

**STUDI KOMPOR MASAK SNI SEBAGAI DASAR
PERENCANAAN *BURNER* MESIN *STIRLING*
mCHPSE-012021**

SKRIPSI

OLEH:

**RAHMADSYAH LUBIS
188130117**



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 31/7/24

Access From (repository.uma.ac.id)31/7/24

HALAMAN JUDUL

STUDI KOMPOR MASAK SNI SEBAGAI DASAR PERENCANAAN *BURNER* MESIN *STIRLING* mCHPSE-012021

SKRIPSI

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

OLEH:

RAHMADSYAH LUBIS
188130117

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 31/7/24

Access From (repository.uma.ac.id)31/7/24

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Studi Kompor Masak SNI Sebagai Dasar Perencanaan
Burner Mesin *Stirling* mCHPSE-012021
Nama Mahasiswa : Rahmadsyah Lubis
NIM : 188130117
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

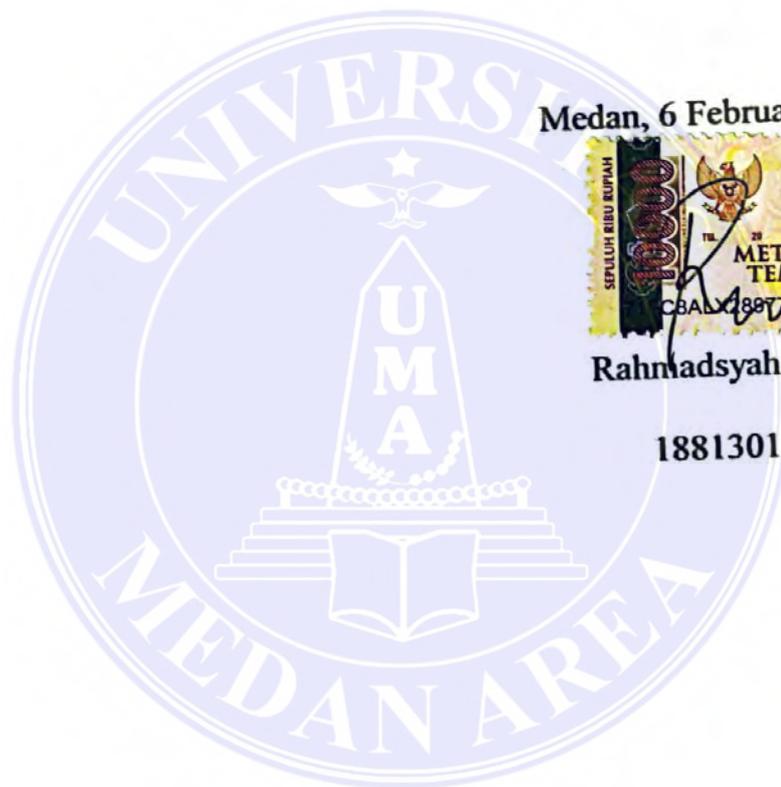


Tanggal lulus: 27 Maret 2024

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, 6 Februari 2024



Rahmadsyah Lubis

188130117

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 : Rahmadsyah Lubis
NPM : 188130117
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: “Studi Kompor Masak SNI Sebagai Dasar Perencanaan *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



(Rahmadsyah Lubis)

ABSTRAK

Kompor adalah perapian untuk memasak yang menggunakan minyak tanah, gas, atau listrik sebagai bahan bakar. Tujuan penelitian ini adalah (1) mendapatkan nilai temperatur nyala api *burner* kompor SNI, (2) menghitung konsumsi bahan bakar, (3) memperoleh daya *burner* kompor SNI dan (4) analisis nilai efisiensi *thermal burner* kompor SNI. Metode yang digunakan adalah metode kualitatif. Bahan uji yang digunakan yaitu gas lpg 3kg, air, bejana. Alat uji yang digunakan yaitu kompor masak SNI, *burner* kompor SNI, timbangan digital, *rotameter flow meter* udara control, regulator dan selang SNI, *stopwatch*, *thermometer controller* UT320D, *thermometer NPT stainless*, kabel *thermocouple sensor*. Hasil penelitian pada pengujian pertama ialah nilai rata-rata temperatur sumber api *burner* 559,005 °C, nilai *minimum* sumber api *burner* sebesar 35,9 °C, nilai *maximal* sumber api sebesar 589,2 °C, dan pada pengujian kedua ialah nilai rata-rata temperatur sumber api *burner* 714,78 °C, nilai *minimum* sumber api *burner* sebesar 30,5 °C, nilai *maximal* sumber api sebesar 769,3 °C, pada pengujian pertama di dapatkan nilai konsumsi bahan bakar sebesar 0,391 kg, pada pengujian kedua di dapatkan nilai konsumsi bahan bakar sebesar 0,545 kg, pada pengujian pertama di dapatkan nilai daya *burner* sebesar 1,754 kW, pada pengujian kedua di dapatkan nilai daya *burner* sebesar 2,225 kW dan nilai efisiensi *thermal burner* kompor pada pengujian pertama sebesar 50,07 %, nilai efisiensi *thermal burner* kompor pada pengujian kedua sebesar 52,85 %.

Kata kunci : Kompor SNI; temperatur sumber api; efisiensi thermal.

ABSTRACT

A stove is a cooking fireplace that uses kerosene, gas or electricity as fuel. The objectives of this research are (1) to obtain the flame temperature value of the SNI stove burner, (2) calculate fuel consumption, (3) obtain the power of the SNI stove burner and (4) analyze the thermal efficiency value of the SNI stove burner. The method used is a qualitative method. The test materials used were 3kg LPG gas, water, vessels. The test equipment used is a SNI cooking stove, a SNI stove burner, a digital scale, a control air flow meter rotameter, a SNI regulator and hose, a stopwatch, a UT320D thermometer controller, a stainless NPT thermometer, a thermocouple sensor cable. The results of the research in the first test were the average value of the burner flame source temperature of 559.005 °C, the minimum value of the burner flame source was 35.9 °C, the maximum value of the flame source was 589.2 °C, and in the second test the average value of the flame source temperature burner 714.78 °C, the minimum value of the burner flame source is 30.5 °C, the maximum value of the flame source is 769.3 °C, in the first test the fuel consumption value was obtained at 0.391 kg, in the second test the fuel consumption value was obtained at 0.545 kg, in the first test the burner power value was 1,754 kW, in the second test the burner power value was 2,225 kW and the stove burner thermal efficiency value in the first test was 50,07 %, the stove burner thermal efficiency value in the second test was 52,85 %.

Keywords: *SNI stove; ignition source temperature; thermal efficiency.*

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan, Kec. Medan Perjuangan, Kota Medan, Prov. Sumatra Utara. Pada tanggal 04 November 1999, dari ayah bernama nasir dan ibu bernama zuraidah. Penulis merupakan anak ke empat dari empat bersaudara. Tahun 2018 penulis lulus dari SMA Swasta Gajah Mada Medan dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tahun 2021 penulis melakukan kerja praktek (KP) di PDAM Tirta Sari 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 studi kompor masak SNI sebagai dasar perencanaan *burner* mesin *stirling* mCHPSE-012021.

