

RANCANG BANGUN KOMPOR BIOMASSA DENGAN BAHAN BAKAR BIOPELET

SKRIPSI

OLEH :

**ENMO EKUTEN LINGGA
158130041**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

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 20/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)20/12/21

RANCANG BANGUN KOMPOR BIOMASSA DENGAN BAHAN BAKAR BIOPELET

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana di
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



OLEH :

**ENMO EKUTEN LINGGA
NPM 158130041**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

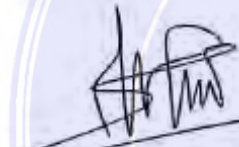
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI

Judul Skripsi : Rancang Bangun Kompor Biomassa Dengan Bahan Bakar Biopellet
Nama Mahasiswa : Enmo Ekuten Lingga
NPM : 158130041
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik


Disetujui Oleh Komisi Pembimbing

Pembimbing II



(Muhammad Idris, ST, MT)
NIDN: 0106058104

Pembimbing I



(Ir. Husin Ibrahim, MT)
NIDN: 0018106107

Dekan



(Dr. Ir. Dina Maizana, MT)
NIDN: 0113096601

Fakultas Teknik
Teknik Mesin



(Muhammad Idris, ST, MT)
NIDN: 0106058104

Tanggal Lulus : 26 Januari 2021

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Enmo Ekuten Lingga

NPM : 158130041

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Rancang Bangun Rancang Bangun Kompor Biomassa
Dengan Bahan Bakar Biopellet.

Menyatakan bahwa skripsi ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau tulisan saya sendiri. Jika dikemudian hari terbukti merupakan duplikat, tiruan, plagiat atau dibuat oleh orang lain secara keseluruhan atau sebagian besar, maka skripsi ini dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa akademis Universitas Medan Area saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Enmo Ekuten Lingga

NPM : 158130041

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Karya : Tugas Akhir/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 : **Rancang Bangun Kompor Biomassa Dengan Bahan Bakar Biopellet**. Beserta perangkat yang sudah ada (jika diperlukan) dengan hak bebas royalti noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak untuk menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 26 Januari 2021

Enmo Ekuten Lingga

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

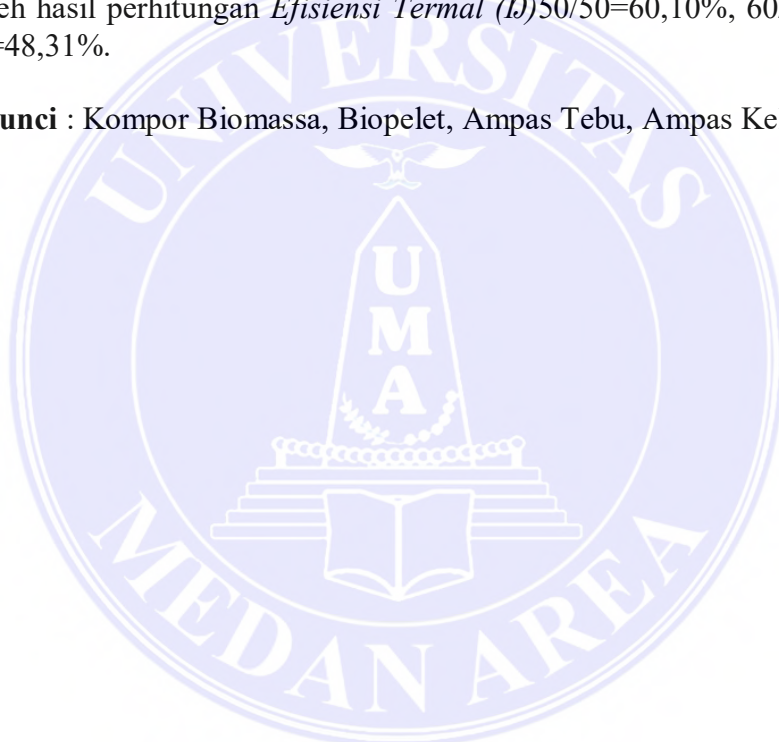


Penulis dilahirkan di Lingga Tengah pada tanggal 13 juli 1989 dari Ayah Victor Lingga dan Rohani Panjaitan. Penulis merupakan anak ke 2 dari 3 bersaudara. Penulis menyelesaikan Pendidikan Dasar di SD N 03328 Bandar Kuta Usang pada tahun 2002. Dan seterusnya penulis melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP N 1 Tigabaru dan selesai pada tahun 2005. Kemudian penulis melanjutkan Sekolah Menengah Kejuruan SMK N 1 Sitingo dengan bidang Otomotif dan selesai pada tahun 2008. Setelah menyelesaikan pendidikan di SMK kejuruan pada tahun 2008. kemudian penulis bekerja di PT. Gapura Angkasa Airport. Pada tahun 2015 penulis terdaftar menjadi Mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin di Universitas Medan Area dan selesai pada 26 Januari 2021.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun kompor biomassa bahan bakar biopellet serta menganalisa unjuk kompor. Manfaat penelitian ini dapat meningkatkan kesadaran masyarakat dalam pemanfaatan limbah biomassa yang dapat di daur ulang menjadi bahan bakar berupa biopellet dan penggunaan kompor biomassa sebagai energi alternatif. Metode yang digunakan baik untuk menguji tungku briket hasil rancangan dan tungku briket lainnya adalah *Water Boiling Test* (WBT), parameter input yang diperoleh dari perancangan adalah *efisiensi kompor (η)*. Bentuk kompor yang dibuat dalam perancangan ini adalah berbentuk silinder yang dilengkapi dengan ruang pembakaran, kipas, dan ruang penampungan abu sisa pembakaran. Dari hasil perancangan kompor diperoleh hasil perhitungan *Efisiensi Termal (η)* $50/50=60,10\%$, $60/40 = 49,94\%$, $70/30 =48,31\%$.

Kata kunci : Kompor Biomassa, Biopellet, Ampas Tebu, Ampas Kelapa.

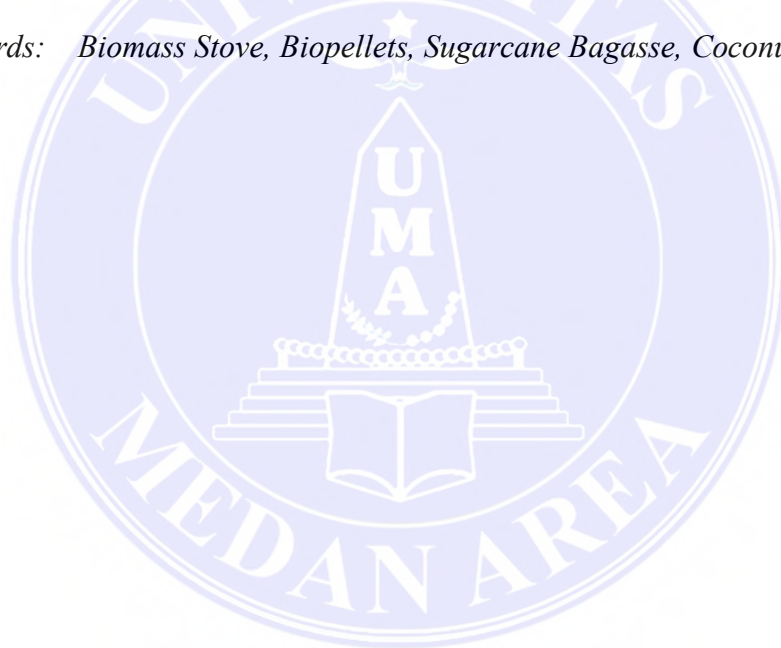


ABSTRACT

EnmoEkutenLingga. 158130041. "The Design of Biomass Stove with Biopellets Fuel". Supervised by Ir. Husin Ibrahim, M.T., and Muhammad Idris, S.T., M.T.

This study aimed to design and create a biomass stove of bio pellets fuel and to analyze the stove's performance. The benefits of this research can increase public awareness of the biomass waste use that can be recycled into fuel in the form of bio pellets and biomass stoves usage as alternative energy. The method used both to test the designed briquette stove and other briquette furnaces was the Water Boiling Test (WBT); the input parameter obtained from the design was stove efficiency (η). The stove form made in this design was in a cylinder form equipped with a combustion chamber, a fan, and an ash storage chamber of combustion residue. From the stove design results, the calculation results obtained Thermal Efficiency (η) 50/50 = 60.10%, 60/40 49.94%, 70/30 - 48.31%.

Keywords: Biomass Stove, Biopellets, Sugarcane Bagasse, Coconut Dregs.



KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, Penulis Mengucapkan puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya yang tidak pernah berhenti mengalir sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“RANCANG BANGUN KOMPOR BIOMASSA DENGAN BAHAN BAKAR BIOPELET ”**.

Penulis menyadari keberhasilan dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan banyak pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah berkontribusi. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan., M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Muhammad Idris., ST. MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Husin Ibrahim., MT., selaku dosen pembimbing I dan Bapak Muhammad Idris., ST. MT., selaku dosen pembimbing II, Yang membimbing saya dengan pengertian, kesabaran, dan sangat memberikan masukan serta bersedia meluangkan waktunya dalam membimbing, memotivasi, membantu, serta mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi sehingga skripsi ini dapat selesai dalam waktu yang diharapkan penulis.

5. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
6. Pegawai Fakultas Teknik Khususnya Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
7. Kedua orang tua saya yang tersayang, Victor lingga dan Rohani br Panjaitan, yang telah tulus dan ikhlas memberikan kasih sayang,cinta, doa, perhatian, dukungan moral dan material yang telah diberikan selama ini.
8. Seluruh Teman-teman seperjuangan saya TEKNIK MESIN 2015 di Universitas Medan Area.

Penulis juga menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangannya oleh karena itu, Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memenuhi fungsinya dan bermanfaat bagi dunia pendidikan khususnya di jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area.

Medan, 26 Januari 2021

Penulis

Enmo Ekuten lingga

DAFTAR ISI

	HALAMAN
RANCANG BANGUN KOMPOR BIOMASSA DENGAN BAHAN BAKAR BIOPELET	i
HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Kompor Biomasa.....	6
1. Defenisi Kompor Biomassa	6
2. Prinsip Dasar Kompor	6
3. Klasifikasi Kompor	7
B. Kriteria Perancangan	8
1. Faktor Sosial	8
2. Daya Keluaran Kompor dan Kebutuhan Lain	9
3. Sumber – Sumber lokal.....	9
4. Faktor Sosial.....	9
5. Faktor Lingkungan	9
C. Biomassa	10
1. Komponen- komponen Kompor Biomassa.....	11
2. Potensi Limbah Biomassa	11
3. Ketersedian Biomassa di Indonesia.....	12
4. Kandungan Biomassa	12
5. Kandungan Karbon.....	12
D. Proses Pembakaran.....	12
1. Perpindahan panas	13
2. Konduksi	13
3. Konveksi	14
4. Radiasi	14
5. Sambungan Las	16
6. Sambungan Mur dan Baut	17

E. Dasar Pembakaran.....	18
1. Rasio udara Dengan Bahan Bakar (Air-Fuel ratio, AF)	19
2. Temperatur Nyala.....	20
3. Pembakaran Sempurna (<i>complete combustion</i>)	20
4. Pembakaran Habis	21
5. Kebutuhan Udara Teoritis	21
6. Efisiensi Termal	22
7. Metode Water Boiling Test (<i>WBT</i>).....	22
BAB III. METODE PENELITIAN	24
A. Tempat dan Waktu	24
1. Tempat	24
2. Waktu.....	24
B. Diagram Alir Perencanaan.....	25
C. Tahap Perancangan Kompor	26
1. Pertimbangan Pemilihan Bahan	26
2. Gambar Rancangan	27
3. Metode Perancangan.....	27
D. Bahan dan Alat.....	28
1. Bahan	28
2. Peralatan.....	29
E. Tahap Fabrikasi Kompor	33
1. Perancangan Dinding Luar Kompor	33
2. Perancangan Ruang Bakar	34
3. Perancangan Tempat Penampungan Abu	34
4. Perancangan Dudukan Panci (Wajan)	35
5. Perancangan Kipas	35
F. Uji Unjuk Kerja Kompor	35
G. Prosedur Penelitian.....	36
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
A. Spesifikasi Kompor Hasil Rancangan	37
B. Hasil Seleksi Konsep Kompor	38
1. Konsep Awal Kompor	38
2. Konsep Akhir Kompor	38
C. Desain Arsitektur kompor.....	39
1. Dudukan Panci (Plat Besi)	40
2. Dinding Kompor (Pipa Besi <i>Calvanis</i>).....	40
3. Penampungan Abu Sisa Pembakaran	40
4. Ruang Pembakaran	40
5. Kipas.....	40
D. Hasil Rancangan Kompor.....	40
E. Proses Penyambungan	41
1. Pengelasan.....	42
2. Baut dan Mur.....	42
F. Unjuk Kerja Kompor Biomassa Hasil Rancangan.....	43
G. Uji Performa Kompor.....	44
H. Efisiensi Termal	45
1. 50/50 % (Bahan bakar)	45
2. 60/40 % (Bahan bakar)	45

3. 70/30% (Bahan bakar)	46
I. Daya Output / Power Kompor	47
J. Efisiensi Kompor.....	48
K. Waktu Pendiidihan Air dan Laju Pembakaran.....	49
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
A. Kesimpulan	51
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53
DAFTAR LAMPIRAN.....	54

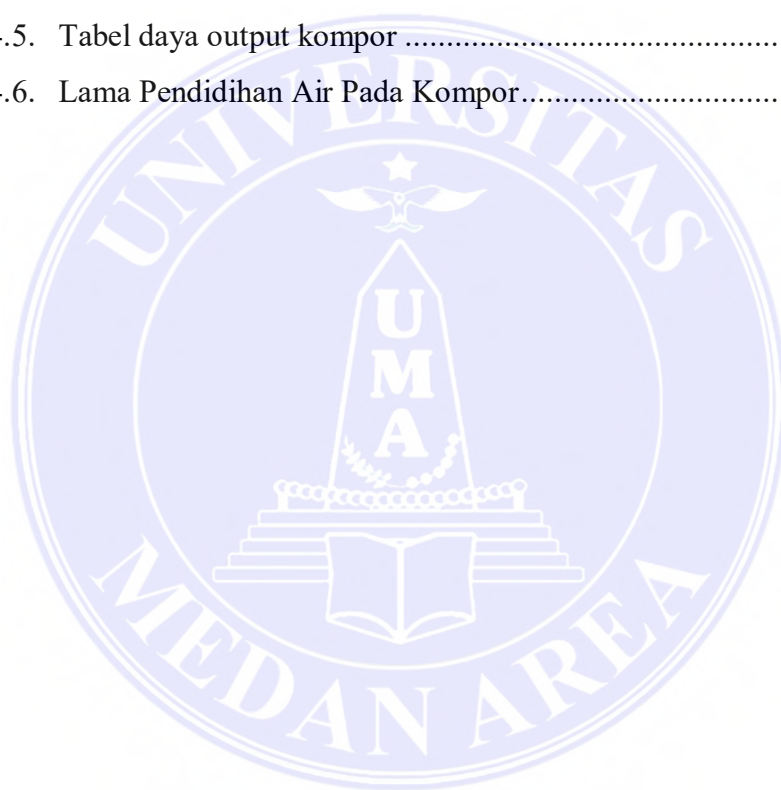


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Skema dan Dimensi Bagian Sambungan Las	17
Gambar 2.2.	Sambungan Mur dan Baut	18
Gambar 3.1.	Desain Kompor	27
Gambar 3.2.	Pipa Besi <i>Calvanis</i>	28
Gambar 3.3.	Ampas Kelapa dan Ampas Tebu.....	29
Gambar 3.4.	Laptop.....	29
Gambar 3.5.	Meteran.....	30
Gambar 3.6.	Mistar	30
Gambar 3.7.	Gerinda Tangan.....	30
Gambar 3.8.	Bor Listrik.....	31
Gambar 3.9.	Trafo Las Listrik	31
Gambar 3.10.	Mesin Gergaji Besi.....	31
Gambar 3.11.	Jangka Sorong.....	32
Gambar 3.12.	Kipas kompor.....	32
Gambar 3.13.	Dinding Luar Kompor	34
Gambar 3.14.	Ruang Bakar	34
Gambar 3.15.	Penampungan Abu	34
Gambar 3.16.	Dudukan Alat Masak.....	35
Gambar 3.17.	Kipas.....	35
Gambar 4.1.	Kompor biomassa yang ada dipasaran.	38
Gambar 4.2.	Konsep akhir kompor rancangan	38
Gambar 4.3.	Desain Arsitektur kompor	39
Gambar 4.4.	Kompor hasil rancaangan	41
Gambar 4.5.	Grafik Efisiensi Termal	46
Gambar 4.6.	Grafik daya output kompor	48
Gambar 4.7.	Grafik Waktu Pendidihan Air	49
Gambar 4.8.	Grafik Bahan Bakar dan Air	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. limbah Biomassa di Indonesia.....	11
Tabel 3.1. Jadwal Perencanaan	24
Tabel 4.1. Spesifikasi kompor Biomassa Hasil Rancangan	37
Tabel 4.2. Jumlah Variasi Bahan Bakar	44
Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian	44
Tabel 4.4. Hasil Pengolahan Data Temperatur Air dan Efisiensi Termal	46
Tabel 4.5. Tabel daya output kompor	48
Tabel 4.6. Lama Pendidihan Air Pada Kompor.....	49



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bumi memiliki banyak sumber energi yang dapat dipergunakan. Tetapi tidak semua energi yang tersedia dapat digunakan secara terus- menerus. Secara garis besar energi dibedakan menjadi dua macam, yaitu energi tak terbarukan dan energi terbarukan. Energi tak terbarukan yang banyak dipakai saat ini adalah bahan bakar fosil berupa minyak dan gas bumi, yang dihasilkan setelah proses ratusan juta tahun secara alami. Sedangkan energi energi terbarukan dapat berasal dari matahari, air, angin, dan siklus biologis.

