

MANUFAKTUR *BURNER* MESIN STIRLING mCHPSE-012021

SKRIPSI

OLEH:

FATUR FADHILLAH AL RIDHO

188130001



PROGAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/11/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repositorv.uma.ac.id)15/11/24

HALAMAN JUDUL

MANUFAKTUR *BURNER* MESIN STIRLING mCHPSE-012021

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

OLEH:

FATUR FADHILLAH AL RIDHO

188130001



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/11/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Manufaktur *Burner* Mesin *Stirling* mCHPSE-012021
Nama Mahasiswa : Fatur Fadhillah Al Ridho
NIM : 188130001
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



Jufrizal, ST., MT.
Pembimbing I



Dr. Eng Supriatno, S.T., M.T.
Dekan



Dr. Isyandhi, S.T., M.T.
Kas Prodi

Tanggal lulus:

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 15 Februari 2024


Fatur Fadhillah Al Ridho
188130001

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fatur Fadhillah Al Ridho

NPM : 188130001

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Manufaktur *Burner* Mesin *Stirling* mCHPSE-012021”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis?pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :

Pada Tanggal :

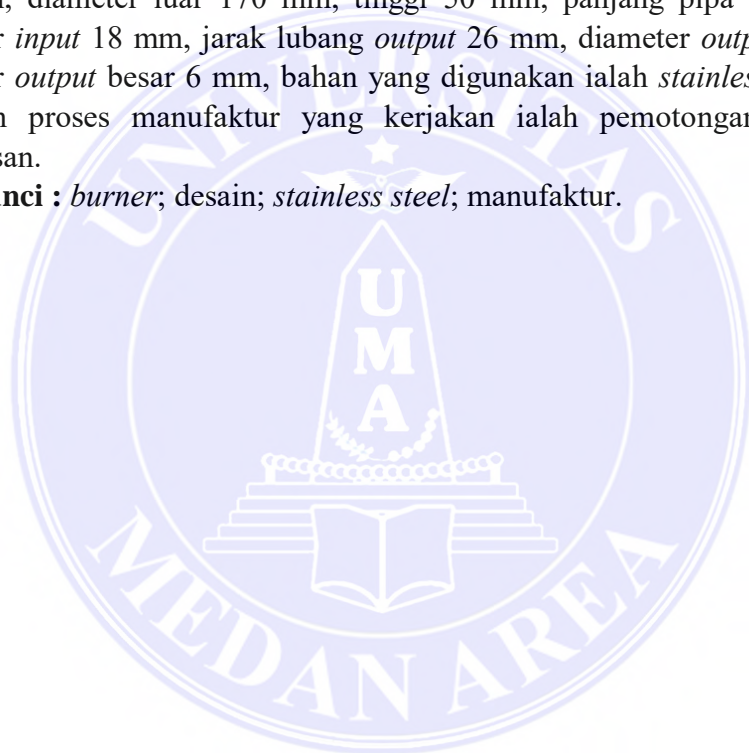
Yang menyatakan


(Fatur Fadhillah Al Ridho)

ABSTRAK

Burner merupakan alat yang digunakan untuk memanaskan heater sebagai sumber panas awal yang panasnya berfungsi untuk menggerakkan mesin stirling. *Burner* yang digunakan dalam pengujian ini merupakan *burner* yang didesain sendiri. Tujuan penelitian ini adalah (1) analisis desain bentuk *burner*, (2) mendapatkan ukuran *burner* dan (3) perancangan *burner*/ manufaktur *burner*. Metode penelitian ini adalah pembuatan desain, ukuran dan perancangan *burner*. Alat uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jangka sorong, auto CAD, mesin bubut, gerinda, las listrik, dan bor. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu plat *stainless steel*, elektroda dan pipa *stainless steel*. Hasil penelitian ini ialah desain *burner* ini dikerjakan dengan menggunakan aplikasi AutoCAD, ukuran dimensi *burner* ialah diameter dalam 130 mm, diameter luar 170 mm, tinggi 50 mm, panjang pipa input 180 mm, diameter *input* 18 mm, jarak lubang *output* 26 mm, diameter *output* kecil 2 mm, diameter *output* besar 6 mm, bahan yang digunakan ialah *stainless steel austenit 304* dan proses manufaktur yang kerjakan ialah pemotongan, drilling dan pengelasan.

Kata kunci : *burner*; desain; *stainless steel*; manufaktur.



ABSTRACT

Burner is a tool used to heat the heater as an initial heat source whose heat serves to drive the stirling engine. The burner used in this test is a self-designed burner. The purpose of this study is (1) analysis of burner shape design, (2) obtaining burner size and (3) burner design / burner manufacturing. This research method is the manufacture of design, size and design burner. The test equipment used in this study were lathes, grinders, electric welding, and drills. The materials used in this study are stainless steel plates, electrodes and stainless steel pipes. The result of this research is that the design of this burner is done using the AutoCAD application, the size of the burner dimensions is inner diameter 130 mm, outer diameter 170 mm, height 50 mm, input pipe length 180 mm, input diameter 18 mm, output hole distance 26 mm, Small output diameter 2 mm, large output diameter 6 mm, the material used is austenite stainless steel 304 and the manufacturing process that is done is cutting, drilling and welding.

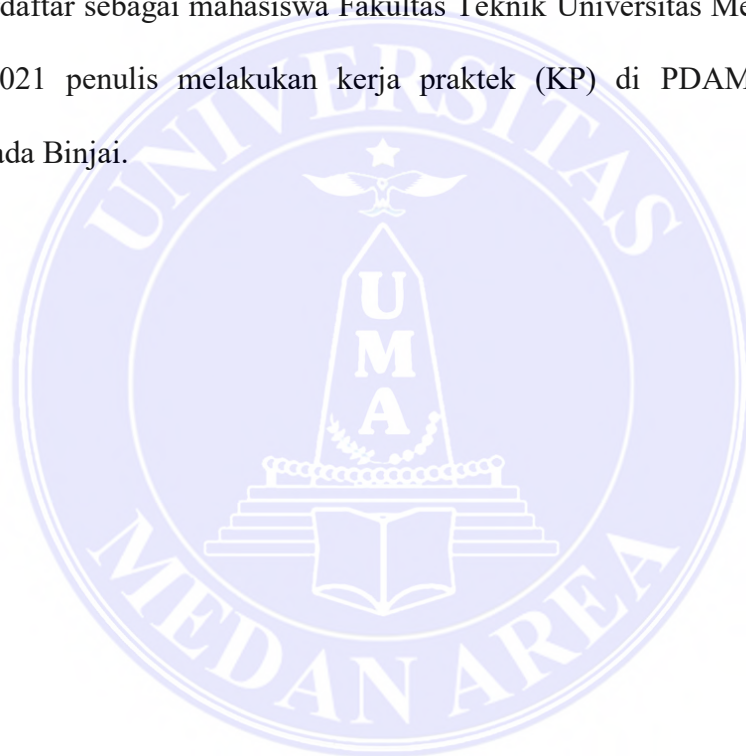
Keywords : *burner; design; stainless steel; manufacturing.*



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahir di Stabat, Kec. Stabat, Kab. Langkat, Prov. Sumatra Utara pada tanggal 20 Mei 2002, dari ayah bernama Deni Susanto,S.E., M.AP. dan ibu bernama Dr.Sri Ramadhani, S.Psi, M.Psi.Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara.

