sambil memberikan tekanan untuk menembus material .

2.5.7.1 Perhitungan Waktu Permesinan pada Mesin Gurdi

Pada proses manufaktur alat ini, proses pengeboran perlu dilakukan pada beberapa komponen. Untuk menghitung waktu permesinan pada proses pengeboran, dibutuhkan data-data seperti jarak pemakanan yang ditunjukkan pada gambar Berikut[12] :



Gambar 2. 7 Proses Gurdi

Setelah data yang dibutuhkan didapatkan, maka untuk menghitung waktu permesinan pada proses pengeboran dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.7) untuk menghitung putaran mesin, persamaan (2.8) untuk mengukur kedalaman pengeboran dan persamaan (2.9) untuk menghitung waktu pengeboran.

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$L = I + 0,3d \dots \dots \dots (2.8)$$

$$T_m = \frac{L}{f \times n} \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan:

- n = putaran mesin (rpm)
- T_m = waktu pengeboran (menit)
- V = kecepatan potong (m/menit)
- L = jarak pemakanan mata bor = I+0,3d
- D = diameter lubang (mm)
- F = pemakanan bor (mm/menit)

Untuk dapat menghitung waktu pengeboran, maka harus diketahui lebih dulu kecepatan potong mata bor dan nilai feeding bor, yang dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 2. 6 Kecepatan Potong Mata Bor dan Nilai Feeding bor

Bahan	Kecepatan Potong (m/menit)
Baja <i>Carbon</i> Rendah	30 - 50
Baja <i>Carbon</i> Sedang	20 - 30
Baja <i>Carbon</i> Tinggi	15 - 20
Baja Perkakas	10 - 30
Baja Campuran	15 - 25

Tabel 2. 7 Standard Pemakanan Mata Bor

Diameter Mata Bor (mm)	Besarnya Pemakanan dalam Satu Kali Putaran (mm)
0 - 3	0.025 - 0.050
03 - 06	0.050 - 0.100
06 - 12	0.100 - 0.175
12 - 25	0.175 - 0.375
25 dan seterusnya	0.375 - 0.675

2.5.8 Proses Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan dua atau lebih material, biasanya logam, dengan menggunakan energi panas hingga material tersebut meleleh dan kemudian menyatu saat mendingin. Proses ini dapat melibatkan penggunaan tekanan, bahan tambahan (bahan pengisi), atau keduanya untuk membentuk sambungan yang kuat dan tahan lama.

2.5.8.1 Karakteristik Pengelasan

a. Polaritas Lurus

Apabila material dasar atau material yang akan dilas disambungkan dengan katup positif (+) dan elektrodanya disambungkan dengan katup negative (-) pada mesin las DC maka cara ini disebut pengelasan polaritas lurus atau DCSP (*Direct Current Straight Polatiry*), ada juga yang menyebutnya DCEN. Dengan cara ini busur listrik bergerak dari elektroda ke material dasar sehingga tumbukan electron berada di material

dasar yang berakibat 2/3 panas berada dimaterial dasar dan 1/3 dielektroda.

b. Polaritas Balik.

Apabila material dasar atau material dasardisambungkan dengan katup negative (-) dan elektrodanya disambungkan dengan katup positif (-) pada mesin las DC,dan disebut DCRP (Direct Current Reversed Polarity) ada juga yang menyebutnya DCEP. Dengan car aini busur listrik bergerak dari material dasar ke elektroda dan tumbukan electron berada di elektroda yang berakibat 2/3 panas berada di dielektroda dan 1/3 panas dimaterial dasar. Cara ini akan menghasilkan pencairan elektroda lebih banyak sehingga hasil las mempunyai penetrasi dangkal, serta baik digunakan pada pengelasan pelat tipis dengan las manik yang lebar

2.5.8.2 Komponen Utama Mesin Las

Berikut uraian mengenai komponen-komponen las smaw:



Gambar 2. 8 Komponen Utama Mesin Las
(Sumber : (Alibaba))

a. Sumber Tegangan (*Power Source*)

Sumber tegangan diklasifikasikan sebagai mesin las AC dan mesin las DC. Saat ini mesin las DC yang paling banyak digunakan, karena mempunyai beberapa kelebihan

dari pada mesin las AC. Salah satunya adalah busur las stabil dan polaritasnya dapat diatur.

- b. Kabel masa dan kabel elektroda (*ground cable and electrode cable*).

Kabel masa dan kabel elektroda berfungsi menyalurkan aliran listrik dari mesin las ke material las dan kembali lagi ke mesin las. Ukuran kabel masa dan kabel elektroda ini harus cukup besar untuk mengalirkan arus listrik. Kabel yang tidak standar dapat menimbulkan panas berlebihan yang dapat merusak lapisan kabel dan membahayakan pengelasan.

- c. Holder dan klem penjepit.

Penjepit elektroda (holder) berguna untuk mengalirkan arus listrik dari kabel las ke elektroda (kawat las) serta sebagai pegangan (stang las), sehingga welder tidak merasa panas pada saat mengelas. Sedangkan klem masa berguna untuk menghubungkan kabel masa dari mesin las dengan material induk. Biasanya klem masa mempunyai per untuk penjepitnya.

- d. Elektroda

Sebagian besar elektroda las smaw dilapisi oleh lapisan fluks. Lapisan ini berfungsi sebagai pelindung dan juga pembentuk terak las pada saat pengelasan, yang berfungsi melindungi cairan las dari pengaruh udara sekeliling. Lapisan elektroda ini merupakan campuran kimia yang komposisinya sesuai dengan kebutuhan pengelasan.

2.5.8.3 Perhitungan Proses Pengelasan

Menurut data, untuk memperhitungkan waktu pengelasan untuk menggabungkan dua material dengan menggunakan jenis las SMAW dan menggunakan elektroda dengan diameter tertentu, dilakukan dengan membagi panjang total sambungan las yang akan dikerjakan dengan kecepatan waktu pengelasan[13]. Berikut perkiraan kecepatan pengelasan untuk elektroda umum E6013.

Tabel 2. 8 Kecepatan Pengelasan Elektroda E6013

Diameter (mm)	Arus Las (A)	Kecepatan Las (cm/menit)
2.6	60 - 90	15 - 25
3.2	90 - 130	20 - 30
4.0	130 - 180	25 - 35
5.0	170 - 230	30 - 40

Adapun perhitungannya yaitu sebagai Berikut :

A. Waktu Pengelasan Murni (T_{arc})

Untuk menentukan waktu pengelasan murni dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$T_{arc} = \frac{L}{v} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan:

- T_{arc} = waktu pengelasan murni (menit)
- L = panjang total sambungan las (cm)
- V = Kecepatan pemotongan (cm/menit)

B. Waktu Total Pengelasan (T_{total})

Untuk menentukan waktu total pengelasan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$T_{total} = \frac{T_{arc}}{E} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

- T_{total} = waktu total pengelasan (menit)
- E = efesiensi operator (%)

Adapun efisiensi operator dalam pengelasan smaw adalah persentase waktu efektif pengelasan (*arc time*) dibandingkan dengan total waktu kerja yang mencakup persiapan, pergantian elektroda, pembersihan slag, dan faktor lainnya, Berdasarkan pengalaman industry, efisiensi operator dalam pengelasan biasanya berkisar antara 40% - 60%, tergantung pada beberapa faktor, diantaranya :

Tabel 2. 9 Efisiensi Operator

Kondisi Operator	Efisiensi (%)
Sangat berpengalaman & efisien	55% - 65%
Pengelas berpengalaman	50% - 55%
Pengelas rata-rata	45% - 50%
Pengelas pemula	40% - 45%

2.5.9 Proses Rolling Plat

Roll bending adalah proses yang digunakan untuk membentuk material lembaran (plat) menjadi bentuk silindris atau sirkular menggunakan mesin roll bending. Proses ini melibatkan tiga buah roll, di mana plat diletakkan di antara roll atas dan dua roll bawah. Tahapan dalam roll bending meliputi:

- Tahap Bending, Roll bagian atas menekan plat untuk mendapatkan busur kelengkungan .
- Tahap Rolling, Roll bagian atas ikut berputar untuk menghasilkan bentuk silinder yang diinginkan .



Gambar 2. 9 Mesin Roll bending
(Sumber : (Alibaba))

2.5.9.1 Perhitungan Fabrikasi Tabung

$$L = \pi \times (D - k \times T) \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan:

- L = panjang plat sebelum digulung (mm)
- D = diameter luar setelah rolling (mm)
- T = ketebalan plat (mm)
- k = faktor koreksi (antara 0,3 – 0,5)

2.5.9.2 Perhitungan Fabrikasi Reduser

- a. Menentukan Garis Pelukis (*Slant Height*)

$$s = \sqrt{H^2 + \left(\frac{D_1 - D_2}{2}\right)^2} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

- s = panjang garis pelukis (mm)
- H = tinggi kerucut (mm)
- D_1 = diameter luar bagian besar (mm)
- D_2 = diameter luar bagian kecil (mm)

- b. Jari-Jari Pengembangan Plat Datar

$$R_{outer} = \frac{SD_1}{D_1 - D_2} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$R_{inner} = \frac{SD_2}{D_1 - D_2} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan:

- R_{outer} = diameter luar bagian besar (mm)
- R_{inner} = diameter luar bagian kecil (mm)

2.5.9.3 Perhitungan Waktu Rolling Plat

Secara umum, rumus dasar untuk estimasi waktu rolling adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan estimasi pada Tabung

$$T = \frac{L}{V} \times N \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan:

- T = total waktu fabrikasi (menit)
- L = Panjang total plat yang harus diproses (meter)
- V = kecepatan rolling (meter/menit)
- N = jumlah pass (lintasan) yang diperlukan

b. Perhitungan estimasi pada *Cone*

$$T = \frac{L_{max} + L_{min}}{2V} \times N \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan:

T = total waktu fabrikasi (menit)

L_{max} = panjang busur terbesar (mm)

L_{min} = panjang busur terkecil (mm)

V = kecepatan rolling (meter/menit)

N = jumlah pass (lintasan)

Untuk menentukan Kecepatan rolling plat dan jumlah lintasan yang diperlukan pada proses pengerollan plat, maka diperlukan tabel standard pada penentuan Kecepatan rolling plat dan Jumlah pass (lintasan).

Tabel 2. 10 Kecepatan Waktu Roll Plat

Ketebalan Plat (mm)	Material	Kecepatan Rolling (m/menit)
3 - 6	Baja Karbon (A36)	3 - 5
3 - 6	Stainless Steel	2 - 4
3 - 6	Aluminium	5 - 8
8 - 12	Baja Karbon (A36)	2 - 4
8 - 12	Stainless Steel	1.5 - 3
8 - 12	Aluminium	4 - 6
16 - 20	Baja Karbon (A36)	1.5 - 3
16 - 20	Stainless Steel	1 - 2.5
16 - 20	Aluminium	3 - 5
25 - 30	Baja Karbon (A36)	1 - 2.5
25 - 30	Stainless Steel	0.8 - 2
25 - 30	Aluminium	2 - 4

Tabel 2. 11 Jumlah Pass (Lintasan)

Ketebalan Plat (mm)	Diameter Hasil Rolling (mm)	Jumlah Pass (Lintasan)
3 - 6	> 1000	1 - 2
3 - 6	500 - 1000	2 - 3
3 - 6	> 500	3 - 5
8 - 12	> 1000	2 - 3
8 - 12	500 - 1000	3 - 5
8 - 12	> 500	5 - 8
16 - 20	> 1000	3 - 5
16 - 20	500 - 1000	5 - 8
16 - 20	> 500	8 - 12
25 - 30	> 1000	5 - 8
25 - 30	500 - 1000	8 - 12
25 - 30	> 500	12 - 18

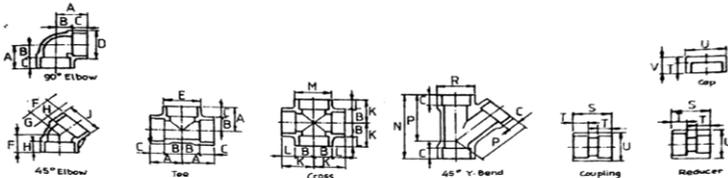
2.5.10 Proses Instalasi Pemipaan

Proses instalasi pemipaan adalah langkah-langkah yang diambil untuk memasang sistem pipa yang digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti distribusi air bersih dan pembuangan limbah. Proses ini melibatkan beberapa tahap penting yang harus dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik dan memenuhi standar keselamatan serta efisiensi. Adapun tahap proses instalasi pada penelitian ini meliputi:

2.5.10.1 Perhitungan Fitting Pipa

Perhitungan fitting pipa merupakan bagian penting dalam perencanaan sistem perpipaan, yang mencakup berbagai aspek teknis untuk memastikan efisiensi dan keamanan. Berikut adalah beberapa metode dan rumus yang umum digunakan dalam perhitungan fitting pipa.