Terima kasih penulis sampaikan kepada bapak Jufrizal, S.T., M.T selaku pembimbing 1 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

(Rahmadsyah Lubis)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN 188130117.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS	iv
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
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Hipotesis Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kompor Masak SNI.....	6
2.2 Mesin <i>Striling</i>	8
2.3 Jenis- Jenis Mesin <i>Striling</i>	10
2.4 Bagian- bagian <i>Striling</i>	13
2.5 Jenis- jenis Nyala Api.....	20
2.6 Analisa Termodinamika Mesin <i>Stirling</i>	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitan.....	25
3.2 Bahan dan Alat	25
3.3 Metode Penelitian.....	32
3.4 Prosedur Kerja	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil.....	35
4.2 Pembahasan	45
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Simpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi Burner SNI.....	17
Tabel 2.2. Spesifikasi Burner Mesin Stirling mCHPSE-012021	17
Tabel 2.3. Efisiensi termal burner pada laju aliran gas	20
Tabel 3.1. Jadwal kegiatan penelitian	25
Tabel 3.2. Spesifikasi Kompor Masak SNI.....	27
Tabel 4.1. Hasil Uji Pertama Knob Kompor Api Kecil	37
Tabel 4.2. Hasil Uji Kedua Knob Kompor Api Besar	39
Tabel 4.3. Temperatur Hasil Uji Burner Mesin Stirling	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kompor SNI Rinnai	7
Gambar 2.2. Mesin Stirling tipe Alpha	10
Gambar 2.3. Mesin stirling tipe Beta	11
Gambar 2.4. Mesin stirling tipe Gamma	12
Gambar 2.5. Heat Exchanger	13
Gambar 2.6. Piston	14
Gambar 2.7. Displacer	15
Gambar 2.8. Flywheel	15
Gambar 2.9. Burner	16
Gambar 2.10. Api Biru	21
Gambar 2.11. Api Merah	22
Gambar 2.12. Api Jingga	22
Gambar 2.13. Api Kuning	23
Gambar 2.14. Api Putih	24
Gambar 3.1. Tabung Gas LPG 3 Kg	26
Gambar 3.2. Air	26
Gambar 3.3. Burner	28
Gambar 3.4. Timbangan Digital	28
Gambar 3.5. Flow Meter Udara Control	29
Gambar 3.6. Regulator dan Selang SNI	29
Gambar 3.7. Stopwatch	30
Gambar 3.8. Thermometer Controller UT320D	30
Gambar 3.9. Thermowell NPT stainless	31
Gambar 3.10. Kabel Thermocouple Sensor	31
Gambar 3.11. Skema Pengujian	33
Gambar 3.12. Diagram alir penelitian	34
Gambar 4.1. Pengujian Temperatur air dan burner kompor	35
Gambar 4.2. Perbandingan Temperatur Air dan Temperatur Sumber Api	45
Gambar 4.3. Perbandingan Temperatur Air dan Temperatur Sumber Api	46

DAFTAR NOTASI

FC	= <i>Fuel Consumption</i> (kg/h)
m_1	= massa bahan bakar sebelum digunakan (kg)
m_2	= massa bahan bakar sesudah digunakan (kg)
T	= waktu pengujian (h)
I	= Daya burner (kW)
E	= LHV (<i>low heating value</i>) (kJ/kg)
m_f	= Konsumsi bahan bakar (kg)
Δt	= Waktu konsumsi bahan bakar (jam)
η_{burner}	= Efisiensi <i>burner</i> (%)
M_w	= massa air (kg)
M_b	= Massa bejana air (kg)
C_{pw}	= Panas spesifik air (kJ/kg.K)
C_{pb}	= Panas spesifik bejana (kJ/kg.K)
T_{min}	= Temperatur awal (°C)
T_{max}	= Temperatur akhir (°C)
M_u	= massa uap (kg)
H	= panas laten penguapan air (kJ/kg)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan sesuatu yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan adanya. Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja (*energy is the capability for doing work*) (Nursuhud, 2013). Penggunaan energi di Indonesia sampai saat ini berperan sangat penting sebagai salah satu faktor produksi dalam menunjang pertumbuhan ekonomi dan energi yang banyak digunakan berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas, dan batu bara (Setiawan et al., 2019). Energi fosil masih mendominasi penyediaan energi primer Indonesia hingga tahun 2050 dengan peningkatan selama periode proyeksi sebesar 407 juta ton *oil equivalent* (TOE) (BAU) dan 448 juta (CP).

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor, yakni mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis (Aprizal, 2016). Untuk mengatasi energi fosil yang semakin menipis, penelitian ini mencoba membuat mesin tanpa bahan bakar fosil, seperti mesin *stirling*. Mesin *Stirling* salah satu teknologi yang memanfaatkan perbedaan suhu sebagai pendorong gerak berkelanjutan (Kristiani et al., 2020). Meskipun nilai *absolut* energi fosil meningkat, pangsa energi fosil terhadap penyediaan energi primer total mengalami penurunan menjadi 88% (BAU) dan 69% (CP). Pangsa minyak bumi diperkirakan terus menurun tapi perannya masih cukup tinggi hingga 2050 (Setyono & Kiono, 2021).

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 dirubah menjadi energi termal atau panas melalui pembakaran bahan bakar dengan udara. Saat ini motor bakar masih menjadi pilihan utama untuk dijadikan sebagai penggerak mula. Karena itu, usaha untuk menciptakan motor bakar yang menghasilkan kemampuan tinggi terus diusahakan oleh manusia (Jeklin, 2016). Mesin *Stirling* dan Ericson memiliki sejarah cukup panjang, telah diteliti dengan sangat baik oleh Finkelstein (1959), Zarinchang (1972) dan Ross (1977). Robert Stirling sebagai penemu awal mesin panas regeneratif, menemukan mesin regeneratif siklus tertutup pada tahun 1816 dan mengembangkannya bertahun-tahun bersama saudaranya James Stirling (Insan, 2020).

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* adalah salah satu mesin kalor yang mempunyai cara kerja mengkompresi dan mengekspansi fluida pada suhu yang berbeda yang umumnya menyebabkan terjadinya perubahan energi panas menjadi energi mekanik (Rahmalina et al., 2021). Mesin *stirling* memiliki tiga tipe, antara lain mesin *stirling* tipe alpha, mesin *stirling* tipe beta, dan mesin *stirling* tipe gamma. Mesin *stirling* dapat dioperasikan dengan berbagai sumber panas, seperti tenaga matahari, kimia maupun nuklir dan perbedaannya dengan mesin pembakaran dalam lain, mesin ini memiliki potensi yang lebih efisien, lebih

tenang, dan lebih mudah dalam perawatan (Rahmat, 2019). *Stirling Engine* ditemukan tahun 1816 oleh Robert Stirling (1790-1878). Saat itu disebut mesin udara dengan model mesin pembakaran luar siklus tertutup. Dia mematenkan temuan itu pada 27 September 1816 dan berlaku efektif 20 Januari 1817 atau ketika dia baru berumur 26 tahun (Putro, 2020). Robert Stirling menemukan *stirling engine* (yang beliau sebut "air engine") karena mesin uap pada masa itu seringkali meledak, membunuh dan melukai orang-orang berada di dekat mesin uap tersebut pada saat meledak. Mesin yang dibuat Robert Stirling lebih aman dengan alasan tidak akan meledak, dan mesin-mesin tersebut memproduksi daya yang lebih besar dari pada mesin uap pada saat itu (Apandi, 2019).

Mesin *Stirling* tipe *gamma* Generasi Pertama mCHPSE 012018 diproduksi dan diuji untuk sistem mikro-CHP dengan volume kompresi 106 cc. Mesin diuji dengan udara dan menggunakan bahan bakar LPG sebagai sumber panas. Tekanan udara pada awal proses kompresi dianggap sebagai tekanan gas ideal sebesar 0,987 bar. Karakteristik kerja mesin terbaik diperoleh pada pengujian pertama dengan perbedaan suhu pada sisi panas dan dingin rata-rata sebesar 74,7°C. *Output* maksimum dan *output* daya diperoleh pada tekanan pengisian 1,82 bar pada 242,6 rpm dan 12,9 W. Hasil yang ditemukan adalah mendorong untuk memulai prototipe mesin *Stirling* tipe *gamma* untuk aplikasi mikro-CHP (Jufriзал 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 meneliti pengujian *burner* mesin *stirling* mCHPSE- 012021.