Sumber energi yang bersala dari siklus biologis ini dinamakan biomassa. Contoh biomasa yang berpotensi menghasilkan energi dari pembakarannya adalah kayu, arang, kotoran hewan, dan limbah pertanian. Salahsatu kegunaan biomassa adalah sebagai bahan bakar yang dibakar secara langsung karena kemudahan pemakaiannya, pembakaran secara langsung lebih mudah diaplikasikan dan lebih banyak penggunaannya untuk keperluan sehari-hari di rumah.[1]

Kompor menjadi salah satu teknologi yang berperan penting dalam pemanfaatan energi pada skala rumah tangga. Secara tidak langsung kebutuhan energi pada skala rumah tangga menjadi masalah seiring kebutuhan bahan bakar untuk memasak. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2015, di Indonesia, sebanyak 41,747 desa masih menggunakan *Liquified Petroleum Gas* (LPG) dan 4,278 desa masih menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakar untuk memasak. [2]

Masyarakat memang dapat menikmati bahan bakar yang praktis, bersih, dan efisien dengan menggunakan LPG, namun fakta di lapangan masih ditemukan kendala distribusi LPG yang kurang merata dan keterbatasan kemampuan ekonomi masyarakat untuk membeli LPG, terutama di wilayah desa. Maka perlu pengembangan energi bersih yang berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar berbasis fosil seperti minyak dan gas bumi tersebut. Salah satu alternatif teknologi untuk skala rumah tangga, khususnya di wilayah pedesaan dengan kondisi di atas adalah kompor gasifikasi biomassa, dengan pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar kompor.

Kompor biomassa adalah alat yang digunakan untuk mengkonversikan energi potensial biomassa menjadi energi termal. Untuk memperoleh efisiensi kompor yang baik dari kompor, desain teknis kompor perlu diperhatikan. Kompor merupakan salah satu peralatan tradisional dalam proses pengolahan makanan.[3]

Indonesia memiliki potensi sumber energi biomassa yang tinggi berasal dari limbah pertanian-kehutanan seperti sekam padi (280 kg/ton gabah), batang padi (5000kg/ton gabah), bagas (280 kg/ton gula), batok kelapa (150 kg/ton kelapa), dan lain-lain.

Pemanfaatan limbah biomassa dapat dilakukan secara langsung sebagai bahan bakar, dikonversi dulu menjadi arang, atau di bentuk terlebih dahulu menjadi briket.

Limbah biomassa pada umumnya berbentuk butiran, serbuk, atau potongan-potongan kecil sehingga penggunaannya menjadi bahan bakar kurang diminati masyarakat. Selain itu, penggunaan limbah biomassa dalam bentuk aslinya sangat sulit untuk ditransformasikan, memiliki kadar pembakaran rendah

karena nilai kerapatannya (*bulk density*) rendah, kadar airnya masih tinggi, dan nilai kalornya rendah. Oleh karena itu, perlu pengembangan teknologi untuk meningkatkan minat pengguna limbah biomassa dengan cara mengolah limbah biomassa menjadi bahan bakar padat (briket).

Penggunaan briket sebagai bahan bakar memiliki beberapa keuntungan, anatara lain lebih mudah dalam proses pembakaran dan penyimpanannya, selain itu, pemanfaatan limbah biomassa menjadi briket juga membuka peluang bisnis yang menjanjikan. Keunggulan pembakaran briket biomassa yaitu lebih aman karena tidak menghasilkan emisi karbonmonoksida (CO), nitromonoksida (NO), atau sulfur (SO) saat dibakar sedangakang briket batubara mengeluarkan emisi CO sekitar 106 ppm sepanjang dua hingga tiga jam pembakaran[4]

Seiring berkembangnya teknologi, mahasiswa diharapkan mampu menciptakan suatu alat ataupun mesin terbaharukan seperti kompor biopellet. Kompor biopellet merupakan suatu alat/teknologi terbaharukan yang dapat mempermudah masyarakat dalam memenuhi kebutuhan energi sehari-hari dikarenakan kompor ini menggunakan bahan bakar yang sangat mudah untuk ditemukan yaitu ampas kelapa dan ampas tebu.

Kurang baiknya pemanfaatan akan ampas kelapa dan ampas tebu membuat ampas kelapa dan ampas tebu sangat mudah untuk kita temukan seperti ditempat rumah makan ataupun penjual es tebu. Penulis telah banyak menemukan kompor biopellet, akan tetapi masih ada kekurangan pada alat tersebut sehingga kerja kompor tersebut menjadi kurang efisien[5]. Sebagai contoh yaitu kualitas bahan dari kompor yang kurang tahan lama tetapi bahan tergolong berat. sehingga faktor

tersebut yang membuat penulis merencanakan untuk membuat kompor yang lebih baik dari sebelumnya.

Kompor yang direncanakan penulis yaitu kompor dengan dimensi yang ringan akan tetapi memiliki daya tahan yang cukup tinggi yang akan mempermudah masyarakat dalam penggunaannya.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah dalam perancangan ini adalah :

1. Bahan dan alat apa saja yang dibutuhkan dalam proses perancangan kompor biomassa
2. Bagaimana merancang dan membangun kompor biomassa berbahan bakar biopellet
3. Bagaimana pemanfaatan ampas kelapa dan ampas tebu sebagai bahan bakar untuk mencapai performa kompor biomassa

C. Batasan Masalah

Dari permasalahan yang harus diselesaikan di atas, maka perlu adanya batasan masalah serta ruang lingkup agar dalam melakukan analisa nantinya dapat memudahkan melakukan analisa , batasan masalah tersebut yaitu :

1. Penggunaan bahan bakar ampas kelapa dan ampas tebu yang akan di bentuk menjadi biopellet.

2. Merancang dan membangun kompor biomassa yang mempunyai ketahanan pada bahan yang digunakan sehingga mencapai performa kompor yang optimum melalui penggunaan bahan bakar ampas tebu dan ampas kelapa.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang diambil untuk di pelajari dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Merancang dan Membangun kompor biomassa bahan bakar biopellet
2. Menganalisis unjuk kerja kompor biomassa

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. sebagai referensi bagi mahasiswa lain untuk penelitian yang akan datang khususnya program studi teknik mesin.
2. Sebagai wacana dalam pengembangan kompor dan biopellet
3. Sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi mahasiswa teknik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kompor Biomasa

1. Defenisi Kompor Biomassa

Kompor biomassa adalah sistem yang membakar bahan biomassa untuk memproduksi kalor melalui pembakaran untuk penggunaan proses memasak domestik atau tujuan perancangan lain yang disesuaikan dengan kebutuhan pemakai [6]

Bahan bakar biomassa (*biomass fuel*) adalah padatan biomassa dalam bentuk mentah (belum diproses), maupun jadi (sudah diproses). Hal ini termasuk bahan bakar kayu, arang, limbah pertanian, briket dll. Bahan bakar kayu lebih disukai untuk kompor masak domestik namun pemakaian limbah dalam bentuk batang daun-daun meningkat akibat kelangkaan bahan bakar kayu. Tiap biomassa memiliki sifat- sifat dan karakteristik pembakaran yang berbeda-beda.

Perpindahan panas (*heat transfer*) adalah proses dimana panas yang dihasilkan pembakaran ditransfer kepermukaan yang menyerap panas. Dimana, hanya sebagian dari panas yang dihasilkan dapat diterima oleh makanan dalam wadah pemasak sisanya hilang melalui konduksi, konveksi, radiasi.

2. Prinsip Dasar Kompor

Prinsip dasar kompor adalah sebagai sarana proses pembakaran bahan bakar. Proses pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen. Pada proses ini perlu diperhatikan antara jumlah bahan bakar dan oksigen (yang diwakili oleh laju aliran udara) yang tepat sehingga proses pembakaran mendekati sempurna. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah efisiensi panas yang dihasilkan

pada kompor. Selanjutnya perlu juga dipertimbangkan masalah biaya, kemudahan operasi dan pemeliharaan kompor.

Kompor secara umum memiliki beberapa bagian utama dengan fungsi masing-masing yang antara lain meliputi tempat bahan bakar (minyak atau limbah biomassa), tungku pembakaran dan aliran udara alami. Kompor berbahan bakar biomassa mempunyai tambahan bagian penting lainnya untuk proses pembakaran, yaitu tempat penampung abu dan aliran udara paksa (blower). Dalam rancang bangun kompor digunakan plat yang cukup kuat agar dapat bertahan dalam waktu yang lama dan tidak mudah rusak. Uji teknik dilakukan pada kompor untuk mengetahui proses pembakaran yang terjadi dan efisiensi panas yang dihasilkan dalam proses perhitungan.

3. Klasifikasi Kompor

Klasifikasi kompor diperlukan untuk mengidentifikasi model kompor yang sesuai dengan kelompok pengguna tertentu, wilayah target, metode produksi dan diseminasi, dengan mempertimbangkan kebutuhan memasak dan persediaan bahan konstruksi dan bahan bakar, maka kompor dapat dikelompokkan dalam beberapa kategori:

a. Fungsi

1. Kompor mono fungsi: kompor yang hanya memiliki satu fungsi seperti untuk memasak, mengasap, memanggang, membakar, mendidihkan dll.
2. Kompor multi fungsi kompor yang memiliki kombinasi kegunaan seperti memanaskan air, memanaskan ruangan, mengasapkan ikan, atau daging memasak nasi dll.

b. Bahan konstruksi

Kompor biomassa umumnya terbuat dari suatu bahan utama: metal, tanah liat, keramik, batu, atau kombinasi dari beberapa bahan tersebut. Klasifikasi berdasarkan bahan membantu pemilihan rancangan yang sesuai dengan bahan yang tersedia, kemampuan fabrikasi, dan fasilitas produksi yang diperlukan. Harga sebuah kompor juga dapat tergantung pada bahan konstruksinya.

c. Jenis bahan bakar

pada umumnya kompor dirancang agar efisien terhadap satu bahan tertentu saja. Misalnya kompor yang dirancang untuk kayu bakar akan memiliki performa yang buruk bila menggunakan arang. Tipe-tipe umum kompor berdasarkan kategori ini: kompor arang, kompor kayu bakar, limbah pertanian, kompor kotoran sapi dan kompor briket.