Tabel 2. 12 Perhitungan Fitting Pipa



Size	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	R	S	T	U	V
2000-Pound WOG Fittings, for use with Schedule 40 or Standard Pipe																			
1 4 2	13 31 32 18	7 19 32 8	3 9 16 2	29 32 16 16	3 32 16 16	3 32 16 8	5 16 16 16	7 16 16 16	1 32 32 16	31 32 32 16	17 32 16 16	1 16 16 16	5 16 16 3	5 16 16 2	13 16 1 14	1 16 8 16	3 16 16 16	3 4 1 14	5 8 16 4
3 4 1 1 1/4	15 32 4 16	3 4 7 16	9 16 16 16	1 32 16 32	1 16 16 16	1 16 16 16	1 16 16 16	1 16 16 16	1 16 16 32	1 16 16 16	1 16 16 16	1 16 16 16	3 16 4 16	3 16 4 16	11 16 16 16	1 16 16 16	9 16 16 16	1 16 16 16	13 16 1 16
1 1/2 2 2 4	2 4 3 8	1 1/4 3 3 8	3 3 3 16	16 32 32 32	16 32 32 32	16 32 32 32	7 16 16 16	13 16 1 16	5 16 16 16	15 32 3 16	2 4 4 16	3 4 4 16	2 4 4 16	5 16 6 16	15 16 4 4	2 7 16 32	2 16 16 16	3 4 3 16	1 16 16 16

2.5.10.2 Pemotongan Pipa

Proses pemotongan pipa adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempersingkat atau membentuk pipa sesuai dengan ukuran dan bentuk yang dibutuhkan dalam proyek. Pemotongan ini dapat dilakukan dengan berbagai metode dan alat, tergantung pada jenis pipa dan ketebalan materialnya.

Adapun metode-metode pemotongan pipa yaitu:

1. Pemotongan Manual, Menggunakan alat seperti gergaji besi atau cutter tube. Gergaji besi umum digunakan, tetapi sering kali menghasilkan potongan yang tidak rapi. Cutter tube lebih presisi karena memiliki pisau tajam dan roller yang membantu menahan pipa saat dipotong.
2. Pemotongan menggunakan mesin, Mesin pemotong pipa yang menggunakan teknologi seperti plasma cutting memberikan hasil potongan yang lebih halus dan cepat. Mesin ini dirancang untuk mempermudah proses pemotongan tanpa perlu memutar pipa secara manual, sehingga efisiensi waktu dan kualitas potongan meningkat.

2.5.10.3 Penguliran Pipa

Penguliran pipa adalah proses pembuatan ulir pada pipa untuk memungkinkan penyambungan antar pipa menggunakan fitting atau alat sambung. Alat penguliran pipa adalah perangkat penting dalam industri konstruksi dan plumbing, digunakan untuk membuat uliran pada pipa agar dapat disambungkan satu sama lain. Berikut adalah beberapa jenis alat pengulir pipa yang umum digunakan:

1. Alat pengulir manual, dapat digunakan untuk mengulir pipa secara manual. Alat ini memungkinkan pipa besi untuk dihubungkan dengan cara menghasilkan uliran atau drat pada pipa. Memiliki keunggulan tersedia dalam berbagai ukuran, sehingga dapat disesuaikan dengan diameter pipa yang berbeda. Memudahkan proses penyambungan pipa yang sebelumnya tidak dapat disambung.



Gambar 2. 10 Alat Senai Manual

(Sumber: (Workshop Politeknik Caltex Riau))

2. Alat Drat Pipa Besi Ratchet Die Stock, Terdapat dalam ukuran cetakan ulir seperti 1/2", 3/4", 1", dan 1-1/4". Terbuat dari besi tuang yang dapat ditempa, alat ini dirancang ergonomis untuk memberikan torsi maksimum saat digunakan.



Gambar 2. 11 Ratchet Die Stock

(Sumber: (Alibaba))

3. Mesin Pengulir Pipa Listrik, Alat ini lebih canggih dan memungkinkan penguliran pipa dengan cepat dan efisien. Dapat digunakan untuk berbagai ukuran pipa, mulai dari 1/2 inci hingga 4 inci.



Gambar 2. 12 Mesin pengulir pipa otomatis

(Sumber: (Workshop Politeknik Caltex Riau))

2.5.11 Proses Penekukan Plat

Proses penekukan plat, atau yang dikenal sebagai bending, adalah teknik fabrikasi logam yang melibatkan pembengkokan atau penekukan pada material logam, seperti plat, untuk mencapai bentuk tertentu. Proses ini dapat dilakukan dengan berbagai metode dan alat, baik secara manual maupun menggunakan mesin [14].

2.5.11.1 Jenis Mesin Bending

1. Bending Manual
Dilakukan dengan menggunakan palu dan sebuah landasan untuk menekuk plat secara manual.
2. Mesin Bending Plat Manual
Menggunakan tenaga manusia dan bandul pemberat, memiliki kelebihan biaya operasional rendah dan tidak memerlukan listrik, akan tetapi memiliki kekurangan pada kekuatan yang terbatas dan kurang efisien pada produksi massal.



Gambar 2. 13 Mesin Bending Plat Manual
(Sumber: (Alibaba))

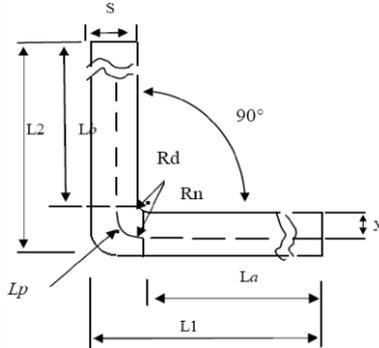
3. Mesin Bending Plat Hidrolik
Menggunakan sistem hidrolik untuk memberikan tekanan, memiliki kelebihan mampu menekuk plat tebal dengan akurasi tinggi akan tetapi memiliki kekurangan pada proses kerja yang lambat.



Gambar 2. 14 Mesin Bending Plat Hidrolik

(Sumber: (Alibaba))

2.5.11.2 Perhitungan Tekukan



Gambar 2. 15 Perhitungan Bending

- a. Panjang bahan total

$$L_{tot} = L_a + L_b + L_p \dots \dots \dots (2.18)$$

Keterangan:

- L_{tot} = panjang bahan total (mm)
- L_a = panjang bahan bagian a(mm)
- L_b = panjang bahan bagian b(mm)
- L_p = panjang tekukan

- b. *Bend Allowance* (pertambahan panjang tekukan)

$$T = \frac{(R_d + x)\pi\alpha}{180} \dots \dots \dots (2.19)$$

Keterangan:

- R_d = jari-jari dari busur dalam
- x = jarak dari titik tengah(mm)
- α = sudut bending

Berikut Tabel Klasifikasi untuk menentukan minimum radius pada sudut bending berdasarkan material yang dilakukan proses tekukan.

Tabel 2. 13 Klasifikasi Radius Sudut

Material	Min Bend Radius (mm)
Mild Steel	$1.5 \times T$
Stainless Steel	$2 \times T$
Alumunium	$1 \times T$
Brass	$0,5 \times T$

c. Panjang bahan bagian a

$$L_a = L_b = L_1 - (R_d + s) \dots \dots \dots (2.20)$$

Keterangan:

L_1 = panjang bahan bagian 1

s = tebal bahan (mm)

d. Kelonggaran bengkok

$$R = (R_d + \frac{1}{3}s) \dots \dots \dots (2.21)$$

Keterangan:

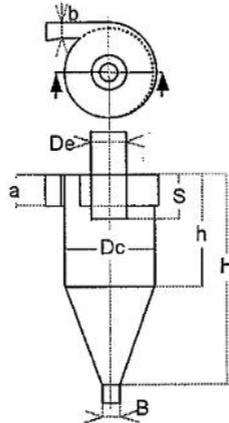
R = kelonggaran bengkok

2.5.12 Cyclone Separator

Cyclone separator adalah alat pemisah partikel padatan atau cairan dari aliran gas (biasanya udara) berdasarkan prinsip gaya sentrifugal. Alat ini sering digunakan dalam industri untuk memisahkan debu atau partikel lain dari udara atau gas buang. Gas yang membawa partikel masuk ke dalam *cyclone separator* melalui saluran masuk yang biasanya berbentuk spiral atau tangensial. Aliran gas dipaksa bergerak dalam pola berputar di dalam badan silinder dan kerucut separator. Gaya sentrifugal ini membuat partikel yang lebih berat terdorong ke dinding cyclone. Setelah partikel berat menempel pada dinding, gravitasi menarik partikel tersebut ke bawah menuju ke saluran pembuangan. Gas yang

sudah bersih (partikel-partikel sudah terpisah) keluar melalui saluran atas, biasanya dalam bentuk pipa yang berada di tengah *cyclone*.

Proses pembuatan *cyclone separator* mengacu pada perbandingan dimensi terhadap diameter siklon untuk beberapa model siklon yang digunakan untuk sistem pirolisis. Oleh karena itu, suatu desain siklon cukup diarahkan untuk memperoleh dimensi dari diameter siklon yang optimum, sedangkan dimensi yang lain merupakan penyesuaian berdasarkan perbandingan standar terhadap diameter siklon [15].



Gambar 2. 16 Perhitungan Siklon Separator

Type 1 disebut High Efficiency (Stairmand) = 1" Jika diameter Cyclone (DC) = 2" (pipa 2 inchi), maka:

$$a = 1''$$

$$b = 0,4''$$

$$S = 1''$$

$$De = 1''$$

$$h = 3''$$

$$H = 8''$$

$$B = 3/4''$$

Type 2 disebut General Purpose (Lapple) = 1" Jika diameter Cyclone (DC) = 2" (pipa 2 inchi), maka:

$$a = 1''$$

$$b = 0,5''$$

$$S = 1,25''$$

$$De = 1''$$

$$h = 4''$$

$$H = 8''$$

$$B = 1/2''$$

BAB III

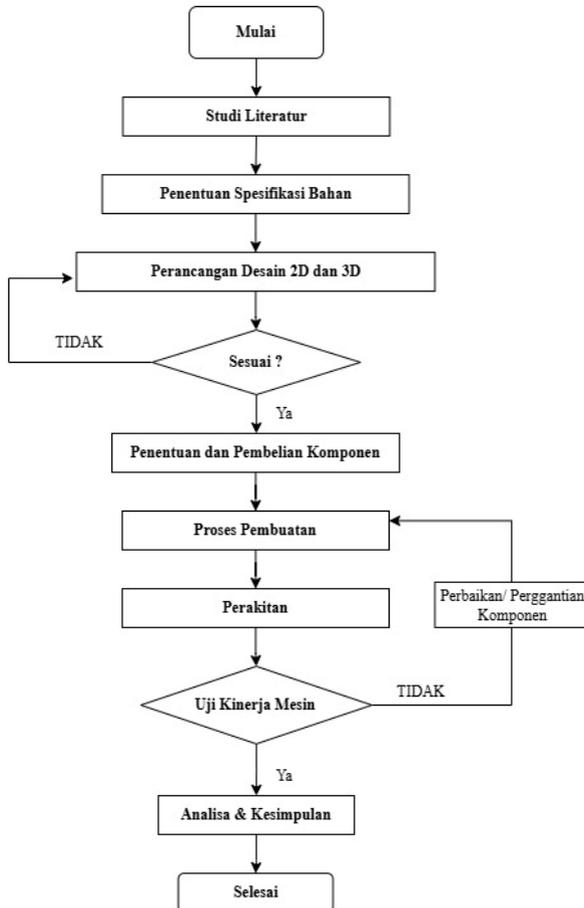
MANUFAKTUR

3.1 Manufaktur

Proses manufaktur adalah serangkaian aktivitas terorganisir untuk menghasilkan barang dengan kualitas yang diinginkan. Ini mencakup penggunaan teknologi, mesin, dan tenaga kerja untuk mengubah bahan mentah menjadi produk jadi melalui tahapan seperti perancangan, pengolahan, dan pengujian. Pada proses manufaktur Alat pengolahan limbah sampah organik, memiliki bagian-bagian utama seperti tungku pembakaran, blower, *cyclone*, dan kondenser. Sumber asap pembakaran ini berasal dari hasil pembakaran pada sebuah tungku pembakaran dengan ukuran panjang 800 cm × lebar 500 cm × tebal 2 cm, material tungku pembakaran dibuat menggunakan bahan plat besi dengan ketebalan 2 mm dengan profil rangka menggunakan besi siku dengan ukuran panjang 500 cm × lebar 35 cm × tebal 3 mm. Asap hasil pembakaran akan di hisap oleh Blower keong 2 inchi dengan Flow rate $192 \text{ m}^3/\text{h}$ yang kemudian akan ditransmisikan ke sebuah *Cyclone*, pada sebuah *cyclone* asap dengan ukuran 4/2 inchi hasil pembakaran yang dihisap oleh blower menuju *cyclone* akan dipisahkan dari abu-abu hasil pembakaran dan kemudian dialirkan pada sebuah tabung condenser. Pada tahap kondenser, konstruksi condenser memiliki dua tabung dengan fungsi berbeda. Tabung kondenser luar dengan ukuran $\text{Ø}30\text{cm} \times 40\text{cm}$ akan menampung suhu dingin yang berasal dari batu es dsng, sementara pada tabung kondenser bagian dalam dengan ukuran $\text{Ø}15\text{cm} \times 20\text{cm}$ akan menerima suhu panas yang diberasal dari asap asap pembakaran, pada tahap ini sebagian asap-asap yang dihasilkan akan memperoleh perlakuan kondensasi yang kemudian akan menjadi cairan yang dinamakan pupuk cair. Proses pengerjaan alat pengolahan limbah sampah Organik ini terdiri dari beberapa tahap pengerjaan meliputi proses pemotongan mekanis, proses pengeboran pada mesin gurdi, proses pengerollan membentuk tabung serta proses penggabungan dengan pengelasan.

