

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN KOMPOR BIOMASSA
SEBAGAI KOMPOR RAMAH LINGKUNGAN



NAMA : NANDA EKA PUTRA

NIM : 2026201021

*"Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Akademik Untuk Menyelesaikan
program Strata (S-1) Pada program studi Teknik Industri"*

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI
RIAU
2022

HALAMAN LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir yang Berjudul:

**RANCANG BANGUN KOMPOR BIOMASSA SEBAGAI KOMPOR
RAMAH LINGKUNGAN**

Disusun Oleh:

Nama : Nanda Eka Putra
NIM : 2026201021
Program Studi : S1 Teknik Industri

Bangkinang, 19 April 2022

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



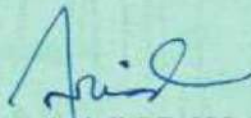
Aris Fiatno, S.T., M.T.
NIP TT. 096 542 169

Pembimbing II



Novi Yona Sidratul Munti, M.Kom.
NIP TT. 096 542 170

**Fakultas Teknik
Dekan,**




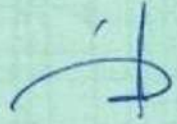
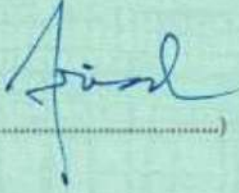
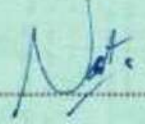
Emon Arziadi, S.T., M.Sc.E.
NIP TT. 096 542 190

**Program Studi S1 Teknik Industri
Ketua Prodi,**



Aris Fiatno, S.T., M.T.
NIP TT. 096 542 169

LEMBARAN PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI
TUGAS AKHIR SI TEKNIK INDUSTRI

- | No. | Nama | Tanda Tangan |
|-----|---|---|
| 1. | <u>Aris Fiatno, S.T., M.T.</u>
Ketua | 
(.....) |
| 2. | <u>Novi Yona Sidratul Munti, S. Kom., M.Kom</u>
Sekretaris | 
(.....) |
| 3. | <u>Emon Azriadi, S.T., M.Sc.E.</u>
Penguji I | 
(.....) |
| 4. | <u>Hananatur Adeswastoto, M.T.</u>
Penguji II | 
(.....) |

Mahasiswa

Nama : NANDA EKA PUTRA

NIM : 2026 2010 21

Tanggal Ujian : 28 Juli 2022

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir saya dengan judul “Rancang Bangun Kompor Biomassa sebagai Kompor Ramah Lingkungan” adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai maupun di Perguruan tinggi lainnya.
2. Tugas Akhir ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan dari pembimbing.
3. Di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah saya dengan disebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang saya peroleh karena Tugas Akhir ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Bangkinang, Juli 2022
Saya yang menyatakan,

Nanda Eka Putra
NIM. 2026201021

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI**

**Karya Tulis Ilmiah, Juli 2022
NANDA EKA PUTRA**

RANCANG BANGUN KOMPOR BIOMASSA SEBAGAI KOMPOR RAMAH LINGKUNGAN

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun kompor biomassa yang ramah lingkungan serta membuat kompor biomassa yang ramah lingkungan. Untuk menghitung waktu memasak menggunakan kompor biomassa dan untuk membandingkan waktu yang diperlukan pada kompor biomassa dengan kompor gas. Manfaat bagi peneliti yaitu dapat membuat kompor yang mampu berdaya saing dengan kompor bahan bakar gas atau listrik sehingga menjadi alternatif bagi masyarakat serta Menjadikan kompor biomassa salah satu produk UMKM di daerah. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian metode penelitian kualitatif dengan teknik wawancara (interview). Informan atau responden dalam penelitian kali ini yaitu ibu-ibu rumah tangga. Ibu-ibu dipilih karena dinilai lebih berpengalaman dalam hal memasak menggunakan kompor. Dari penelitian yang dilakukan terdapat kesimpulan bahwa hasil rancang bangun kompor biomassa sebagai kompor ramah lingkungan, Kompor biomassa ini mampu mengurangi jejak karbon karna menghasilkan emisi karbon lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Mengurangi Jumlah Metana di Atmosfer karna dengan menggunakan biomassa, jumlah metana di atmosfer dapat dikurangi. Kompor biomassa bersifat kompor yang mampu menjadikan bahan bakar bersifat daur ulang. Hal ini merupakan sebuah keuntungan besar karena ini berarti tidak ada keluaran industri yang sia-sia. Semua produk limbah dari industri dapat digunakan untuk menghasilkan energi biomassa.

Kata Kunci : Perancangan, Kompor Biomassa, Ramah Lingkungan

***INDUSTRIAL ENGINEERING S1 STUDY PROGRAM
FACULTY OF ENGINEERING
PAHLAWAN UNIVERSITY TUANKU TAMBUSAI***

***Scientific Writing, July 2022
NANDA EKA PUTRA***

DESIGN AND BUILD A BIOMASS STOVE AS AN ENVIROMENTALLY FRIENDLY STOVE

This study aims to design an environmentally friendly biomass stove and make an environmentally friendly biomass stove. To calculate the cooking time using a biomass stove and to compare the time required on a biomass stove with a gas stove. The benefits for researchers are that they can make stoves that are competitive with gas or electric fuel stoves so that they become an alternative for the community and make biomass stoves one of the MSME products in the region. The type of research used in this study uses a qualitative research method with interview techniques. Informants or respondents in this study are housewives. The mothers were chosen because they were considered more experienced in cooking using the stove. From the research conducted, it is concluded that the results of the design of the biomass stove as an environmentally friendly stove, this biomass stove is able to reduce the carbon footprint because it produces fewer carbon emissions compared to fossil fuels. Reducing the amount of methane in the atmosphere because by using biomass, the amount of methane in the atmosphere can be reduced. Biomass stoves are stoves that are capable of making recycled fuel. This is a huge advantage as it means that no industrial output is wasted. All waste products from industry can be used to produce biomass energy.

Keywords : Design, Biomass Stove, Enviromentally Friendly

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya peneliti dapat memperoleh kemampuan dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Kompor Biomassa Sebagai Kompor Ramah Lingkungan”**.

Penelitian ini diajukan guna memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program S1 Teknik Industri Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. Dalam penyelesaian skripsi ini, peneliti banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. H. Amir Luthfi selaku Rektor Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.
2. Bapak Emon Azriadi, S.T., M.Sc.E. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai sekaligus Penguji I yang telah memberikan kritik dan saran terkait Tugas Akhir ini.
3. Bapak Aris Fiatno, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Industri Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai sekaligus Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran, bimbingan serta arahan petunjuk dan bersusah payah membantu dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Novi Yona Sidratul Munti, S. Kom., M.Kom. Selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, bimbingan, serta arahan petunjuk.

5. Bapak Hanantatur Adeswastoto, M.T selaku Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran terkait Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Dosen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.
7. Kedua Orang Tua Penulis, terima kasih atas do'a, semangat serta dukungan moril dan materil yang telah diberikan.
8. Saudara Penulis, terima kasih atas support dan do'a yang telah diberikan.
9. Rekan – rekan seperjuangan di Prodi S1 Teknik Industri Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, terima kasih atas support dan do'a yang telah diberikan.

Peneliti menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik dari segi penampilan dan penulisan. Oleh karena itu, peneliti senantiasa mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Bangkinang, Juli 2022
Peneliti,

Nanda Eka Putra

DAFTAR ISI

HALAMAN LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I: PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Penelitian	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II: TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Sistem Perancangan.....	4
B. Kompor Biomassa	7
C. Kalor.....	15
1. Perpindahan Kalor	16
2. Persamaan Kalor.....	19
BAB III: METODE PENELITIAN.....	21
A. Desain Penelitian.....	21
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	23
C. Desain Produk	23
D. Metode pengumpulan data perancangan	25
E. Alat dan Bahan	26
F. Teknik Analisis Data	29
BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN	31
A. Hasil Produk	31
B. Proses pembuatan kompor biomassa.....	33
1. Proses pembuatan rangka kompor biomassa	33
2. Proses pembuatan tabung bagian dalam	34
3. Proses pembuatan dinding dan alas rangka	35
4. Proses pembuatan alas tungku.....	36

5. Proses finishing	37
C. Proses pengujian Kompor Biomassa.....	38
D. Analisis Hasil Uji Kompor Biomassa	42
1. Suhu Nyala Api	42
2. Lama waktu Api Menyala	42
3. Suhu Didih Air	43
4. Waktu Didih Air.....	43
E. Hasil Pengukuran Nilai Kalor	43
BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
A. Kesimpulan.....	45
B. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil uji pintu udara pada kompor biomassa	35
Tabel 4.2 Data pengukuran nilai kalor	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipikal Dapur yang ada di Pedesaan Indonesia.....	112
Gambar 3.1 Dimensi rancang bangun tampak depan.....	123
Gambar 3.2 Dimensi rancang bangun tampak belakang.....	124
Gambar 3.3 Dimensi rancang bangun tampak kanan.....	124
Gambar 3.4 Dimensi rancang bangun tampak kiri.....	125
Gambar 4.1 Kerangka bagian dalam.....	30
Gambar 4.2 Pemasangan dinding bagian luar kompor	30
Gambar 4.3 Kompor sebelum di cat	31
Gambar 4.4 Hasil Kompor	31
Gambar 4.5 Proses pengkuran besi plat dan pemotongan besi plat	33
Gambar 4.6 Pelubangan tabung dan pemasangan tabung ke dalam rangka.....	33
Gambar 4.7 Pelubangan tabung bagian dalam dinding rangka	34
Gambar 4.8 Pemasangan rivet dan pengelasan bagian bawah kompor.....	34
Gambar 4.9 Pembulatan besi angker dan pengelasan alas tungku.....	35
Gambar 4.10 Proses pengecatan kompor	36
Gambar 4.11 Pengujian 1kg kayu karet dengan api kompor biomassa	36
Gambar 4.12 Pengujian 1kg kayu karet dengan 5 liter air	37

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Ketersediaan sumber energi yang semakin sedikit mendorong kenaikan harga bahan bakar minyak yang pada akhirnya menambah beban masyarakat terutama kelompok ekonomi lemah. Guna mengatasi masalah harga minyak dan gas yang semakin mahal serta cadangannya yang terbatas maka diperlukan usaha yang terprogram dan terarah untuk mencari energi alternatif yang berasal dari biomassa. Energi biomassa merupakan salah satu energi alternatif yang terus dikembangkan penggunaannya karena dapat mensubsitusi energi dari fosil seperti minyak bumi, gas, dan lain-lain. Energi biomassa sebagai energi alternatif bersumber dari biomassa yang tersedia banyak di seluruh pelosok tanah air Indonesia. Hal yang terpenting dari biomassa ini ialah bahan bakarnya dapat dibaharui atau dalam istilah populernya yaitu terbarukan (*renewable*) (Wakur et al, 2015).