1.2 Rumusan 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 konsumsi bahan bakar yang terjadi pada *burner* ?
2. Bagaimana nilai daya *burner* pada pengujian yang dilakukan ?
3. Bagaimana nilai efisiensi *thermal burner* pada pengujian yang dilakukan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan nilai temperatur nyala api *burner* kompor SNI.
2. Menghitung konsumsi bahan bakar.
3. Memperoleh daya *burner* kompor SNI.
4. Analisis nilai efisiensi *thermal burner* kompor SNI.

1.4 Hipotesis Penelitian

Kompor SNI sebagai dasar acuan terhadap burner mesin *stirling* yang meliputi beberapa bagian yaitu temperatur nyala api, lubang *burner* dan desain *burner* tersebut sehingga mesin *stirling* dapat dihidupkan dengan baik.

Perbandingan *burner* kompor masak SNI dengan burner mesin *stirling* adalah untuk mengetahui konsumsi bahan bakar, nilai temperatur nyala api *burner*, untuk memperoleh daya *burner* dan mengetahui nilai efisiensi *thermal* pada *burner*. Pengaruh perpindahan kalor terhadap *burner* dan lubang yang terdapat pada *burner* berpengaruh terhadap tekanan gas yang keluar sehingga kualitas api dan temperatur yang di inginkan *burner* dapat bekerja dengan stabil.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui laju perpindahan panas secara konveksi dari media panas eksternal.
2. Untuk mengetahui laju perpindahan panas secara konduksi.
3. Untuk mengetahui laju perpindahan secara konveksi dari media panas internal.

BAB II

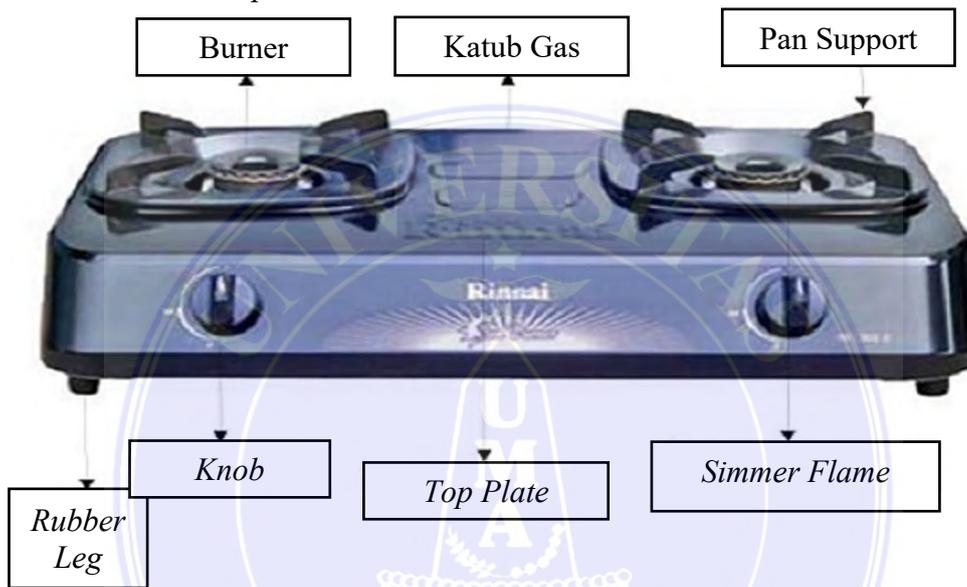
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kompor Masak SNI

Kompor adalah perapian untuk memasak yang menggunakan minyak tanah, gas, atau listrik sebagai bahan bakar. Kompor mempunyai ruang tertutup atau terisolasi dari luar sebagai tempat bahan bakar diproses untuk memberikan pemanasan bagi barang-barang yang diletakkan di atasnya. Pada awal tahun 2007, pemerintah meluncurkan program konversi minyak tanah ke *Liquefied petroleum Gas* (LPG) yang bertujuan untuk mengurangi subsidi Bahan Bakar Minyak (BBM) dengan mengalihkan ketergantungan masyarakat terhadap penggunaan energi minyak tanah. Penggunaan LPG memiliki banyak keuntungan bagi berbagai pihak. Secara teori, penggunaan bahan bakar gas memang lebih hemat dibandingkan dengan minyak tanah, pemakaian minyak tanah satu (1) liter setara dengan setiap pemakaian 0,57 kg LPG.

Dengan kalkulasi demikian, bagi pemerintah besarnya subsidi BBM yang diberikan kepada masyarakat akan lebih kecil bila masyarakat menggunakan LPG dibanding bila menggunakan minyak tanah. Keuntungan lainnya LPG juga menghasilkan panas lebih tinggi sehingga masakan menjadi lebih cepat matang, hemat pemakaian dan hemat waktu. Selain itu gas buang LPG rendah emisi sehingga tidak menimbulkan polusi udara dan asap. Pemerintah melalui Badan Standar Nasional (BSN) telah mengeluarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), masing-masing SNI 7368:2011 (untuk kompor satu tungku) dan SNI 7469:2013 (untuk kompor dua dan tiga tungku).

Kedua standar ini telah menjadi SNI wajib sebagaimana ditetapkan dalam Permenperin RI No. 62/M-Ind/PER/11/2013 dan Permenperin RI No. 37/M-Ind/PER/3/2015. Dalam standar tersebut tercakup persyaratan-persyaratan mutu minimal yang harus dipenuhi oleh suatu produk kompor gas yang meliputi persyaratan keselamatan, kesehatan, keamanan dan lingkungan. Adapun kompor SNI rinnai terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Kompor SNI Rinnai

Bagian- Bagian Pada Kompor Gas SNI:

1. *Body* Kompor

Body kompor adalah bentuk badan keseluruhan kompor secara keseluruhan yang memiliki fungsi sebagai penopang komponen kompor lainnya. Setiap kompor gas mempunyai ciri khas tersendiri meskipun secara bentuk hampir serupa.

2. *Burner* Kompor

Burner merupakan suatu alat yang penting di dalam kompor karena fungsi dari *burner* adalah tempat dimana pasokan bahan bakar dan udara di

satukan, sehingga dapat menghasilkan kualitas api yang diinginkan. Komponen yang satu ini mempunyai dua bagian yaitu *burner head* atau tutup tungku dan *burner body* atau bagian tungku tempat bercampurnya gas dan udara. Bentuk *burner head* berupa lempengan bulat dan berlubang di area tengahnya adapun permukaan atasnya terdapat beberapa lubang kecil, sedangkan bagian sisinya berbentuk seperti cerobong dan lubang-lubang tersebutlah yang berfungsi sebagai jalan keluarnya api.

3. Knob

Knob adalah alat pemutar pemantik pada kompor yang berguna untuk menyalakan api. Knob dibuat menggunakan bahan yang berkualitas dan tidak mudah rusak dan tahan panas.

4. *Rubber leg*

Rubber leg atau kaki kompor berfungsi sebagai penyangga *body* sekaligus pencegah agar kompor tidak mudah bergerak dari posisinya, terutama pada ketika berada di area yang licin.

5. *Pan support*

Secara fungsi *pan support* menjadi komponen penyangga untuk memasak sekaligus penyeimbang wajan, panci dan wadah yang lainnya.