B. Kriteria Perancangan

Sebuah kompor harus dirancang secara spesifik sesuai dengan penggunaannya. Parameter teknik dan non-teknik harus diperhitungkan[7]. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam perancangan adalah : faktor sosial, daya keluaran kompor, sumber-sumber lokal, ekonomi, dan lingkungan.

1. Faktor Sosial

Dua faktor sosial yang penting dalam merancang kompor adalah kebutuhan pengguna dan sumber-sumber lokal. Perancangan kompor harus mempertimbangkan target kompor yaitu : pekerjaan memasak, peralatan memasak, ukuran operasi masak, dan parameter operasional lain.

2. Daya Keluaran Kompor dan Kebutuhan Lain

Waktu dan frekuensi memasak juga perlu diperhatikan. Waktu masak bergantung pada kuantitas masakan yang dimasak. Daya keluaran (*power output*) dan mode regulasi pada berbagai lubang pot dioptimasi sesuai kebutuhan penggunaan. Bentuk dan ukuran panci akan mempengaruhi karakteristik perpindahan kalor.

3. Sumber – Sumber lokal

Sumber-sumber lokal yang mempengaruhi perancangan kompor adalah : bahan konstruksi, jenis bahan bakar, infrastruktur, keahlian produksi, dan distribusi sistem kompor. Bahan bakar biomassa campuran biasanya dipakai di negara-negara berkembang, seperti kayu bakar, arang, sisa pertanian dan sisa ternak. Dilokasi yang tidak terdapat metal sheet, biasanya dipakai tanah liat, batu bata, dan keramik sebagai bahan konstruksi.

4. Faktor Sosial

Biaya sebuah kompor bergantung pada bahan konstruksi dan kerumitan fabrikasi. Model yang sangat efisien biasanya melebihi pembelian pemakai kompor seperti ini hanya dapat dipasarkan bila mendapat subsidi dari pemerintah. Kompor harus kokoh, agar tidak memerlukan perawatan yang sering, bagian-bagian yang harus dibersihkan mudah tercapai.

5. Faktor Lingkungan

Efisiensi termal dan efisiensi pembakaran terkadang bertolak belakang. Rancangan yang efisien secara termal, dalam kasus-kasus tertentu tidak efisien secara pembakaran sehingga menimbulkan emisi yang lebih besar, dan merugikan

lingkungan, khususnya dalam ruangan dimana kompor tidak memiliki cerobong asap.

C. Biomassa

Biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan telah digunakan sejak lama dan ketersediaannya melimpah. Biomassa di alam tersedia dalam berbagai bentuk, seperti potongan batang kayu, ranting-kayu, sisa kayu, limbah pertanian, batang dan pelepah sawit dan lain-lain. Dalam pemenuhan kebutuhan energi sehari-hari, masyarakat menggunakan biomassa tersebut sekitar 40% total konsumsi energi nasional yang digunakan oleh rumah tangga (terutama di pedesaan) berasal dari biomassa (bahan kayu bakar)[8].

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk maupun buangan. Selain digunakan untuk tujuan primer yaitu serat, bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, dan sebagainya, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Pada umumnya digunakan sebagai bahan bakar biomassa adalah biomassa yang nilai ekonomisnya rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya.

Pemanfaatan biomassa sebagai bahan baku energi secara umum menarik perhatian dunia dalam beberapa tahun terakhir ini. Tujuan utama dari usaha-usaha tersebut adalah untuk mengganti sumber daya fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batubara dengan sumber-sumber yang dapat diperbaharui (*renewable*). Biomassa atau limbah biomassa kini dapat dijadikan sebagai salah satu sumber energi alternatif dengan berbagai pilihan jalur konversi energi yang diinginkan.

1. Komponen- komponen Kompor Biomassa

Pada umumnya, suatu kompor biomassa memiliki komponen- komponen yang terdiri dari :

- a. Dinding kompor, komponen luar pada kompor sebagai penghalang udara dan panas pada ruang pembakaran.
- b. Kotak api/ ruang pembakaran, sebagai tempat proses pembakaran terjadi
- c. Kipas/fan, untuk mendistribusikan udara ke ruang pembakaran secara lebih merata sehingga meningkatkan performa kompor.
- d. Kisi-kisi/penampungan abu, sebagai tempat penampungan abu sisa pembakaran, sehingga abu terkumpul pada satu wadah.
- e. Dudukan panci, sebagai tempat panci diletakkan pada saat proses pemasakan atau perebusan, dudukan panci didesain senyaman mungkin tidak terlalu rendah maupun tinggi.

2. Potensi Limbah Biomassa

Limbah biomassa yang digunakan sebagai sumber energi pada umumnya adalah biomassa yang nilai ekonomisnya rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya. Potensi beberapa limbah biomassa dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2.1. limbah Biomassa di Indonesia.

No	Sumber	Kuantitas (10 ⁶ ton)	Energi (10 ⁶ GJ)
1	Perkebunan karet	41,1	120
2	Limbah penebangan hutan	4,5	11
3	Limbah industri perkayuan	1,3	13
4	Limbah indutri kayu lapis getah kayu (veneer)	1,5	16
5	Limbah kelapa sawit	8,2	67
6	Limbah industri gula	23,4	78
7	Limbah padi	65,5	150
8	Limbah perkebunan kelapa	1,1	7
9	Total	213,5	470

3. Ketersediaan Biomassa di Indonesia

Sumber daya biomassa di Indonesia sangat melimpah. Salah satu penyebabnya adalah Indonesia yang termasuk negara beriklim tropis dengan wilayah yang cukup luas. Dimana pula Jawa dan Sumatera, menempati persentase dengan urutan tertinggi limbah dari penggilingan tebu. Potensi yang besar tersebut disebabkan oleh fungsi tebu sebagai bahan baku utama industri pembuatan gula yang jumlahnya cukup banyak di Indonesia terutama di pulau Jawa dan Sumatera.

4. Kandungan Biomassa

Terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan sebagai bahan pertimbangan dan penggunaan biomassa, yakni selain aspek ketersediaan biomassa yang telah dibahas sebelumnya dan rantai suplai biomassa adalah aspek nilai kalori dan kandungan dari biomassa tersebut (*moisture content, ash content, volatile matter, unsur klorin* dan sebagainya). Dengan mengetahui kandungan yang dimiliki oleh suatu biomassa tertentu, maka dapat ditentukan jalur konversi termal (pembakaran langsung, pirolisis, gasifikasi, atau fermentasi) paling cocok untuk biomassa tersebut.

5. Kandungan Karbon

Semakin besar kandungan karbon dalam suatu bahan, makin baik fungsi bahan tersebut sebagai bahan bakar karena akan menghasilkan energi yang lebih besar.

D. Proses Pembakaran

Proses pembakaran bergantung pada sifat fisika –kimia bahan bakar (ukuran, bentuk, densitas, bahan), kuantitas dan metode penyediaan udara (udara

primer dan sekunder) dan kondisi lingkungan sekitar (temperatur, angin, kelembaban bahan bakar).

1. Perpindahan panas

Sebagian dari panas yang dihasilkan melalui pembakaran akan diterima oleh air dalam panci. Selebihnya akan hilang melalui proses konduksi, konveksi dan radiasi. Untuk memaksimalkan perpindahan panas ke air dalam panci, perlu dipelajari mekanisme perpindahan panas dan prinsip-prinsipnya, agar dapat mengetahui penyebab adanya panas yang hilang dan cara meminimalisasinya dengan memodifikasi rancangan kompor.

2. Konduksi

Molekul- molekul dalam bahan padat tersusun rapat. Bila terdapat gradien temperatur, molekul-molekul tersebut terdistribusi dan menyamakan energi energi kinetiknya dengan interaksi langsung yang disebut konduksi.[9] Pada logam, panas terkonduksi pula lewat pergerakan elektron bebas berkecepatan tinggi dari area bersuhu tinggi ke area ke area bersuhu rendah.

Perpindahan kalor konduksi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$q = - \frac{K \times A \times \Delta T}{\Delta X} \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana :

q = laju perpindahan panas (kj /s, W)

k = konduktivitas termal (W/m.°C)

A = luas permukaan(m²)

ΔX = ketebalan permukaan dimana terjadi konduksi

ΔT = Perbedaan suhu dari permukaan dingin dan panas(°C)

$\Delta X/kA$ = Tahanan termal

3. Konveksi

Perpindahan kalor konveksi adalah perpindahan kalor dari perpindahan fluida (cair atau gas). Dilanjutkan dengan konduksi antara fluida panas dengan bahan. Konveksi dapat dibedakan menjadi alami dan paksa. Konveksi alami disebabkan oleh daya apung (*buoyance force*) yang dihasilkan oleh perbedaan temperatur. Sedangkan konveksi paksa disebabkan oleh udara paksa dari *blower, fan* atau kondisi berangin.