Seiring perkembangan zaman, masyarakat Indonesia menciptakan teknologi yang bisa digunakan di berbagai tempat dengan keterbatasan fasilitas seperti listrik atau pun akses jalan yang tidak memadai sehingga teknologi tepat guna (TTG) sangatlah dibutuhkan terutama di desa yang terpencil (Wibowo & Arief, 2020). Biomassa merupakan bahan organik yang dihasilkan melalui fotosintesis baik berupa produk atau sisa produk. Contohnya tanaman, pepohonan, limbah pertanian, kotoran ternak. Selain digunakan untuk bahan primer serat, bahan pangan, pakan ternak

minyak nabati dan bahan bangunan dan sebagainya. Energi biomassa dapat menjadi energi alternatif pengganti bahan bakar fosil karena beberapa sifatnya yang menguntungkan yaitu dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbaharui, relatif tidak mengandung unsur sulfur, karbon monoksida sehingga tidak berbahaya bagi kesehatan. Biomassa yang digunakan umumnya sebagai bahan bakar primer menggunakan tungku - tungku tradisional untuk keperluan memasak pada sektor rumah tangga. Penggunaan tungku tradisional menghasilkan pembakaran yang kurang sempurna dan tingkat efisiensi yang rendah. Sehingga menambah polusi lingkungan akibat asap yang berlebihan yang pada akhirnya menimbulkan efek samping yang berbahaya bagi kesehatan. (Idji et al, 2020).

Menurut (Raman et al., 2013), Pengembangan kompor dengan *blower* tunggal yang memiliki kadar emisi rendah, kemampuan stabil, yang dapat dikontrol menggunakan bahan bakar dalam bentuk pelet dengan basis suplai udara menggunakan *fan* sebagai udara primer pembakaran beserta *secondary air* untuk pembakaran stoikiometri (Permadi et al., 2020). Metode pengembangan eksperimen dilakukan menggunakan berbagai tipe bahan bakar, ukuran ruang bakar dan desain ruang suplai udara pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain yang memiliki efisiensi tinggi serta kadar emisi rendah sangat dipengaruhi oleh perbandingan udara dan bahan bakar yang benar (Raman et al., 2013).

B. Rumusan Masalah

Uraian singkat dalam latar belakang masalah diatas memberi dasar bagi peneliti untuk merumuskan pertanyaan-pertanyaan penelitian berikut:

1. Bagaimana merancang kompor biomassa yang ramah lingkungan?
2. Bagaimana proses pembuatan kompor biomassa ramah lingkungan?
3. Berapakah waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air pada kompor biomassa?
4. Bagaimana perbandingan waktu yang diperlukan untuk memasak antara kompor biomassa dan kompor gas

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang kompor biomassa yang ramah lingkungan.
2. Membuat kompor biomassa yang ramah lingkungan.
3. Untuk menghitung waktu memasak menggunakan kompor biomassa.
4. Untuk membandingkan waktu yang diperlukan pada kompor biomassa dengan kompor gas.

D. Batasan Masalah

Peneliti membatasi pengujian kompor biomassa dengan bahan bakar kayu bakar yang dicincang menjadi bagian yang kecil, tidak menguji biomassa berbahan bakar pelet.

E. Manfaat Penelitian

1. Membuat kompor yang mampu berdaya saing dengan kompor bahan bakar gas atau listrik sehingga menjadi alternatif bagi masyarakat.
2. Menjadikan kompor biomassa salah satu produk UMKM di daerah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Perancangan

Beberapa hasil penelitian berkaitan dengan kompor biomassa telah banyak dilakukan. Penelitian tersebut antara lain penelitian kompor masak biomassa menggunakan bahan bakar sekam padi, penggunaan kompor masak biomassa, parameter-parameter aliran udara natural dan aliran udara paksa primer pada kompor masak biomassa. Sebuah ulasan mengenai aspek keteknikan pada kompor masak biomassa juga dipaparkan di bagian ini (Sutar, 2015), memberikan ulasan mengenai aspek keteknikan pada kompor masak biomassa. Meningkatkan teknologi di bidang termal serta emisi kinerja kompor biomassa telah menarik bagi para peneliti sejak waktu yang lama. Meskipun telah ada literatur yang luas mengenai subjek, beberapa masalah teknis yang masih belum terpecahkan dengan berbagai data dan opini yang disajikan. Artikel ini bertujuan untuk menyatukan literatur yang menjangkau lebih dari tiga dekade yang membahas aspek teknik dari kompor biomassa, yaitu mengenai desain, analisis, dan percobaan yang dilakukan. Literatur tentang berbagai prinsip desain, fitur yang menentukan kinerja kompor dan metode yang berbeda dari prediksi kinerja telah ditinjau.

Protokol pengujian kompor masak yang berbeda telah dibandingkan dan berbagai 8 isu terkait dengan kompor pengujian dibahas secara fokus dalam jurnal ini pada analisis temuan yang telah dihasilkan oleh berbagai peneliti selama 3 sampai dengan 4 dekade

terakhir dengan latar belakang untuk kemajuan pengetahuan di suatu daerah. Dimanapun temuan bertentangan ditemui, upaya telah dilakukan untuk mencocokkan yang sama mengenai pemahaman penomena dasar. (Lestsatitthanakorn, 2014), melakukan sebuah studi mengenai penggabungan gasifier sekam padi dengan generator termoelektrik. (Ivanto et al, 2021) Penggunaan sekam gasifier padi sebagai kompor masak terbatas pada sektor domestik dari negara-negara berkembang terutama karena kebutuhan energi listrik untuk menggerakkan *blower* untuk proses gasifikasi. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti menyelidiki kelayakan melampirkan *thermoelectric komersial* (TE) modul terbuat dari bahan *bismuth-telluride* ke dinding samping gasifier ini, sehingga menciptakan sistem generator *thermoelectric komersial* yang memanfaatkan proporsi limbah panas gasifier ini. Sebuah sekam padi gasifier *thermoelectric komersial* Generator (TE-RSG) yang memiliki diameter 16 cm itu dibuat dan diuji. *thermoelectric komersial* sistem generator terdiri dari dua modul *thermoelectric komersial*, dinding lembaran logam yang bertindak sebagai salah satu sisi struktur gasifier dan menjabat sebagai sisi panas dari modul *thermoelectric komersial* dan heat sink sirip persegi panjang di sisi dingin modul *thermoelectric komersial*. 9 Sebuah *blower* digunakan untuk menghisap udara ambien untuk mendinginkan heat sink dan meniup udara dari heat sink ke reaktor gasifier, tingkat pemberian udara 18,6 m³/h. Hasil penelitian menunjukkan bahwa output daya listrik dan efisiensi konversi tergantung

pada perbedaan suhu antara sisi dingin dan panas dari modul *thermoelectric komersial*.

Pada perbedaan suhu sekitar 60°C, unit mencapai output daya 3,9 W dan efisiensi konversi dari 2,01%. Melalui perbandingan hasil antara model teoritis dan sistem eksperimental, kewajaran model sistem ini telah diverifikasi (Surjadi, 2012), melakukan sebuah penelitian mengenai performa tungku gasifikasi biomassa Tipe Top Lit Up-Draft pada berbagai kombinasi ukuran biomassa dan kecepatan udara primer awal. Penelitian tersebut bertujuan untuk mendapatkan kecepatan udara primer awal yang menghasilkan output power yang sebesar mungkin pada tungku gasifikasi biomassa Tipe Top Lit Up-Draft. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Biomassa sekam padi dengan ukuran di bawah ukuran sekam padi (10-11 mm) tidak terjadi pembakaran 10 sempurna maupun pembakaran tidak sempurna pada umpan dengan kecepatan udara primer awal tungku sampai 3,8 m/s (kecepatan udara maksimal tungku gasifikasi biomassa tipe Top Lit Up-Draft) artinya celah antar biomassa sangat kecil sehingga hambatan yang terjadi sangat besar tetapi dengan ukuran jauh lebih sedikit dari 10 % diameter tungku (ukuran standar biomassa sekam padi) mampu menghasilkan gas CH₄ (metana) dan dapat digunakan untuk mendidihkan air (100°C) pada kecepatan udara 3,0 m/s keatas dan semakin tinggi kecepatan.

Udara primer awal maka, daya keluaran (Output Power) naik sampai kecepatan udara primer mula 3,8 m/s yaitu 1,3302 kWatt

sedangkan *stove efficiency* tungku gasifikasi ini meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan udara primer awal (Kirch, 2016), melakukan sebuah penelitian pada sebuah kompor Top-Lit Up- Draft mengenai parameter-parameter pembakaran dari aliran udara natural dan aliran udara paksa primer.

B. Kompor Biomassa

Pada umumnya biomassa memang dapat mengatasi kebutuhan bahan bakar dari teknologi gas dan bahan bakar lainnya. Kompor biomassa yang dulu dikenal dengan kompor biomassa UB.03-1 ini menggunakan satu pemanas dan mekanisme pembakaran yang berlawanan untuk pembakaran yang sempurna (Sawir, 2016). Kompor ini menggunakan biomassa padat sebagai bahan bakar. Menurut (Kong, 2010), Biomassa memiliki prospek yang baik sebagai bioenergi yang ramah lingkungan, karena karbon dioksida yang dihasilkan dari pembakaran biomassa pada akhirnya akan digunakan kembali oleh tanaman dalam fotosintesis. Hasil pembakaran dari biomassa menghasilkan tingkat polusi yang jauh lebih rendah dari pada bahan bakar batu bara. Penggunaan biomassa pada proses memasak dengan tungku tradisional (non gasifikasi) tidak berjalan mulus karena hasil pembakaran menimbulkan asap yang sangat banyak, keadaan dapur terlihat kotor, tidak praktis dalam penggunaan dan pemindahan (Imaduddin et al, 2013).

Penggunaan biomassa dalam bentuk kayu bakar sebagai sumber energi sudah lama dilakukan orang tetapi penggunaan bahan bakar ini berdampak pada penambahan emisi karbon dalam atmosfer dan pemanasan global karena hasil pembakaran energi biomassa selain melepaskan energi juga melepaskan karbondioksida dalam bentuk asap (Rizqiardihatno, 2008). Disamping itu dapat menyebabkan lingkungan pemukiman terganggu. Untuk meminimalisasi asap hasil pembakaran maka dibutuhkan kompor biomassa yang membakar biomassa dengan hasil pembakaran tidak berasap atau sedikit asap (Hunta, 2012).