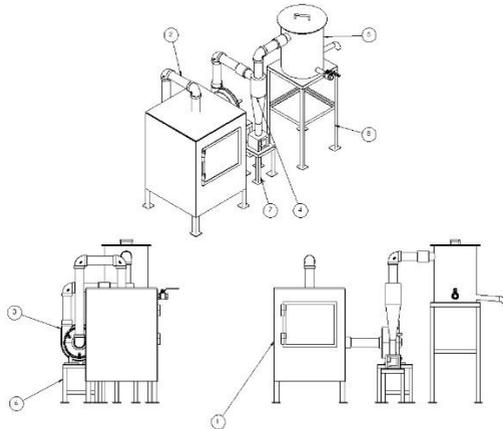
3.5.1 Flowchart Metodologi Penelitian

Proses Manufaktur proyek akhir ini dilakukan dengan berbagai prosedur dan langkah kerja yang sistematis agar mendapatkan hasil yang optimal. Langkah kerja penelitian merupakan serangkaian prosedur kerja dalam melakukan penelitian yang terstruktur secara tersusun rapi agar tujuan dari penelitian bisa tercapai dengan baik. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dalam bentuk *Flowchart* penelitian.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

3.6 Perancangan Desain Mekanik



Gambar 3. 2 Perancangan Desain Mekanik

Keterangan:

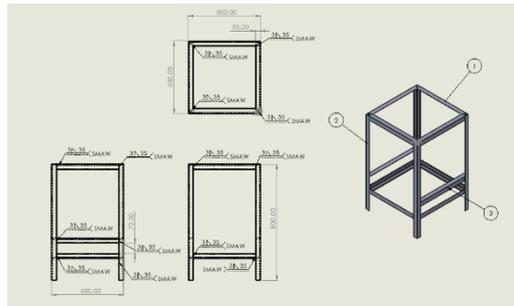
- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| 1. Tungku Pembakaran | 5. Tabung Kondensor |
| 2. Pipa Galvanis | 6. Rangka Dudukan Blower |
| 3. Blower | 7. Rangka Dudukan Cyclone |
| 4. Tabung Siklon | 8. Rangka Dudukan Kondensor |

3.3 Proses Manufaktur Alat Pengolahan Sampah Organik

3.6.1 Perencanaan Manufaktur Rangka Tungku pembakaran

- a. Perhitungan Waktu Proses Pemotongan Besi siku.

Berikut dibawah ini Gambar 3.3, Merupakan besi siku yang dilakukan tahap proses Pembentukan menjadi Rangka Tungku Pembakaran.



Gambar 3. 3 Rangka Tungku Pembakaran

1. Pemotongan ukuran besi siku 1 ukuran (35 x 35 x 3 mm) dengan panjang 500 mm. (2 kali pemotongan).

$$\begin{aligned}
 L &= \sqrt{2} \times a \\
 &= \sqrt{2} \times 35 \\
 &= 49,5 \text{ mm} \\
 N &= \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \\
 &= \frac{1000 \times 30}{\pi \times 101} \\
 &= \frac{3000}{317,14} = 96,6 \text{ RPM} \\
 T &= \frac{L}{F} \\
 &= \frac{49,5 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm/detik}} \\
 &= 19,8 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Jadi, Waktu untuk 8 kali pemotongan = 8 x 19,8 detik = 2.64 menit.

2. Pemotongan ukuran besi siku 2 (35x35x3 mm) sepanjang 800 mm. (4 kali pemotongan).

$$\begin{aligned}
 L &= 2 \times a \\
 &= 2 \times 35 \\
 &= 70 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \\
 &= \frac{1000 \times 30}{\pi \times 101} \\
 &= \frac{30000}{317,14} = 94,6 \text{ RPM} \\
 T &= \frac{L}{F} \\
 &= \frac{70 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm/detik}} \\
 &= 28 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Jadi, Waktu untuk 4 kali pemotongan = 4 x 28 detik = 1,86 menit.

3. Pemotongan ukuran besi siku 3 (35x35x3 mm) sepanjang 500 mm. (2 kali pemotongan).

$$\begin{aligned}
 L &= 2 \times a \\
 &= 2 \times 35 \\
 &= 70 \text{ mm} \\
 N &= \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \\
 &= \frac{1000 \times 30}{\pi \times 101} \\
 &= \frac{30000}{317,14} = 94,6 \text{ RPM} \\
 T &= \frac{L}{F} \\
 &= \frac{70 \text{ mm}}{2 \text{ mm/detik}} \\
 &= 28 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Jadi, Waktu untuk 2 kali pemotongan = 2 x 28 detik = 0.93 menit.

- b. Perhitungan Waktu Proses Pengelasan Rangka Besi siku.

Diketahui : Panjang las (L) = 110 cm » 1,1 meter

Kecepatan pengelasan (v) = 20 cm/menit (mengacu pada data).

Efisiensi Operator (E) = 45% (0,45)

1. Perhitungan waktu pengelasan murni (T_{arc})

$$T_{arc} = \frac{L}{V}$$
$$= \frac{110 \text{ cm}}{20 \text{ cm/menit}} = 5.5 \text{ menit}$$

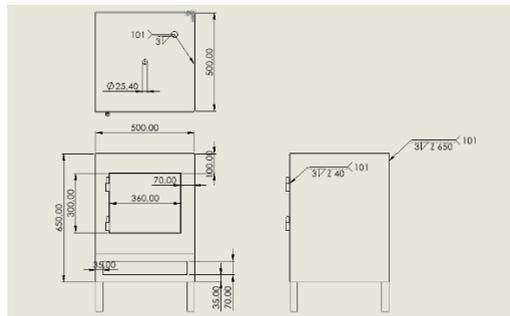
2. Perhitungan waktu total pengelasan (T_{total})

$$T_{total} = \frac{T_{arc}}{E}$$
$$= \frac{5.5 \text{ menit}}{0,45 \text{ mm/menit}} = 12,2 \text{ menit}$$

Maka didapatkan bahwa waktu pengelasan pada Cover tungku pembakaran adalah sebesar 12,2 menit.

3.6.2 Perencanaan Manufaktur Cover Tungku Pembakaran

Berikut dibawah ini Gambar 3.4, Merupakan Gambar kerja pada Pelat besi hitam yang dilakukan tahap proses Pembentukan menjadi Cover Tungku Pembakaran.



Gambar 3. 4 Cover Tungku

- a. Perhitungan Waktu Pemotongan pada Pelat.

$$\begin{aligned}
 L &= 2(P + T) \\
 &= 2(2000 \text{ mm} + 2 \text{ mm}) \\
 &= 4004 \text{ mm} \\
 N &= \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \\
 &= \frac{1000 \times 30}{\pi \times 101} \\
 &= \frac{3000}{317,14} = 94,6 \text{ RPM} \\
 T &= \frac{L}{F} \\
 &= \frac{4004 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm/detik}} \\
 &= 1600 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Jadi, Waktu untuk 2 kali pemotongan = $2 \times 1,600 \text{ detik} = 53,3 \text{ menit}$.

b. Perhitungan Penekukan (*Bending*) pada Pelat.

Diketahui : Panjang bahan awal (L) = 1000 mm » 1 meter

Jari-jari busur dalam (R_d) = 4.5 mm (mengacu pada data).

1. Pertambahan panjang tekukan (Bend allowance)

$$\begin{aligned}
 L_p &= \frac{(R_d + x)\pi\alpha}{180} \\
 &= \frac{(4,5 + 1,5)\pi 90^\circ}{180} \\
 &= 9,42 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

2. Panjang bagian a dan b

$$\begin{aligned}
 L_a : L_b &= L_1 - (R_d + s) \\
 &= 500 \text{ mm} - (4,5 + 3) \\
 &= 492,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3. Panjang bahan total

$$\begin{aligned}L_{tot} &= L_a + L_b + L_p \\ &= 492,5 \text{ mm} + 492,5 \text{ mm} + 9,42 \text{ mm} \\ &= 994,42 \text{ mm}\end{aligned}$$

Maka didapatkan bahwa panjang bahan total setelah dibengkokkan sebesar 994,42 mm.

4. Perhitungan waktu proses bending

$$\begin{aligned}T &= T_{setup} + (N \times T_{bending}) + T_{handling} \\ &= 600 \text{ detik} + (3 \times 5,4 \text{ detik}) + 3 \text{ detik} \\ &= 619 \text{ detik} > 10,32 \text{ menit}\end{aligned}$$

Maka didapatkan bahwa waktu yang dibutuhkan pada proses bending cover tungku pembakaran yaitu sebesar 10,32 menit.

c. Perhitungan Waktu Proses Pengelasan.

Diketahui : Panjang las (L) = 130 cm » 1,3 meter

Kecepatan pengelasan (v) = 20 cm/menit (mengacu pada data).

Efisiensi Operator (E) = 45% (0,45)

1. Perhitungan waktu pengelasan murni (T_{arc})

$$\begin{aligned}T_{arc} &= \frac{L}{V} \\ &= \frac{580 \text{ cm}}{20 \text{ cm/menit}} = 29 \text{ menit}\end{aligned}$$

2. Perhitungan waktu total pengelasan (T_{total})

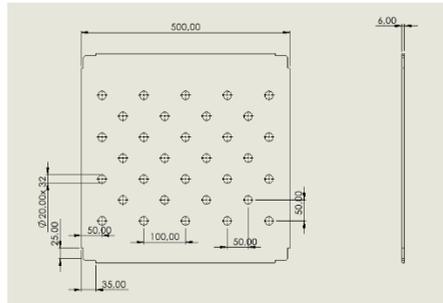
$$\begin{aligned}T_{total} &= \frac{T_{arc}}{E} \\ &= \frac{29}{0,45} = 64,4 \text{ menit}\end{aligned}$$

Maka didapatkan bahwa waktu pengelasan pada Cover tungku pembakaran adalah sebesar 64,4 menit.

3.6.3 Perencanaan Manufaktur Alas Tungku Pembakaran.

a. Perhitungan Waktu Pemotongan pada Pelat.

Berikut dibawah ini Gambar 3.5, Merupakan Gambar kerja pada Pelat besi yang dilakukan tahap proses Pembentukan menjadi Alas Tungku Pembakaran.



Gambar 3. 5 Pelat Alas

1. Pemotongan ukuran Pelat (500x500x6 mm) sepanjang 500 mm. (2 kali pemotongan).

Perhitungan waktu pemotongan plat ketebalan 6 mm untuk alas jika diketahui $s=500$ mm, $v=280$ mm/menit dengan nozel ukuran 1/16” adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T_{arc} &= \frac{S}{V} \\ &= \frac{500 \text{ cm}}{280 \text{ mm/menit}} = 1,78 \text{ menit} \end{aligned}$$

- b. Perhitungan Waktu Proses *Drilling* pada Pelat

Proses drilling alas tungku dengan mata bor HSS Ø20 mm dengan kedalaman 6 mm dengan kecepatan potong 15 m/min.

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{1000 \times v}{\pi \times d} \\
 &= \frac{1000 \times 15}{3.14 \times 20} = 239,0 \text{ Rpm} \\
 L &= l + 0,3d \\
 &= 6 + 0,3 \times 20 \\
 &= 6 + 6 \\
 &= 12 \text{ mm} \\
 f &= 0,12 \text{ mm/rev} \\
 n &= 239 \text{ Rpm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_m &= \frac{L}{f \times n} \\
 &= \frac{12 \text{ mm}}{0,12 \times 239} \\
 &= 0,42 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Maka, Pengeboran ini dilakukan dengan 32 kali drilling, maka jumlah waktu pengeboran adalah 13,44 menit.

3.6.4 Perencanaan Manufaktur Cyclone

Berikut dibawah ini Gambar 3.6, Merupakan Gambar kerja pada Pelat besi yang dilakukan tahap proses Pembentukan menjadi Siklon Separator.



Gambar 3. 6 Siklon

a. Perhitungan Pengerjaan Tabung.

1. Menentukan Perencanaan Ukuran Pelat

$$\begin{aligned}L &= \pi \times (D - k \times T) \\ &= \pi \times (105 \text{ mm} - 0,4 \times 3) \\ &= 326 \text{ mm}\end{aligned}$$

2. Perhitungan Waktu Pemotongan Pelat

$$\begin{aligned}L &= 2 (P + T) \\ &= 2 (326 \text{ mm} + 3 \text{ mm}) \\ &= 658 \text{ mm} \\ N &= \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \\ &= \frac{1000 \times 30}{\pi \times 101} \\ &= \frac{3000}{317,14} = 94,6 \text{ RPM} \\ T &= \frac{L}{F} \\ &= \frac{658 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm/detik}} \\ &= 263 \text{ detik}\end{aligned}$$

Jadi, Waktu untuk 2 kali pemotongan = 2 x 263 detik = 8,8 menit.