Konveksi merupakan perpindahan kalor utama yang terjadi pada kompor. Gas panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar, memanaskan panci.

Rumus umum konveksi adalah :

$$q = h \times A \times \Delta T \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana :

q = Panas yang dipindahkan dari gas panas ke permukaan panci atau dinding (W)

A = Luas permukaan dimana aliran panas terjadi (ft^2, m^2)

h = Koefisien perpindahan kalor konveksi ($W / m^2 \cdot ^\circ C$)

ΔT = Perbedaan temperatur antara gas panas dengan permukaan padat ($^\circ C$)

4. Radiasi

Radiasi merupakan perpindahan kalor tanpa adanya medium sehingga tidak ada transfer momentum maupun transfer massa yang dapat dianalogikan. Radiasi termal dapat didefinisikan sebagai energi yang dipancarkan oleh permukaan suatu bahan yang panas, dalam bentuk gelombang elektromagnetik.

Menurut hukum stefan, radiasi adalah pancaran energi dari suatu sumber kalor dan dinyatakan oleh rumus :

$$Q_{pancaran} = \sigma AT^4 \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana :

$Q_{pancaran}$ = Laju perpindahan panas (W)

σ = Konstanta boltzman ($5,669 \cdot 10^{-8} W/m^2k^4$)

A = Luas permukaan benda (m^2)

T = Suhu absolut benda ($^{\circ}C$)

Perancangan kompor menyangkut aplikasi perpindahan kalor, pembakaran dan prinsip aliran fluida untuk memperoleh pembakaran sempurna dengan level udara berlebih yang minimal, perpindahan kalor maksimal dari api ke bejana masak, dan kalor yang hilang yang minimum. Hal –hal tersebut dapat dicapai dengan mengoptimalkan dan menambahkan beberapa subsistem berikut :

a. Ruang pembakaran

Ruang pembakaran merupakan komponen utama kompor, dimana terjadinya proses pembakaran bahan bakar. Rancangan ruang pembakaran berdasarkan daya keluaran rata-rata P_{av} kompor dalam kW, dirumuskan sebagai

berikut :

$$P_{av} = \frac{\Sigma \Delta M_f \times H_c}{tT} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana :

$\Sigma \Delta M_f$ = Jumlah total pengisian bahan bakar selama percobaan (kg)

H_c = Nilai kaloritik dari bahan bakar(kj/kg)

t_T = Total waktu pembakaran (s)

Tinggi dan luas penampang ruang pembakaran dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$H_{cc} = \frac{\Delta M_f}{x \times P_f \times Acc} \dots \dots \dots (25)$$

dimana :

ΔM_f = Masukan bahan bakar (kg)

x = Densitas packing (kg/m^3)

P_f = Densitas bahan bakar (kg/m^3)

A_{cc} = Luas penampang (mm)

Sedangkan tinggi api dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$H_{ff} = C_2 \times P^{2/5} \dots \dots \dots (2.6)$$

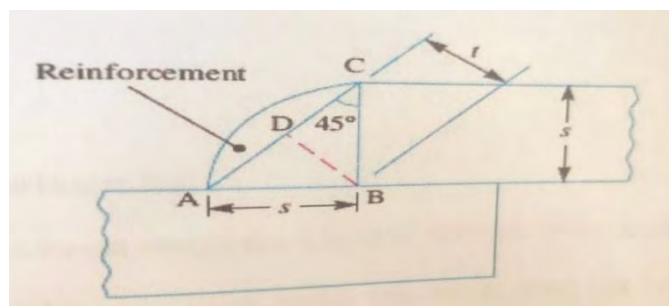
dimana :

P = Daya keluaran (kW)

C_2 = Nilai konstanta (kg)

5. Sambungan Las

Sambungan las adalah sambungan tetap yang memiliki kekuatan yang besar, jenis las yang digunakan untuk rancang bangun alat press ini adalah las listrik (*Electric Arc Welding*), tipe sambungan las yang digunakan adalah corner joint untuk menyambung rangka besi hingga menjadi konstruksi yang diinginkan.



Gambar 2.1. Skema dan Dimensi Bagian Sambungan Las.

Untuk menentukan sambungan las, diasumsikan bahwa bagian fillet adalah segitiga ABC dengan sisi miring AC seperti pada gambar diatas. Panjang disetiap sisi diketahui sebagai ukuran las dan jarak tegak lurus kemiringan BD adalah tebal leher. Luas minimum las diperoleh pada leher BD, yang diberikan dengan hasil dari tebal leher dan panjang las.

misalkan $t =$ Tebal leher (BD)

$s =$ Ukuran las = Tebal plat

$l =$ Panjang Las

a. Ketebalan Las

$$t = s \sin 45^\circ = 0,707 \cdot s \dots \dots \dots (2.7)$$

b. Luas minimum las atau luas leher

$$A = t \cdot l = 0,707 \cdot s \cdot l \dots \dots \dots (2.8)$$

c. Kekuatan tarik sambungan untuk fillet tunggal

$$P = 0,707 \cdot s \cdot l \cdot t \dots \dots \dots (2.9)$$

d. Kekuatan Tarik sambungan las Fillet Ganda

$$P = 2 \cdot 0,707 \cdot s \cdot l \cdot \sigma_t = 1,414 \cdot s \cdot l \cdot t \dots \dots \dots (2.10)$$

6. Sambungan Mur dan Baut

Mur dan baut merupakan alat pengikat atau penyambung komponen yang sangat penting. Pada pembuatan alat press ini sambungan mur dan baut digunakan untuk mengikat dudukan kipas kompor.



Gambar 2.2.Sambungan Mur dan Baut.

Baut dan mur yang bertujuan untuk melakukan pengikat, baut yang digunakan dari bahan baja karbon rendah yaitu S30C dengan kekuatan tarik 48 (kg/mm^2).

a. Gaya Awal Baut

$$F = 284 \cdot d_o \dots \dots \dots (2.11)$$

dimana :

F = Gaya Pada Baut (N)

d_o = Diameter baut (mm)

b. Beban Aksial Pada Baut

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot d_i \cdot \sigma_t \dots \dots \dots (2.12)$$

dimana :

F = Gaya Pada Baut (N)

d_i = Diameter Minor (mm)

σ_t = Tegangan Tarik pada baut (N/cm^2)

E. Dasar Pembakaran

Pembakaran atau *combustion* adalah suatu urutan kompleks reaksi kimia yang bersifat eksotermik antara bahan bakar dan oksigen yang disertai oleh produksi panas, cahaya atau keduanya. Dalam suatu reaksi pembakaran lengkap, satu campuran bereaksi dengan satu elemen pengoksidasi, seperti oksigen atau

fluorine dan produknya adalah campuran dari setiap elemen dalam bahan bakar dengan elemen oksidasi.

1. Rasio udara Dengan Bahan Bakar (Air-Fuel ratio, AF)

Perbandingan udara dengan bahan bakar (Air Fuel Ratio- AFR) adalah perbandingan massa udara dari bahan bakar yang digunakan selama pembakaran. Ketika seluruh bahan bakar digabung dengan oksigen bebas, secara tipikal didalam ruang pembakaran, campuran seimbang secara kimiawi dan disebut campuran stoikiometri. Parameter yang biasa digunakan adalah AF atau didefinisikan massa udara dibanding dengan masa bahan bakar agar terjadi sempurna.

Dalam stoikiometri yang dapat dilihat langsung adalah perbandingan mol udara dengan mol bahan bakar, untuk selanjutnya disimbolkan AF_m , maka parameter ini harus diganti dengan persamaan berikut :

$$AF = AF_m \left(\frac{M_{ud}}{M_{bb}} \right) \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana AF [kg udara / kg bb] adalah perbandingan massa udara dengan bahan bakar, AF_m adalah perbandingan mol udara dengan bahan bakar. Parameter ini didapat dari koefisien persamaan reaksi (atau koefisien stoikiometri). Sementara M_{ud} adalah berat molekul udara (nilainya =28,9 kg/kmol) dan M_{bb} adalah berat molekul bahan bakar. Nilainya akan tergantung pada bahan bakar yang digunakan. Berat molekul bahan bakar yang biasa digunakan, yaitu metan (CH_4) $M= 16,04$ kg/kmol dan oktan (C_8H_{18}) $M= 114,22$ kg/ kmol.

a. Bahan Bakar

Bahan bakar adalah sesuatu yang dapat dibakar. Pada prinsipnya ada banyak bahan bakar, tetapi yang khusus dibahas adalah bahan bakar yang disebut

hidrokarbon. Bahan bakar umumnya berasal dari fosil dan akan lebih sering disebut bahan bakar fosil. Komsumsi energi dunia adalah berasal dari bahan bakar fosil ini sampai dengan sekitar 85%. Sementara ada juga bahan bakar yang tidak berasal dari fosi, tetapi berasal dari pengoilahan tumbuhan (biasa disebut *renewable fuel*). Yang termasuk ke jenis ini misalnya bioetanol yang diolah dari tebu,ubi,dan lain-lain atau biodiesel yang diolah dari minyak kelapa sawit.

b. Udara

Sebenarnya yang bereaksi dengan bahan bakar adalah O₂,tetapi dalam proses pembakaran di dalam pembangkit tenaga yang digunakan adalah O₂ yang terdapat pada udara. Makanya sebagai pengganti O₂ dalam pembakaran yang digunakan adalah udara.secara umum komposisi udara tidak hanya O₂ tetapi ada gas lainya yaitu Nitrogen dan oksigen.