Kompor ini merupakan sistem yang membakar bahan biomassa untuk memproduksi kalor melalui pembakaran (Fajar Tri Aryanto & Irawan, 2019). Hasil pembakaran biomassa dapat digunakan untuk keperluan memasak atau kebutuhan lain sesuai dengan perancangannya. Berdasarkan teorinya adalah untuk menunjukkan bahwa suplai udara yang kurang dalam proses pembakaran dapat menyebabkan nilai efisiensi termal rendah.

Bahan bakar yang dapat digunakan, antara lain serpihan kayu, potongan dan batang kayu (ukuran maksimal 2-4 cm) dan tongkol jagung. Sehingga dapat juga menggunakan batu bata yang terbuat dari campuran tanah liat. Jika dibandingkan dengan kompor tiga bata tradisional, Kompor biomassa menggunakan bahan bakar kayu dapat menghemat hingga 80% bahan bakar, ketika memproduksi tanpa asap selama operasi jika bahan bakar kering dengan benar. Pada dasarnya

kompur biomassa ini menggunakan bahan bakar kayu, dan kompor biomassa yang sebelumnya menggunakan listrik atau LPG. Hal ini sangat membebani masyarakat yang kurang mampu sehingga banyak mengeluarkan bahan-bahan minyak bumi yang berupa gas cair, namun pada kompor biomassa menggunakan bahan bakar kayu ini sangat penting bagi daerah-daerah terpencil. Sehingga pada kompor biomassa ini menggunakan sistem oksigen dari luar. Pada umumnya yang digunakan sebagai bahan bakar adalah biomassa yang nilai ekonomisnya rendah. Dari pembahasan yang sebelumnya peneliti berinisiatif untuk mendesain alat kompor biomassa dengan menggunakan sistem bahan bakar kayu. Selain itu juga mampu mengurangi keterbatasan bahan bakar dari teknologi Gas LPG sehingga dapat mengurangi biayanya yang semakin menaik.

Keuntungan menggunakan biomassa yaitu:

1. Mengurangi Jejak Karbon

Biomassa menghasilkan emisi karbon lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Hal ini karena tanaman yang dipakai untuk biomassa baru tumbuh dan menggantikan yang lama yang digunakan untuk menghasilkan energi biomassa sebelumnya. Penggunaan bahan bakar fosil akan berkurang ketika sejumlah besar energi biomassa digunakan dan ini berarti akan menurunkan tingkat karbon dioksida di atmosfer (Ajis & Widiharsa, 2015).

2. Mengurangi Jumlah Metana di Atmosfer

Dengan menggunakan biomassa, jumlah metana di atmosfer dapat dikurangi. Metana bertanggung jawab atas efek rumah kaca dan dengan produksi serta pemakaian energi biomassa, tingkat gas metana diturunkan. Metana biasanya dihasilkan ketika bahan organik terurai, oleh karena itu dengan berkurangnya proses ini (pembusukan), efek rumah kaca dapat berkurang juga. (Ajis & Widiharsa, 2015). Kemurnian metana dari hasil biomassa tersebut jadi penting karena akan mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan (Fiatno et al., 2018).

3. Mencegah Kebakaran Hutan

Kayu adalah salah satu bahan baku biomassa yang digunakan untuk menghasilkan energi biomassa biasanya diperoleh dari hutan. Pemanenan pohon dari hutan dapat membantu untuk mencegah melebarnya titik api karena pertumbuhan pohon yang padat. Jika terlalu banyak pohon di hutan, ada resiko tinggi akan terjadi kebakaran hutan (Ajis & Widiharsa, 2015).

4. Peningkatan Kualitas Udara

Saat biomassa menggantikan bahan bakar fosil, hal ini berarti membantu untuk meningkatkan kualitas udara karena akan ada lebih sedikit polusi. Penggunaan bahan bakar fosil telah lama dipermasalahkan karena menyebabkan hujan asam. Biomassa tidak menghasilkan emisi sulfur ketika dibakar dan ini akan mengurangi risiko hujan asam. Hal ini akan memberikan sebuah manfaat besar bagi peradaban manusia, karena

berkurangnya polusi di udara (Ajis & Widiharsa, 2015).

5. Daur Ulang

Beberapa sumber energi biomassa meliputi limbah industri, hal ini merupakan sebuah keuntungan besar karena ini berarti tidak ada keluaran industri yang sia-sia. Semua produk limbah dari industri dapat digunakan untuk menghasilkan energi biomassa (Ajis & Widiharsa, 2015).

Dengan banyaknya Bahan bakar biomassa yang ada di provinsi Riau, masyarakat Riau juga banyak yang menggunakan tungku tradisional seperti UKM produksi tahu, rumah makan dan restoran Padang serta produk makanan lainnya yang merupakan aset terfavorit di Provinsi Riau. Selain itu masyarakat yang berada di daerah terisolir masih sulit untuk mendapatkan bahan bakar fosil dan gas LPG yang semakin hari semakin mahal sehingga harus memasak dengan bahan bakar biomasa (kayu karet), dimana asap yang dihasilkan dari pembakaran dapat berdampak terhadap kesehatan dan emisi gas metana yang lebih berbahaya 21 kali lipat dibandingkan CO^2 . Melihat fenomena diatas perlu dilakukan alternatif tungku biomassa tradisional masyarakat yang hemat energi dan ramah lingkungan. Disamping itu, penggunaan bahan bakar biomass pada dapur tradisional menimbulkan asap yang sangat banyak. Asap tersebut, bila terhirup dalam jumlah berlebih berpotensi menimbulkan gangguan fungsi pernafasan.

Menurut Abdullah (1991) Biomassa adalah sumberdaya energi yang berasal dari bidang pertanian. Secara teoritis semua yang termasuk

ke dalam biomassa dapat dikonversi menjadi sumber energi bagi kesejahteraan umat manusia. Sebagai penghasil energi, bidang pertanian menghasilkan beberapa jenis sumber daya energi alternative yang dapat dikembangkan penerapannya (Ivanto et al., 2021). Publikasi PBB menunjukkan bahwa tiap tahun lebih dari 1 juta orang di dunia yang meninggal karena infeksi akut pernafasan yang disebabkan karena menghirup udara berasap di dapur. Dengan demikian penting sekali mendesain satu jenis kompor biomassa yang efisien dan ramah lingkungan.



Gambar 2.1. Tipikal Dapur yang ada di kelurahan pulau Bangkinang

Proses masak dengan bahan bakar kayu sangat efektif pada rumah makan yang ada di Provinsi Riau selain murah cita rasa masakan jauh lebih nikmat. Tungku biomasa tradisional yang akan diterapkan merupakan kompor berbahan bakar biomasa padat. (Ridwan, 2012)

Biomasa terbakar oleh proses pirolisis dan gasifikasi yang menghasilkan asap. Secara kimia, asap pembakaran tersusun atas gas-gas diantaranya adalah H^2 , CO, CH^4 , CO^2 , SO_x , NO_x dan uap air (Husna, 2017). Sebagian gas-gas tersebut, yaitu hydrogen (H^2), karbonmonoksida (CO), dan metana (CH^4) adalah gas-gas yang dapat terbakar, sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar. Dengan demikian, untuk meningkatkan efisiensi penggunaan biomass sebagai bahan bakar, maka asap yang dihasilkan pada proses pengarangan harus dibakar lagi untuk kedua kali dan menghasilkan api yang mempunyai nyala yang lebih bersih. Ketika terjadi pembakaran kimia, ikatan-ikatan di dalam molekul-molekul dari reaktan-reaktan menjadi terputus, dan atom-atom dan elektron-elektron tersusun ulang menjadi produk-produk. Di dalam reaksi pembakaran, elemen-elemen bahan bakar yang mudah terbakar mengalami oksidasi yang cepat sehingga menghasilkan pelepasan energi bersamaan dengan terbentuknya produk hasil pembakaran. Tiga elemen kimia utama yang mudah terbakar di dalam bahan bakar yang paling umum ditemukan adalah karbon, hidrogen, dan sulfur. Sulfur biasanya merupakan kontributor yang relatif tidak penting dalam pelepasan energi, tapi dapat menjadi signifikan karena permasalahan dengan polusi dan korosi yang disebabkan. Pembakaran dituntaskan ketika semua karbon yang terkandung di dalam bahan bakar telah habis terbakar menjadi karbon dioksida, semua hidrogen telah habis terbakar menjadi air, dan semua sulfur telah habis terbakar menjadi sulfur dioksida, dan

semua elemen-elemen yang mudah terbakar lainnya telah teroksidasi.

Rasio udara – bahan bakar merupakan dua parameter yang sering dipakai untuk Jurnal Photon Vol. 3 No. 1, Oktober 2012 FMIPA-UMRI 71 memberikan kuantifikasi jumlah bahan bakar dan udara di dalam sebuah proses pembakaran. Rasio udara – bahan bakar singkatnya adalah rasio jumlah udara di dalam sebuah reaksi terhadap jumlah bahan bakar. Rasio ini dapat dituliskan dengan basis molar (mol udara dibagi dengan mol bahan bakar) atau dengan basis massa (massa udara dibagi dengan massa bahan bakar). (Wijianto, 2016) mengatakan konversi di antara kedua nilai ini dilakukan dengan menggunakan berat molekuler dari udara, *udara* dan bahan bakar *bahan bakar*. Dimana adalah rasio udara-bahan bakar dengan basis molar dan AF adalah rasio dengan basis massa. Jumlah minimum udara yang memberikan oksigen yang cukup untuk pembakaran sempurna terhadap semua karbon, hidrogen, dan sulfur yang terkandung di dalam bahan bakar disebut jumlah udara teoritis. Untuk pembakaran sempurna dengan jumlah udara teoritis, produk udara yang dihasilkan terdiri dari karbon dioksida, air, sulfur dioksida, nitrogen yang menyertai oksigen di dalam air, dan setiap nitrogen yang terkandung di dalam bahan bakar. Oksigen bebas tidak akan muncul sebagai salah satu produk pembakaran.

Rasio udara terhadap bahan bakar sangat dibutuhkan bertujuan untuk menentukan rasio beberapa ruas lobang aliran udara yang masuk ke ruang pembakaran (udara primer) dan untuk membakar gas volatil (udara sekunder). Untuk menentukan efisiensi perpindahan panas agar

kalor yang keluar hanya sedikit maka diperlukan isolator, dalam mendisain ketebalan isolator yang diinginkan hendaknya ditentukan dahulu berapa panjang jari-jari dari pusat ruang pembakaran, dalam hal ini isolator yang digunakan sekam padi karena nilai konduktivitas thermalnya yang rendah.