Tahun 2018 penulis lulus dari SMK Swasta Pabaku Stabat dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tahun 2021 penulis melakukan kerja praktek (KP) di PDAM Tirtasari IPA Marcapada Binjai.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Manufaktur *Burner* Mesin *Stirling* mCHPSE-012021 . Terima kasih penulis sampaikan kepada bapak Jufrizal, S.T., M.T selaku pembimbing I yang telah banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis selama proses pengerjaan penelitian ini. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada rekan-rekan satu tim dan teman-teman seangkatan yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi/tesis ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi/tesis ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi/tesis ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis

(Fatur Fadhillah Al Ridho)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Hipotesis Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Mesin Stirling	5
2.2. Bagian- bagian Mesin Stirling.....	8
2.3. Desain.....	13
2.4. Kompresor.....	14
2.5. Auto CAD.....	14
2.6. Proses Manufaktur.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1. Waktu dan Tempat	18
3.2. Alat dan Bahan	18
3.3. Metode Penelitian.....	25
3.5. Diagram Alir.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Hasil.....	25
4.2. Pembahasan	32
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Simpulan.....	35
5.2. Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian.....	18
Tabel 3.2. Spesifikasi mesin bubut.	22
Tabel 4.1. Komponen Mesin Stirling.....	26
Tabel 4.2. Spesifikasi <i>Burner</i> Mesin Stirling mCHPSE-012021	33
Tabel 4.3. Jenis- jenis Baja dan Karakteristik.....	33



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin Stirling mCHPSE-012021	5
Gambar 2.2. Mesin Stirling Tipe Alpha	6
Gambar 2.3. Mesin Stirling Tipe Beta	7
Gambar 2.4. Mesin Stirling Tipe Gamma	8
Gambar 2.5. <i>Burner</i>	9
Gambar 2.6. <i>Heat Exhanger</i>	11
Gambar 2.7. Piston.....	11
Gambar 2.8. <i>Displacer</i>	12
Gambar 2.9. <i>Flywheel</i>	13
Gambar 2.10. Desain <i>Burner</i>	14
Gambar 2.11. Aplikasi AutoCAD	15
Gambar 3.1. <i>Stainless Steel</i>	19
Gambar 3.2. Elektroda	20
Gambar 3.3. Pipa <i>stainless steel</i>	20
Gambar 3.4. Tampilan Auto CAD	22
Gambar 3.5. Mesin Bubut	23
Gambar 3.6. Gerinda Tangan	24
Gambar 3.7. Las Listrik	24
Gambar 3.8. Bor Tangan.....	25
Gambar 3.9. Diagram alir penelitian.....	26
Gambar 4.1. Tampak Isometrik Mesin Stirling	25
Gambar 4.2. Desain <i>Burner</i>	27
Gambar 4.3. Pipa <i>Input Burner</i>	28
Gambar 4.4. Diameter (a) lubang <i>input burner</i> dan (b) lubang <i>output burner</i>	29
Gambar 4.5. Ukuran Plat <i>Burner</i>	30
Gambar 4.6. Ukuran (a) dinding luar <i>burner</i> dan (b) dinding dalam <i>burner</i>	31
Gambar 4.7. Hasil Pengelasan <i>Burner</i>	32
Gambar 4.8. Hasil Pengelasan Pipa <i>Input Burner</i>	32

DAFTAR NOTASI

l = Jarak lubang *burner*
 K = Keliling lingkaran
 n = Jumlah lubang burner



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Manufaktur salah satu kata yang berasal dari bahasa Latin, yaitu *manus factus* yang berarti dibuat dengan tangan, kata “manufaktur”, dalam arti yang paling luas, adalah proses merubah bahan baku menjadi suatu produk (Supriyanto, 2020). Manufaktur merupakan proses produksi untuk menghasilkan produk-produk fisik, dalam pengertian sempit, manufaktur adalah proses mengkonversikan bahan baku menjadi produk-produk fisik melalui serangkaian kegiatan yang membutuhkan energi yang masing-masing menciptakan perubahan pada karakteristik fisik atau kimia dari bahan tersebut (Heckman, Pinto and Savelyev, 1967). Proses merubah bahan baku menjadi suatu produk meliputi desain, perancangan produk, pemilihan material, dan tahap-tahap proses dimana produk tersebut dibuat (Supriyanto, 2020).

Kata “desain” bisa digunakan baik sebagai kata benda maupun kata kerja, dalam kata kerja, “desain” memiliki arti “proses untuk membuat dan menciptakan obyek baru”, dalam kata benda, “desain” digunakan untuk menyebut hasil akhir dari sebuah proses kreatif, baik itu berwujud sebuah rencana, proposal, atau berbentuk obyek nyata (Ikhwaniul Yafis, Lasma Hasanul Hamidi, 2018). Pengertian desain menurut terminologinya dari bahasa latin (*desionare*) atau bahasa inggris (*design*) adalah gagasan awal, rancangan, perencanaan, pola, susunan, rencana, proyek, hasil yang tepat, produksi, membuat, mencipta, menyiapkan, meningkatkan, pikiran, maksud, kejelasan, dan seterusnya (Setiyo Adi Nugroho, Daniel Rudjiono and Febrian Rahmadhika, 2021).

Desain merupakan langkah awal sebelum memulai membuat suatu benda, seperti baju, website, bangunan, dan lainnya (Ikhwanul Yafis, Lasma Hasanul Hamidi, 2018). Perancangan merupakan sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta komponen (Zuhri, Sufaidah and Sifaunajah, 2018). Perancangan adalah Proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta di dalamnya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya (Nur Azis, Gali Pribadi, 2020). Motor bakar adalah salah satu jenis mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis (Aprizal, 2016). Sebelum menjadi tenaga mekanis, energi kimia bahan bakar diubah dulu menjadi energi termal atau panas melalui pembakaran bahan bakar dengan udara (Fahrival, 2017).

Mesin Stirling merupakan teknologi lama yang dikembangkan kembali pada zaman ini. Teknologi ini kembali dikembangkan karena dibutuhkan teknologi yang ramah lingkungan, sumber energi fleksibel, dan efisiensi tinggi (Roni Zakaria, Ilham Priadythama, 2013). Mesin stirling merupakan mesin kalor yang mempunyai cara kerja mengkompresi dan mengekspansi fluida pada suhu yang berbeda yang menyebabkan terjadinya perubahan energi panas menjadi energi mekanik (Rahmalina *et al.*, 2021). Mesin ini bekerja dengan memanfaatkan sifat gas yang dipanaskan akan memuai kemudian saat didinginkan gas akan menyusut volumenya. Mesin seperti ini harus memiliki teknologi material dan manufaktur yang tinggi (Roni Zakaria, Ilham Priadythama, 2013).