2. Temperatur Nyala

Efisiensi termodinamik pembakaran adalah $(T_2-T_1)/T_1$, dimana T_2 adalah temperatur tertinggi dari api dan T_1 adalah suhu keluaran gas. Temperatur nyala teoritis (TFT = (*theoretical flame temperature*)[6]. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$TFT = \frac{\text{sensible heat in fuel and air} + \text{heat of combustion}}{\text{total quantities of combustion products} \times \text{mean spesific heat}} \dots\dots\dots (2.14)$$

3. Pembakaran Sempurna (*complete combustion*)

Pembakaran disebut sempurna bila seluruh unsur karbon yang bereaksi dengan oksigen menghasilkan hanya CO₂. Pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan zat arang (C), gas CO, CO₂, atau O.

4. Pembakaran Habis

Pembakaran bahan bakar disebut pembakaran habis (habis terbakar) bila seluruh karbon dalam bahan bakar bereaksi dengan oksigen.

5. Kebutuhan Udara Teoritis

Analisis pembakaran untuk menghitung kebutuhan udara teoritis dapat dilakukan dengan dua cara :

- a. Berdasarkan pada satuan berat
- b. Berdasarkan pada satuan volume.

Pada suatu analisis pembakaran selalu diperlukan data-data berat molekul dan berat atom dari unsur-unsur yang terkandung dalam bahan bakar.

a). Analisis Pembakaran Berdasarkan Berat

Analisis ini digunakan untuk menghitung kebutuhan teoritis pada pembakaran sempurna sejumlah bahan bakar tertentu. Sebagai contoh :



Ini berarti bahwa setiap kg karbon memerlukan 32 kg oksigen secara teoritis untuk membakar sempurna karbon menjadi karbondioksida. Apabila oksigen yang dibutuhkan untuk membakar masing-masing unsur pokok dalam bahan bakar dihitung lalu dijumlahkan, maka akan ditemukan kebutuhan oksigen teoritis yang dibutuhkan untuk membakar sempurna seluruh bahan bakar. Oleh karena itu untuk memperoleh harga kebutuhan oksigen teoritis yang sebenarnya maka dibutuhkan oksigen yang telah dihitung berdasarkan persamaan reaksi pembakaran kemudian dikurangi dengan oksigen yang terkandung dalam bahan bakar.

b). Analisis Pembakaran Berdasarkan Volume

Apabila dalam suatu analisis bahan bakar dinyatakan dalam persentase berdasarkan volume, maka suatu perhitungan yang serupa dengan perhitungan berdasarkan berat bisa digunakan untuk menentukan volume dari udara teoritis yang dibutuhkan. Untuk menentukan udara teoritis harus memahami hukum avogadro yaitu “gas-gas dengan volume yang sama pada suhu dan tekanan standar (0°C dan tekanan sebesar 1 bar) berisikan molekul dalam jumlah yang sama”.[10]

6. Efisiensi Termal

Pengukuran efisiensi termal dilakukan dengan menggunakan persamaan dibawah, yang merupakan persamaan umum yang biasa digunakan pada metode *Water Boiling Test* (WBT) dan sesuai dengan standart SNI 7926.

$$\eta = \frac{M_a \cdot C_p \cdot \Delta T + \Delta M_a}{\Delta M_k \cdot LHV} \dots \dots \dots (2.16)$$

dimana :

η = Efisiensi Termal

M_a = Massa awal air (kg)

C_p = Kalor jenis air (kj/kg °C)

ΔT = Selisih suhu akhir air terhadap suhu awal air (°C)

ΔM_a = Massa air yang menguap (kg)

ΔM_k = Massa Bahan Bakar yang telah dibakar / digunakan (kg)

L = Kalor penguapan air (kj/kg °C)

LHV = Nilai Kalor *netto* bahan bakar (kj/kg °C)

7. Metode Water Boiling Test (WBT)

Parameter yang dicari dalam WBT adalah waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air, jumlah bahan bakar yang digunakan dalam waktu tersebut,

jumlah air yang menguap. Data-data tersebut di pakai untuk menghitung daya output (*power*), laju bahan bakar dan efisiensi, menggunakan persamaan.[7]

Daya output / *Power* kompor (P), dari persamaan dibawah dapat diperoleh berapa daya keluaran kompor yang telah dirancang.

$$P = \frac{\Delta Mf \cdot B}{\Delta t} \dots\dots\dots(2.17)$$

dimana :

P = Power dalam (kW)

ΔMf = Massa bahan yang digunakan (kg)

B = Nilai kalor LHV (*lower heating value*) bahan bakar (kJ/kg).

Δt = Waktu dalam detik (s)

Efisiensi kompor menyatakan ukuran penggunaan energi yang dikonversi menjadi panas untuk masak di panci :

$$\eta = \frac{Mw (TB - Ti) Cp + MeH}{Mf \cdot B} \cdot 100\% \dots\dots\dots(2.18)$$

dimana :

Mw = Massa air awal dalam (kg)

TB = Titik didih air ($^{\circ}C$)

Ti = Suhu awal air/suhu lingkungan ($^{\circ}C$)

Cp = Panas spesifik air (kJ/KgK)

Me = Massa air menguap (kg)

H = Panas laten penguapan air (kJ/kg)

Mf = Massa bahan bakar yang terpakai (kg)

B = LHV bahan bakar (kJ/kg).



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

1. Tempat

Tempat perancangan kompor biomassa ini dikerjakan di bengkel Makmur Teknik, Jl. Pendidikan I, Desa Seirotan, kec.Percut Seituan, Kab.Deli Serdang.

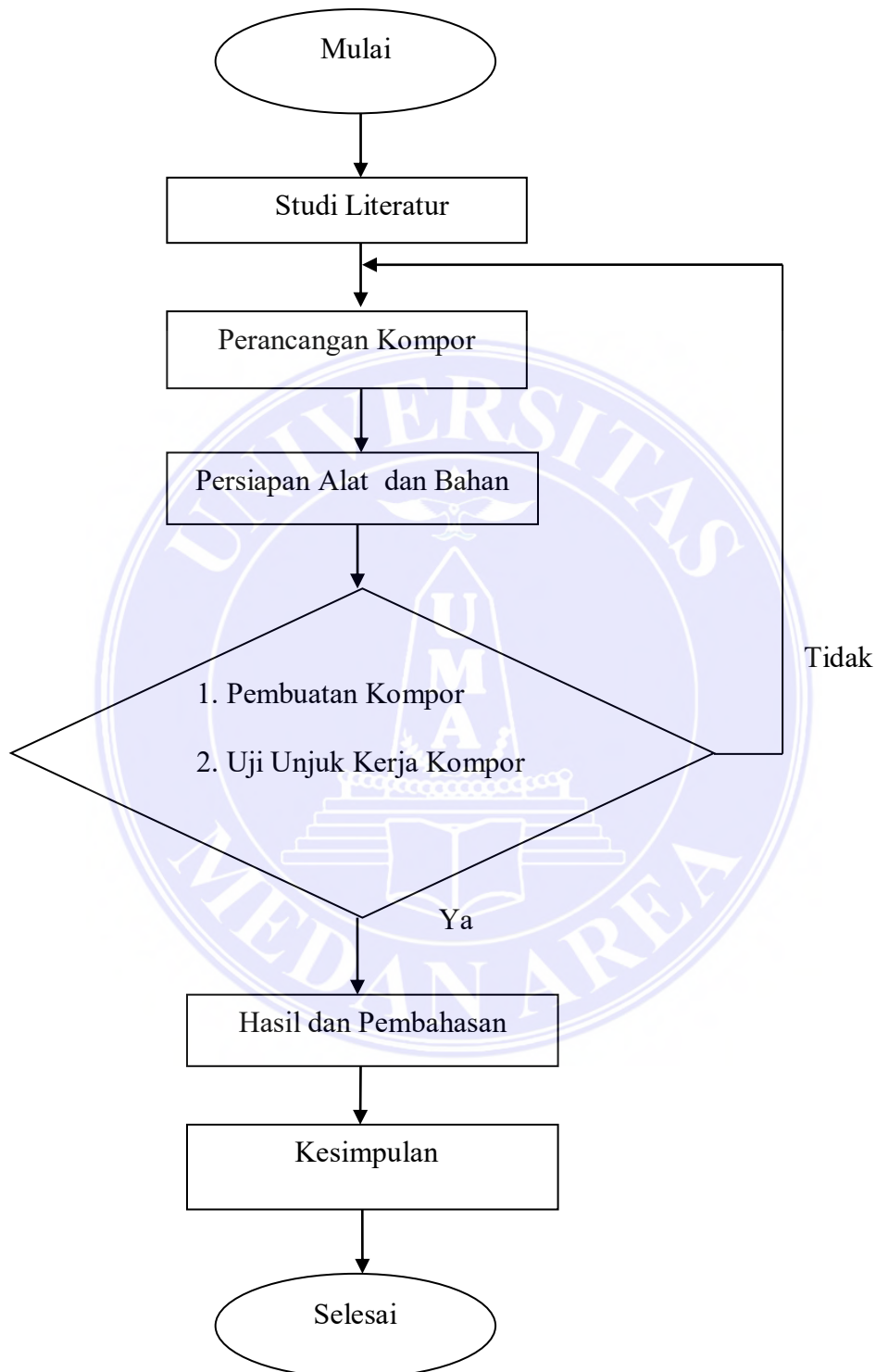
2. Waktu

Waktu dalam pembuatan alat ini di tunjukan pada tabel (3.1) dibawah ini.