Referensi ilustrasi persamaan perpindahan panas resistansi pada tabung silindris Kekurangan cadangan bahan bakar fosil dan rusaknya atmosfer di bumi tidak bisa ditolerir sehingga perlu adanya inovasi teknologi yang mendukung keberlanjutan energi. Ruang lingkup teknik pembakaran pada tungku biomasa sangat menjanjikan dimana kegiatan masak- memasak adalah kegiatan rutin manusia dan sebaliknya akan berdampak merugikan bagi makhluk hidup apabila benar-benar tidak diperhatikan aspek keamanan, kenyamanan dan efisiensi. Maka daripada itu perlu dilakukan perancangan dan pembuatan tungku biomassa tradisional yang heat energi dikarenakan proses pembakaran ulang gas yang mudah terbakar dan isolasi ruang pembakaran dari udara lingkungan penelitian mengenai tungku biomasa tradisional yang hemat energi, ramah lingkungan dan mudah dalam penggunaan dan perawatannya. Agar dapat mengetahui tingkat performansi tungku perlu dihitung nilai efisiensi termal tungku (Ridwan, 2012).

C. Kalor

Kalor adalah salah satu bentuk energi. Jika suatu zat menerima atau melepaskan kalor, maka ada dua kemungkinan yang akan terjadi. Yang

pertama adalah terjadinya perubahan temperature dari zat tersebut, kalor yang seperti ini disebut dengan kalor sensible (*sensible heat*). Kedua adalah terjadi perubahan fase zat, kalor jenis ini disebut dengan kalor laten (*latent heat*).

1. Perpindahan Kalor

Secara natural perpindahan kalor terjadi akibat perbedaan temperature, dimana kalor bergerak dari suatu zat dengan temperatur tinggi ke suatu zat dengan temperatur yang lebih rendah. Perpindahan energi kalor ini akan terus berlangsung hingga kedua zat tersebut mencapai kesetimbangan temperatur. Perpindahan kalor dapat terjadi dalam tiga cara yaitu: konduksi, konveksi dan radiasi.

a. Konduksi

Konduksi adalah perpindahan kalor yang terjadi melalui perogolakan molecular suatu material tanpa diikuti perpindahan material secara menyeluruh. Contoh dari konduksi adalah ketika suatu batang logam yang dipanaskan pada salah satu ujungnya, maka panas tersebut lama kelamaan akan dapat dirasakan diujung yang lain.

b. Konveksi

Konveksi adalah perpindahan kalor karena perpindahan zat. Peristiwa konveksi (aliran zat) terjadi pada perubahan suhu suatu zat. Zat cair atau gas yang terkena kalor molekul-molekulnya bertambah besar dan beratnya tetap. Hal ini akan menyebabkan massa jenisnya menjadi lebih kecil,

sehingga zat cair atau gas yang terkena kalor tersebut naik ke atas. Posisinya digantikan oleh zat cair atau gas yang lebih dingin yang massanya jenisnya lebih besar. Dari peristiwa aliran inilah, maka kalor dapat merambat secara konveksi.

Contoh ketika memanaskan air menggunakan kompor, kalor mengalir dari nyala api (suhu lebih tinggi) menuju dasar wadah (suhu lebih rendah). Karena mendapat tambahan kalor, maka suhu dasar wadah meningkat. Karena terdapat perbedaan suhu, maka kalor mengalir dari bagian luar dasar wadah (yang bersentuhan dengan nyala api) menuju bagian dalam dasar wadah (yang bersentuhan dengan air). Suhu bagian dalam dasar wadah pun meningkat. Karena air yang berada di permukaan wadah memiliki suhu yang lebih kecil, maka kalor mengalir dari dasar wadah (suhu lebih tinggi) menuju air (suhu lebih rendah). Perpindahan kalor persatuan waktu secara konveksi dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$= h (T - T) \quad (2.2)$$

Dengan:

=laju aliran kalor (joule/detik atau watt)

h = koefisien perpindahan kalor konveksi (Btu/hr-ft². F

atau W/m². K)

T_s = suhu permukaan benda (K)

T_∞ = suhu di bagian hulu benda (K)

Hubungan ini dinamakan hukum Newton tentang pendinginan. Persamaan ini mendefinisikan koefisien perpindahan kalor konveksi h yang merupakan konstanta proposional (tetapan kesebandingan) yang menghubungkan perpindahan kalor per satuan waktu dan satuan luas dengan beda suhu menyeluruh.

c. Radiasi

Perpindahan kalor radiasi adalah pengetahuan mengenai transfer energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Tidak seperti perpindahan konduksi dan konveksi, gelombang elektromagnetik tidak memerlukan medium untuk perambatan energinya. Oleh karena kemampuannya merambat di ruang vakum, radiasi kalor menjadi dominan pada transfer kalor di ruang hampa dan di luar angkasa. Bukti – bukti dari percobaan menunjukkan bahwa perpindahan kalor radiasi sebanding dengan pangkat empat suhu mutlak, sedangkan konduksi dan konveksi berbanding lurus dengan beda suhu.

Hukum Stefan Boltzman yang fundamental menyatakan:

T = laju aliran kalor (joule/ detik atau watt)

T = suhu mutlak mutlak (K)

σ = Konstanta perpindahan kalor radiasi ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}^4$)

Sebagai contoh, ketika duduk dan mengelilingi api unggun, maka rasa hangat akan terasa walaupun tidak bersentuhan dengan apinya secara langsung.

2. Persamaan Kalor

Persamaan kalor merupakan hal yang mendasar dalam berbagai macam bidang ilmiah. Dalam matematika, persamaan kalor itu persamaan diferensial parsial prototype parabola. Dalam teori probabilitas, persamaan kalor dihubungkan dengan studi gerak Brown melalui persamaan Fokker-Planck. Dalam matematika keuangan persamaan kalor digunakan untuk memecahkan persamaan diferensial parsial Black-Scholes. Persamaan difusi, versi yang lebih umum dari persamaan kalor, muncul sehubungan dengan studi difusi kimia dan proses terkait lainnya. Persamaan kalor berasal dari hukum Fourier dan konservasi energi maka hukum Fourier untuk persamaan kalor dapat ditulis:

$$= -T$$

Persamaan Kalor satu dimensi mempunyai bentuk persamaan diferensial parsial biasa sebagai berikut:

$$T - T = 0$$

Dengan $T=T(x, t)$ yang diturunkan dari rumusan sederhana suatu batangan sebagai media perambatan kalor.

Sebagaimana telah diketahui bahwa kalor merambat dari temperatur tinggi ke temperatur rendah dan dengan anggapan kalor hanya merambat secara 1 (satu) arah / dimensi yakni x saja, atau dengan kata lain sisi dari batangan logam yang ditinjau diisolasi dengan sempurna secara lateral dan dianggap adiabatik (tidak ada kalor yang masuk maupun keluar secara lateral atau boleh juga dianggap kalor yang masuk sama dengan kalor yang keluar).

Persamaan kalor dapat ditulis sebagai:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \nabla^2 T$$

$$\alpha = \frac{k}{c \rho}$$

Atau

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{k}{c \rho} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

Karena $\alpha = \frac{k}{c \rho}$, maka persamaan kalor juga dapat ditulis dengan:

$$\frac{\partial T}{\partial t} - \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0$$

Sedangkan, untuk persamaan kalor satu dimensi non homogen dinyatakan sebagai:

$$T(x, t) - T(x, t) = f(x, t)$$

Atau dapat ditulis dengan:

$$T - T = f(x, t)$$

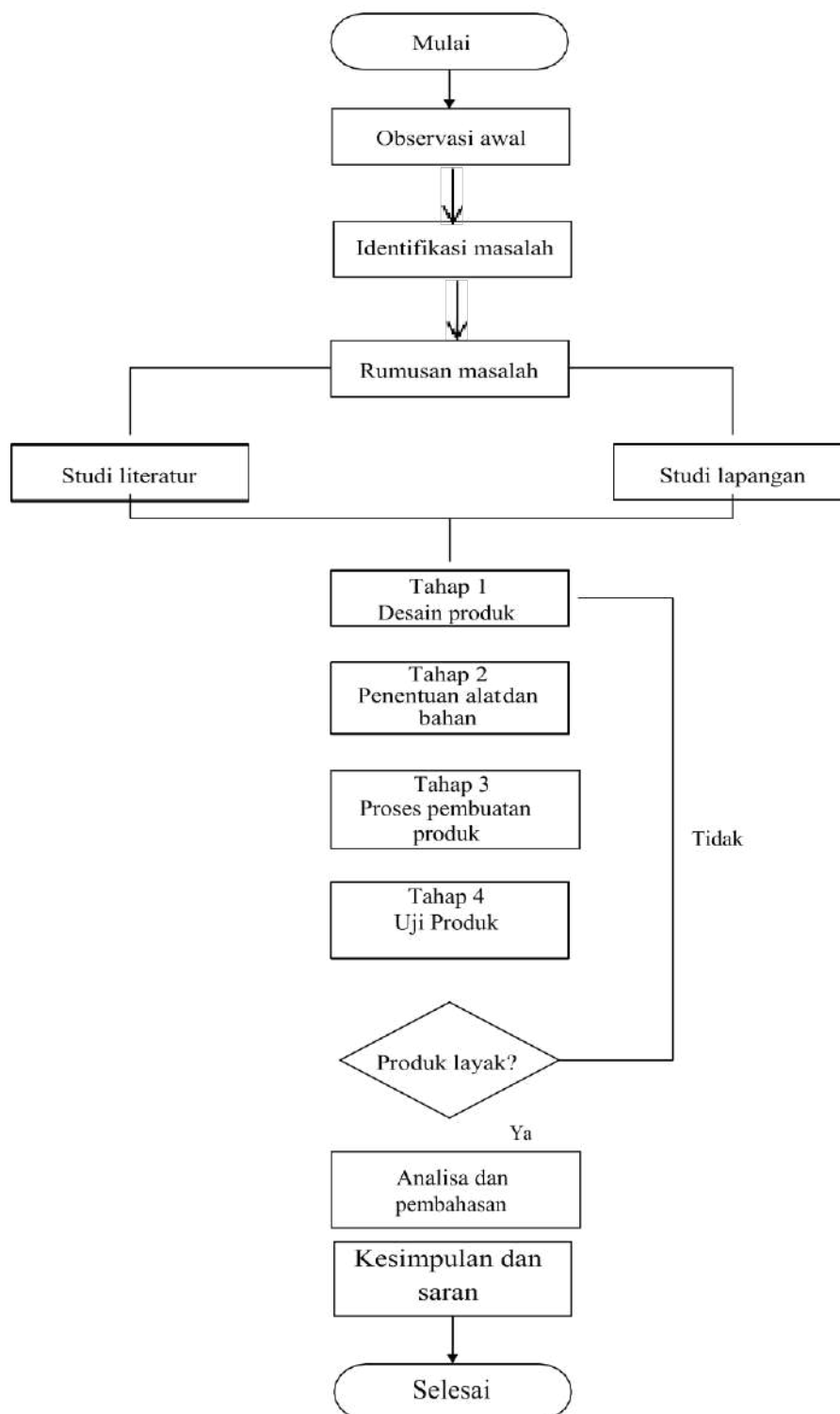
Dengan $f(x, t)$: laju aliran kalor pada batang logam konduktif

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode penelitian kualitatif dengan teknik wawancara. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa wawancara (*interview*) adalah suatu kejadian atau suatu proses interaksi antara pewawancara (*interviewer*) dan sumber informasi atau orang yang di wawancarai (*interviewee*) melalui komunikasi (Yusuf, 2014). Pada hakikatnya wawancara merupakan kegiatan untuk memperoleh informasi secara mendalam tentang sebuah isu atau tema yang diangkat dalam penelitian. Atau, merupakan proses pembuktian terhadap informasi atau keterangan yang telah diperoleh lewat teknik yang lain sebelumnya. Karena merupakan proses pembuktian, maka bisa saja hasil wawancara sesuai atau berbeda dengan informasi yang telah diperoleh sebelumnya. Informan atau responden dalam penelitian kali ini yaitu ibu-ibu rumah tangga. Ibu-ibu dipilih karena dinilai lebih berpengalaman dalam hal memasak menggunakan kompor. Untuk menggali informasi yang sifatnya mendalam, maka diperlukan responden yang berpengalaman. Wawancara dimulai dengan pertanyaan yang sederhana sampai ke pertanyaan yang sifatnya mendalam.