3. Perhitungan Waktu Roll Tabung

$$\begin{aligned}T &= \frac{L}{V} \times N \\ &= \frac{0,326 \text{ meter}}{3 \frac{\text{meter}}{\text{menit}}} \times 2 \text{ pass} \\ &= 0,217 \text{ menit} > 13,04 \text{ det}\end{aligned}$$

b. Perhitungan Pengerjaan *Reduser cone*

Diketahui : Panjang bahan awal (H) = 250 mm

Dimater Luar bagian besar (D_1) = 105 mm

Diameter Luar bagian kecil (D_1) = 42,6 mm

1. Menentukan Perencanaan Ukuran Pelat

$$\begin{aligned}
S &= \sqrt{H^2 + \left(\frac{D_1 - D_2}{2}\right)^2} \\
&= \sqrt{250^2 + \left(\frac{105 - 42,6}{2}\right)^2} \\
&= \sqrt{250^2 + 31^2} \\
&= \sqrt{62500 + 961} \\
&= \sqrt{63461} = 251,91 \text{ mm (Garis Lukis)} \\
R_{outer} &= \frac{SD_1}{D_1 - D_2} \\
&= \frac{(251,91 \times 105)}{105 - 42,6} = 424 \text{ mm} \\
R_{inner} &= \frac{SD_1}{D_1 - D_2} \\
&= \frac{(251,91 \times 42,6)}{105 - 42,6} = 172 \text{ mm}
\end{aligned}$$

2. Perhitungan Waktu Pemotongan

$$\begin{aligned}
L_p &= 2\pi \times S \times \frac{(D_1 - D_2)}{D_1} \\
&= 2\pi \times 251,9 \times \frac{(105 - 42,6)}{105} \\
&= 2\pi \times 251,9 \times 0,59 \\
&= 933,8 \text{ mm} \\
T &= \frac{L}{F} \\
&= \frac{933,8 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm/detik}} \\
&= 373 \text{ detik}
\end{aligned}$$

Jadi, Waktu untuk dilakukannya pemotongan adalah 373 detik = 6,2 menit.

3. Perhitungan Waktu Roll Reduser cone

$$T = \frac{L_{max} + L_{min}}{2V} \times N$$

$$= \frac{0,865 \text{ meter} + 0,14 \text{ meter}}{3 \frac{\text{meter}}{\text{menit}}} \times 2 \text{ pass}$$

$$= 1.82 \text{ menit}$$

c. Perhitungan Waktu Proses Pengelasan

Perhitungan waktu pengelasan pada siklon ini meliputi pengelasan pada tabung dan reduser cone, Adapun perhitungannya sebagai berikut:

1. Perhitungan Waktu Pengelasan Tabung

Diketahui : Panjang las (L) = 15,2 cm » 0,152 meter

Kecepatan pengelasan (v) = 20 cm/menit (mengacu pada data).

Efisiensi Operator (E) = 45% (0,45)

$$T_{arc} = \frac{L}{V}$$

$$= \frac{15,2 \text{ cm}}{20 \text{ cm/menit}} = 0,76 \text{ menit}$$

$$T_{total} = \frac{T_{arc}}{\frac{E}{100}}$$

$$= \frac{0,76 \text{ menit}}{0,45} = 1,7 \text{ menit}$$

Maka didapatkan bahwa waktu pengelasan pada tabung siklon adalah sebesar 1,7 menit.

2. Perhitungan Waktu Pengelasan Reducer

Diketahui : Panjang las (L) = 25,0 cm » 0,25 meter

Kecepatan pengelasan (v) = 20 cm/menit (mengacu pada data).

Efisiensi Operator (E) = 45% (0,45)

$$T_{arc} = \frac{L}{V}$$

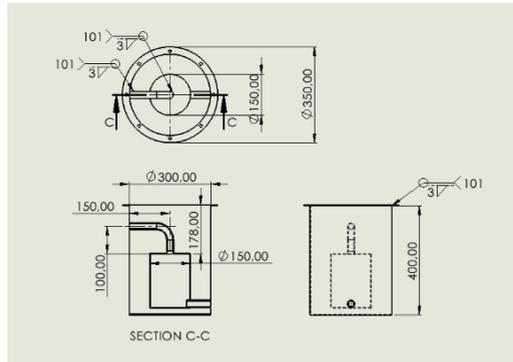
$$= \frac{25 \text{ cm}}{20 \text{ cm/menit}} = 1,25 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 T_{total} &= \frac{T_{arc}}{E} \\
 &= \frac{1,25 \text{ menit}}{0,45} = 2,8 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Maka didapatkan bahwa waktu pengelasan pada tabung siklon adalah sebesar 2,8 menit.

3.6.5 Perencanaan Manufaktur Kondensor

Berikut dibawah ini Gambar 3.6, Merupakan Gambar kerja pada Pelat besi dan Pipa yang dilakukan tahap proses Pembentukan menjadi Kondensor.



Gambar 3. 7 Kondensor

a. Perhitungan Waktu Pemotongan pada Pipa.

$$\begin{aligned}
 L &= 2 (\pi \times r^2 + 3) \\
 &= 2 (471,2 \text{ mm} + 3 \text{ mm}) \\
 &= 948,4 \text{ mm} \\
 T &= \frac{L}{F} \\
 &= \frac{948,4 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm/detik}} \\
 &= 380 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Jadi, Waktu untuk dilakukannya pemotongan adalah 380 detik = 6,3 menit

- b. Perhitungan Waktu Proses Pengelasan
 Diketahui : Panjang las (L) = 94,84 cm » 0,95 meter
 Kecepatan pengelasan (v) = 20 cm/menit (mengacu pada data).

Efisiensi Operator (E) = 45% (0,45)

$$T_{arc} = \frac{L}{V}$$

$$= \frac{95 \text{ cm}}{20 \text{ cm/menit}} = 4,75 \text{ menit}$$

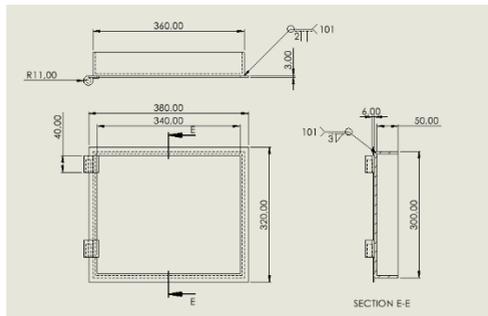
$$T_{total} = \frac{T_{arc}}{E}$$

$$= \frac{4,75 \text{ menit}}{0,45} = 10,5 \text{ menit}$$

Maka didapatkan bahwa waktu pengelasan pada tabung siklon adalah sebesar 10,5 menit. Pada dua sisi sebesar 21 menit.

3.6.6 Perencanaan Manufaktur Pintu Tungku Pembakaran

Berikut dibawah ini Gambar 3.6, Merupakan Gambar kerja pada Pelat besi yang dilakukan tahap proses Pembentukan menjadi Pintu tungku pembakaran.



Gambar 3. 8 Pintu Tungku

- a. Perhitungan Waktu Pemotongan pada Pelat.
 1. Pemotongan ukuran Pelat (380x320x3 mm).

$$\begin{aligned}
 L &= 2 (P + T) \\
 &= 2 (700 \text{ mm} + 3 \text{ mm}) \\
 &= 1406 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{L}{F} \\
 &= \frac{1406 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm/detik}} \\
 &= 562,4 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Jadi, Waktu untuk dilakukannya pemotongan adalah 562 detik = 9,4 menit.

2. Pemotongan ukuran Pelat (360x50x3 mm).

$$\begin{aligned}
 L &= 2 (P + T) \\
 &= 2 (410 \text{ mm} + 3 \text{ mm}) \\
 &= 826 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{L}{F} \\
 &= \frac{826 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm/detik}} \\
 &= 330,4 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Jadi, Waktu untuk dilakukannya pemotongan adalah 2 x 330 detik = 11 menit.

3. Pemotongan ukuran Pelat (300x50x3 mm).

$$\begin{aligned}
 L &= 2 (P + T) \\
 &= 2 (350 \text{ mm} + 3 \text{ mm}) \\
 &= 706 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{L}{F} \\
 &= \frac{706 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm/detik}} \\
 &= 282,4 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Jadi, Waktu untuk dilakukannya pemotongan adalah 2 x 282 detik = 9,4 menit.

b. Perhitungan Waktu Proses Pengelasan

Diketahui : Panjang las (L) = 60 cm » 0,6 meter

Kecepatan pengelasan (v) = 20 cm/menit (mengacu pada data).

Efisiensi Operator (E) = 45% (0,45)

$$T_{arc} = \frac{L}{V}$$

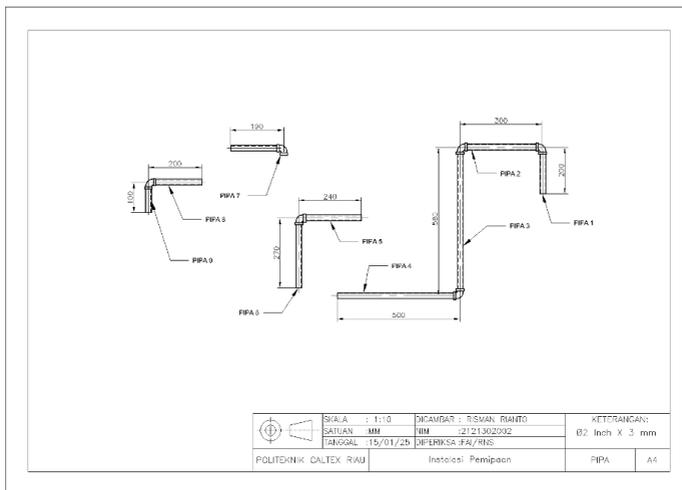
$$= \frac{60 \text{ cm}}{20 \text{ cm/menit}} = 3 \text{ menit}$$

$$T_{total} = \frac{T_{arc}}{E}$$

$$= \frac{3 \text{ menit}}{0,45} = 6,6 \text{ menit}$$

Maka didapatkan bahwa waktu pengelasan pada Pintu tungku pembakaran adalah sebesar 6,6 menit

3.6.7 Data Perhitungan Fitting pipa



Gambar 3. 9 Fitting Pipa

3.6.8 Hasil Analisa Perhitungan Fitting pipa

Material yang digunakan yaitu pipa dengan bahan galvanis, dari hasil perhitungan fitting pipa berikut dapat ditentukan panjang pemotongan pipa dan panjang ulir yang akan dilakukan proses penguliran.

1. Pipa 1

$$\text{Elbow} \quad ; \quad A = \frac{19}{8} \times 2,54 = 6,0325 \text{ cm}$$

$$B = \frac{3}{2} \times 2,54 = 3,81 \text{ cm}$$

$$C = \frac{7}{8} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)}$$

$$\begin{aligned} E &= L - B \\ &= 20 \text{ cm} - 3,81 \text{ cm} \\ &= 16,19 \text{ cm (Panjang pipa)} \end{aligned}$$

2. Pipa 2

$$\text{Elbow} \quad ; \quad A = \frac{19}{8} \times 2,54 = 6,0325 \text{ cm}$$

$$B = \frac{3}{2} \times 2,54 = 3,81 \text{ cm}$$

$$C = \frac{7}{8} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)}$$

$$\begin{aligned} E &= L - (2 \times B) \\ &= 30 \text{ cm} - (7,62 \text{ cm}) \\ &= 22,38 \text{ cm (Panjang pipa)} \end{aligned}$$

3. Pipa 3

$$\text{Elbow} \quad ; \quad A = \frac{19}{8} \times 2,54 = 6,0325 \text{ cm}$$

$$B = \frac{3}{2} \times 2,54 = 3,81 \text{ cm}$$

$$C = \frac{7}{8} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)}$$

$$\begin{aligned} E &= L - (2 \times B) \\ &= 58 \text{ cm} - (7,62 \text{ cm}) \\ &= 50,38 \text{ cm (Panjang pipa)} \end{aligned}$$

4. Pipa 4

$$\begin{aligned} \text{Elbow} & ; A = \frac{19}{8} \times 2,54 = 6,0325 \text{ cm} \\ & B = \frac{3}{2} \times 2,54 = 3,81 \text{ cm} \\ & C = \frac{7}{8} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E & = L - B \\ & = 50 \text{ cm} - 3,81 \text{ cm} \\ & = 46,19 \text{ cm (Panjang pipa)} \end{aligned}$$

5. Pipa 5

$$\begin{aligned} \text{Elbow} & ; A = \frac{19}{8} \times 2,54 = 6,0325 \text{ cm} \\ & B = \frac{3}{2} \times 2,54 = 3,81 \text{ cm} \\ & C = \frac{7}{8} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E & = L - B \\ & = 27 \text{ cm} - 3,81 \text{ cm} \\ & = 23,19 \text{ cm (Panjang pipa)} \end{aligned}$$

6. Pipa 6

$$\begin{aligned} \text{Elbow} & ; A = \frac{19}{8} \times 2,54 = 6,0325 \text{ cm} \\ & B = \frac{3}{2} \times 2,54 = 3,81 \text{ cm} \\ & C = \frac{7}{8} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coupling} & ; S = \frac{5}{2} \times 2,54 = 6,35 \text{ cm} \\ & T = \frac{7}{8} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E & = L - \left(\frac{S}{2} - T + B \right) \\ & = 24 \text{ cm} - \left(\frac{6,35}{2} - 2,2225 + 2,2225 \right) \\ & = 20,825 \text{ cm (Panjang pipa)} \end{aligned}$$