6. *Top plate*

Top plate adalah bagian atas badan kompor yang biasanya terbuat dari material *stainless steel*.

2.2 Mesin *Stirling*

Mesin *stirling* ditemukan oleh *Robert Stirling* (1790-1878) pada tahun 1816.

Pada awalnya, mesin ini disebut sebagai mesin udara dan merupakan model mesin

pembakaran eksternal siklus tertutup. *Stirling* mematenkan penemuan ini pada 27 September 1816 dan paten tersebut berlaku efektif mulai 20 Januari 1817, ketika dia berusia 26 tahun. Prinsip kerja mesin ini secara teoretis dikembangkan oleh *George Cayley* dari Inggris sekitar 20 tahun sebelumnya. Istilah "*Stirling Engine*" pertama kali dipopulerkan oleh *Rolf Meijer* untuk menggambarkan semua jenis mesin gas regeneratif siklus tertutup (Siregar, Hasanah, and Agusdiandy 2022).

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. Listrik dapat dihasilkan ketika fluida panas yang masuk ke dalam mesin *stirling* menggerakkan komponen penggerak mesin *stirling* (displacer dan piston) yang tersambung ke sebuah generator. 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. Telah diketahui bahwa secara teori, Mesin *Stirling* merupakan teknologi yang memiliki efisiensi mendekati efisiensi Carnot dengan proses isothermal dan isokhorik (Roni Zakaria, Ilham Priadythama, 2013). Teknologi ini mengkonversi energi panas menjadi energi mekanik. Dari energi mekanik dapat dikonversi menjadi energi listrik jika dihubungkan pada dinamo generator listrik. Mesin *Stirling* adalah mesin pembakaran eksternal yang menggunakan udara atau gas sebagai fluida kerjanya dan bekerja berdasarkan prinsip peredaran termodinamika. Ada tiga jenis utama dari mesin *stirling* yaitu *alpha stirling*, *beta stirling*, dan *gamma stirling*. Mesin

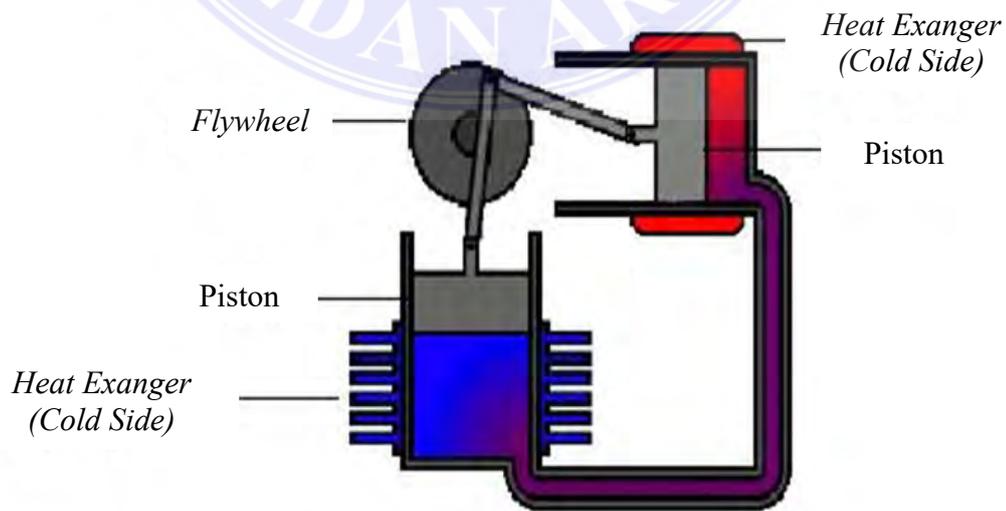
stirling biasa digunakan sebagai mesin pompa, mesin pembangkit listrik, dan mesin bertenaga surya (Purwandari, 2012).

2.3 Jenis- Jenis Mesin *Stirling*

Mesin *stirling* memiliki beberapa jenis, adapun jenis-jenis Mesin *stirling* sebagai berikut.

2.3.1. Mesin *Stirling* Tipe Alfa

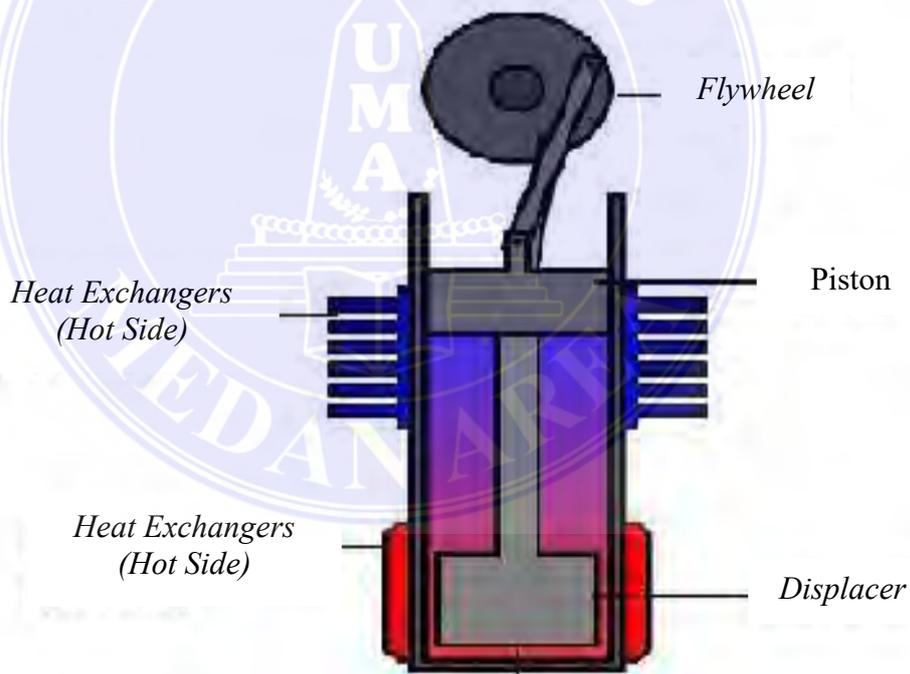
Mesin *Stirling* Alfa berisi tenaga dua piston dalam silinder yang terpisah, satu berpendingin dan satu lagi panas. Silinder panas berada di dalam penghantar panas suhu tinggi (silinder pembakaran) dan silinder dingin berada di dalam displacer suhu rendah. Mesin jenis ini mempunyai rasio *power-to-volume* tinggi, namun mempunyai kendala teknis karena pada saat temperatur piston tinggi biasanya panas meyebar 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, dan mesin *stirling* tipe alpha dapat terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Mesin *Stirling* tipe Alfa

2.3.2. Mesin *Stirling* Tipe Beta

Mesin *Stirling* beta memiliki piston bertenaga tunggal yang ditempatkan dalam silinder yang sama pada poros yang sama sebagai displacer piston. Silinder Piston displacer yang cukup terbuka hanya berfungsi untuk memindahkan gas panas dari silinder panas ke silinder dingin. Saat silinder dipanaskan gas mendorong dan memberikan piston kekuatan. Ketika piston didorong ke posisi dingin (titik bawah) silinder menerima momentum dari mesin, dan digerakkan oleh flywheel. Berbeda dengan tipe Alfa, tipe beta tidak menyebabkan isolator (pipa pemisah jika dalam bentuk Alfa) menjadi panas. Adapun mesin *stirling* tipe beta dapat terlihat pada Gambar 2.3.