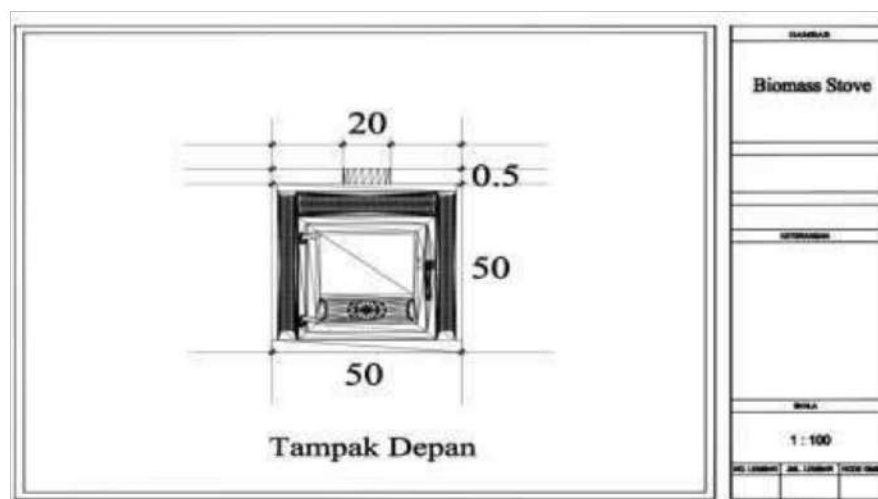
Gambar 3.1 *Flowchart* pembuatan kompor biomassa

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

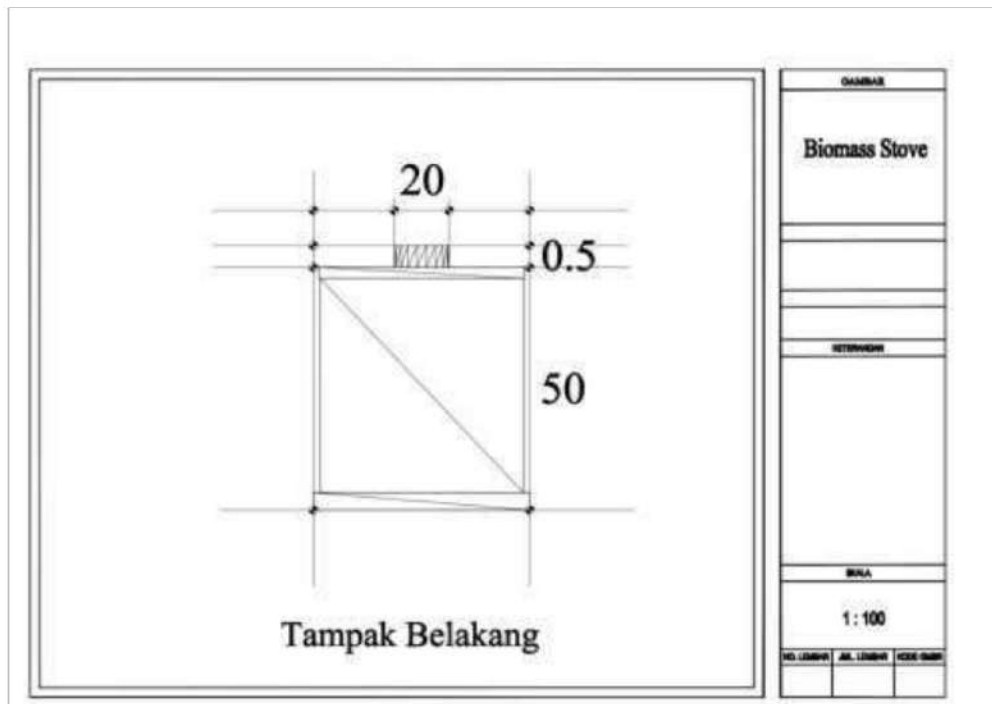
Perancangan kompor biomassa ini dilakukan di workshop Universitas pahlawan, kabupaten Kampar Provinsi Riau. Dan waktu perancangan dilaksanakan pada awal bulan Januari 2022.

C. Desain Produk

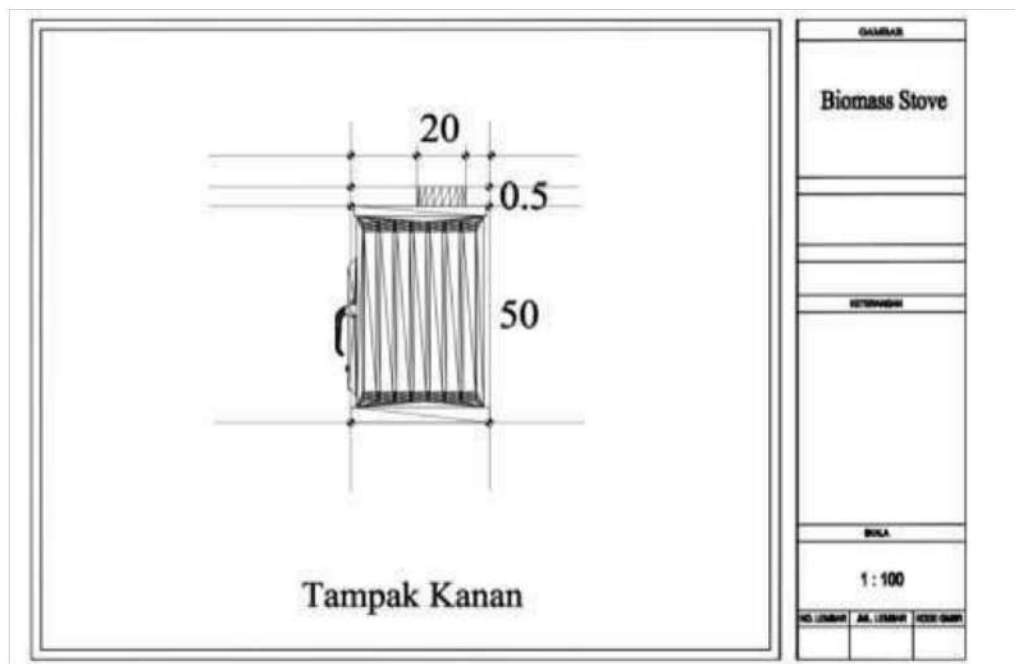
Rancang bangun kompor biomassa ini pada prinsipnya hampir sama dengan tungku masak yang di buat dari bahan seperti batu bata/ semen. Pada perancangan kali ini menggunakan bahan yang lebih efektif dan efisien agar mempermudah dalam memasak dan limbah biomassa dapat dimanfaatkan. Gambaran dimensi rancang bangun akan di desain menggunakan aplikasi *AutoCAD*.



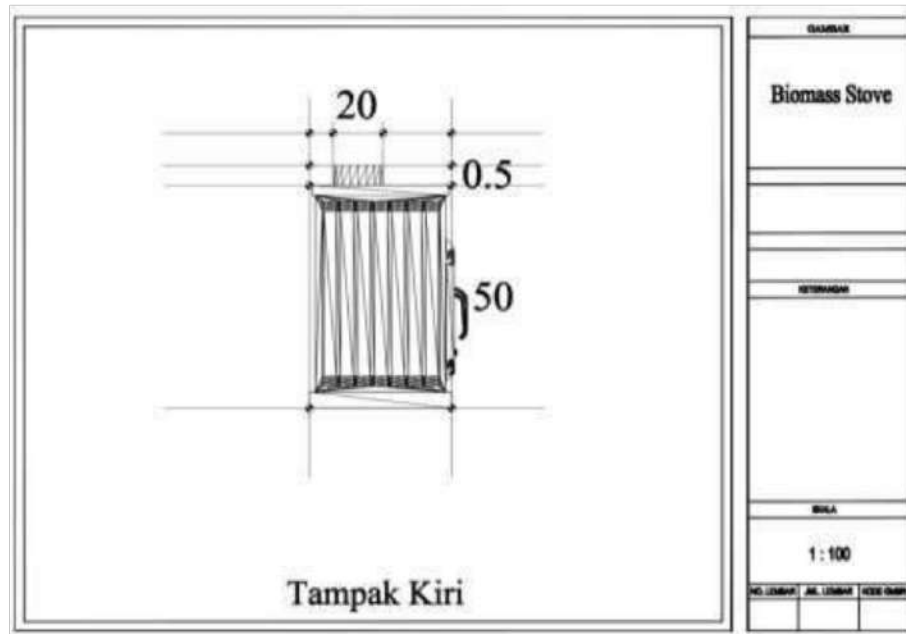
Gambar 3.1 Dimensi Rancang Bangun Tampak Depan



Gambar 3.2 Dimensi Rancang Bangun Tampak Belakang



Gambar 3.3 Dimensi Rancang Bangun Tampak Kanan



Gambar 3.4 Dimensi Rancang Bangun Tampak Kiri

D. Metode pengumpulan data perancangan

Pada tahap ini metode pengumpulan data yang digunakan adalah:

1. Memperhatikan teori-teori ataupun jurnal penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang berhubungan dengan kompor biomassa.
2. Melakukan pengamatan untuk memilih limbah biomassa yang lebih efektif dalam melakukan pembakaran.
3. Melakukan proses pemilihan bahan-bahan atau alat untuk membuat kompor biomassa.