7. Pipa 7

$$\begin{aligned} \text{Elbow} & ; A = \frac{19}{8} \times 2,54 = 6,0325 \text{ cm} \\ & B = \frac{3}{2} \times 2,54 = 3,81 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$C = \frac{7}{8} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)}$$

$$\text{Coupling ; } S = \frac{5}{2} \times 2,54 = 6,35 \text{ cm}$$

$$H = \frac{7}{8} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)}$$

$$E = L - \left(\frac{S}{2} - T + B \right)$$

$$= 19 \text{ cm} - \left(\frac{6,35}{2} - 2,2225 + 2,2225 \right)$$

$$= 15,825 \text{ cm (Panjang pipa)}$$

8. Pipa 8

$$\text{Elbow ; } A = \frac{19}{8} \times 2,54 = 6,0325 \text{ cm}$$

$$B = \frac{3}{2} \times 2,54 = 3,81 \text{ cm}$$

$$C = \frac{7}{8} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)}$$

$$\text{Coupling ; } S = \frac{5}{2} \times 2,54 = 6,35 \text{ cm}$$

$$T = \frac{7}{16} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)}$$

$$E = L - \left(\frac{S}{2} - T + B \right)$$

$$= 20 \text{ cm} - \left(\frac{6,35}{2} - 2,2225 + 2,2225 \right)$$

$$= 16,825 \text{ cm (Panjang pipa)}$$

9. Pipa 9

$$\text{Elbow ; } A = \frac{19}{8} \times 2,54 = 6,0325 \text{ cm}$$

$$B = \frac{3}{2} \times 2,54 = 3,81 \text{ cm}$$

$$C = \frac{7}{8} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)}$$

$$\text{Coupling ; } S = \frac{5}{2} \times 2,54 = 6,35 \text{ cm}$$

$$T = \frac{7}{16} \times 2,54 = 2,2225 \text{ cm (Panjang Ulir)}$$

$$E = L - \left(\frac{S}{2} - T + B \right)$$

$$= 10 \text{ cm} - \left(\frac{6,35}{2} - 2,2225 + 2,2225 \right)$$

$$= 6,825 \text{ cm (Panjang pipa)}$$

Jadi dapat diperhitungkan Panjang pipa keseluruhan yang digunakan pada Proses Manufaktur Alat Pengolahan Limbah Sampah Organik adalah :

$$\begin{aligned} P \text{ pipa total} &= P\text{pipa } 1 + P\text{pipa } 2 + P\text{pipa } 3 + P\text{pipa } 4 + P\text{pipa } 5 \\ &\quad + P\text{pipa } 6 + P\text{pipa } 7 + P\text{pipa } 8 + P\text{pipa } 9 \\ &= 16,19 \text{ cm} + 22,38 \text{ cm} + 50,38 \text{ cm} + 46,19 \text{ cm} \\ &\quad + 23,19 \text{ cm} + 20,825 \text{ cm} + 15,825 \text{ cm} + 16,825 \text{ cm} \\ &\quad + 6,825 \text{ cm} \\ &= 218,63 \text{ cm} \gg 2.20 \text{ m (Panjang pipa total)} \end{aligned}$$

3.4 Data Perkiraan Waktu Proses Manufaktur Alat Pengolahan Sampah Organik

Data perkiraan waktu pada proses manufaktur Alat pengolahan sampah organik ini meliputi estimasi waktu pengerjaan pada setiap komponen komponen utama dari alat tersebut. Adapun hasil dari data tersebut dapat dilihat pada tabel Berikut:

Tabel 3. 1 Data Perkiraan Estimasi Manufaktur

Komponen	Proses Pengerjaan	Waktu (menit)
Tungku Pembakaran	Pemotongan Besi Siku	5,43 menit
	Pengelasan Rangka Besi Siku	12,2 menit
Cover Tungku Pembakaran	Pemotongan Pelat	53,3 menit
	Penekukkan Pelat	10,32 menit
	Pengelasan Penggabungan Plat	14,5 menit
Alas Tungku Pembakaran	Pemotongan Pelat	1,78 menit
	Gurdi (<i>Drilling</i>)	13,44 menit
Siklon (<i>Cyclone</i>)	Perencanaan & Pemotongan Pelat	8,8 menit
	Pengerollan Tabung	0,217 menit
	Pengelasan Tabung	1,7 menit

	Perencanaan & Pemotongan Pelat	6,2 menit
	Pengerollan Reduser <i>Cone</i>	1,82 menit
	Pengelasan Reduser <i>Cone</i>	2,8 menit
Kondensor	Perencanaan & Pemotongan	6,3 menit
	Pengelasan	21 menit
Pintu Tungku Pembakaran	Perencanaan & Pemotongan	27 menit
	Pengelasan	6,6 menit
Total Waktu Keseluruhan		193,4 Menit

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Deskripsi Hasil Penelitian

Langkah awal setelah mendapatkan gambar kerja yaitu melakukan proses pembuatan “Alat pengolahan Sampah Organik, proses Manufaktur yang dilakukan meliputi kegiatan penentuan desain, pemilihan dan pengadaan bahan baku, pemroses dan transformasi pada baku seperti proses pemotongan, pengerollan, gurdi dan proses pengelasan, yang kemudian melakukan perakitan dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Alat Pengolahan Sampah Organik Produksi Asap Cair

Berikut pada Gambar 4. 1 memaparkan konsep alat pengolahan sampah organik dengan bagian-bagian utama dari Alat pengolahan sampah organik produksi Asap cair adalah sebagai berikut:

1. Tungku Pembakaran, memiliki volume $650 \times 500 \text{ mm}^2$ dengan dimensi ukuran $800 \text{ cm} \times 500 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$, yang berbahan baku menggunakan besi siku ukuran $35 \times 35 \text{ mm}$ dengan ketebalan 2 mm dan Besi plat carbon ketebalan 2 mm.
2. Blower, menggunakan blower keong 2 inchi dengan kapasitas Flow rate $192 \text{ m}^3/\text{h}$
3. Cyclone, memiliki ukuran 4/2 inchi dengan tinggi 650 mm, pemilihan bahan menggunakan plat ketebalan 1 mm yang membentuk reduser dan pipa 4 inchi sebagai tabung.

4. Kondensor, satu kesatuan kondenser memiliki 2 tabung dengan dimensi ukuran berbeda, kedua tabung kondenser terbuat dari plat 2 mm yang dilakukan pengerollan menjadi satu kesatuan tabung. Tabung kondenser bagian luar dengan dimensi ukuran $\text{Ø}30 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$, sementara pada tabung kondenser bagian dalam memiliki ukuran $\text{Ø}15 \text{ cm} \times 20$.

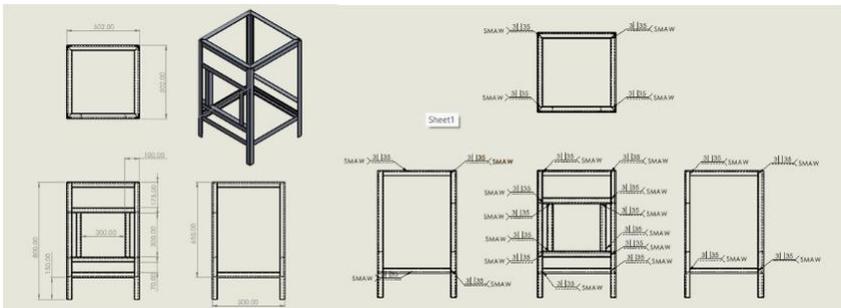
4.2 Manufaktur Tungku Pembakaran

4.2.1 Proses Manufaktur Kerangka Tungku Pembakaran

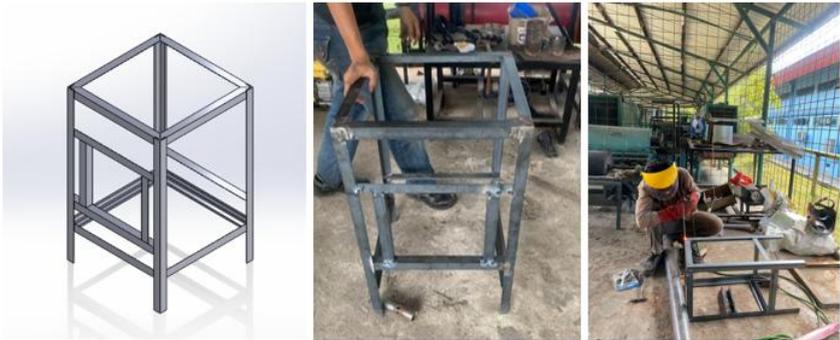
Dalam proses pembuatan kerangka digunakan besi siku dengan dimensi $500 \times 500 \times 800$ dengan tebal 3,5 mm yang bermaterialkan *Carbon Steel*. Berdasarkan Data material untuk material ini memiliki nilai memiliki kekuatan tarik sebesar $698,09 \text{ N/mm}^2$ dan kekuatan luluh sebesar $495,30 \text{ N/mm}^2$.

Pada konsep desain manufaktur “Rangka tungku pembakaran” memiliki beberapa perubahan desain pada perencanaan awal dengan menyesuaikan dengan desain aktualnya. Hal tersebut untuk memaksimalkan hasil desain berdasarkan fungsinya dilapangan, diantaranya:

- Menambahkan rangka peletakan pintu dengan dimensi 30×30 mm yang sebelumnya tidak ada pada konsep desain awal, dilakukan penambahan rangka agar bisa menahan komponen pintu dan menjaga kerapatan pada pintu tersebut agar pada proses pengujian tidak diperoleh kebocoran



Gambar 4. 2 Desain Aktual Rangka Tungku Pembakaran.



Gambar 4. 3 Proses Manufaktur Rangka Tungku Pembakaran.

Pada Gambar 4.3 Proses Manufaktur Rangka Tungku Pembakaran., Tahapan pemotongan pada besi siku untuk kerangka dilakukan menggunakan gerinda duduk. Berdasarkan pada Tabel 2. 5 Standard Kecepatan Pemakanan untuk material berbahan baja carbon memiliki kecepatan pemotongan yaitu 1 - 2.5 mm/detik. Maka dapat ditentukan berdasarkan perencanaan manufakturnya pada setiap pemotongan besi siku dengan ukuran 35x35x3 diperlukan waktu berkisar 28 detik. Pada Manufaktur Aktualnya proses pemotongan dilakukan sebanyak 14 kali sehingga diperlukan waktu sebanyak 5.43 menit. Hasil tersebut sesuai pada konsep awal perencanaan manufaktur. Meskipun ada perubahan desain secara aktualnya akan tetapi jumlah besi siku yang digunakan tetaplah sama sehingga waktu estimasi pemotongan tidak berubah.

Sementara pada tahap penyambungan besi siku dilakukan menggunakan proses pengelasan Las listrik (*Shielded Metal arc Welding*), Pada proses pengelasan menggunakan Elektroda E6013 berdiameter 2,6 dikarenakan elektroda tersebut lebih diutamakan untuk pengelasan plat-plat tipis dengan ketebalan maksimum 3/8 inci atau 9,525 mm dengan busur rendah dan pembakaran yang dangkal, Berdasarkan Tabel 2.8 Kecepatan Pengelasan Elektroda E6013 untuk pengelasan dengan jenis elektroda E6013 dilakukan pada arus berkisar 90-130 dengan kecepatan las berkisar 20-30 cm/menit, Maka dapat ditentukan berdasarkan perencanaan manufakturnya pada setiap pengelasan besi siku dengan panjang satu sisi siku sebesar 3.5 cm diperlukan waktu berkisar 24 detik/0,4 menit. Pada proses manufaktur

aktualnya dapat diketahui proses pengelasan sebuah tungku pembakaran memerlukan pengelasan pada 36 sisi, sehingga panjang pengelasan diperoleh sebesar 126 cm^2 dan diperlukan waktu berkisar 14 menit, Jumlah tersebut didapatkan dari keseluruhan proses pengelasan yang ada pada proses manufaktur rangka.

Hasil tersebut memiliki perbedaan dengan konsep perencanaan dimana mendapatkan penambahan waktu sebesar 1,8 menit, dari konsep perencanaan manufaktur awalnya yang hanya berkisar 12,2 menit. Hal tersebut dikarenakan adanya penambahan sisi pengelasan pada besi siku yang awalnya hanya pada 32 sisi pengelasan mendapatkan penyesuaian menjadi 36 sisi pada proses aktualnya, Berdasarkan hasil yang diperoleh tersebut dapat ditentukan bahwasanya sewaktu waktu konsep perencanaan manufaktur dapat berubah menyesuaikan pada manufaktur aktualnya, dikarenakan pada proses perencanaan konsep awal manufaktur beberapa perencanaan desain tidak selalu sesuai dengan proses manufaktur secara langsung dilapangan, beberapa komponen mengalami perubahan secara material dan biaya saat dilakukannya proses manufaktur.

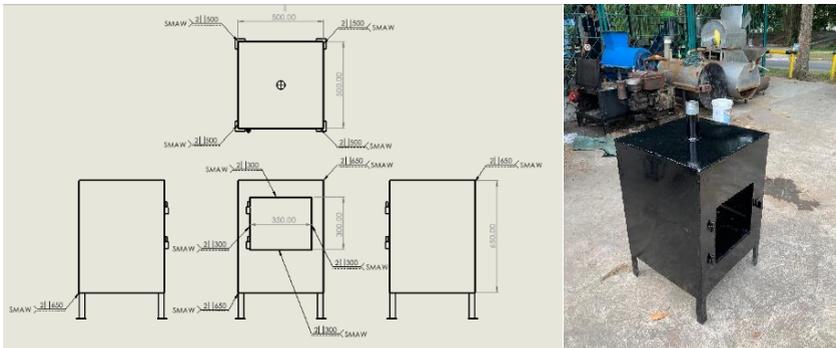
4.2.2 Proses Manufaktur Cover Rangka Tungku Pembakaran

Dalam proses manufaktur pada bagian *Cover Rangka Tungku Pembakaran*, material yang digunakan adalah plat besi dengan tebal 2 mm. Pada proses manufaktur *cover*, proses yang dilakukan meliputi pemotongan plat dengan ukuran sesuai perencanaan gambar kerja. Dan selanjutnya plat-plat yang telah dipotong tersebut kemudian akan digabungkan pada struktur kerangka dengan proses pengelasan las busur listrik.