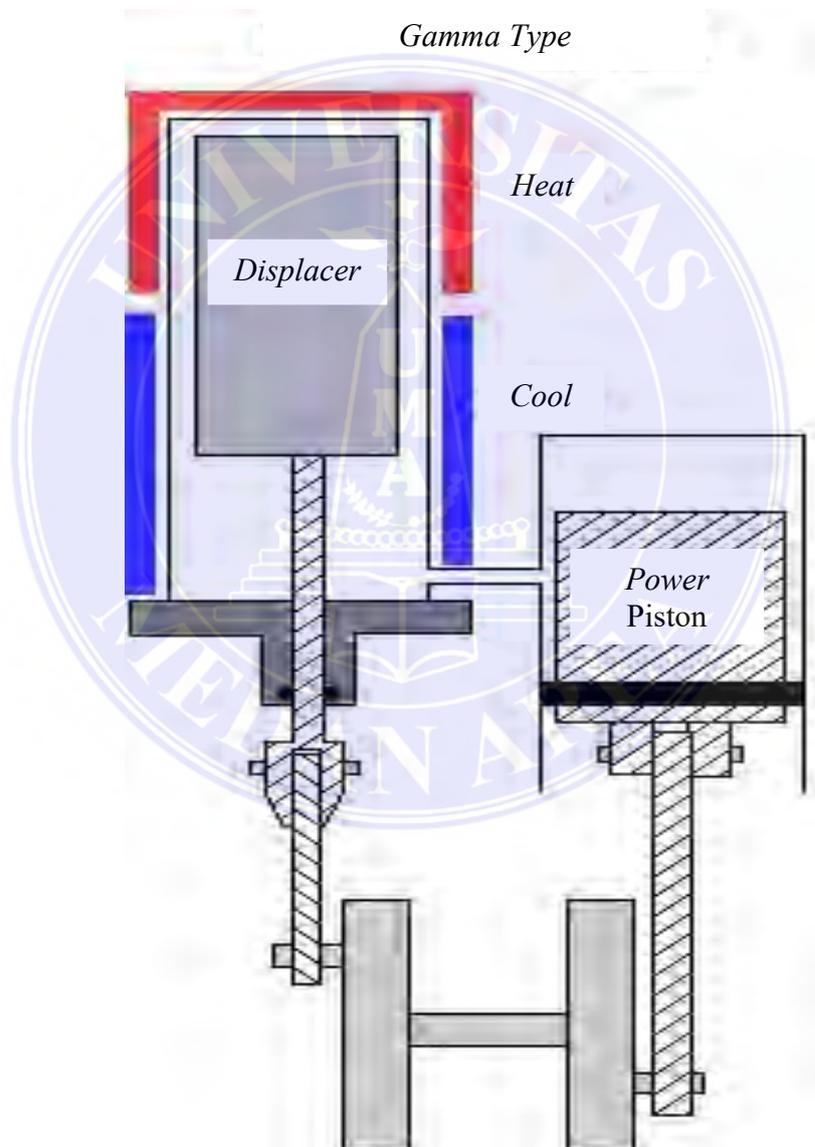


Gambar 2.3. Mesin *stirling* tipe Beta

2.3.3. Mesin *stirling* Tipe Gamma

Mesin *stirling* tipe gamma mirip dengan sebuah mesin *stirling* beta, pada mesin *stirling* ini mempunyai piston tenaga yang dipasang pada silinder yang

tersendiri di sebelah silinder piston displacer, namun tetap terhubung pada flywheel yang sama. Gas dalam kedua silinder tersebut dapat mengalir dengan leluasa karena mereka berada dalam satu ruang. Konfigurasi ini memberikan rasio kompresi yang lebih rendah, tetapi secara mekanis lebih sederhana dan sering digunakan pada mesin *stirling* multi-silinder. Adapun mesin *stirling* tipe gamma terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Mesin *stirling* tipe Gamma

2.4 Bagian- bagian *Stirling*

Mesin *stirling* memiliki bagian bagian komponen, adapun bagian-bagian Mesin *stirling* sebagai berikut (Lhokseumawe et al., 2020).

2.4.1. *Heat exchanger*

Heat exchanger digunakan untuk membantu dalam pertukaran udara dari satu medium ke medium lainnya. Di dalam 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. Gambar 2.5, menunjukkan gambar *Heat Exchanger*.



Gambar 2.5. *Heat Exchanger*

2.4.2. 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 gambar piston terlihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Piston

2.4.3. 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 terekspansi, 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. Gambar 2.7. menunjukkan gambar *displacer*.



Gambar 2.7. *Displacer*

2.4.4. *Flywheel*

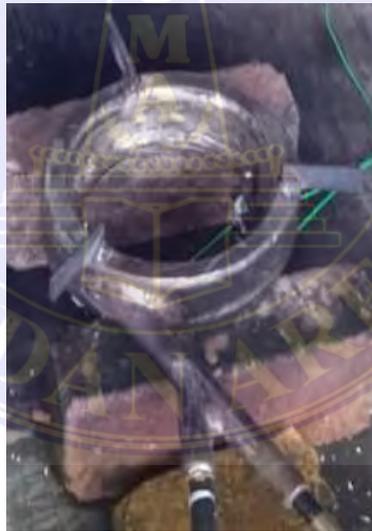
Roda gila (*Flywheel*) merupakan sebuah massa yang berputar, dan dipergunakan sebagai penyimpan tenaga dalam mesin. Energi yang disimpan di dalam roda gila berupa tenaga kinetik. Roda gila (*Flywheel*) adalah perangkat mekanik yang berputar untuk menyimpan energi rotasi. *Flywheel* mempunyai momen inersia 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* terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. *Flywheel*

2.4.5. Burner

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 diinginkan. *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). *Burner* merupakan tempat terjadinya suatu pembakaran dalam kompor. Dimana bahan bakar dan oksigen bertemu burner sangat berpengaruh dalam pembentukan nyala api di dalam konstruksi kompor. Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini ialah LPG. Adapun gambar *burner* terlihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. *Burner*

Secara teori Elpiji, dari pelafalan singkatan bahasa Inggris; *LPG (liquefied petroleum gas)*, harafiah: "gas minyak bumi yang dicairkan"), adalah campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair. Komponennya

didominasi propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). Elpiji juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C_2H_6) dan pentana (C_5H_{12}) (Dinaryanto, 2010). 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.

1. Dimensi Ukuran Burner

Sebelum dilakukan pengujian burner terlebih dahulu dilakukan perhitungan dimensi ukuran, yang dimana saya melakukan perbandingan dimensi antara burner kompor Sni dengan burner mesin stirling. Terdiri dari beberapa parameter diantaranya yaitu, diameter burner SNI dan burner mesin stirling, panjang burner dan diameter lubang burner, adapun dimensi ukuran burner SNI terlihat pada tabel 2.1. dan dimensi ukuran mesin stirling mCHPSE-01-012021 terlihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.1. Spesifikasi Burner SNI

Bahan	Stainless Steel dan Kuningan
Panjang burner sni	210 mm
Diameter lubang luar	70 mm
Diameter lubang dalam	35 mm

Tabel 2.2. Spesifikasi Burner Mesin Stirling mCHPSE-012021

Parameter	Jenis/Dimensi
Bahan	<i>Stainless Steel</i> 304
Panjang burner	283 mm
Diameter dalam	110 mm
Diameter luar	170 mm

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. Berdasarkan dari jenis bahan bakar yang digunakan, *burner* diklasifikasikan menjadi tiga yaitu (Nasution et al., 2022):

- a). *Burner* untuk bahan- bakar cair
- b). *Burner* untuk bakar bakar gas
- c). *Burner* untuk bahan bakar padat