Tabel 3.1. Jadwal Perencanaan

No	Kegiatan	Bulan					
		Sep 2019	Okt 2019	Nov 2019	Des 2019	Jan 2020	Okt 2021
1	Kajian pustaka dan survey lapangan						
2	Perancangan alat						
3	Persiapan alat dan bahan						
4	Pembuatan alat						
5	Uji kerja Alat						
6	Perbaikan Alat jika perlu						
7	Pembuatan laporan Hasil						
8	Seminar hasil						

B. Diagram Alir Perencanaan



C. Tahap Perancangan Kompor

Tahap perancangan kompor difokuskan pada bentuk dan komponen kompor sesuai dengan ukuran dan spesifikasi yang diinginkan, pembuatan dan dimensi kompor, serta penentuan bahan untuk konstruksi kompor . Prosedur untuk perancangan kompor :

1. Menyiapkan dan memutuskan konsep rancangan kompor biomassa
2. Mengumpulkan data-data dan ukuran yang diperlukan dalam perancangan kompor dengan menggunakan rumus.
3. Menentukan bahan , bentuk, dan ukuran kompor yang akan dirancang.
4. Menentukan bentuk dan ukuran lubang untuk udara pada ruang pembakaran.
5. Mengkombinasikan hasil perhitungan secara manual untuk memperoleh desain kompor.
6. Membuat gambar teknik dari kompor rancangan sesuai dengan hasil penentuan dan perhitungan yang diperoleh.
7. Mempersiapkan peralatan dan melakukan pemotongan bahan pembuatan kompor.
8. Merangkai (*Assembling*) kompor sesuai dengan bentuk dan ukuran yang telah ditentukan.
9. Pengujian kompor biomassa hasil rancangan.

1. Pertimbangan Pemilihan Bahan

Secara umum, tim pengembangan produk dapat merealisasikan konsep rancangan produk dengan memilih bahan teknik yang sesuai dengan kebutuhan pengembangan produk tersebut. Secara praktis, pemilihan bahan teknik dapat dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut, sifat- sifat

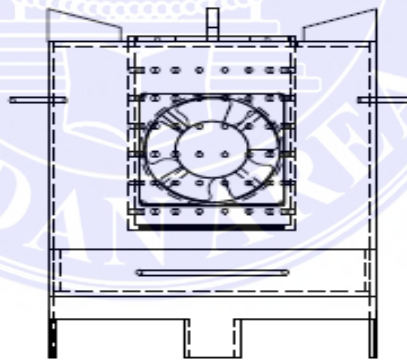
bahan teknik, *manufacturing properties*, ketersediaan bentuk, ketersediaan suplai dipasaran serta harga material dan biaya produksi.[11]

Secara umum, sifat-sifat bahan teknik dapat dikelompokan dalam beberapa dalam sifat dasar:

- a. Sifat-sifat mekanik meliputi : *strength, toughness, elasticity, plasticity, ductility, stiiness, hardness dan resilience (menyerap energi impact & shock)*.
- b. Sifat fisika meliputi : *density, melting point, specific heat, thermal and electrical, thermal expansion dan sifat magnetik*.
- c. Manufacturing properties meliputi : *castability, workability, weldability, machinability, formability dan hardenability*.

2. Gambar Rancangan

Fabrikasi sebuah kompor biomassa meliputi perancangan komponen-komponen kompor, serta bahan konstruksi kompor.



Gambar 3.1. Desain Kompor.

3. Metode Perancangan

Bentuk kompor biomassa yang dirancang ditetapkan berbentuk silinder berongga. bentuk tersebut lebih dipilih untuk digunakan bagi kompor biomassa daripada bentuk kubus berongga berdasarkan pertimbangan distribusi udara dan gas pirolisis didalam rongga bentuk itu sendiri. Dengan bentuk silinder berongga,

distribusi udara dan gas pirolisis akan bergerak lebih bebas dan lebih merata dibandingkan kubus karena bentuk tersebut tidak memiliki sudut-sudut yang mampu mempengaruhi arah aliran dari udara dan gas tersebut. Dengan demikian proses gasifikasi bahan bakar dalam kolom reaktor menjadi seragam.

Secara ringkas, untuk penentuan konsep rancangan kompor biomassa, perancang harus mempertimbangkan dari banyak faktor agar dapat digunakan secara optimal oleh pengguna.

D. Bahan dan Alat

Pada tahap fabrikasi kompor bahandan alat yang digunakan dalam perancangan antara lain :

1. Bahan

a. Pipa besi *Galvanis*

Pipa besi *Galvanis* adalah pipa besi yang dibuat melalui campuran besi dan seng sebagai zat kimia untuk dijadikan sebagai bahan pelapis besi. Proses ini disebut dengan *Hot Dip Galvanized*. Dalam perancangan ini pipa besi jenis *Galvanis* berdiameter 0,27 m dengan tebal 0,005 m sebagai bahan utama dinding luar kompor dan ruang pembakaran bahan bakar, dapat dilihat pada gambar 2 dibawah.



Gambar 3.2. Pipa Besi *Galvanis*.

2. Peralatan

a. Ampas kelapa dan Ampas Tebu

Ampas kelapa dan ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar kompor, setelah dilakukan kombinasi pencampuran 50/50%, 60/40%, 70/30% dan di olah menjadi pelet, pada gambar 3 berikut.

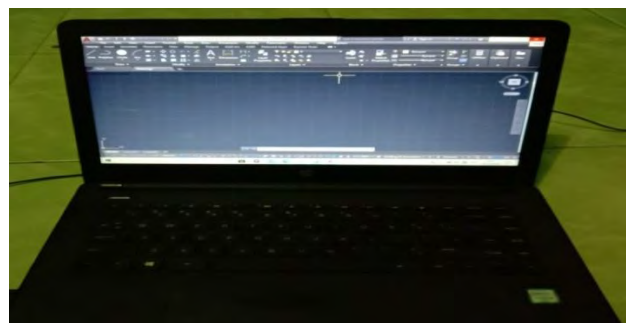


Gambar 3.3. Ampas Kelapa dan Ampas Tebu.

b. Laptop

Dalam perancangan ini laptop berperan penting untuk menyimpan dan mengolah data,serta membuat gambar teknik kompor.dengan spesifikasi :

Processor : Intel (R) Core i3 2328M (2.2GHz), Memory : 2 GB
RAM,Harddisk : 500GB.



Gambar 3.4. Laptop.

c. Meteran

Meteran adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur panjang bahan dalam proses pengerjaan kompor. alat ini bisa digulung dengan panjang mulai 1-10 meter.



Gambar 3.5. Meteran.

d. Mistar

Mistar atau penggaris adalah sebuah alat ukur dan alat bantu gambar untuk menggambar garis lurus. Terdapat berbagai macam penggaris, dari mulai yang lurus sampai yang berbentuk segitiga.



Gambar 3.6. Mistar.

e. Mesin Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan digunakan untuk menghaluskan permukaan hasil pengelasan dan pemotongan.



Gambar 3.7. Gerinda Tangan.

f. Bor Listrik

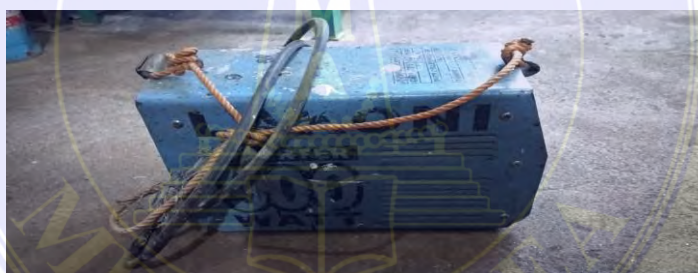
Alat yang digunakan untuk membuat lubang sirkulasi udara pada ruang pembakaran pada kompor tersebut



Gambar 3.8. Bor Listrik.

g. Trafo las Listrik

Adalah salah satu cara penyambungan logam dengan jalan menggunakan nyala busur listrik yang akan diarahkan ke permukaan logam yang akan disambung.



Gambar 3.9. Trafo Las Listrik.

h. Mesin Gergaji Besi

Digunakan untuk memotong benda kerja seperti logam batangan, lembaran logam dalam pembuatan kompor biomass.



Gambar 3.10. Mesin Gergaji Besi.

i. Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat ukur yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus milimeter.terdiri dari dua bagian, bagian diam dan bagian bergerak. Berfungsi untuk mengukur kedalaman dan diameter juga ketebalan bahan.



Gambar 3.11. Jangka Sorong.

j. Kipas / fan

Adalah komponen tambahan yang digunakan untuk mensuplay udara secara paksa pada proses pembakaran. Dengan spesifikasi kipas : Sunon Fan Ac 12cm

Berat : 0,45 kilogram

Model : P/ N2123HSL

Tegangan : 220/240 Volt – 50/60 Hz

Arus ; 0,14 Ampere

Dimensi : 12 x 12 x 3,85 cm

Bahan body : Besi

Bahan baling : Plastik, seperti pada gambar 12 berikut.