Pada proses manufaktur ini memiliki beberapa penyesuaian dengan konsep desain pada perencanaan, diantaranya :

- Proses manufaktur pembentukan cover, pada desain awal proses manufaktur ini dilakukan menggunakan proses bending, akan tetapi mendapatkan penyesuaian menggunakan proses pengelasan, Hal itu dilakukan karena pada tahap proses penyatuan cover terhadap rangka tungku, plat cover yang menggunakan proses bending akan menimbulkan kerenggangan yang menyebabkan adanya celah pada sisi tungku pembakaran,

Pada permasalahan tersebut susah untuk dilakukan perbaikan sehingga akan menimbulkan kebocoran pada saat tungku pembakaran beroperasi, sementara pada proses pengelasan permasalahan tersebut dapat mudah diantisipasi dan direparasi. proses pengelasan yang dilakukan dengan penyatuan plat secara bertahap dan dilakukan perbagian plat (depan, belakang, samping) terhadap rangka tungku pembakaran tersebut.



Gambar 4. 4 Desain Aktual Cover Rangka Tungku Pembakaran.



Gambar 4. 5 Proses pemotongan material Cover Rangka tungku.

Pada Gambar 4.5 menjelaskan mengenai proses pemotongan material Cover Rangka tungku. yaitu proses pemotongan plat yang digunakan sebagai *cover*, beberapa tahapan pemotongan mencakup penggunaan Mesin potong plat (Shear Machine) dan menggunakan gerinda tangan, Hal tersebut dilakukan setelah melakukan penyesuaian konsep desain perencanaan manufaktur awal terhadap konsep desain aktualnya. Pada tahapan pemotongan menggunakan gerinda tangan,

berdasarkan pada Tabel 2. 5 Standard Kecepatan Pemakanan untuk material berbahan baja carbon memiliki kecepatan pemotongan yaitu 1 - 2.5 mm/detik, Maka pada pemotongan pelat dengan ukuran P 50 x T 50 cm diperoleh panjang pemotongan sebesar 200 cm dengan estimasi waktu berkisar 13,3 menit.

Setelah dilakukannya pemotongan pada setiap plat sesuai dengan gambar kerja, Plat – plat yang sudah terpotong diberi tanda untuk penentuan posisi dari masing – masing plat.



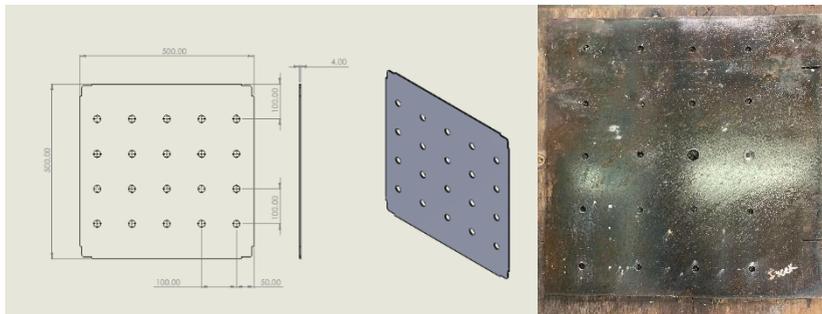
Gambar 4. 6 Proses Penggabungan Cover terhadap Rangka Tungku.

Setelah ditentukan posisinya maka akan dilakukan penyambungan menggunakan proses pengelasan terhadap konstruksi rangka. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. 6. Proses pengelasan ini dilakukan dengan jenis pengelasan Las listrik SMAW (*Shielded Metal arc Welding*), dengan pemilihan jenis elektroda E6013, berdasarkan Tabel 2.8 Kecepatan Pengelasan Elektroda E6013 untuk pengelasan dengan jenis elektroda E6013 dilakukan pada arus berkisar 90-130 dengan kecepatan las berkisar 20-30 cm/menit. Maka dapat ditentukan sesuai dengan konsep perencanaan manufaktur dimana pada proses pengelasan aktualnya diperlukan dua tahap proses pengelasan yaitu pengelasan pada cover bagian sisi (depan, belakang, samping kiri dan kanan), dan cover bagian atas. Pada tahap pengelasan awal memiliki panjang pengelasan sebesar 65 cm yang terdapat pada 4 sisi yang berbeda, sehingga dapat ditentukan panjang keseluruhan pengelasan berkisar 260 cm^2 , sehingga dapat diperhitungkan untuk proses pengelasan tahap pertama diperlukan waktu selama 28,8 menit.

Sedangkan pada tahap kedua, proses pengelasan dilakukan dalam bentuk persegi (cover bagian atas) dengan ukuran 50 cm x 50 cm dengan panjang pengelasan 200 cm^2 , sehingga dapat diperhitungkan untuk proses pengelasan tahap kedua diperlukan waktu selama 22 menit. Dari hasil tersebut dapat diperoleh waktu untuk proses penggabungan *cover tungku pembakaran* adalah dengan menjumlahkan (Waktu pengelasan tahap pertama + Waktu pengelasan tahap kedua) dengan hasil perkiraan waktu pengerjaan sebesar 50,8 menit. Waktu tersebut ditentukan untuk Tingkat pengelas pemula sesuai Tabel 2. 9 Efisiensi Operator.

4.2.3 Proses Manufaktur Alas Tungku Pembakaran

Dalam proses manufaktur pada bagian Alas tungku pembakaran, dibutuhkan material plat dengan ukuran 500 x 500 dengan ketebalan 4 mm. Pada plat tersebut dilakukan proses pengeboran menggunakan mesin gurdi dengan diameter mata bor HSS $\text{Ø}20\text{mm}$ dengan jumlah lubang sebanyak 20 lubang. Lubang ini nantinya digunakan sebagai saringan pembuangan sisa pembakaran.



Gambar 4. 7 Desain Aktual Alas Tungku Pembakaran.

Pada tahap proses perencanaan pengeboran pada mesin gurdi, proses pengeboran (*drilling*) dilakukan sebanyak 32 kali drilling sesuai perencanaan manufaktur yang sebelumnya memiliki 32 lubang, Akan tetapi pada proses manufaktur aktualnya proses pengeboran (*drilling*) harus dilakukan secara bertahap menggunakan jenis mata bor yang berbeda, dimulai dari diameter terkecil $\text{Ø}8$, $\text{Ø}12$, $\text{Ø}15$ hingga mencapai diameter $\text{Ø}20$ mm. Hal tersebut dilakukan agar mempermudah proses pengeboran, meningkatkan keakuratan, dan mencegah kerusakan pada

mata bor. Pada saat pengeboran (*drilling*) juga kita harus memberikan pelumas untuk mencegah overheating pada proses pengeboran yang menyebabkan mata bor mengalami kerusakan.

Berdasarkan ketentuan diatas, maka dilakukan penyesuaian langkah kerja manufaktur terhadap alas tungku pembakaran tersebut, diantaranya melakukan pengurangan jumlah lubang dari yang sebelumnya menggunakan 32 lubang dengan diameter mata bor $\varnothing 20$ dan dengan 32 step pengeboran, mendapatkan penyesuaian menjadi 20 lubang dan dengan 80 step pengeboran. Tahap pengeboran tersebut didapatkan berdasarkan perhitungan bahwasannya setiap mata bor HSS dengan diameter berbeda ($\varnothing 8$, $\varnothing 12$, $\varnothing 15$, $\varnothing 20$), melakukan pengeboran untuk 1 step drilling/1 lubang dengan kedalaman 4 mm dan pada kecepatan potong 15m/min sesuai . Maka dapat diperhitungkan pada setiap diameter mata bor ($\varnothing 8$, $\varnothing 12$, $\varnothing 15$, $\varnothing 20$), akan memiliki estimasi waktu yang berbeda karena adanya perbedaan pada putaran mesin yang dihasilkan. Proses Gurdi Alas Tungku Pembakaran dapat dilihat pada Gambar 4. 8.



Gambar 4. 8 Proses Gurdi Alas Tungku Pembakaran

Diantaranya hasil yang didapatkan pada proses pengeboran (*drilling*) dengan perbedaan diameter mata bor adalah sebagai berikut:

- Pada mata bor $\varnothing 8$ diperoleh waktu sebesar 5,4 detik/lubang, Maka untuk 20 lubang diperlukan waktu sebesar 1,8 menit
- Pada mata bor $\varnothing 12$ diperoleh waktu sebesar 9,6 detik/lubang, Maka untuk 20 lubang diperlukan waktu sebesar 3,2 menit.
- Pada mata bor $\varnothing 15$ diperoleh waktu sebesar 13,2 detik/lubang, Maka untuk 20 lubang diperlukan waktu sebesar 4,4 menit.

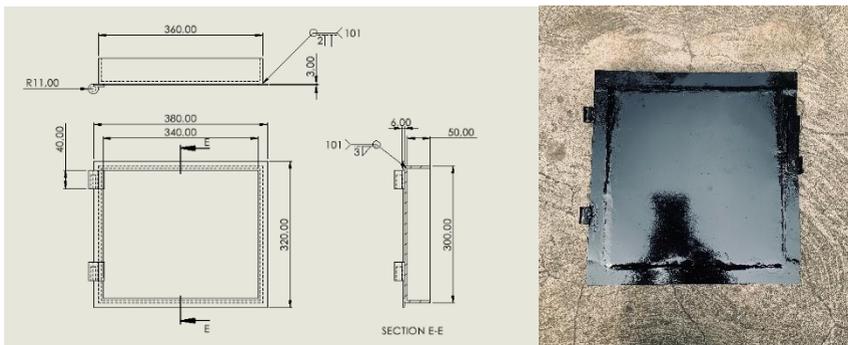
- Pada mata bor $\varnothing 20$ diperoleh waktu sebesar 21 detik/lubang, Maka untuk 20 lubang diperlukan waktu sebesar 7 menit

Jadi dapat diperhitungkan proses manufaktur aktual pada pengeboran (*Drilling*) sebuah Alas tungku pembakaran terhadap mesin Gurdi, memakan estimasi waktu selama 16,4 menit.

4.2.4 Proses Manufaktur Pintu Tungku Pembakaran

Pada kegiatan proses manufaktur pintu pembakaran, seorang manufaktur terlebih dahulu melakukan pengidentifikasian gambar kerja bertujuan untuk mendapatkan informasi berupa alat dan bahan yang dibutuhkan pada saat manufaktur pintu tungku pembakaran, diantaranya meliputi:

- Pada bagian rangka utama memakai 2 besi siku 35x35x3 dengan panjang 300 mm dan 2 besi siku 35x35x3 dengan panjang 230 mm.
- Pada bagian depan menggunakan plat dengan ukuran 300x300 mm yang digabungkan dengan cara pengelasan.
- Pada Bagian penghubung antara Pintu tungku dengan Tungku pembakaran digunakan 2 engsel dengan diameter 10 mm dengan panjang 40 mm.



Gambar 4. 9 Desain Aktual Pintu tungku pembakaran.

Bagian bagian yang dilakukan proses manufaktur meliputi proses pemotongan menggunakan gerinda tangan lalu menyatukan setiap komponen menggunakan proses pengelasan Las busur listrik dengan

elektroda E6013. Proses Pengerjaan Pintu Tungku Pembakaran dilihat pada Gambar 4. 10 berikut:



Gambar 4. 10 Proses Pengerjaan pada Tungku Pembakaran.

Pada proses manufaktur ini memiliki beberapa penyesuaian dengan konsep desain pada perencanaan, diantaranya:

- Pemilihan Material yang berbeda akan tetapi dengan ukuran yang sama, hal tersebut dilakukan untuk lebih mengefisiensi biaya pada saat dilakukannya proses manufaktur.

4.2.5 Data Perbandingan Waktu Perencanaan & Waktu Aktual Tungku pembakaran

Setelah dilakukannya proses manufaktur pada setiap komponen pada tungku pembakaran, dapat ditemukan persamaan maupun perbedaan hasil dari konsumsi waktu pengerjaan tungku pembakaran tersebut. Hal ini terjadi dikarenakan ada beberapa komponen yang mendapatkan penyesuaian dari tahap perencanaannya ke tahap manufaktur aktualnya, seperti yang dijelaskan pada setiap kegiatan manufaktur yang telah dijalankan. Perbandingan konsumsi waktu antara waktu perkiraan awal dan waktu hasil aktualnya dapat dilihat pada Tabel 4. 1.