Pengujian konsumsi bahan bakar, data yang diperoleh dari pengujian konsumsi bahan bakar digunakan untuk menentukan besarnya efisiensi kompor. Pengujian efisiensi dilakukan dengan cara mengkomparasikan dengan menggunakan *LPG*. Untuk menghitung massa bahan bakar ditentukan dengan persamaan 2.1, dan konsumsi bahan bakar dapat ditentukan dengan persamaan 2.2.

$$m_f = m_1 - m_2 \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

m_f = massa pemakaian bahan bakar (kg)

m_1 = massa bahan bakar sebelum digunakan (kg)

m_2 = massa bahan bakar sesudah digunakan (kg)

$$FC = \frac{m_f}{t} \dots\dots\dots(2.2)$$

FC = *Fuel Consumption* (kg/h)

m_f = massa pemakaian bahan bakar (kg)

t = waktu konsumsi bahan bakar (h)

Sedangkan kemampuan burner dalam mentransfer panas pada saat pembakaran. Secara matematis daya burner dapat ditentukan dengan persamaan 2.3.

$$I = \frac{m_f \times E}{\Delta t} \dots\dots\dots(2.3)$$

I = *Daya burner* (kW)

E = *Low heating value* (kJ/kg.K)

FC = *Fuel Consumption* (kg/h)

Sedangkan efisiensi *burner* adalah perbandingan antara panas berguna dengan panas dari bahan bakar yang dipergunakan saat pemakaian dan secara matematis efisiensi *burner* dapat ditentukan dengan persamaan 2.3.

$$\eta_{burner} = \frac{\{(M_w \cdot C_{pw}) + (M_b \cdot C_{pb})\} \times (T_{max} - T_{min}) + (M_u \cdot H)}{m_f \times E} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

η_{burner} = Efisiensi *burner* (%)

M_w = massa air (kg)

C_{pw} = Panas spesifik air (kJ/kg.K)

C_{pb} = Panas spesifik bejana (kJ/kg.K)

T_{max} = Temperatur akhir (°C)

T_{min} = Temperatur awal (°C)

M_u = massa uap (kg)

H = panas laten penguapan air (kJ/kg)

Pengujian distribusi temperatur api dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran contour distribusi temperatur isothermal api. Melalui visualisasi contour distribusi temperatur isothermal tersebut akan diperoleh kesimpulan yang lebih kuat tentang pengaruh penggunaan alat ini terhadap peningkatan efisiensi burner (Sudarno; Fadelan, 2016), dan contoh nilai efisiensi termal burner terlihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Efisiensi termal burner pada laju aliran gas

No	Jenis Burner	Efisiensi termal (%)	Kenaikan (%)
1	Burner lubang bulat	65,96	23,15
2	Burner Kotak+bulat	69,61	26,81
3	Burner Kotak	64,85	22,05
4	Burner 1 Lubang	67,92	25,12
5	Burner 3 Lubang	67,92	25,12
6	Burner 5 Lubang	62,32	19,52
7	Burner Bintang	56,97	14,17
8	Burner Tirus	63,50	20,70
9	Konvensional	42,80	-

2.5 Jenis- jenis Nyala Api

Api merupakan fenomena oksidasi yang sangat penting dalam kehidupan manusia, terutama dalam proses pembakaran yang menghasilkan energi panas dan cahaya. Warna nyala api dapat memberikan petunjuk tentang suhu dan efisiensi pembakarannya. Dengan memahami tingkatan suhu api berdasarkan warna nyala api, kita dapat mengidentifikasi kondisi pembakaran yang sedang berlangsung.

2.5.1. Api Biru

Api biru sering kita lihat pada kompor gas yang menggunakan bahan bakar gas LPG. Warna biru pada nyala api menandakan bahwa pembakarannya cukup efisien dan sempurna, karena gas tersebut telah terbakar secara penuh dan tidak

ada yang tersisa. Api biru memiliki suhu sekitar 1500 derajat celcius membuatnya cocok untuk keperluan memasak di dapur.

Dengan pembakaran yang sempurna api biru menghasilkan panas yang cukup untuk memasak makanan dengan cepat dan efisien. Meskipun masih dibawah tingkat suhu api putih, api biru tetap merupakan pilihan yang baik untuk kegiatan memasak sehari-hari karena efisiensinya yang tinggi. Adapun gambar 2.10, menunjukkan nyala api berwarna biru.



Gambar 2.10. Api Biru

2.5.2. Api Merah

Api merah tentu memiliki suhu yang relatif rendah biasanya dibawah 1000 derajat celcius. Warna merah pada nyala api menunjukkan bahwa pembakarannya tidak sepenuhnya efisien dan sisa-sisa yang tidak terbakar secara sempurna. Api merah biasanya terlihat di bagian paling luar dari nyala api dimana kondisi pembakarannya kurang ideal.

Meskipun suhunya lebih rendah dibandingkan dengan nyala api yang lebih terang seperti api biru atau api putih, api merah bisa memberikan panas yang cukup untuk beberapa keperluan, meskipun tidak seefisien api-api dengan warna

yang lebih terang. Api merah sering kali kita jumpai pada pembakaran yang tidak sempurna, misalnya pada kayu bakar yang masih mengandung kadar air atau pada api lilin. Adapun gambar 2.11, menunjukkan nyala api berwarna merah.



Gambar 2.11. Api Merah

2.5.3. Api Jingga

Api jingga berwarna memang sering kita jumpai pada pembakaran kayu atau arang, warna jingga ini biasanya disebabkan oleh partikel-partikel kecil yang terbakar dan menghasilkan panas seperti karbon dan debu. Suhu api jingga relatif lebih rendah dibandingkan dengan api berwarna kuning atau biru. Suhnya berkisar antara 1000 hingga 1200 derajat celsius tergantung pada bahan bakar dan kondisi pembakarannya. Api jingga memang menjadi salah satu warna api yang paling umum ditemui dalam kegiatan sehari-hari. Adapun gambar 2.12, menunjukkan nyala api berwarna jingga.



Gambar 2.12. Api Jingga

2.5.4. Api Kuning

Api kuning memiliki suhu yang lebih tinggi daripada api jingga berkisar antara 1200 hingga 1500 derajat celcius. Meskipun suhunya masih sangat panas api kuning memang memiliki tingkat efisiensi pembakaran yang lebih rendah dibandingkan dengan api biru. Api kuning dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar cair seperti minyak tanah atau bahan bakar lain yang mengandung karbon. Warna kuning pada nyala api ini disebabkan oleh adanya partikel-partikel kecil yang terbakar dalam proses pembakaran. Api kuning sering kali terlihat di bagian tengah nyala api dan memang sering kita jumpai dalam kegiatan sehari-hari seperti pada lampu minyak tanah (lampu semprong). Adapun gambar 2.13, menunjukkan nyala api warna kuning.



Gambar 2.13. Api Kuning

2.5.5. Api Putih

Api putih adalah yang paling panas yang dapat kita temui secara alami berada di dalam inti matahari, matahari menghasilkan energi melalui reaksi fusi nuklir yang terjadi di dalam intinya. Suhu di inti matahari mencapai jutaan derajat celcius jauh melampaui suhu api yang dapat dicapai di bumi. Di industri api putih seringkali diciptakan menggunakan peralatan khusus yang mampu mencapai suhu yang sangat tinggi melebihi 2000 derajat celcius, api putih biasanya digunakan dalam proses produksi yang memerlukan suhu tinggi seperti dalam industri pembuatan logam contohnya besi dan baja atau dalam proses pengelasan logam. Adapun gambar 2.14, menunjukkan nyala api warna putih.