E. Alat dan Bahan

1. Alat

a) Mesin Las

Mesin las merupakan alat pengelasan listrik yang paling utama. Mesin las berfungsi untuk mengubah energy listrik menjadi energy panas. Energi panas ini dimanfaatkan untuk melelehkan elektroda dan logam induk atau logam dasar. Kemudian keduanya akan memadat menjadi satu dan jadilah sambungan pengelasan.

b) Kabel massa

Kabel massa berfungsi untuk mengalirkan arus listrik dari mesin las kebenda kerja atau logam induk.

c) Klem massa

Klem massa digunakan sebagai alat penghubung kabel massa ke logam induk.

d) Kabel Elektroda

Kabel elektroda berfungsi mengalirkan arus listrik dari mesin las ke holder atau ke elektroda yang akan membuat busur listrik menyala ketika di sentuhkan kebenda kerja.

e) Elektroda

Elektroda digunakan dalam pengelasan listrik yang berfungsi sebagai pembakar yang akan menimbulkan busur nyala.

f) Holder

Holder berfungsi sebagai pemegang kawat las (*elektroda*) saat digunakan *welder* untuk proses pengelasan. *Holder* harus terbuat dari bahan yang memiliki ketahanan panas tinggi.

g) Palu las

Palu las digunakan untuk membersihkan hasil pengelasan dari kerak las (*slag*). Cara membersihkannya adalah dengan cara memukulkan atau menggosok pada bagian yang terdapat slag dan spatter.

h) Sikat baja

Sikat baja digunakan untuk membersihkan permukaan benda yang akan dilas dari zat pengotor seperti karat, oli, dan pengotor lainnya. Karena terkadang kotoran tersebut mengganggu aliran listrik yang mengalir pada saat proses pengelasan.

i) Meteran

Meteran berfungsi untuk mengukur jarak atau panjang dan juga digunakan untuk mengukur sudut, membuat sudut siku-siku dan juga dapat dipakai untuk membuat lingkaran.

j) Gerinda

Gerinda tangan digunakan untuk menghaluskan ataupun memotong benda logam dan nonlogam.

k) Bor listrik

Bor listrik digunakan untuk membuat lubang sesuatu permukaan seperti kayu, beton, kayu, plastik, dinding, besi, logam dan kaca, serta mengencangkan ataupun melepaskan baut.

l) Spray gun

Spray gun digunakan untuk mengatomisasi cat pada suatu permukaan yang menggunakan udara bertekanan.

m) Kompresor

Kompresor berfungsi untuk memampatkan fluida gas atau meningkatkan tekanan udara.

n) Obeng

Obeng digunakan untuk mengencangkan dan melepaskan berbagai macam jenis sekrup.

2. Bahan

a) Besi plat

Besi plat merupakan besi berbentuk lembaran untuk berbagai keperluan dan kegunaan.

b) Amplas

Amplas digunakan untuk membuat permukaan benda-benda menjadi lebih halus dengan cara menggosokkan salah satu permukaan amplas yang ditambahkan bahan kasar kepada benda tersebut.

c) Baut

Baut digunakan untuk menggabungkan beberapa komponen dan menjadi satu bagian yang memiliki sifat tidak permanen.

d) Anti slip

Anti slip digunakan agar kaki kompor tidak berbunyi saat dipindahkan.

F. Teknik Analisis Data

Secara alami, kalor dengan sendirinya berpindah dari benda yang bersuhu tinggi menuju benda yang bersuhu rendah. Perpindahan kalor cenderung menyamakan suhu benda yang saling bersentuhan. Jika suhu suatu benda tinggi, maka kalor yang dikandung oleh benda tersebut sangat besar. Begitu juga sebaliknya jika suhunya rendah maka kalor yang dikandung sedikit.

Besar kecilnya kalor yang dibutuhkan suatu benda (zat) bergantung pada 3 faktor:

1. Massa zat,
2. Jenis zat (kalor jenis),
3. Perubahan suhu.

Sehingga secara matematis dapat dirumuskan:

$$Q = m.c. (t_2 - t_1)$$

Keterangan:

Q adalah kalor yang dibutuhkan (J).

m adalah massa benda (kg).

c adalah kalor jenis (J/kgC).

(t_2-t_1) adalah perubahan suhu (C).

Kapasitas Kalor Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang diserap oleh benda bermassa tertentu untuk menaikkan suhu sebesar 1°C.

Satuan kapasitas kalors dalam sistem international ialah J/K.

$$\text{Rumus Kapasitas Kalor: } C = Q / \Delta T$$

Keterangan:

C = kapasitas kalor (J/K)

Q = banyaknya kalor (J)

ΔT = perubahan suhu (K)

BAB IV

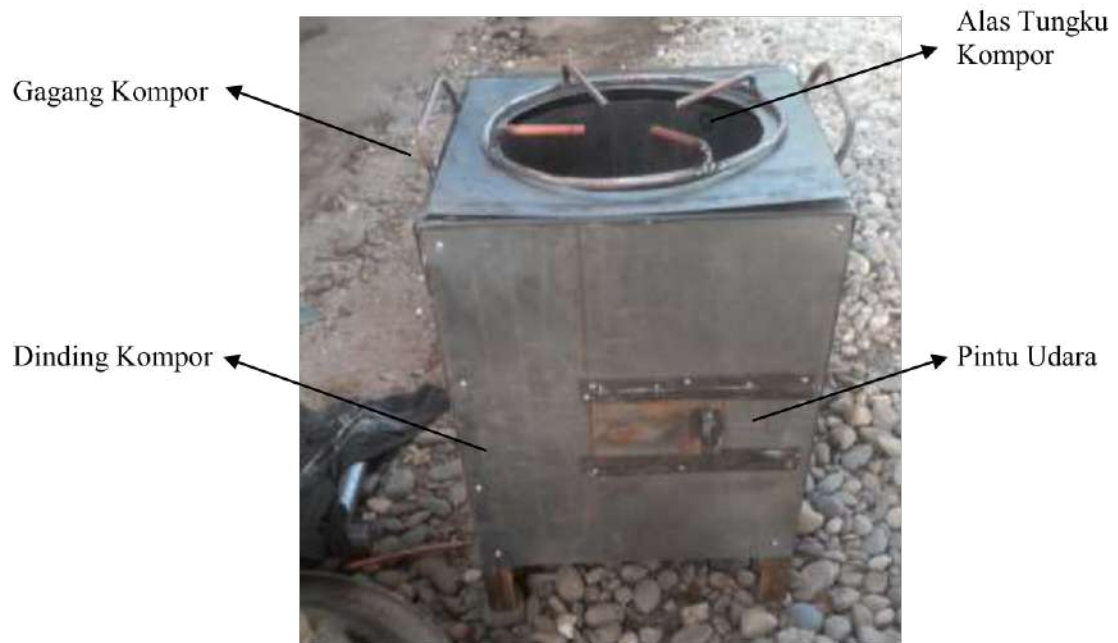
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Produk

Kompur biomassa ini terdiri dari (1) kerangka kompor dan (2) dinding kompor. Dimana dinding kompor ini berfungsi untuk menahan kalor di dalam kompor agar panas yang di hasilkan maksimal, kemudian (3) alas tungku berfungsi untuk menyesuaikan wadah yang di gunakan untuk memasak, setelah itu (4) tabung bagian dalam ini berfungsi untuk meletakkan bahan bakar pada kompor. (5) pintu udara berfungsi untuk keluar masuk nya udara dari kompor.



Gambar 4.1 Kerangka Bagian Dalam



Gambar 4.2 Tampak Luar Kompor



Gambar 4.3 Kompor Sebelum di Cat



Gambar 4.4 Hasil Kompor

Kerangka kompor terbuat dari bahan besi padat berukuran 35 cm, yang dibentuk sedemikian rupa sehingga fungsi dari kerangka dapat terpenuhi (Gambar 4.1). *Casing* luar terbuat dari plat seng yang dibentuk kotak dengan membuat lubang masukan oksigen yang dilengkapi dengan pengatur bukaan oksigen kedalam ruang bakar (Gambar 4.2). Pada tahap *finishing* kompor di cat dengan menggunakan warna coklat, hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.4.

B. Proses pembuatan kompor biomassa

Setelah persiapan alat dan bahan selesai maka hal yang harus di lakukan adalah proses pembuatan kompor biomassa. Ada 5 komponen bangunan dalam memproduksi kompor biomassa ini, yang pertama adalah proses pembuatan rangka kompor biomassa.

1. Proses pembuatan rangka kompor biomassa

Pada proses pembuatan rangka kompor biomassa ini yang pertama kali di lakukan adalah mengukur besi siku masing- masing dengan ukuran panjang 35 Cm dan potong menggunakan gerinda tangan sebanyak 12 bagian untuk di jadikan rangka dinding dan alas kompor. Kemudian

Las bagian sudut untuk menyatukan rangka hingga membentuk kotak/Persegi empat. Setelah itu, dempul bagian yang telah di las tadi untuk merapikan bagian besi yang telah di las. Terakhir, haluskan seluruh permukaan besi menggunakan amplas manual/ menggunakan tangan. Beberapa gambar proses produksi dapat di lihat pada gambar di bawah.

2. Proses pembuatan tabung bagian dalam

Setelah pembuatan rangka kompor bagian selanjutnya adalah proses pembuatan tabung bagian dalam kompor. Ada 2 tabung yang di gunakan pada dalam kompor biomassa ini. Cara pembuatan tabung pertama adalah lipat besi plat dan Las bagian bawah dan atas lipatan hingga membentuk tabung berdiameter 28 cm. Untuk tabung ke 2 langkah pengerjaannya hampir sama, perbedaanya adalah ukuran diameter tabung ke 2 adalah 18 cm dan lubang di setiap sisi tabung ke 2 untuk sirkulasi angin pada saat kompor di nyalakan. Proses pembuatan tabung bagian dalam kompor biomassa dapat di lihat pada gambar berikut



Gambar 4.5 Proses Pengukuran Besi Plat dan Pemotongan Besi Plat



Gambar 4.6 Pelubangan Tabung Bagian Dalam dan Pemasangan Tabung ke dalam Rangka

3. Proses pembuatan dinding dan alas rangka

Proses pembuatan dinding kompor dan alas bagian bawah kompor menggunakan besi plat dengan ukuran masing – masing panjang dinding adalah 40 cm dan lebar 35 cm. Adapun langkah pembuatannya adalah dengan mengukur besi plat yang telah di siapkan tadi dengan ukuran 40 x 35 Cm dan potong menggunakan gerinda tangan. Setelah itu tempelkan menggunakan paku rivet bagian atas dan bawah dinding kompor, sebelum di rivet pastikan di Bor terlebih dahulu agar memudahkan pada saat pemasangan rivet.