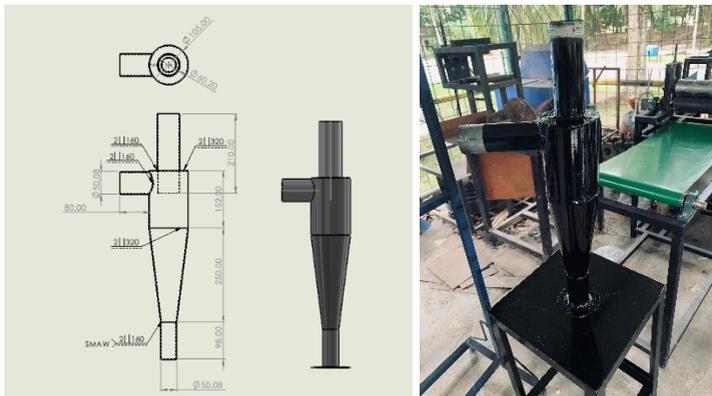
Tabel 4. 1 Perbandingan Waktu Manufaktur Tungku Pembakaran

Komponen	Proses Pengerjaan	Waktu Perkiraan (menit)	Waktu Aktual (menit)
TUNGKU PEMBAKAR	Pemotongan Besi Siku	5,43 menit	5,43 menit
	Pengelasan Rangka	12,2 menit	14 menit
COVER TUNGKU	Pemotongan Plat	53,3 menit	8 menit
	Pengelasan Cover Plat	14,5 menit	28,8 menit
ALAS TUNGKU	Gurdi (<i>Drilling</i>)	13,44 menit	16,4 menit
PINTU TUNGKU	Pemotongan Bahan	27 menit	27 menit
	Pengelasan	6,6 menit	6,6 menit

4.3 Manufaktur Cyclone

4.3.1 Proses Manufaktur Cyclone

Pada kegiatan proses manufaktur siklon memerlukan perhitungan perencanaan desain yang sesuai dengan kapasitas yang telah menjadi ketetapan, Hal tersebut telah dipersiapkan oleh tim perancangan.



Gambar 4. 11 Desain Aktual Cyclone

Pada kegiatan manufaktur Siklon ini memiliki konsep perencanaan dimana dibagi menjadi beberapa tahap-tahap proses pengerjaan manufaktur diantaranya :

1. Pemotongan Pipa

Pada tahap pemotongan pipa, kegiatan pengerjaan dilakukan sesuai dengan konsep desain dan manufaktur aktualnya, dimana pemotongan diperlukan pada 3 komponen pipa dengan masing masing ukuran yaitu Pipa Ø 2 inchi dengan panjang 150 mm, Pipa Ø 2 inchi dengan panjang 155 mm, Pipa Ø 4 inchi dengan panjang 152 mm, dan Pipa Ø 2 inchi dengan panjang 100 mm. Sehingga dapat ditentukan pada pemotongan mekanis pipa tersebut memakan waktu berkisar 6,36 detik pada satu kali pemotongan sisi pipa Ø 2 inchi, maka untuk 3 kali pemotongan memakan waktu berkisar 19,08 detik. Sementara pada pemotongan pipa dengan Ø 4 inchi diperlukan waktu 12,7 detik. Waktu tersebut tidak termasuk pada waktu persiapan dan efektifitas waktu seorang manufaktur.

2. Fabrikasi Reducer

Pada tahap fabrikasi reducer, pengerjaan yang dilakukan meliputi perencaan bentangan dan pengerollan plat dengan bahan yang digunakan adalah plat dengan ketebalan 1 mm. Tahap pengerjaan pada bentangan sesuai pada perencanaan proses manufaktur sebelumnya, dimana ditentukan pada perencanaan untuk garis lukis sebuah plat tersebut berkisar pada ukuran 251,91 mm dengan jari-jari Outer = 424 mm dan Jari-jari Inner = 172 mm. Maka dapat dihasilkan perhitungan panjang pemotongan sebesar 933,8 mm dengan waktu estimasi pemotongan berkisar 6,2 menit. Sementara pada proses pengerolannya dapat ditentukan ukuran reducer yang akan dilakukannya pengerollan yaitu Dimater Luar bagian besar $D^1 = 105$ mm dan Dimater Luar bagian kecil $D^2 = 42,64$ mm, Berdasarkan ukuran tersebut dilakukannya tahap pengerollan pada mesin roll dengan perhitungan waktu berkisar 1.82 *menit*.

3. Penggabungan (*Assembly*)

Pada tahap terkahir dilakukan proses penggabungan terhadap keseluruhan komponen menjadi satu kesatuan Siklon, Proses manufaktur yang dilakukan adalah dengan cara pengelasan Las

busur listrik dengan Elektroda E6013, Pada proses pengelasan memiliki 5 tahap pengelasan dengan panjang pengelasan berbeda (16 cm, 32 cm, 32cm, 16 cm, 16 cm). Berdasarkan perhitungan keseluruhan panjang pengelasan maka didapatkan total panjang pengelasan 112 cm^2 dengan waktu pengelasan sebesar 12,4 menit. Waktu tersebut didapatkan untuk Tingkat pengelasan pemula sesuai Tabel 2. 9 Efisiensi Operator. Proses Pengerjaan Cyclone dapat dilihat pada Gambar 4. 12.



Gambar 4. 12 Proses Pengerjaan pada *Cyclone*

Pada proses manufaktur *Cyclone* memiliki beberapa penyesuaian dengan konsep desain pada perencanaan, diantaranya:

- Perubahan pemilihan ketebalan material pada komponen reducer dari material 2 mm menjadi 1 mm, pada tahap perencanaan awal ketebalan yang ditentukan adalah plat dengan ketebalan 2 mm. Akan tetapi mengalami perubahan menjadi plat dengan ketebalan 1 mm. Perubahan tersebut dikarenakan menyesuaikan ketersediaan mesin roll plat yang ada, pada mesin roll yang tersedia untuk proses pengerollan pada diameter reducer tersebut hanya mampu pada ketebalan plat dibawah 2 mm, sehingga manufaktur harus mengurangi ketebalan plat agar dapat menyesuaikan kapasitas dari mesin roll plat yang tersedia.

4.3.2 Data Perbandingan Waktu Perencanaan & Waktu Aktual Cyclone

Pada tahap manufaktur sebuah komponen *cyclone*, dapat dilihat data perbandingan antara waktu perencanaan dan waktu aktualnya pada

Tabel 4.2, Perbandingan ini didapatkan setelah menyesuaikan antara perancangan awal yang ada terhadap manufaktur aktualnya di lapangan.

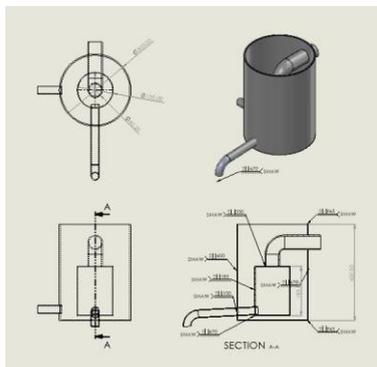
Tabel 4. 2 Perbandingan Waktu Manufaktur Cyclone

Komponen	Proses Pengerjaan	Waktu Perkiraan (menit)	Waktu Aktual (menit)
SIKLON (Cyclone)	Pemotongan Pipa Ø2 inchi	8,8 menit	8 menit
	Pemotongan Plat	6,2 menit	6,2 menit
	Pengerollan Pelat	1,82 menit	1,82 menit
	Pengelasan	12,4 menit	12,4 menit

4.4 Manufaktur Kondensor

4.4.1 Proses Manufaktur Kondensor

Pada proses pengerjaan kondensor menurut perencanaan manufaktur dan manufaktur aktualnya memiliki dua tahap pengerjaan diantaranya, proses pengerjaan pada tabung kondesor luar dan proses pengerjaan tabung kondensor dalam. Pada tabung kondensor dalam menggunakan bahan berupa plat 2 mm yang dilakukan proses pengerollan dan pengelasan menjadi sebuah tabung dengan Ø30 cm, sementara pada pengerjaan tabung bagian dalam menggunakan bahan berupa plat 2 mm & pipa Ø 1 inchi yang meliputi proses pengerolan, membentuk tabung dengan Ø 15cm dan penyambungan pada pipa.



Gambar 4. 13 Desain Aktual Kondensor.

Pada proses pengerjaan Tabung bagian luar, pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan pengerjaan. Tahapan tersebut dimulai dari perencanaan dan perhitungan ukuran bentangan plat, dimana dihasilkan bentangan dengan dimensi seluas 94,2 cm x 40 cm. Setelah ukuran bentangan didapatkan dilanjutkan pada tahap pemotongan mekanis yang dilakukan pada plat tersebut, tahapan pengerollan terhadap plat untuk membentuk tabung Ø30 cm, tahapan pengeboran dengan menggunakan bor tangan dengan mata bor *holeshaw* Ø50 mm dan Ø30 mm, dan kemudian diakhiri tahap pengelasan las busur listrik. Sehingga dapat diperoleh perkiraan waktu pada setiap pengerjaan tersebut sebesar 17,9 menit pada tahap pemotongan, 0,94 menit pada tahap pengerolan, 0,92 menit pada tahap pengeboran, dan 31,6 menit pada tahap pengelasan, sehingga didapatkan waktu total pengerjaan tersebut sebesar 51,5 menit. Proses Pengerjaan Tabung Kondenser luar dapat dilihat pada Gambar 4. 14.



Gambar 4. 15 Proses Pengerjaan Tabung Kondenser luar.

Sementara pada proses pengerjaan bagian Tabung bagian dalam, pengerjaan yang dilakukan berupa perencanaan ukuran bentangan pada plat 2 mm, pemotongan mekanis pada plat ukuran 47 cm x 20 cm dengan tebal 2 mm, tahapan pengerollan terhadap plat untuk membentuk tabung Ø15 cm, pemotongan pada pipa Ø2 inchi, pengeboran menggunakan bor tangan dengan mata bor *holeshaw* Ø30 mm, kemudian tahap pengelasan las busur listrik. dimana dapat diperoleh perkiraan waktu pada setiap pengerjaan tersebut sebesar 8,9 menit pada tahap pemotongan, 0,47 menit pada tahap pengerolan, 0,92 menit pada tahap pengeboran, dan 16 menit pada tahap pengelasan, sehingga didapatkan waktu total pengerjaan

tersebut sebesar 26 menit. Proses Pengerjaan Tabung Kondenser dalam dapat dilihat pada Gambar 4. 15.



Gambar 4. 16 Proses Pengerjaan Tabung Kondenser dalam.

Pada beberapa tahap pengerjaan pada Tabung kondesor ini, ukuran manufaktur aktualnya sesuai dengan ukuran perencanaan manufaktur yang telah direncanakan, akan tetapi memiliki perbedaan terhadap pemilihan material, sehingga pada proses pengerjaan manufaktur perlu melakukan pembaharuan terhadap konsep desain.

Sementara itu, dapat diketahui pada kondenser memiliki hasil konduksi yang didapat diasumsikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui, } C_p \text{ abu} &= 700 - 1000 \text{ J/Kg} \cdot K \\
 \rho &= 600 \text{ Kg/m}^3 \\
 K &= 60,5 \text{ w/mk (Carbon Steel)} \\
 \Delta T &= 22^\circ\text{C} - 2^\circ\text{C} = 20^\circ\text{C} \\
 v &= 8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (Variasi 1 bukaan penuh)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ditanya, } Q &= \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 \dot{m} &= \rho \cdot v \cdot A \\
 &= 600 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 2,02 \times 10^{-3} \text{m}^2 \\
 Q &= 9,69 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \\
 &= 9,69 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \times 700 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot K} \times (20)^\circ\text{C} \\
 &= 135,66 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

Maka dapat diperhitungkan untuk perkiraan temperature suhu pada saat terjadinya konduksi pada kondenser sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q &= K \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{L} \\
 \frac{135,66 \text{ kw}}{135,660 \text{ w}} &= 60,5 \frac{\text{w}}{\text{m} \cdot \text{k}} \times 0,094 \text{ m}^2 \times \frac{(T - 2)^\circ\text{C}}{0,002 \text{ m}} \\
 \frac{2843,5 \frac{\text{w}}{^\circ\text{C}}}{47,7} &= T - 2 \\
 T &= 47,7 + 2 \\
 &= 49 \text{ }^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Pada Gambar 4. 16. Pemasangan Glaswool pada Kondensor. menjelaskann untuk menjaga kestabilan *temperature* pada sistem kondensasi diperlukan perbaikan pada sisi tabung kondensor dengan menambahkan *Glasswool*, penambahan *glasswool* pada keliling sisi kondesor akan menjaga *temperature* pada kondensor tetap konstan terhadap perubahan *temperature* luar, hal ini tentunya akan membantu kinerja kondensor pada sistem kondensasi sehingga menghemat kapasitas bahan pendingin yang digunakan.



Gambar 4. 16 Pemasangan *Glaswool* pada Kondensor.

4.4.2 Data Perbandingan Waktu Perencanaan & Waktu Aktual Kondenser.

Pada tahap manufaktur sebuah komponen kondenser, dapat dilihat data perbandingan antara waktu perencanaan dan waktu aktualnya pada Tabel 4.3, Perbandingan ini didapatkan setelah menyesuaikan antara perancangan awal yang ada terhadap manufaktur aktualnya di lapangan.