Mesin stirling gamma merupakan Tipe *displacement (regeneratif)*, tipe gamma, menggunakan regenerator yang akan mendorong udara antara sisi panas dan dingin (Widodo, 2013). Mesin Stirling gamma hanyalah sebuah mesin Stirling beta, di mana piston tenaga sudah terpasang di dalam silinder yang terpisah samping silinder piston displacer, tapi masih terhubung ke roda gila sama (Purwandari, 2012). Mesin Stirling tipe gamma Generasi Pertama mCHPSE 012018 diproduksi dan diuji untuk sistem mikro-CHP dengan volume kompresi 106 cc (Jufrizal *et al.*, 2020). *Burner* berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pembakaran gas hasil gasifikasi yang digunakan untuk memasak, burner juga merupakan tempat masuknya udara sekunder untuk membantu pembakaran gas. Karena itu burner juga merupakan tempat menaruh wajan atau panci (Nasution *et al.*, 2022). Berdasarkan uraian diatas maka dalam penelitian ini penulis akan merancang burner mesin stirling mCHPSE- 012021.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah sangat luas pencakupannya dan perlu untuk dirumuskan apa saja yang akan dibahas. Berdasarkan uraian dari latar belakang, perumusan masalah dalam penelitian ini ialah:

1. Bagaimana desain dan perancangan *burner*?
2. Bagaimana perancangan pada lubang *burner*?
3. Bagaimana pemilihan material *burner*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menggambar desain mesin menggunakan *software* AUTOCAD.
2. Mendapatkan ukuran *burner*.
3. Menentukan bahan dan ukuran *burner*.
4. Menentukan proses yang digunakan manufaktur *burner*.

1.4. Hipotesis Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, dasar atau landasan dalam proses penelitian ini didapat dari buku dan jurnal yang terkait. Maka dari itu hipotesis penelitian ini adalah:

1. Adanya pengaruh kekuatan material pada *burner*.
2. Adanya pengaruh lubang yang terdapat pada burner terhadap tekanan gas yang keluar.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah:

1. Agar desain *burner* bisa terbarukan oleh penelitian selanjutnya.
2. Untuk mendapatkan perancangan *burner* yang lebih baik.
3. Material yang digunakan dapat digunakan pada bahan lainnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mesin Stirling

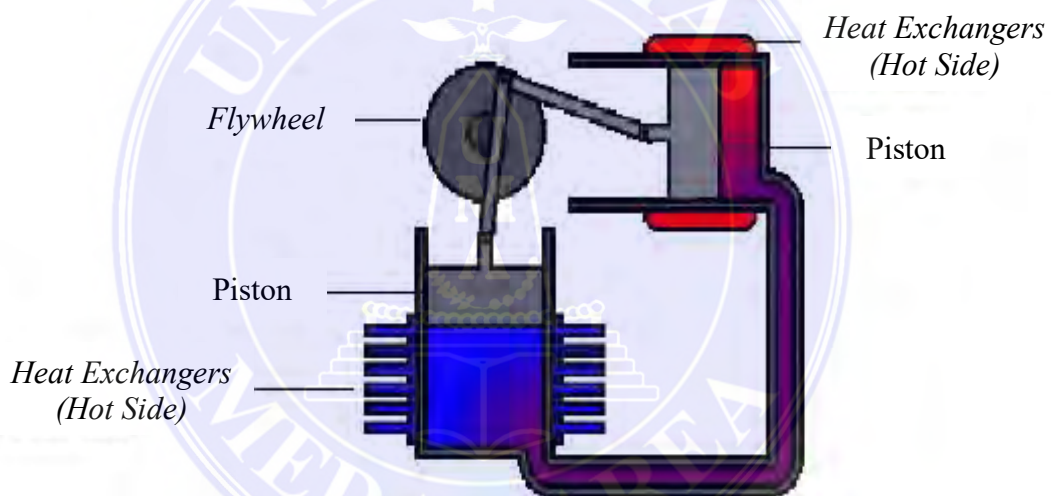
Mesin stirling adalah mesin kalor yang mengambil kalor dari luar silinder kerjanya (Rahmat, 2019). Mesin stirling membuat putaran yang baik tanpa getaran, mempunyai efisiensi lebih tinggi dan gas buangnya sangat bersih. Prinsip dasar mesin ini adalah mendapat tekanan dengan pengembangan gas apabila mendapat pendinginan (Riyadi Prabowo Moecty, Galih Adityawan, 2016). Mesin stirling adalah mesin pembakaran eksternal dan yang menggunakan udara atau gas (helium, hydrogen, nitrogen, methanol dan sebagainya) sebagai fluida kerjanya dengan prinsip regeneratif siklus tertutup (*closed-cycle regenerative*) (ika yuliani, 2013). Adapun jenis- jenis mesin stirling sebagai berikut (Purwandari, 2012). Adapun gambar mesin stirling dalam penelitian ini terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Mesin Stirling mCHPSE-012021

2.1.1. Mesin Stirling Tipe Alpha

Mesin Stirling alfa berisi kekuatan dua piston dalam silinder yang terpisah, satu berada didingin dan satunya berada dipanas. Silinder panas terletak di dalam suhu tinggi penghantar panas (silinder yang dibakar) dan silinder dingin terletak di dalam displacer suhu rendah. Jenis mesin ini memiliki rasio power-to-volume tinggi, namun memiliki masalah teknis karena apabila suhu piston tinggi biasanya panas akan merambat ke pipa pemisah silinder. Dalam prakteknya, piston ini biasanya membawa isolasi yang cukup besar untuk bergerak jauh dari zona panas dengan mengorbankan beberapa ruang mati tambahan terlihat pada Gambar 2.2.

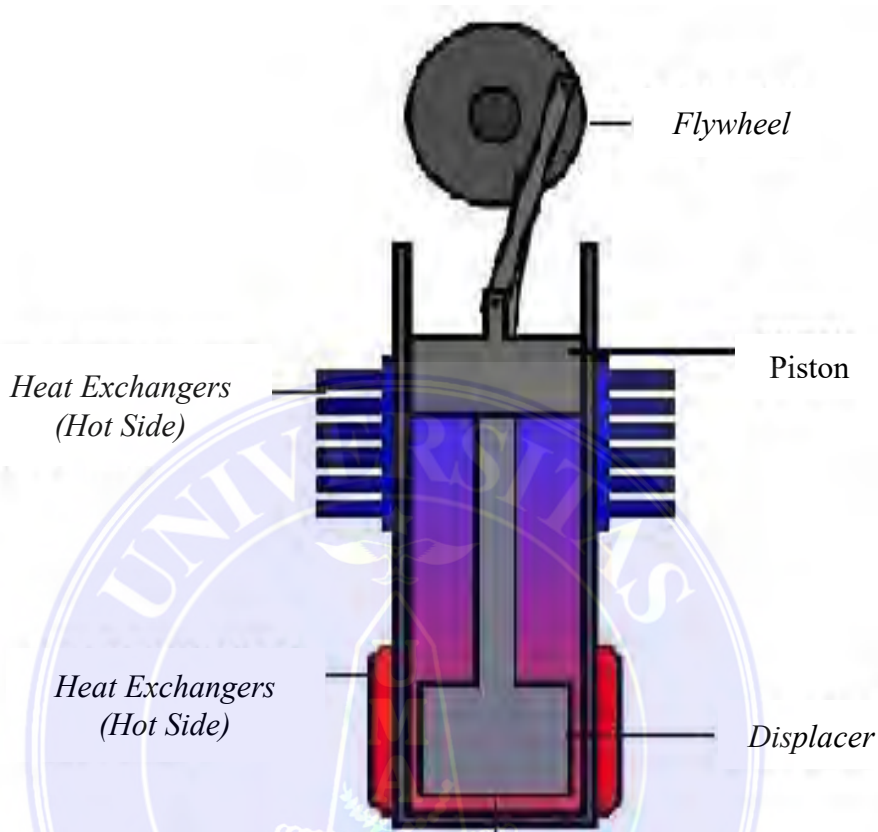


Gambar 2.2. Mesin Stirling Tipe Alpha

2.1.2. Mesin Stirling Tipe Beta

Mesin Stirling beta memiliki piston daya tunggal yang diatur dalam silinder yang sama pada poros yang sama sebagai displacer piston. Silinder Piston displacer yang cukup longgar hanya berfungsi untuk antar jemput gas panas dari silinder panas ke silinder dingin. Ketika silinder dipanaskan gas mendorong dan memberikan piston kekuatan. Ketika piston terdorong ke dingin (titik bawah) silinder mendapat momentum dari mesin, dan ditingkatkan dengan roda gila.