Gambar 2.14. Api Putih

2.6 Analisa Termodinamika Mesin *Stirling*

Termodinamika dengan hukum-hukumnya dan beberapa konsep yang berkaitan dengannya seperti isothermal, isokhorik, adiabatik ataupun yang lainnya terkadang dianggap sebagai suatu hal yang sulit dimengerti oleh manusia awam. Berkaitan dengan prinsip termodinamika ada sebuah alat yang berhubungan dengan hal itu salah satunya mesin *stirling*. Mesin *stirling* adalah mesin pembakaran eksternal yang menggunakan udara atau gas sebagai fluida kerjanya, bekerja berdasarkan prinsip termodinamika. Pada mesin ini dilengkapi dengan *regenerator* untuk menyimpan energi panas. Akibat panas ini menyebabkan volume gas bertambah dan karena volume gas bertambah maka terjadi pula perubahan tekanan gas yang besar juga yang digunakan untuk menggerakkan piston mesin *stirling*.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1. Waktu

Penelitian dilakukan selama 4 bulan dengan jadwal kegiatan penelitian dilihat pada table 3.1, dan kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Workshop Teknik Mesin Universitas Medan Area dan Workshop CV. Ira Publishing.

Tabel 3.1. Jadwal kegiatan penelitian

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

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Gas LPG 3 Kg

Gas LPG 3 kg berfungsi sebagai bahan bakar pemanas *burner* kompor dalam pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Tabung Gas LPG 3 Kg

2. Air

Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi. Rumus kimianya adalah H_2O , yang setiap molekulnya mengandung satu oksigen dan dua atom hidrogen yang dihubungkan oleh ikatan kovalen. Selain itu air juga digunakan untuk berbagai keperluan antara lain untuk keperluan perindustrian, untuk pertanian, untuk kebutuhan rumah tangga.



Gambar 3.2. Air

3.2.2. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Kompor Masak SNI

Kompor (dari bahasa Belanda: *komfoor*) adalah perapian untuk memasak yang menggunakan minyak tanah, gas, atau listrik sebagai bahan bakar. Kompor gas pada umumnya, prinsipnya sama seperti semprotan kaleng parfum/cat semprot. Setiap tabung gas bertekanan, maka aliran gas LPG bergerak ketika katup dibuka. Aliran gas LPG masuk ke saluran dan keluar dari spuyer menuju rongga tungku. Gas ini kemudian kita bakar menggunakan pematik atau korek api. Adapun spesifikasi kompor masak pada pengujian ini dapat dilihat pada tabel 3.2 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2. Spesifikasi Kompor Masak SNI

Jenis Api	<i>Sun Burner</i>
Ukuran	600 (P) x 365 (L) x 140 (T)
Bahan / Material	<i>Ceflon</i>
Deskripsi Tambahan	Waktu pemanasan normal, CO sisa pembakaran rendah, Posisi api 2.
Konsumsi Gas	1.9 – 1.9 kW (0.18 - 0.18kg/h)

2. *Burner* Kompor SNI

Burner merupakan suatu alat yang penting di dalam kompor karena fungsi dari *burner* adalah tempat dimana pasokan bahan bakar dan udara di satukan, sehingga dapat menghasilkan kualitas api yang di inginkan. *Burner* merupakan tempat terjadinya suatu pembakaran dalam kompor. Dimana bahan bakar dan oksigen bertemu *burner* sangat berpengaruh dalam pembentukan nyala api di dalam konstruksi kompor.



Gambar 3.3. Burner

3. Timbangan Digital

Timbangan Digital berfungsi untuk menilai konsumsi massa awal dan massa akhir pada tabung gas 3 kg, dengan daya tampung sebesar 1 kg sampai 5 Kg dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Timbangan Digital

4. *Rotameter Flow Meter Udara Control*

Flow meter berfungsi mengukur aliran udara, dengan daya tekanan 2 L/mn hingga 20 L/min, dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. *Flow Meter Udara Control*

5. Regulator dan Selang SNI

Regulator adalah tutup tabung gas pada kompor yang berfungsi untuk mengatur kestabilan tekanan yang keluar dari tabung gas ke kompor, adapun Selang gas yang berfungsi untuk menyalurkan gas dari tabung ke tungku dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Regulator dan Selang SNI

6. *Stopwatch*

Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran durasi waktu yang diperlukan pada saat pengujian dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. *Stopwatch*

7. *Thermometer Controller UT320D*

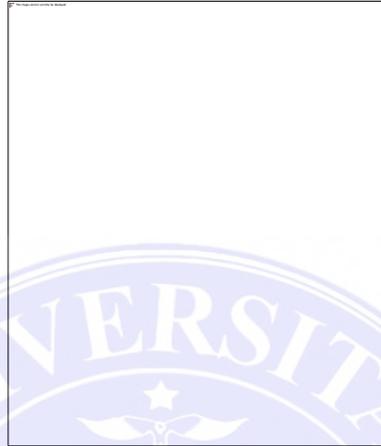
Thermometer controller UT320D adalah suatu alat yang digunakan untuk menunjukkan atau membaca temperature yang diukur oleh sensor *thermocouple* pada dinding silinder panas dan silinder dingin *heater*, dengan daya pengukuran suhu -50°C hingga 1300°C , dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. *Thermometer Controller UT320D*

8. *Thermowell NPT Stainless*

Thermowell NPT stainless ialah salah satu alat yang digunakan dalam pengukuran suhu dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. *Thermowell NPT stainless*

9. *Kabel Thermocouple Sensor*

Kabel *thermocouple* sensor berfungsi untuk mendeteksi atau mengukur suhu temperatur dengan melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang kemudian digabung pada bagian ujungnya sehingga menghasilkan efek *thermo electric* dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. *Kabel Thermocouple Sensor*

3.3 Metode Penelitian

Kompor yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini ialah kompor gas dua tungku. Pengukuran dilakukan dengan memvariasikan dua faktor pengujian, yaitu tekanan input gas dan lama waktu (durasi) pengujian sedangkan variasi lama waktu pengujian ialah 60 menit. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan di dalam ruangan terbuka, dengan mengamati perubahan temperatur pada suhu api. Eksperimen pengukuran asupan panas pada kompor gas dua tungku menjadi acuan dasar pada perancangan *burner* mesin *stirling* untuk mengetahui nilai temperatur nyala api.

1. Mempersiapkan gas LPG 3 kg sebagai bahan bakar yang akan digunakan untuk menghidupkan sumber nyala api pada *burner* kompor gas SNI dua tungku. Kemudian menghubungkan regulator dan selang SNI untuk input aliran bahan bakar gas.
2. Memasang semua alat ukur, seperti *thermocouple* dan *thermowell* (T1) diletakkan di dalam air (Th). *Thermocouple* dan *thermowell* diletakkan pada temperatur nyala api (T2).
3. Knob merupakan komponen pada kompor masak yang berfungsi untuk mengatur setelan minimum dan maksimum dari api pembakaran serta berfungsi juga pemantik api pada saat menghidupkan kompor.
4. Pengujian dan pengambilan data yang dilakukan dalam waktu 60 menit dengan pencatatan waktu setiap 1 menit sekali. Sehingga di dapatkan nilai yang dihasilkan.

5. Pengambilan data pengujian temperatur air (T_1), temperatur sumber api (T_2), dilakukan secara bersamaan. Pembacaan mulai dilakukan dari sumber panas dihidupkan.
6. Melakukan pencatatan beberapa parameter, yaitu suhu panas, suhu dingin, temperatur api dan rpm.

3.4 Prosedur Kerja

Adapun prosedur kerja dalam penelitian ini ialah skema pengujian burner mesin stirling dan diagram alir proses penelitian ini.