Tabel 4. 3 Perbandingan waktu manufaktur Kondenser

Komponen	Proses Pengerjaan	Waktu Perkiraan (menit)	Waktu Aktual (menit)
KONDENSOR	Pemotongan Plat Kecil	6,3 menit	8,9 menit
	Pemotongan Plat Besar		17,9 menit
	Pengerollan Pelat Ø15 cm	-	0,47 menit
	Pengerollan Pelat Ø30 cm		0,94 menit
	Pengeboran Tabung Ø15 cm	-	0,92 menit
	Pengeboran Tabung Ø30 cm		0,92 menit
	Pengelasan Tabung Ø15 cm	21 menit	15,7 menit
	Pengelasan Tabung Ø30 cm		26,1 menit

4.5 Manufaktur *Reducer* Hisap Blower

Blower merupakan bagian komponen utama pada Alat pengolahan sampah ini, memiliki peran sebagai media yang mentransmisikan asap hasil pembakaran pada tungku pembakaran menuju bagian bagian lainnya seperti *cyclone* dan kondenser. Pada manufaktur blower ini dilakukan modifikasi terhadap pembukaan katup hisap input blower yang akan berdampak pada output blower. Hal ini akan dibutuhkan untuk dilakukannya pengujian hasil pada setiap aliran udara yang dihasilkan, diantaranya penyetelan pembukaan katup input

ukuran Ø2 inchi dan panjang ulir 2,2225 cm, *Fitting Coupling* sebanyak 3 buah dengan Ø2 inchi.

Setelah perencanaan ukuran panjang pipa dan panjang ulir telah diperhitungkan berdasarkan jenis fitting yang digunakan, proses pengerjaan pemipaan bisa dilakukan mulai dari tahap memotong pipa menggunakan pipe cutter, dengan panjang masing masing pipa yang telah direncanakan. Kemudian melakukan penguliran menggunakan mesin pipa otomatis dengan panjang ulir 2,2225 cm pada setiap pipa yang akan dilakukan penyambungan *fitting* pipa, tahap pemasangan pipa terhadap fitting pipa dilakukan menggunakan kunci pipa. Pemasangan pipa terhadap fitting pipa dilakukan sesuai dengan desain instalasi pipa yang direncanakan, dan gunakan selotip serta lem packing untuk menghindari kebocoran terhadap aliran pipa.

Beberapa permasalahan yang ditemukan pada pengerjaan ini yaitu pada pemasangan fitting terhadap pipa mengalami sedikit kelonggaran yang disebabkan oleh ketebalan pipa yang kurang tebal sehingga menimbulkan jarak (*gap*) antara fitting dan pipa, akan tetapi permasalahan tersebut bisa diselesaikan menggunakan penggunaan selotip dan lem packing. Pada instalasi ini juga memiliki beberapa penyesuaian dari perencanaan terhadap manufaktur aktualnya.

4.7 Pengujian Alat Pengolahan Sampah Organik

Pada Gambar 4. 18 Assembly Alat Pengolahan Sampah Organik. Dapat dilihat proses penggabungan setiap komponen telah menjadi satu kesatuan alat. Sehingga pada tahap berikutnya dapat dilakukan proses pengujian terhadap kontruksi alat tersebut. Proses ini dilakukan agar dapat melihat performa kinerja alat tersebut terhadap proses berjalannya pengujian yang dilakukan. Hal ini tentunya dilakukan agar dapat melihat beberapa permasalahan ataupun kekurangan terhadap alat sehingga dapat dilakukannya optimasi ataupun penyesuain pada alat tersebut.



Gambar 4. 18 Assembly Alat Pengolahan Sampah Organik.

Pada tahap pengujian secara langsung dan melihat performa kinerja alat tersebut terhadap proses berjalannya pengujian yang dilakukan, dapat ditemukan beberapa permasalahan dan kekurangan alat, diantaranya pada saat alat beroperasi ditemukan hasil dari pengujian alat yang menghasilkan emisi yang terlalu berlebihan pada beberapa selang waktu pengujian, sehingga hal tersebut menjadi kendala tersendiri bagi operator pengoperasian alat dan hasil pengolahan asap yang menjadi kurang efektif akibat terbuangnya hasil emisi yang seharusnya bisa lebih dimanfaatkan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, Pada Gambar 4.19, dilakukan penyambungan pipa terhadap saluran output kondensor, hal ini dilakukan sebagai bentuk optimalisasi setelah ditemukan permasalahan pada pengujian yang pada beberapa saat pengujian menghasilkan emisi yang terlalu berlebihan. Penambahan pipa saluran output sepanjang 2 meter dilakukan agar emisi hasil proses kondensasi memiliki waktu renggang untuk keluar, proses tersebut berjalan dengan melewati tahap penyesuaian suhu terlebih dahulu sehingga setelahnya mengalami pengurangan emisi yang dikeluarkan tanpa mempengaruhi asap cair yang dihasilkan. Pada permasalahan tersebut tindakan penyesuaian ini memang tidak terlalu efektif untuk menghilangkan emisi secara total akan tetapi tindakan tersebut merupakan upaya ataupun cara untuk memperoleh hasil yang terbaik tanpa harus memperbaiki konsep alat secara keseluruhan. Dan hal ini tentunya akan dapat dilakukan pengembangan pada konsep alat berikutnya yang akan datang.



Gambar 4. 19 Penambahan Panjang Saluran Output Alat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis manufaktur yang telah dilakukan pada “Alat Pengolahan Sampah Produksi Asap Cair”, dapat diperoleh kesimpulan sebagaimana dengan keterangan berikut:

1. Pada Alat pengolahan sampah organik produksi asap cair ini memiliki hasil manufaktur berupa :
 - *Tungku pembakaran*, memiliki volume $650 \times 500 \text{ mm}^2$ dengan ukuran panjang $800 \text{ cm} \times 500 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$. Material tungku pembakaran dibuat menggunakan bahan plat besi dengan ketebalan 2 mm dengan profil rangka menggunakan besi siku dengan ukuran panjang $6000 \text{ cm} \times$ lebar $35 \text{ cm} \times$ tebal 3 mm.
 - *Alas Tungku Pembakaran*, tahap manufaktur dilakukan menggunakan plat dengan tebal 4 mm dengan ukuran 500×500 dan memiliki 20 lubang dengan ukuran $\text{Ø}20 \text{ mm}$ sebagai ventilasi udara dengan masing-masing memiliki jarak 100 mm antar lubang.
 - *Blower keong 2 inchi*, dengan kapasitas Flow rate $192 \text{ m}^3/\text{h}$ akan mentransmisikan emisi menuju *Cyclone*,
 - *Cyclone*, memiliki ukuran $4/2$ inchi dengan tinggi 650 mm, proses manufaktur pada *cyclone* meliputi penggabungan beberapa material seperti Pipa $\text{Ø} 2$ inchi $\times 310 \text{ mm}$, Pipa $\text{Ø} 4$ inchi $\times 152 \text{ mm}$, dan *reducer* $\text{Ø} 4/2 \times 250 \text{ mm}$.
 - *Kondeser*, kontruksi kondenser memiliki dua tabung dengan ukuran berbeda. Tabung kondenser luar memiliki ukuran $\text{Ø}30\text{cm} \times 40\text{cm} \times 2 \text{ mm}$, sementara pada tabung kondenser bagian dalam memiliki ukuran $\text{Ø}15\text{cm} \times 20\text{cm} \times 2 \text{ mm}$.
2. Pada Alat pengolahan sampah organik produksi asap cair ini memiliki estimasi waktu hasil manufaktur berupa :
 - *Tungku Pembakaran*, waktu pengerjaan tungku pembakaran meliputi tahap pembentukan rangka dan penyatuan cover pada rangka, pada tahap pembentukan rangka proses yang dilakukan meliputi pemotongan besi siku beserta pengelasan las busur

listrik yang memakan waktu sebesar 20 menit, sementara pada proses penggabungan antara cover terhadap rangka tungku pembakaran memakan waktu sebesar 60 menit, sehingga perkiraan total waktu yang diperoleh sebesar 1 jam 20 menit.

- *Alas Tungku Pembakaran*, waktu pengerjaan Alas tungku meliputi kegiatan pengeboran menggunakan mesin gurdi, tahap pengeboran dilakukan menggunakan mata bor HSS dengan beberapa ukuran mata bor yang berbeda ($\emptyset 8$, $\emptyset 12$, $\emptyset 15$, $\emptyset 20$), masing masing mata bor dengan ukuran berbeda melakukan 1 step pengeboran/ 1 lubang, Dimana lubang yang dibutuhkan sebanyak 20 lubang dengan diameter ukuran lubang $\emptyset 20$, sehingga estimasi waktu yang diperoleh sebesar 17 menit.
- *Cyclone*, tahapan waktu pengerjaan *cyclone* meliputi tahap pemotongan pipa $\emptyset 2$ inchi sebanyak 3 kali, pemotongan pipa $\emptyset 4$ inchi dengan estimasi waktu 8 menit, tahap pemotongan pada bentangan reduser dengan estimasi waktu 6,2 menit, tahap pengerollan reduser dengan estimasi 1,82 menit, dan tahap penggabungan menggunakan las busur dengan estimasi waktu 12,4 menit, sehingga didapatkan estimasi waktu keseluruhan sebesar 30 menit.
- *Kondenser*, tahapan waktu pengerjaan kondenser meliputi pengerjaan tabung kondenser dalam dan tabung kondenser luar, beberapa jenis pekerjaan meliputi pemotongan mekanis pada masing masing bentangan plat, pengerollan membentuk tabung, pengeboran pada tabung menggunakan bor tangan dan mata bor *holeshaw*, dan tahap penggabungan dengan pengelasan las busur listrik dengan estimasi waktu keseluruhan sebesar 73 menit.

Waktu pengerjaan pada setiap proses manufaktur menunjukkan adanya perbedaan antara estimasi perencanaan dengan realisasi di lapangan. sebagian besar perbedaan ini disebabkan oleh faktor penyesuaian desain, tingkat keterampilan operator, dan kondisi aktual peralatan.

3. Secara keseluruhan, meskipun terjadi deviasi waktu dan perubahan desain, proses manufaktur dapat diselesaikan dengan baik dan menghasilkan komponen yang sesuai fungsi dan kriteria yang ditetapkan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan analisis proses manufaktur terhadap “Alat Pengolahan Sampah Produksi Asap Cair”, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut dan penyempurnaan Alat ini adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan lapisan insulasi panas pada bagian luar tungku agar aman digunakan oleh operator.
2. Menambahkan sistem filtrasi asap sebelum dilepaskan ke udara untuk mengurangi dampak polusi lingkungan.
3. Melakukan Optimasi pada desain kondensor yang lebih besar dan pemilihan blower dengan daya hisap yang lebih cepat, agar dapat mendapatkan efisiensi waktu dan hasil yang lebih cepat.
4. Penggunaan sistem pendinginan yang lebih modern agar suhu dingin lebih mudah diperoleh dan dijaga kestabilannya suhunya, hal tersebut tentunya dapat meningkatkan waktu kerja alat yang lebih lama dan hasil yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Undang Undang No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup
- [2] Undang- Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah.
- [3] Kementerian Lingkungan Hidup Kehutanan RI. (2020). *Status Lingkungan Hidup Dan Indonesia (2020)*. Indonesia: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- [4] Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Provinsi Riau pada tahun 2019
- [5] Hamdani, B., & Sudarso, H. (2022). Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Kerajinan Tangan Guna Meningkatkan Kreatifitas Warga Sekitar Dusun Kecil Desa Kertonegoro. *Abdiku: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 41-56.
- [6] Abdullah, I., Manik, Y. N., Barita, Jufrizal, Supriatno, Zainuddin, & Eswanto. (2019). *Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU*. 2(1), 34—43.
- [7] Susatrio, Hardito., Ginting, Denis., Sinuraya, W, E., Pasaribu, M, G. (2020). Kajian Incenerator Sebagai Salah Satu Metode Gasifikasi dalam Upaya untuk Mengurangi Limbah Sampah Perkotaan , *Jurnal Energi Baru & Terbarukan (JEBT)*., Vol. 1, No. 1, pp 28 – 34.
- [8] Lasmana, A., Junaidi, Kurniawan, Eddy, U., Prof, J., & Nawawi, H. H. (2021). Program, Mesin, S. T., Tanjungpura, “Rancang Bangun Alat Pembakar Sampah (Incinerator) Dengan Burner Oli Bekas”., 2(1), 35—40.
- [9] Hermansyah. (2017). Solusi Mengatasi Polusi Udara Pada Pembakaran Sampah . *Jurnal fisika Fakultas sains dan teknologi UIN Allaudin Makasar, Vol 4. 1.*

- [10] Suyadi, A. (2015). *Asap dan Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia*. Yogyakarta: Penerbit Kesehatan.
- [11] Berdasarkan ASME B36.10
- [12] Yusnadi M. I., Yuwono B., Nuriskasari I. (2022). Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. “Perhitungan Waktu Permesinan dalam Rancang Bangun Alat Bantu Pemindah Mesin Industri Seberat 5 Ton dengan Hydraulic Skidding System”. 666-674.
- [13] Manulang, R. S., & Gusniar, I. N. (2022). Proses *Bending* Plat Pada Pembuatan *Round filter* Di PT Inovasi Pro Filter Indonesia. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha, Vol 10. 2*.
- [14] A. I. Tauvana, “Analisis Pemotongan Logam ST-37 dengan Mesin Potong Menggunakan Gas Oxy-LPG,” vol. 9, no. 1, 2020.
- [15] Supriyadi, S., & Syuriadi, A. (2023, August). Studi Eksperimental Cyclone separator Jenis General Purpose (Lapple) dan High Efficiency (Stairmand) Untuk Sistem Pirolisis. In Seminar Nasional Inovasi Vokasi (Vol. 2, pp. 383-393).

LAMPIRAN