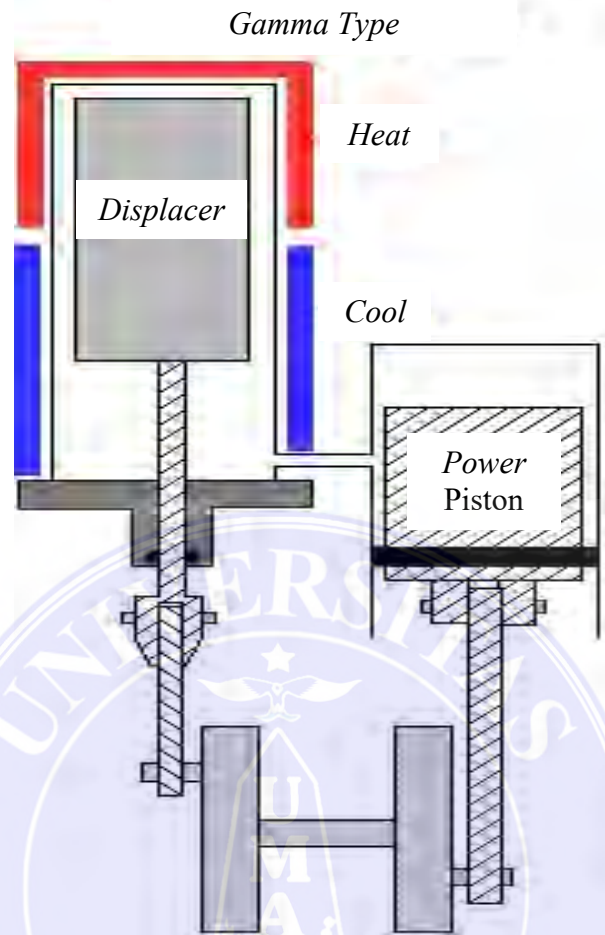
Tidak seperti jenis alfa, jenis beta tidak akan menyebabkan isolator (pipa pemisah jika dalam bentuk alfa) menjadi panas terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Mesin Stirling Tipe Beta

2.1.3. Mesin Stirling Tipe Gamma

Mesin Stirling gamma hanyalah sebuah mesin Stirling beta, di mana piston tenaga sudah terpasang di dalam silinder yang terpisah samping silinder piston displacer, tapi masih terhubung ke roda gila sama. Gas dalam dua silinder dapat mengalir bebas karena mereka berada dalam satu tubuh. Konfigurasi ini menghasilkan rasio kompresi lebih rendah, tetapi mekanis ini cukup sederhana dan sering digunakan didalam mesin Stirling multi-silinder terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Mesin Stirling Tipe Gamma

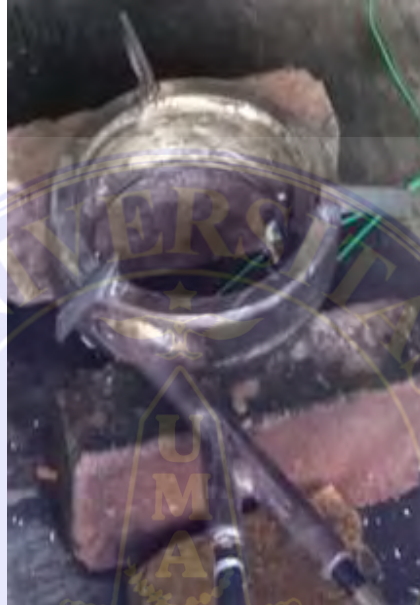
2.2. Bagian- bagian Mesin Stirling

Mesin stirling memiliki bagian bagian komponen, adapun bagian-bagian Mesin stirling sebagai berikut (Nazila, 2016).

2.2.1. Burner

Burner merupakan alat yang digunakan untuk memanaskan heater sebagai sumber panas awal yang panasnya berfungsi untuk menggerakkan mesin stirling. *Burner* yang digunakan dalam pengujian ini merupakan *burner* yang didesain sendiri (Jufrizal *et al.*, 2022). *Burner* merupakan suatu alat yang penting di dalam suatu kompor karena fungsi dari *burner* adalah tempat dimana pasokan bahan bakar dan udara di satukan, sehingga dapat menghasilkan kualitas api yang di

inginkan. *Burner* berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pembakaran gas hasil gasifikasi yang digunakan untuk memasak, *burner* juga merupakan tempat masuknya udara sekunder untuk membantu pembakaran gas (Nasution *et al.*, 2022). Adapun gambar *burner* yang digunakan dalam penelitian ini terlihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. *Burner*

Jumlah lubang *burner* merupakan jumlah titik lubang yang berada di *burner*, dimana fungsi dari lubang *burner* adalah tempat keluarnya bahan bakar dan oksigen sehingga dapat terjadi pembakaran. Jumlah lubang di *burner* mempengaruhi kualitas nyala api dan jumlah bahan bakar. Semakin banyak lubang maka bahan bakar yang dihabiskan akan semakin banyak. Jumlah lubang pada *burner* juga sangat berkaitan dengan diameter *burner*, dimana semakin besar diameter *burner* maka jumlah lubang *burner* semakin banyak. Diameter *burner* sangat berpengaruh terhadap bahan bakar, karena semakin besar diameter *burner*, maka api maka bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan nyala api yang stabil harus banyak. Karena jika pasokan bahan bakar sedikit, maka api yang di

hasilkan akan kecil. Diameter *burner* berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar, karena semakin besar diameter *burner* maka bahan bakar yang dihabiskan akan semakin banyak. Akan tetapi akan lebih cepat untuk mendidihkan air. Adapun perhitungan jarak lubang *burner* dapat dihitung dengan persamaan 2.1.

$$l = \frac{K}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

l = Jarak lubang *burner*

K = Keliling lingkaran

n = Jumlah lubang *burner*

2.2.2. *Heat Exchanger*

Heat exchanger digunakan untuk membantu dalam pertukaran udara dari satu medium ke medium lainnya. Pada silinder mesin stirling, suhu tinggi harus dipertahankan pada ruang panas, sedangkan suhu rendah harus dipertahankan ruang dingin. Panas dari ujung panas sumber ditransfer ke silinder, sementara panas dari silinder ditransfer ke ujung dingin. Mesin stirling yang langsung dipanaskan tidak memiliki pertukaran panas yang signifikan. Mesin berpendingin stirling udara biasanya memiliki penukar panas sederhana sementara mesin stirling berpendingin air memiliki *heat exchanger* lebih kompleks. Adapun gambar *heat exchanger* dalam penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 2.6.