Gambar 4.7 Pelubangan Tabung Bagian Dalam dan Pelubangan Dinding Rangka Dengan Mesin Bor



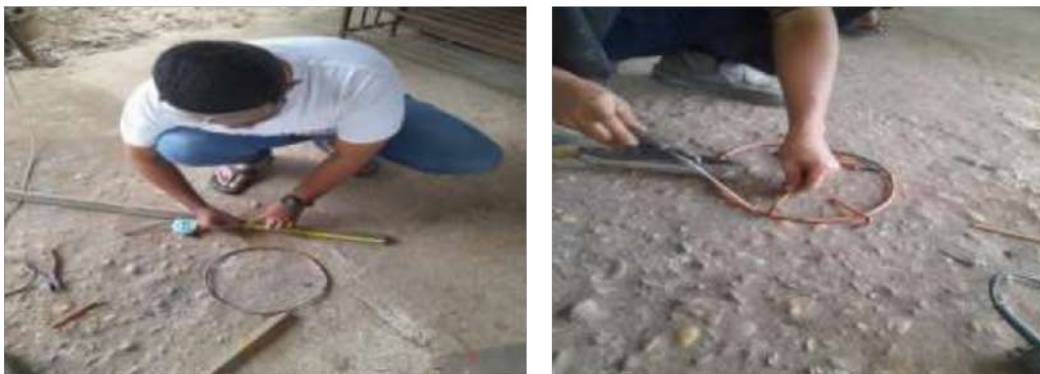
Gambar 4.8 Pemasangan rivet dan Pengelasan bagian bawah kompor

4. Proses pembuatan alas tungku

Proses pembuatan alat tungku untuk kompor ini dengan membulatkan besi angker menggunakan ragum dan Las bagian ujung hingga berdiameter 18 cm.

5. Proses finishing

Proses finishing adalah proses yang terakhir dalam pembuatan Kompor Biomassa ini. Langkah – langkah proses ini yang pertama kali adalah dengan mengamplas seluruh bagian kompor sehingga terasa halus. Kemudian cat seluruh bagian kompor menggunakan spray gun dan kompressor agar bentuk kompor terlihat lebih menarik. Proses *finishing* kompor dapat di lihat pada gambar berikut



Gambar 4.9 Pembulatan besi angker dan Pengelasan alas tungku



Gambar 4.10 Proses Pengecatan Kompor dan Proses Pengamplasan Bagian Dalam

C. Proses pengujian Kompor Biomassa



Gambar 4.11 pengujian dengan 1 kg kayu karet dan Api kompor biomassa

Tujuan pengujian memasak air pada 5 liter dandang air adalah untuk mengetahui berapa menit waktu yang di butuhkan untuk memasak 5 liter air menggunakan Kompor Biomassa dan berapa banyak kayu yang di butuhkan untuk memasak 5 liter air.



Gambar 4.12 Pengujian 1kg kayu karet dengan 5 Liter Air

Pada tahap pengujian kompor biomassa ini bertujuan untuk mengetahui suhu didih air, waktu didih air, suhu api menyala, waktu nyala api dan tingkat polusi udara yang dihasilkan dari limbah kayu karet. Langkah awal dalam proses pembakaran bahan bakar ini berupa kayu karet yang dinyalakan dimasing-masing tungku yang berbeda. Dimana seperti kayu terbakar akibat bahan bakar tersebut disiram dengan minyak tanah sebanyak 25 ml kemudian disulut dengan nyala api maka kayu terbakar secara perlahan-lahan hingga terbakar secara merata pada tiap bahan baku yang digunakan. Nyala api yang timbul dari bahan bakar yang terbakar terus merambat ke bawah sampai seluruh bahan bakar pada masing-masing bahan 1 kg yang digunakan tidak semuanya terbakar bersamaan.

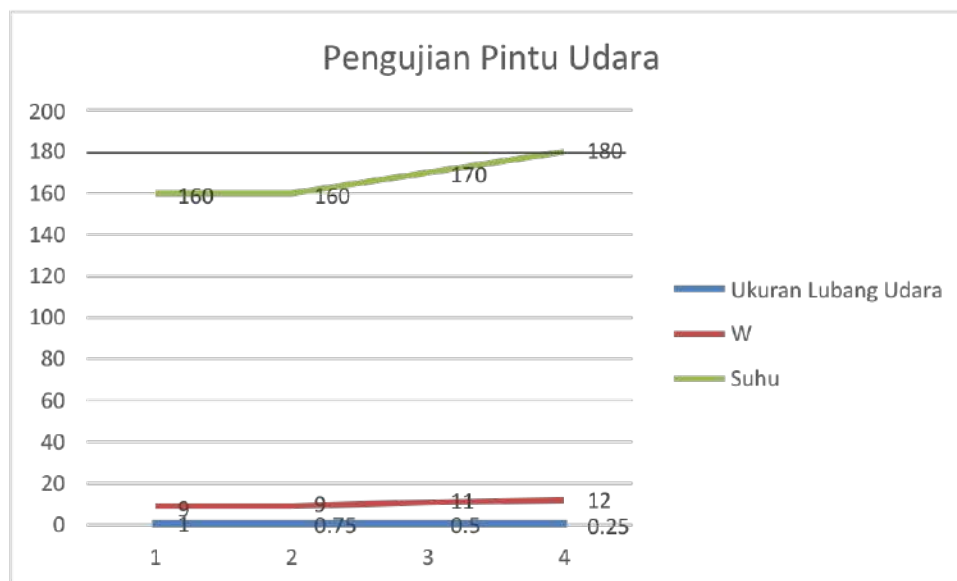
Nyala api yang timbul di awal proses pembakaran memanaskan plat besi yang digunakan pada masing-masing bagian atau komponen sistem kompor biomassa. Setelah komponen-komponen plat besi menjadi panas maka bagian-bagian dari kompor biomassa berfungsi mengalirkan udara yang mengandung oksigen masuk ke sistem kompor. Setelah itu oksigen akan mulai berfungsi

membantu proses pembakaran sehingga timbul nyala api pada lobang-lobang sekunder. Nyala api ini merupakan bukti terjadinya gasifikasi pada proses pembakaran sistem kompor proses pembakaran yang terjadi pada lubang sekunder disebut pembakaran sekunder. Nyala api ini terus bergerak ke atas sampai menyentuh alas atau bagian bawah panci yang berisi air sebanyak 5 liter dari masing-masing bahan baku pembakaran. Bila nyala api terlalu besar maka sentuhan nyala api bukan hanya terjadi pada dasar panci. Untuk proses pindah panas yang terjadi pada sistem kompor biomassa, berawal dari terdiasinya panas dalam bentuk nyala api dari hasil pembakaran bahan baku yang digunakan ke dasar panci yang melewati ruang kosong antara kompor dan dasar panci dengan ketebalan kurang dari 1 mm. Selanjutnya panas dari permukaan bagian luar alas panci terkonduksi ke permukaan bagian dalam panci. Kemudian panas terkonveksi ke 5 liter air yang ada di dalam panci. Konveksi ini terjadi karena air 5 liter di dalam panci bersentuhan dengan dinding dalam dasar panci dan sisi panci. Air ini bergerak bersirkulasi ke dalam panci kemudian digantikan oleh air yang baru dari bagian tengah dan bagian atas panci. Sirkulasi ini berlanjut terus menerus sehingga suhu air secara keseluruhan menjadi panas merata sampai 100 °C.

Tabel 4.1 Hasil uji pintu udara pada kompor biomassa.

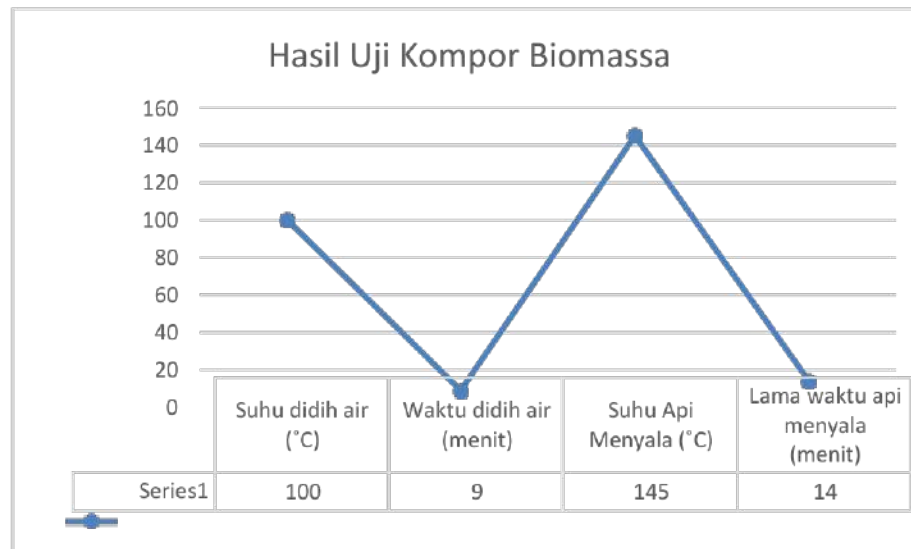
No	Massa Bahan Bakar	Ukuran Lubang Udara	W	Suhu	Volume Air
1	1kg	1	12	160	5 Liter
2	1kg	$\frac{3}{4}$	11	160	5 Liter
3	1kg	$\frac{1}{4}$	9	170	5 Liter
4	1kg	$\frac{1}{2}$	9	180	5 Liter

Pada tabel 4.1 didapatkan hasil uji pintu udara pada kompor biomassa. Pertama, ukuran lubang udara dibuka 1 atau penuh dengan massa bahan bakar 1kg. Waktu yang diperlukan adalah 12 menit, dengan suhu 160°C dengan sebanyak 5 liter air. Kedua, ukuran lubang udara dibuka $\frac{3}{4}$ dengan massa bahan bakar 1kg. Waktu yang diperlukan adalah 11 menit, dengan suhu 160°C dengan sebanyak 5 liter air. Ketiga, ukuran lubang udara dibuka $\frac{1}{4}$ dengan massa bahan bakar 1kg. Waktu yang diperlukan adalah 9 menit, dengan suhu 170°C dengan sebanyak 5 liter air. Keempat, ukuran lubang udara dibuka $\frac{1}{2}$ dengan massa bahan bakar 1kg. Waktu yang diperlukan adalah 9 menit, dengan suhu 180°C dengan sebanyak 5 liter air. Grafik pengujian pintu udara dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Grafik 4.1 Pengujian Pintu Udara

D. Analisis Hasil Uji Kompor Biomassa



Grafik 4.2 Hasil Uji Kompor Biomassa

1. Suhu Nyala Api

Suhu nyala api merupakan energi panas hasil pembakaran bahan baku berupa kayu karet. Bahan baku limbah kayu karet yang digunakan ini mengalami teradiasi ke atas dari bahan bakar ke sisi bagian luar dasar panci. Suhu nyala api ini diukur dengan termokopel di mulut cerobong kompor biomassa atau di bawah permukaan dasar panci. Setelah data disusun dalam bentuk tabel dan digambarkan dalam bentuk grafik, maka diperoleh suhu nyala api 50°C untuk perlakuan pada kayu karet.