3.4.1. Skema Pengujian Burner

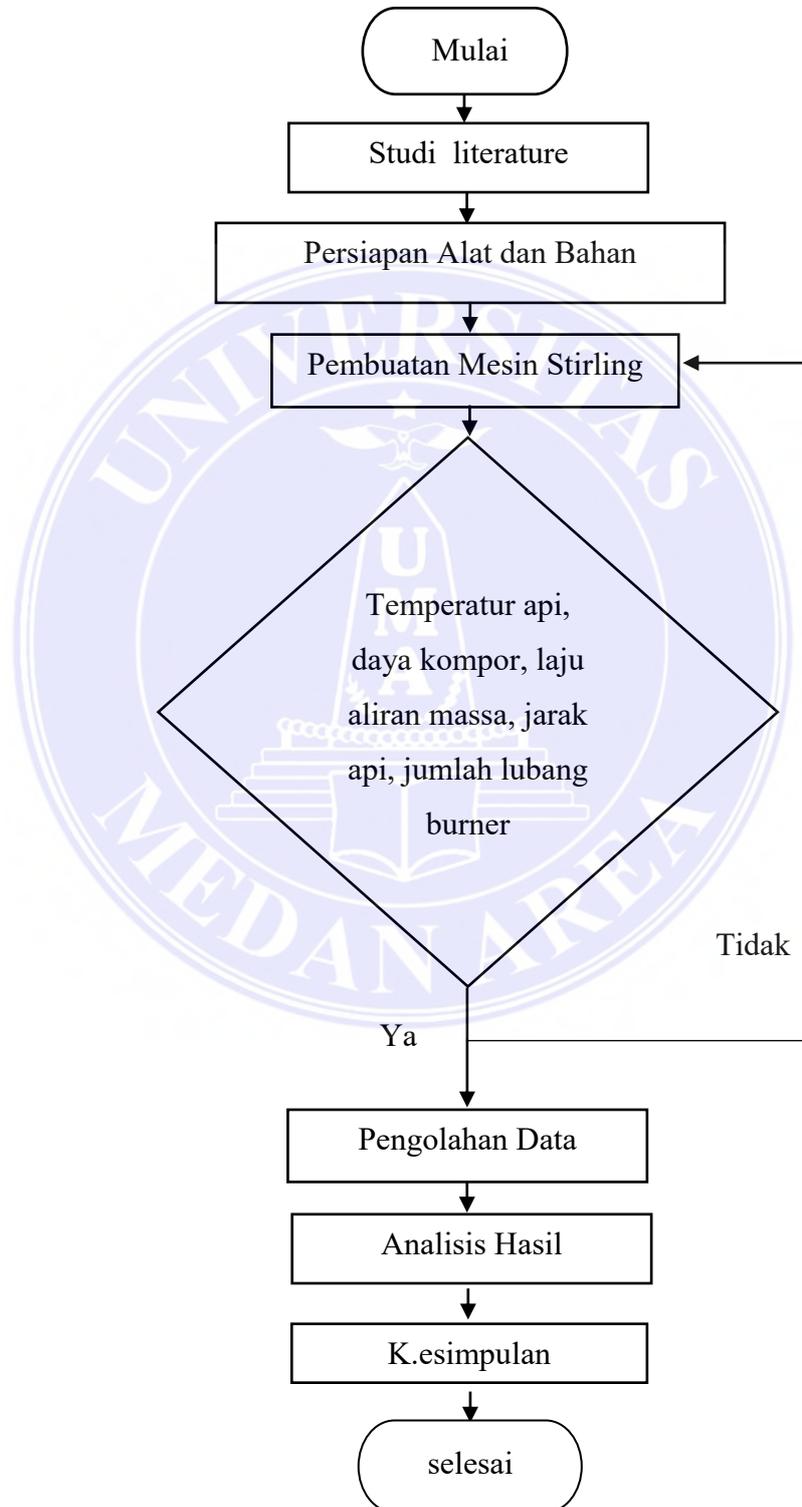
Gambar 3.8, merupakan skema pengujian burner mesin stirling



Gambar 3.11. Skema Pengujian

3.4.2. Diagram Alir Penelitian

Untuk gambar diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Diagram alir penelitian



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka disimpulkan sebagai berikut.

1. Nilai nyala api burner pada pengujian pertama sebesar 589,2 °C dan pada pengujian kedua sebesar 769,3 °C.
2. Nilai konsumsi bahan bakar yang dihabiskan pada pengujian pertama sebesar 0,391 kg dan pada pengujian kedua sebesar 0,545 kg.
3. Nilai daya *burner* pada pengujian pertama sebesar 1,754 kW dan pada pengujian kedua sebesar 2,225 kW.
4. Nilai efisiensi *thermal burner* pada pengujian pertama sebesar 50,07 % dan pada pengujian kedua sebesar 52,85%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan dalam penelitian ini, kepada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan hal sebagai berikut:

1. Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan menggunakan kompor SNI merek lainnya.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mencoba menggunakan kompor SNI 1 tungku.

DAFTAR PUSTAKA

- Apandi, P. U. (2019). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Stirling Engine Generator Magnet Permanen*. 2017, 1–22.
- 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), 6–14.
- Dinaryanto, O. (2010). Pengaruh jenis burner terhadap konsumsi bahan bakar lpg. *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 2(1), 77–84.
- Insan, M. N. A. B. (2020). Perancangan Prototype Mesin Stirling Sederhana Sebagai Alternatif Pembangkit Tenaga Listrik Berbahan Bakar Gas Alam. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Jeklin, A. (2016). *Jurnal motor dc-new-step-1toyota*. July, 1–23.
- Jufrizal, Napitupulu, F. H., Ilmi, & Ambarita, H. (2020). Manufacturing and testing prototype of a gamma type Stirling engine for micro-CHP application. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 725(1).
- Kristiani, I., Kristiyanto, W. H., & Rondonuwu, F. S. (2020). Model Mesin Stirling 3D Printing sebagai Media Belajar Fisika Materi Termodinamika. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 3(1), 24–31.
- Lhokseumawe, P. N., Pengantar, K., Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetio, A. B., & Andespa, R. (2020). Tugas Akhir Tugas Akhir. In *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201* (Vol. 2, Issue 1).
- Nasution, A. Y., Hiro, F., Tarigan, L., Mesin, D. T., Teknik, F., Utara, U. S., Biomassa, L., & Biomassa, K. (2022). *Jurnal Dinamis Tempurung Kelapa Menggunakan Ansys*. 10(1), 22–29.
- Nursuhud, A. P. dan D. (2013). *Mesin Konversi Energi*. 5–37.
- Purwandari, R. (2012). *Mesin Stirling*. 1.
- Putro, B. (2020). Analisis Karakteristik Pembangkit Listrik Hot Air Stirling Engine dengan Bahan Bakar Metanol. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Rahmalina, D., Lesmana, I. G. E., Suwandi, A., & Rahman, R. A. (2021). Pengembangan Stirling Engine Tipe Piston Bebas Untuk Aplikasi Concentrated Solar Power (Csp). *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 13(1), 101–108.
- Rahmat. (2019). Pengembangan Mesin Stirling Tipe Gamma Sebagai Tenaga Penggerak Kipas Angin. *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 9(1), 28–36. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v9i1.887>
- 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), 51–56.
- Setiawan, A., Tua, D. P., & Husin, M. K. E. (2019). Pengaruh konsumsi bahan bakar fosil terhadap produk domestik bruto Indonesia dan hubungan timbal balik di antara keduanya. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 15(3),

213–223. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol15.no3.2019.931>

Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 154–162.

Sudarno; Fadelan. (2016). The Improvement of The Efficiency of LPG Stoves Using Flames Elements. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 19(2), 397–408.