Gambar 2.6. *Heat Exhanger*

2.2.3. Piston

Piston adalah bagian penggerak yang merubah tekanan menjadi gerak dari satu ujung ekstrim silinder ke ujung ekstrim yang lain, biasanya disebut sebagai *dead center*. Gerakan piston bervariasi sesuai volume dalam silinder, karena fluida kerja tidak keluar melalui celah antara piston dan dinding silinder. Piston dari mesin stirling identik dengan piston dalam mesin mobil. Tekanan gas yang bekerja pada piston diturunkan sebagai *output* kerja mesin. Adapun piston yang dipakai dalam penelitian ini terlihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Piston

2.2.4. *Displacer*

Displacer adalah bagian penggerak yang menyerupai piston, namun celah antara *displacer* dan silinder jauh lebih besar. Hal ini memungkinkan fluida kerja

untuk lolos dengan mudah melalui celah piston. *Displacer* berfungsi sebagai pemindah udara. Pergerakan displacer tidak menyebabkan gas terkompresi atau tereksipansi, maka pergerakan *displacer* tidak menyebabkan volume silinder berubah. Tekanan gas yang bekerja pada *displacer* dapat diabaikan, dibandingkan dengan piston, karena gas lolos melalui celah piston ke daerah tekanan rendah. Adapun gambar *displacer* pada penelitian ini terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Displacer

2.2.5. *Flywheel*

Roda gila (*Flywheel*) merupakan sebuah massa yang berputar, dan dipergunakan sebagai penyimpan tenaga dalam mesin. Energi yang disimpan di dalam roda gila berupa tenaga kinetik. Roda gila (*Flywheel*) adalah perangkat mekanik yang berputar untuk menyimpan energi rotasi. *Flywheel* mempunyai momen inersia yang signifikan, untuk menahan perubahan kecepatan rotasi. Jumlah energi yang tersimpan dalam *Flywheel* sebanding dengan kuadrat kecepatan rotasi. Energi ditransfer ke *Flywheel* dengan menggunakan torsi, sehingga dapat meningkatkan kecepatan rotasi dan karenanya energi dapat

tersimpan. Sebaliknya, *Flywheel* melepaskan energi yang tersimpan dengan melakukan torsi ke beban mekanik, sehingga mengurangi kecepatan torsi. Adapun gambar *flywheel* dapat dilihat pada Gambar 2.9.

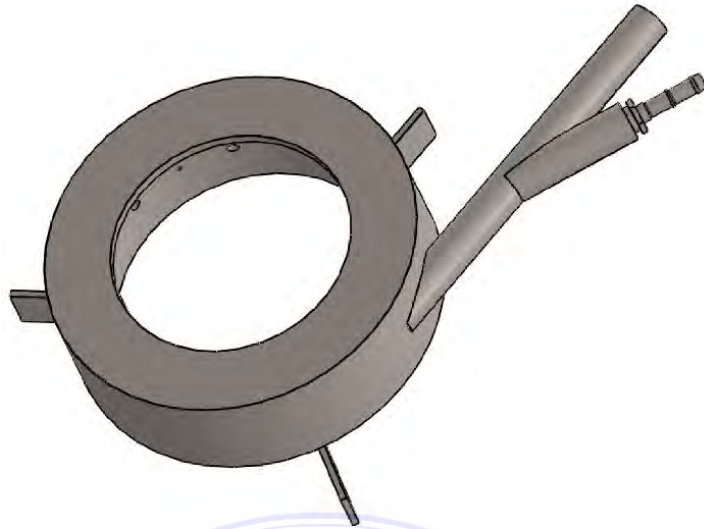


Gambar 2.9. Flywheel

2.3. Desain

Desain merupakan kata baru berupa peng-Indonesiaan dari kata design, istilah ini menggeser kata ‘rancang/rancangan/merancang’ yang dinilai kurang mengekspresikan keilmuan, keluasan dan kewibawaan profesi. Sejalan dengan itu, para kalangan insinyur menggunakan istilah rancang bangun, sebagai pengganti istilah desain. Namun dikalangan keilmuan senirupa, istilah ‘desain’ tetap secara konsisten dan formal dipergunakan (Sachari and Sunarya, 2000). Desain adalah suatu proses kreatif dalam memecahkan suatu permasalahan dalam hal yang menyangkut perancangan suatu objek yang bersifat fungsional atau estetis, yang pada prinsipnya melihat aspek teknis, fungsi, material, tanpa melepaskan unsur warna, garis, tekstur, keseimbangan komposisi, dan bentuk (Agustini, 2015).

Desain burner terlihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Desain Burner

2.4. Kompresor

Kompresor adalah mesin untuk memampatkan udara atau gas. Kompresor udara biasanya mengisap udara dari atmosfer. Namun ada pula yang mengisap udara atau gas yang bertekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Kompresor adalah sebuah mesin bantu atau peralatan yang berfungsi untuk memindahkan fluida mampu mampat seperti udara. kompresor di gunakan sebagai penyedia udara bertekanan yang selanjutnya dapat di aplikasikan untuk pengeringan, pneumatics dan lain sebagainya. Dalam penelitian ini compressor digunakan untuk tekanan udara agar mendorong gas kedalam ruang burner.

2.5. Auto CAD

Program yang sering digunakan untuk pengajaran CAD adalah AutoCAD yang merupakan sebuah aplikasi (*software*) yang digunakan untuk menggambar, mendesain gambar, menguji material dimana program tersebut mempunyai kemudahan dan keunggulan untuk membuat gambar secara tepat dan akurat (Atmajayani, 2018). AutoCAD merupakan sebuah program yang biasa

digunakan untuk tujuan tertentu dalam menggambar dan merancang dengan bantuan computer dalam pembentukan model serta ukuran dua dan tiga dimensi atau lebih dikenali sebagai *Computer Aided Drafting and Design Program* (Yani, Ratnawati and Anoi, 2020). Adapun gambar aplikasi autocad dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Aplikasi AutoCAD

2.6. Proses Manufaktur

Manufaktur adalah kata yang berasal dari bahasa Latin, yaitu *manus factus* yang berarti dibuat dengan tangan. Sedangkan kata *manufacture* muncul pertama kali pada tahun 1576, dan kata *manufacturing* muncul tahun 1683. Jika kita melihat kata “manufaktur”, dalam arti yang paling luas, adalah proses merubah bahan baku menjadi suatu produk. Proses merubah bahan baku menjadi suatu produk ini meliputi perancangan produk, pemilihan material, dan tahap-tahap proses dimana produk tersebut dibuat. Sesuai dengan definisi manufaktur, keilmuan teknik manufaktur mempelajari perancangan produk manufaktur dan

perancangan proses pembuatannya serta pengelolaan sistem produksinya (sistem manufaktur) (Supriyanto, 2020). Proses manufaktur dalam penelitian ini ialah proses pembuatan bahan dari desain, ukuran, pemotongan, perakitan dan pembentukan bahan menjadi *burner*.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian dilaksanakan di Workshop Teknik Mesin Universitas Medan Area dan Workshop Ira *Publishing*. Penelitian dilakukan selama 6 bulan dengan jadwal kegiatan penelitian dilihat pada table 3.1:

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian

Aktifitas	Tahun 2023				Tahun 2024		
	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar
Pengajuan Judul							
Penulisan Proposal							
Seminar Proposal							
Proses Penelitian							
Pengolahan Data Penyelesaian Laporan							
Seminar Hasil							
Evaluasi dan persiapan Sidang							
Sidang Sarjana							