2. Lama waktu Api Menyala

Lama waktu api menyala adalah durasi waktu api menyala pada waktu pengujian hasil kompor biomassa. Lama waktu api menyala diukur menggunakan stopwatch. Setelah data disusun dalam bentuk tabel dan digambarkan dalam bentuk grafik, maka diperoleh lama waktu nyala api yaitu selama 19 menit.

3. Suhu Didih Air

Titik didih adalah suhu dimana tekanan uap suatu zat (cair) sama dengan tekanan udara luar, sehingga proses penguapan terjadi di seluruh bagian cairan. Pada grafik 4.2 telah disimpulkan bahwa suhu didih air pada hasil pengujian kompor api biomassa ini adalah 100°C.

4. Waktu Didih Air

Waktu didih air adalah titik waktu didih air pada pengujian kompor api biomassa. Waktu yang diperlukan untuk memasak air hingga mendidih pada kompor api biomassa ini adalah 9 menit (grafik 4.2).

E. Hasil Pengukuran Nilai Kalor

Perbedaan daya yang dihasilkan dari pengukuran menjadi tolak ukur dalam penentuan kualitas biomassa. Pengujian dilakukan dengan memanaskan 1 Kg air selama selama 300 detik untuk mendapatkan perubahan air yang dipanaskan.

Tabel 4.2 Data Pengukuran Nilai Kalor

m (kg)	c (j/kg)	Delta T (c°)	Q(j)	t (s)	Joule (second)
1	4200	50	210000	60	3500
1	4200	60	252000	120	2100
1	4200	75	315000	180	1750
1	4200	80	336000	240	1400
1	4200	100	420000	300	1400

Pada tabel 4.2 dapat disimpulkan untuk memanaskan 1kg air dibutuhkan waktu 300 detik. Pada detik 60 didapatkan suhu awal yaitu 50c°, dengan jumlah kalor 210000 dan daya sebesar 3500 j/s. Pada detik 120 didapatkan

suhu 60c°, dengan jumlah kalor 252000 dan daya sebesar 2100 j/s. Pada detik 180 didapatkan suhu 75c° dengan jumlah kalor 315000 dan daya sebesar 1750 j/s. Pada detik 240 didapatkan suhu 80c° dengan jumlah kalor 336000 dan daya sebesar 1400 j/s. Pada detik ke 300 didapatkan suhu 100c°, dengan jumlah kalor 420000 dan daya sebesar 1400 j/s.

F. Perbandingan Uji Kompor Biomassa dengan Kompor Gas

1. Kompor Biomassa

Tabel 4.3 Hasil uji dari bahan baku limbah kayu karet yang digunakan pada kompor biomassa

No.	Variabel Yang Diamati	Bahan Baku (Limbah Kayu Karet)
1.	Suhu didih air (°C)	100
2.	Waktu didih air (menit)	9
3.	Suhu Api Menyala (°C)	145
4.	Lama waktu api menyala (menit)	14

Tabel 4.4 Hasil uji pada kompor gas

No.	Variabel Yang Diamati	Gas
1.	Suhu didih air (°C)	100
2.	Waktu didih air (menit)	11
3.	Suhu Api Menyala (°C)	145

Dapat disimpulkan bahwa tabel 4.3 hasil uji pada kompor biomassa menggunakan bahan baku limbah kayu karet dapat dilihat bahwa suhu didih air diketahui 100°C, setelah itu waktu didih air sebanyak 5 liter yang diperlukan yaitu 9 menit, dan suhu api menyala yaitu 145°C. Dan yang

terakhir, lama waktu api menyala pada kompor biomassa dibutuhkan waktu 14 menit.

Setelah menguji hasil pada kompor biomassa, peneliti menguji pada kompor gas, lalu didapatkan hasil pada tabel 4.4, bahwa suhu air dididh sebanyak 5 liter diketahui 100°C . Lalu, waktu dididh air yang diperlukan yaitu 11 menit, yang terakhir suhu api menyala yaitu 150°C .

Berdasarkan hasil kedua kompor yang telah diuji diatas, dapat disimpulkan bahwa waktu untuk mendidihkan air sebanyak 5 liter pada kompor biomassa lebih cepat 2 menit daripada kompor gas, hal ini dapat di buktikan pada hasil nya yaitu waktu untuk mendidihkan air pada kompor biomassa yaitu 9 menit, sedangkan waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air pada kompor biomassa yaitu 11 menit.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- 1 Kompor yang di produksi mampu menjadi alternatif ketika harga bahan bakar berupa gas melonjak naik sehingga mampu menjadi solusi untuk memasak dengan bahan bakar dengan harga terjangkau.
- 2 Kompor biomassa ini mampu mengurangi jejak karbon karna menghasilkan emisi karbon lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar fosil.
- 3 Mengurangi Jumlah Metana di Atmosfer karna dengan menggunakan biomassa, jumlah metana di atmosfer dapat dikurangi.
- 4 Mencegah kebakaran hutan karna salah satu bahan baku biomassa yang digunakan untuk menghasilkan energi biomassa biasanya diperoleh dari hutan. Pemanenan pohon dari hutan dapat membantu untuk mencegah melebarnya titik api karena pertumbuhan pohon yang padat
- 5 Kompor biomassa bersifat kompor yang mampu menjadikan bahan bakar bersifat daur ulang. Hal ini merupakan sebuah keuntungan besar karena ini berarti tidak ada keluaran industri yang sia-sia. Semua produk limbah dari industri dapat digunakan untuk menghasilkan energi biomassa.

B. Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Kompor harus di desain semenarik mungkin hingga memiliki nilai jual di mata masyarakat
2. Kompor yang di produksi memiliki ukuran yang sangat besar sehingga menyulitkan untuk di angkat
3. Harus ada energi terbarukan yang di produksi sebagai bahan bakar yang lebih efisien dalam proses pembakaran
4. Peneliti harus lebih memperhatikan bahan pelapis dinding kompor sehingga tidak menghantarkan panas yang berlebihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajis, A. A., & Widiharsa, F. A. (2015). *Analisa Efisiensi Termal Tungku Biomassa*. XI, 9–18.
- A. Muri Yusuf. 2014. “Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan”. Jakarta : prenadamedia group.
- Fajar Tri Aryanto, R. W., & Irawan, R. (2019). Uji Kinerja Kompor Biomassa “Preme Sehat Energi” Berbahan Bakar Pellet Kayu. *Jurnal ALMIKANIK*, 1(4), 130–135.
- Fiatno, A., Maharani, & Aprizal. (2018). Pemurnian Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Absorber Dan Adsorber Karbon Aktif. *Aptek*, 23, 60–65.
- Hunta, C. F. M. L. Y. (2012). Bahan Bakar Untuk Menguji Kerja Prototype Kompor Biomassa. *Buana Sains*, 12(1), 75–82.
- Husna, A. (2017). *Analisis Efisiensi Pembakaran serta Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO2) di Dalam Ruangan Akibat Penggunaan Kompor Biomassa Berbahan Bakar Briket Tempurung Kelapa dan Briket Kayu Bakar*. Tugas Akhir. Padang: Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas.
- Idji, L., Haluti, S., & Antu, E. S. (2020). Rancang Bangun Kompor Biomassa Berbahan Bakar Kayu. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTTPG)*, 5(1), 17–21. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v5i1.543>
- Imaduddin, L., Lanya, B., & Haryanto, A. (2013). Pengujian Kompor Gasifikasi Biomassa dengan Tiga Jenis Bahan Bakar. *TekTan Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*, 5(1), 1–8.
- Ivanto, M., Wiranto, W., Eka, E., Syahrullah, M., Herman, H., & Yudha, N. K. (2021). Rancang Bangun Alat Pengering Akar Kayu Bajakah Dengan Memanfaatkan Tenaga Surya (Solar Dryer) Dan Kompor Biomassa. *Agroindustrial Technology Journal*, 5(2). <https://doi.org/10.21111/atj.v5i2.6776>
- Kirch, T. (2016). Penelitian pada Sebuah Kompor Top Lit Up Draft Mengenai Parameter Pembakaran. *Jurnal Energy and Fuels*, 32(8), 8507–8518.

- Kong, G. T. (2010). *Peran Biomassa bagi Energi Terbarukan*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Lestsatitthanakorn, C. (2014). *Studi Mengenai Penggabungan Gasifier Sekam Padi dengan Generator Termoelektrik*.
- Permadi, T., Studi, P., Pertanian, T., & Pertanian, J. T. (2020). *Rancang Bangun Alat Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung*. 1–40.
- Raman, P., Murali, J., Sakthivadivel, D., & S, V. V. (2013). *Performance evaluation of three types of forced draft cook stoves using fuel wood and coconut shell*. *Biomass and Bioenergy*.
- Ridwan, A. (2012). Rancang Bangun Tungku Biomassa Hemat Energi Dan Ramah Lingkungan Pada Tungku Tradisional Masyarakat Berbahan Bakar Kayu. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 3(1), 69–78. <https://doi.org/10.37859/jp.v3i1.151>
- Rizqiardihatno, R. F. (2008). *Perancangan Kompor Biomassa Berefisiensi Tinggi dan Ramah Lingkungan dengan Prinsip Heat Recovery untuk Masyarakat Urban*. Skripsi. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Sawir, H. (2016). *Kompor Biomassa (sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Menjadi Energi)*. Formulir Aplikasi Penghargaan Inovasi K3 dan Lingkungan Hidup PT Semen Padang. Padang.
- Surjadi, E. (2012). Penelitian Mengenai Performa Tungku Gasifikasi Biomassa Tipe Lit Up Draft. *Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Surakarta, Surakarta*.
- Sutar, K. B. (2015). Keteknikan pada Kompor Biomassa. *Jurnal Energy for Sustainable Development*, 6(2), 20–27.
- Wibowo, N. I., & Arief, M. R. B. (2020). Pemanfaatan Teknologi Tepat Guna Kompor Roket Dengan Formulasi Bahan Bakar Pelet Kayu Dan Kayu Sengon. *Agroscience (Agsci)*, 10(2) 136. <https://doi.org/10.35194/agsci.v10i2.1156>
- Wijianto, 2016. Penelitian mengenai variasi kecepatan aliran udara pada tungku gasifikasi. *Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta*.