3.2. Alat dan Bahan

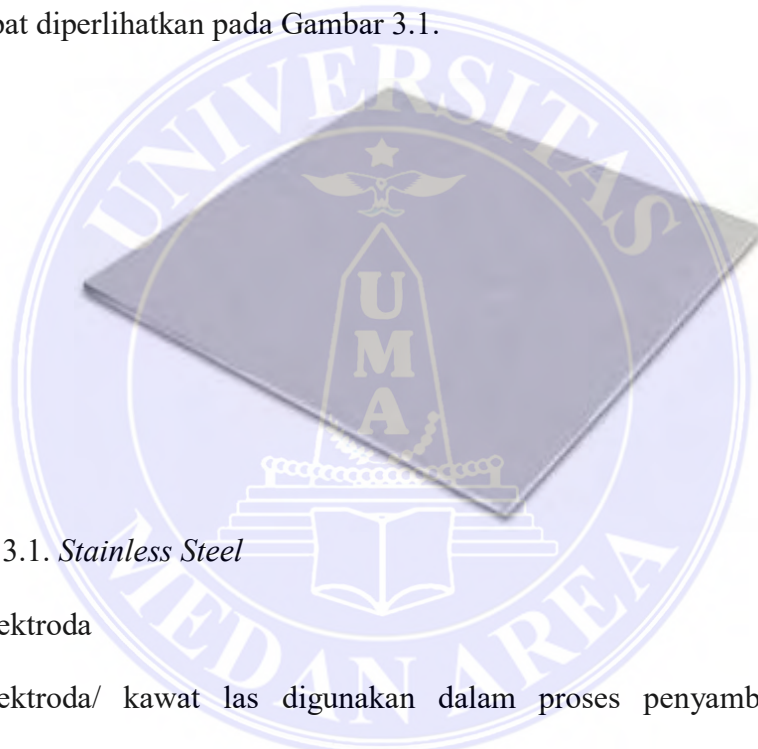
Alat dan bahan yang dipergunakan dalam proses penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan dalam proses pembuatan alat mesin *stirling*.

3.2.1. Bahan

Adapun bahan- bahan yang dipergunakan dalam proses penelitian ini sebagai berikut.

a. Plat *Stainless Steel*

Stainless steel atau baja tahan karat adalah baja paduan yang memiliki sifat ketahanan terhadap pengaruh oksidasi dan korosi (karat). *Stainless steel* dalam penelitian ini digunakan untuk bahan membuat burner. Adapun gambar *stainless steel* dapat diperlihatkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. *Stainless Steel*

b. Elektroda

Elektroda/ kawat las digunakan dalam proses penyambungan logam. Material tersebut memiliki fungsi sebagai pembakar, sehingga membuat busur menyala. Komponen ini sangat penting dalam proses pengelasan, sehingga Anda juga harus mengenal setiap jenis elektrodanya. Elektroda yang digunakan dalam penelitian ini ialah elektroda *stainless steel* 309. Adapun elektroda *stainless steel* 309 terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Elektroda

c. Pipa *Stainless Steel*

Pipa *Stainless Steel* / *Stainless Steel Pipe* adalah jenis pipa yang terbuat dari logam anti karat sehingga jenis pipa *stainless* ini mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap terjadinya korosi. Adapun pipa *stainless steel* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Pipa *stainless steel*

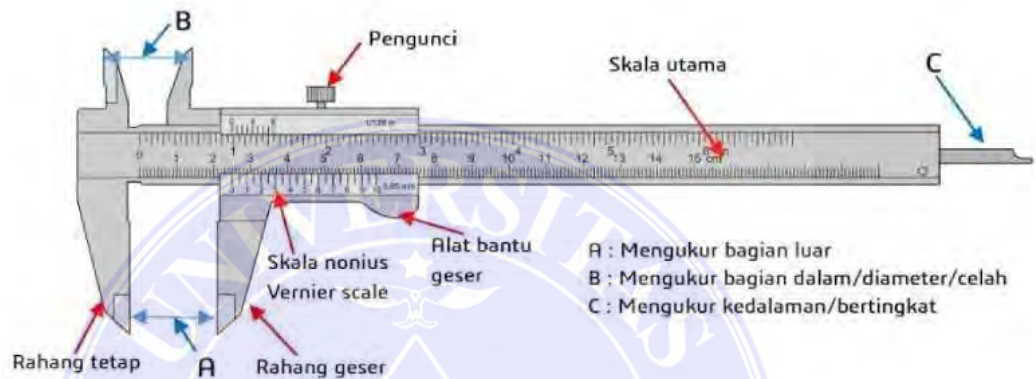
3.2.2. Alat

Adapun alat- alat yang dipergunakan dalam proses penelitian ini sebagai berikut.

a. Jangka Sorong

Jangka sorong tidak hanya digunakan untuk mengukur panjang tetapi jangka sorong juga dapat digunakan untuk mengukur diameter sebuah cincin, diameter

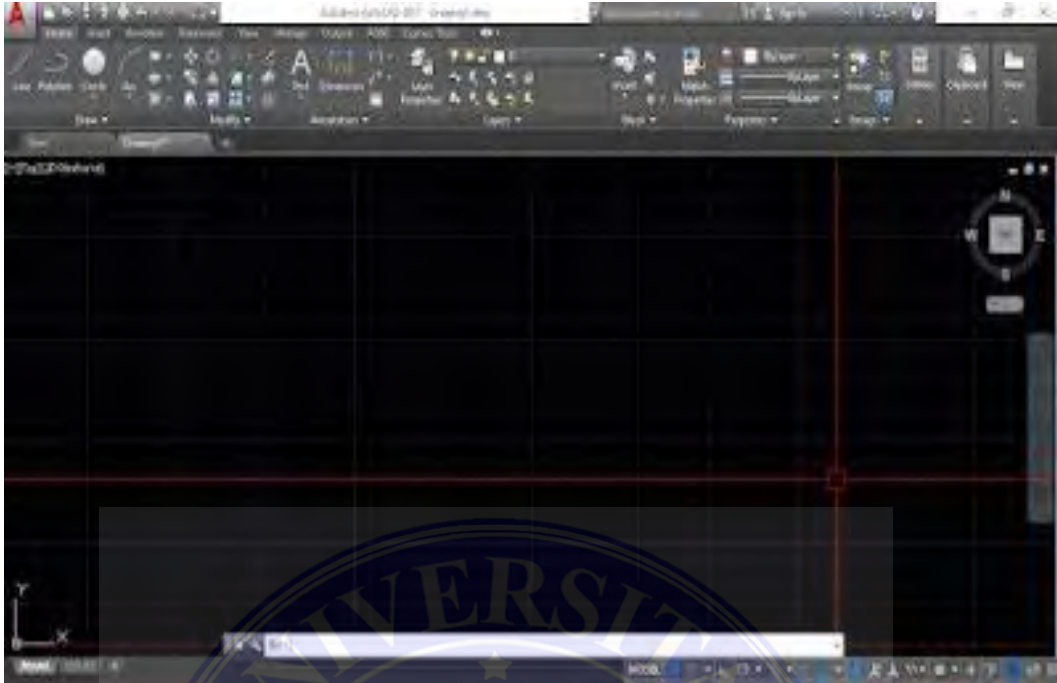
bagian dalam pipa dan juga dapat digunakan untuk mengukur kedalaman sebuah benda serta dapat digunakan untuk mengukur luas benda, jangka dorong dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur diameter, tinggi, tebal ukuran burner. Adapun jangka sorong terlihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Jangka Sorong

b. Auto CAD

Auto CAD adalah aplikasi untuk mendesain suatu rancangan bahan/ alat yang akan dibuat. Dalam penelitian ini auto CAD digunakan untuk mendesain burner. Adapun tampilan auto CAD dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Tampilan Auto CAD

c. Mesin Bubut

Mesin bubut (*Turning Machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan mata potong pahat atau tools sebagai alat untuk menyayat benda kerja tersebut. Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris. Pada proses benda kerja terlebih dahulu dipasang pada chuck (pencekam) yang terpasang pada spindle mesin (Atmantawarna, 2013). Untuk spesifikasi mesin bubut dapat dilihat pada table 3.2, sebagai berikut:

Tabel 3.2. Spesifikasi mesin bubut.

Panjang Maksimum Benda Kerja	3000 mm
Kapasitas mesin	Medium duty
Spindle Bore	52 mm

Dalam penelitian ini mesin bubut digunakan untuk menyayat bahan *stainless steel* yang akan dijadikan burner, adapun mesin bubut dapat terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Mesin Bubut

d. Gerinda

Mesin gerinda adalah salah satu mesin yang digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja. Prinsip kerja dari mesin gerinda adalah batu gerinda yang berputar kemudian bergesekan dengan benda kerja sehingga terjadi pemotongan atau pengasahan. Dalam penelitian ini gerinda digunakan untuk proses pemotongan plat dan *finishsing* setelah dilas, adapun gerinda yang digunakan dalam penelitian ini adalah gerinda tangan terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Gerinda Tangan

e. Las Listrik

Las busur listrik atau umumnya disebut dengan las listrik adalah suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas (Putri, 2010). Las listrik dalam penelitian ini digunakan untuk menyambung logam *stainless steel*, adapun gambar las listrik dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Las Listrik

f. Bor

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerak yang memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Dalam penelitian ini bor yang digunakan ialah bor tangan dan digunakan untuk melubangi tempat keluarnya gas. Adapun gambar bor tangan dapat terlihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Bor Tangan

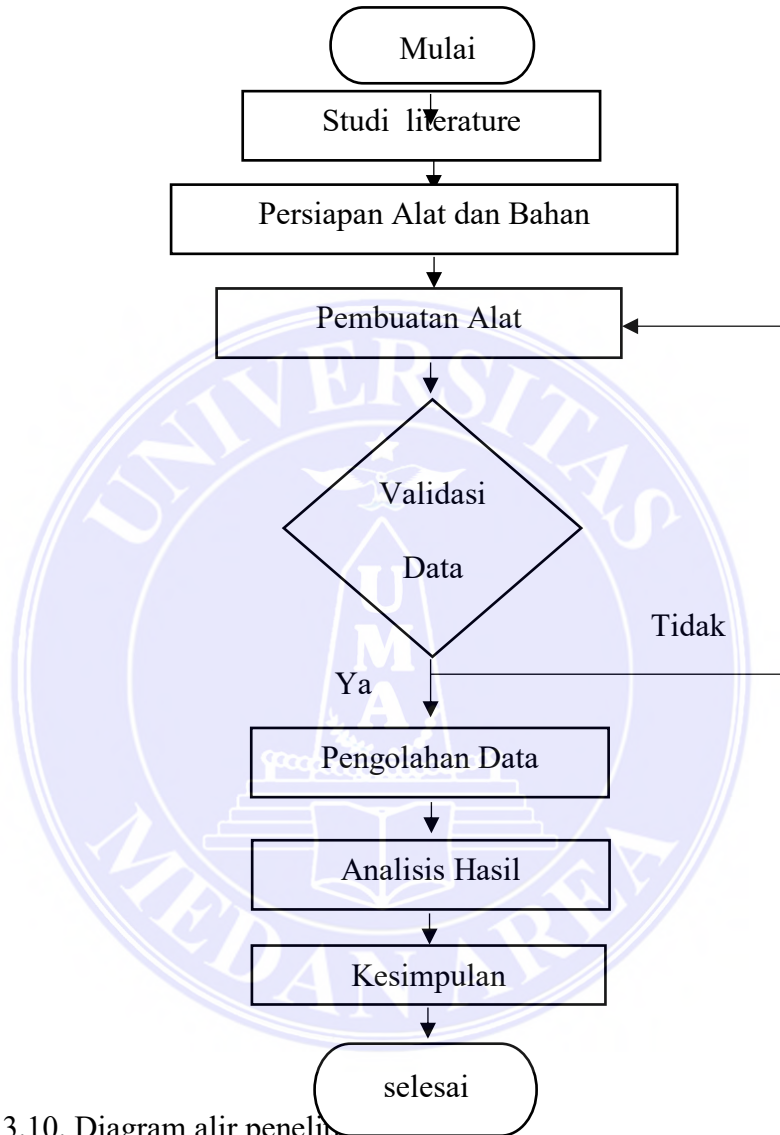
3.3. Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini ialah proses pembuatan burner mesin stirling mCHPSE-012021 dan adapun prosesnya sebagai berikut.

- a. Membuat desain burner
- b. Persiapan alat dan bahan
- c. Pemotongan logam *stainless steel*
- d. Proses drilling pada plat *stainless steel*
- e. Pengelasan *stainless steel*
- f. *Finishing* burner dengan menggunakan gerinda

3.4. Diagram Alir

Gambar 3.10. merupakan proses penelitian dari mulai persiapan alat dan bahan sampai dengan hasil akhir pembuatan alat.



Gambar 3.10. Diagram alir penelitian

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas maka simpulan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Desain *burner* ini dikerjakan dengan menggunakan aplikasi AutoCAD.
2. Ukuran dimensi *burner* ialah diameter dalam 130 mm, diameter luar 170 mm, tinggi 50 mm, panjang pipa *input* 180 mm, diameter input 18 mm, jarak lubang *output* 26 mm, diameter *output* kecil 2 mm, diameter *output* besar 6 mm.
3. Bahan yang digunakan ialah *stainless steel austenit 304*.
4. Proses manufaktur yang kerjakan ialah pemotongan, drilling dan pengelasan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan diatas maka saran penulis pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Memakai desain *burner* yang berbeda.
2. Ukuran yang *burner* yang berbeda.
3. Memakai baja yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, V.W. (2015) ‘Eksplorasi Aplikasi Alas Kaki Yang Terinspirasi Dari Kelom Geulis’, *Eksplorasi Aplikasi Alas Kaki yang Terinspirasi dari Kelom Geulis*, pp. 7–53.
- Aprizal (2016) ‘Uji Prestasi Motor Bakar Bensin Merek Honda Astrea 100 CC Oleh : Aprizal Prodi SI Teknik Mesin . Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian Jurnal Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian Jurnal Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian Page 7’, *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian*, 9(1), pp. 6–14.
- Atmajayani, R.D. (2018) ‘Implementasi Penggunaan Aplikasi AutoCAD dalam Meningkatkan Kompetensi Dasar Menggambar teknik bagi Masyarakat’, *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 3(2), p. 184. Available at: <https://doi.org/10.28926/briliant.v3i2.174>.
- Atmantawarna, H.P. (2013) ‘Perbaikan Mesin Bubut dan Uji Unjuk Kerja Dengan Bahan Besi Pejal’, 2(November), pp. 19–21.
- Fahrizal (2017) ‘Pembuatan alat uji prestasi mesin motor bakar bensin yamaha lexam 115 cc’, *Pembuat Alat Uji Presentasi Mesin Motor Bakar Bensin Yamaha Lexam 115Cc*, (tas), pp. 1–8.
- Heckman, J.J., Pinto, R. and Savelyev, P.A. (1967) ‘Aktivitas Perusahaan Manufaktur’, *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., pp. 6–21.
- Ika yuliani, mochamad irwan (2013) ‘Pembuatan Dan Pengujian Prototipe Tipe Gamma’, *Industrial Research Workshop and National Seminar*, pp. 215–219.
- Ikhwanul Yafis, Lasma Hasanul Hamidi, R.A. (2018) ‘Mahasiswa Sistem Informasi STMIK U’ Budiyah Banda Aceh 1’, pp. 1–8.
- Jufrizal *et al.* (2020) ‘Manufacturing and testing prototype of a gamma type Stirling engine for micro-CHP application’, in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Institute of Physics Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012016>.
- Jufrizal, J. *et al.* (2022) ‘Uji Kinerja Burner Gas LPG Mesin Stirling dengan Variasi Laju Aliran Udara’, *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 1(2), pp. 5–10. Available at: <https://doi.org/10.56862/irajtma.v1i2.19>.
- Jufrizal, Jufri, Mawardi Mawardi, and Fandy Ramadhan. 2022. “Uji Kinerja Burner LPG Mesin Stirling Dengan Variasi Tekanan Bahan Bakar.” *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 1 (2): 1–4. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v1i2.18>.
- Jufrizal, Jufri, Z. H. Siregar, T. J. Saktisah, Bintang Kelana Putra, and M. N. R. Syahputra. 2022. “Uji Kinerja Burner Gas LPG Mesin Stirling Dengan Variasi Laju Aliran Udara.” *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 1 (2): 5–10. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v1i2.19>.
- Jufrizal, F. H. Napitupulu, Ilmi, H. Ambarita, and M. Meliala. 2022a. “Ideal Cycle Thermodynamic Analysis For Gamma-Type Stirling Engine.” *Journal of Mechanical Engineering and Technology (JMET)* 14 (2): 1–15.
- Jufrizal, Farel H. Napitupulu, Ilmi, and Himsar Ambarita. 2020. “Manufacturing

- and Testing Prototype of a Gamma Type Stirling Engine for Micro-CHP Application.” In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 725. Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012016>.
- Jufrizal, Farel H. Napitupulu, Ilmi, Himsar Ambarita, and Mahadi Meliala. 2022b. “Thermodynamic Analysis of a Gamma-Type Stirling Engine for MCHP Application.” In *Proceedings of the 7th International Conference and Exhibition on Sustainable Energy and Advanced Materials (ICE-SEAM 2021)*, edited by Mohd Fadzli Bin Abdollah, Hilmi Amiruddin, Amrik Singh Phuman Singh, Fudhail Abdul Munir, and Asriana Ibrahim, 225–229. Melaka, Malaysia: Springer Nature Singapore. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-3179-6_40.
- Jufrizal, Farel Hasilolan Napitupulu, Ilmi, Himsar Ambarita, Supriatno, and Muhammad Irwanto. 2023. “Integration of a Gamma-Type Stirling Engine with LPG Cooking Stove for Micro-Scale Combined Heat and Power Generation.” *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences* 108 (2): 1–16. <https://doi.org/10.37934/arfmts.108.2.116>.
- Mawardi, Jufrizal, and M. Hidayah. 2022. “Uji Kinerja Burner LPG Mesin Stirling Dengan Variasi Kosumsi Bahan Bakar.” *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 1 (1): 35–40.
- Siregar, Z H, Jufrizal, Moraida Hasanah, and M D Agusdiandy. 2022. “Pengaruh Variasi Temperatur Sumber Panas Terhadap Temperatur Udara Dalam Heater Mesin Stirling.” *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 1 (1): 11–16.
- Siregar, Zufri Hasrudy, Jufrizal Jufrizal, and Bintang Kelana Putra. 2022. “Pengaruh Penambahan Regenerator Terhadap Performansi Mesin Stirling Tipe Gamma.” *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi* 8 (2): 1–8. <https://doi.org/10.35308/jmkn.v8i2.5957>.
- Nasution, A.Y. *et al.* (2022) ‘Jurnal Dinamis TEMPURUNG KELAPA MENGGUNAKAN ANSYS’, 10(1), pp. 22–29.
- Nazila, I.P. (2016) *Unjuk Kerja Mesin Stirling Tipe Gamma Dan Sistem Aliran Air Pada Reservoir Rendah Skripsi Oleh : Intan Putri Nazila*.
- Nur Azis, Gali Pribadi, M.S.N. (2020) ‘Analisa dan Perancangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Inggris Dasar Berbasis Android’, 4(3), pp. 2019–2020.
- Purwandari, R. (2012) ‘Mesin Stirling’, p. 1. Available at: <http://22bunglonspeed.blogspot.com/2012/04/mesin-stirling.html>.
- Putri, F. (2010) ‘Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Jarak Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik, Sambungan Las Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda 6013’, *Jurnal Austent*, 2(2), pp. 13–25.
- Rahmalina, D. *et al.* (2021) ‘Pengembangan Stirling Engine Tipe Piston Bebas Untuk Aplikasi Concentrated Solar Power (Csp)’, *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 13(1), pp. 101–108.
- Rahmat (2019) ‘Pengembangan Mesin Stirling Tipe Gamma Sebagai Tenaga Penggerak Kipas Angin’, *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 9(1), pp. 28–36. Available at: <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v9i1.887>.

- Riyadi Prabowo Moecty, Galih Adityawan, A.N.A. (2016) 'Rekayasa Mesin Stirling Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya', pp. 93–106.
- Roni Zakaria, Ilham Priadythama, N.E.B. (2013) 'Rancangan Mesin Stirling Memanfaatkan Komponen Mesin Lain Yang Ada Di Pasaran Indonesia Sebagai Pembangkit Listrik', *Performa*, 12(1), pp. 51–56.
- Sachari, A. and Sunarya, Y.Y. (2000) 'Pengantar Tinjauan Desain', *ResearchGate*, (July 2000), pp. 159–190.
- Setiyo Adi Nugroho, Daniel Rudjiono and Febrian Rahmadhika (2021) 'Perancangan Identitas Perusahaan Dalam Bentukstationery Desain Di Rumah Kreasi Grafika', *Pixel :Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, 14(1), pp. 48–57. Available at: <https://doi.org/10.51903/pixel.v14i1.456>.
- Supriyanto, E. (2020) "Manufaktur Dalam Dunia Teknik Industri", *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, 3(3), p. 1. Available at: <https://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/118>.
- Widodo (2013) 'studi Eksperimen Output Daya Pada Motor Stirling Td 295 Tipe Gamma'.
- Yani, A., Ratnawati and Anoi, Y.H. (2020) 'Pengenalan dan Pelatihan AutoCAD Untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa SMK Nusantara Mandiri Kota Bontang', *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 3(2), pp. 101–106.
- Zuhri, M.F., Sufaidah, S. and Sifaunajah, A. (2018) 'Rancang Bangun Aplikasi Rental Alat-Alat Pesta Dengan Sistem Notifikasi', *Saintekbu*, 10(2), pp. 17–26. Available at: <https://doi.org/10.32764/saintekbu.v10i2.205>.