Gambar 3.12. Kipas kompor.

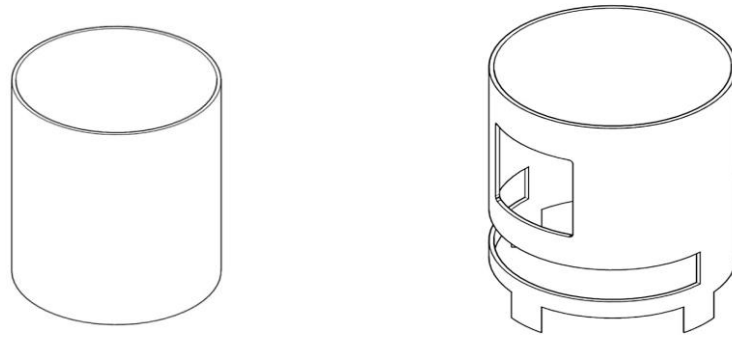
E. Tahap Fabrikasi Kompor

Permasalahan yang dihadapi dalam perwujudan konsep desain menjadi sebuah produk, perlu proses desain produk untuk memenuhi fungsi dan bentuk. Realisasi konsep ini sangat erat hubungannya dengan pemilihan bahan dan proses manufaktur dari produk. Bagaimana metode pemilihan bahan yang baik, sehingga dapat dihasilkan bahan yang paling memungkinkan. Oleh karena itu, pemilihan bahan merupakan salah satu tahapan yang sangat penting karena menentukan tingkat keterbuatan, kekuatan produk, harga produk dan proses manufaktur produk yang diperlukan. Dalam hal ini, konsep produk harus dapat diwujudkan menjadi produk nyata yang bermanfaat dan dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan.

kompor bahan bakar briket biomassa ini dirancang berbentuk silinder berongga dengan kapasitas bahan bakar sebanyak 0,7 kg briket biomassa untuk memenuhi kebutuhan memasak selama 1806second. Material yang digunakan dalam perancangan pipa besi jenis *calvanis* dengan tebal pipa 0,005m.

1. Perancangan Dinding Luar Kompor

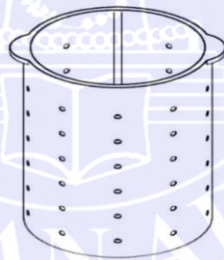
Perancangan dinding utama kompor dengan bentuk silinder berongga terbuat dari pipa besi jenis *calvanis* pemilihan bahan ini karena lebih mudah ditemukan, harga terjangkau, serta mudah untuk dibentuk sesuai bentuk kompor. Adapun ukuran kompor yaitu berdiameter 0,27 m, tinggi kompor 0,37 m dan tebal pipa 0,005m.



Gambar 3.13. Dinding Luar Kompor.

2. Perancangan Ruang Bakar

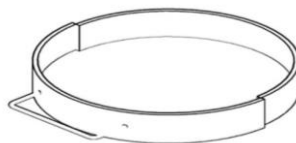
Ruang pembakaran disesuaikan untuk menampung jumlah bahan bakaryang ditetapkan. Ruang pembakaran berbentuk silinder dengan diameter 0,14m dan tinggi yaitu 0,2m. Dibagian samping dan bawah ruang pembakaran terdapat lubang-lubang kecil sebagai saluran masuk udara ke ruang bakar, dengan diameter 0,003m, tebal pipa 0,005m



Gambar 3.14. Ruang Bakar.

3. Perancangan Tempat Penampungan Abu

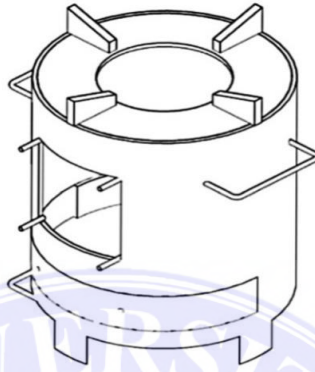
Wadah/tempat penampungan abu sisa pembakaran terletak dibagian bawah kompor,berdiameter 0,27m dan memilik tinggi 0,05m.



Gambar 3.15. Penampungan Abu.

4. Perancangan Dudukan Panci (Wajan)

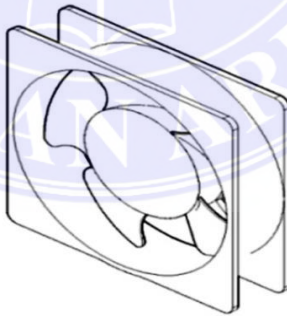
Tempat dudukan wajan atau meletakkan alat masak dibuat dari plat *galvanis* 0,1m dengan tinggi 0,035m dan dibentuk untuk penopang alat masak.



Gambar 3.16. Dudukan Alat Masak.

5. Perancangan Kipas

Kipas pada perancangan ini adalah sebagai komponen tambahan untuk mensuplai udara secara paksa ke ruang pembakaran agar nyala api stabil, kipas yg digunakan adalah jenis AC 0,14 ampere 220/240 volt.



Gambar 3.17. Kipas.

F. Uji Unjuk Kerja Kompor

Uji unjuk kerja bertujuan untuk mengetahui efisiensi pada tungku, seperti efisiensi pembakaran, efisiensi tungku, efisiensi pemasakan dan efisiensi total sistem. Metode yang digunakan baik untuk menguji tungku briket hasil rancangan

dan tungku briket lainnya adalah *Water Boiling Test* (WBT). WBT adalah simulasi kasar dari proses pemasakan yang dapat membantu perancang tungku untuk mengetahui seberapa baik energi panas dapat ditransfer pada alat masak (Bailis, 2007). Variabel yang digunakan sebagai parameter adalah waktu operasi, konsumsi bahan bakar, temperatur air, massa air yang digunakan.

Prosedur pengujian *Water Boiling Test* yang dijalankan menggunakan tungku biomassa, panci (*cooking pot*), timbangan dan *thermometer* dengan menggunakan air 2 liter dan bahan bakar biomassa.

G. Prosedur Penelitian

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian sebagai berikut.

1. Menyiapkan bejana/panci yang sudah berisi airsebanyak 2 kg.
2. Mengisi bahan bakar berupa biopellet yang sudah keringkedalam ruang bakar dengan massa bahanbakar 0,5kg.
3. Menyiapkan bahan lem pipa sebagai pemicu awal dalam *start-up* kompor.
4. Menyiapkan *stopwatch* untuk menghitung total waktu operasi.
5. Menyiapkan timbangan untuk menghitung berat bahan bakar dan abu sisa pembakaran.
6. Apabila semua peralatan untuk mendukung proses penelitian sudah tersedia maka langkah selanjunya menyalakan kompor.
7. Mengamati proses *start-up* apakah sudah sempurna.
8. Ketika nyala api sudah terbentuk maka dilakukan pendidihan air dan amati lama waktu proses pendidihan air dengan *stopwatch*.
9. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dengan jumlah bakar yang sama.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil perancangan dan pengujian kompor ini adalah :

1. Bentuk kompor yang dibuat dalam perancangan ini adalah berbentuk silinder yang dilengkapi dengan ruang pembakaran, kipas, dan ruang penampungan abu sisa pembakaran, dan menggunakan energi biomassa dari ampas tebu dan ampas kelapa sebagai bahan bakar. Semakin tinggi suhu bara yang dihasilkan oleh bahan bakar, semakin cepat waktu pemanasan air.
2. Nilai Efisiensi Termal kompor paling baik adalah dengan kombinasi bahan bakar 50/50% yang mempunyai efisiensi termal 60,10%,kemudian diikuti variasi 60/40% dengan efisiensi 49,94%,dan variasi 70/30% dengan kombinasi termal 48,31%. Waktu yang diperlukan dalam pendidihan air 2kg dengan bahan bakar 0,5kg adalah 505-642 second dengan lama pengoperasian kompor antara 1223-1806 second.

B. Saran

1. Pada kompor biomassa yang telah dibuat tentunya masih banyak kekurangan didalamnya, dimana perancang menyadari bahwa saat proses pembakaranberlangsung suhu panas dapat terasa di samping tabung pelindungnya,walaupun dalam pembakaran tidak dilihat adanya asap namun hasil pembakaran masih membekas hitam pada panci. Tentunya hal ini dapat di

perbaiki dan kompor biomassa dapat dikembangkan untuk mempermudah dalam penggunaannya dan tidak terlalu memiliki radiasi panas yang di pancarkan dari tabung pelindung yang tinggi serta terbuat dari bahan yang tahan lama dan ringan.

2. Diharapkan untuk penelitian kedepannya bisa mempertimbangkan bahan bakar yang lebih simple dan mudah ditemukan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Rahman, "Perancangan Kompor Biomassa Yang Bebas Polusi," vol. 4, 2015.
- [2] Syaifudin Zuhri, "Simki-Techsain Vol. 01 No. 01 Tahun 2017 ISSN : " *Simki-Techsin*, vol. 01, no. 01, pp. 1–7, 2017.
- [3] "23. B.H. Tambunan dan I. Koto.pdf." .
- [4] Y. Utami, D. T. Pertanian, and F. T. Pertanian, "Desain dan uji unjuk kerja tungku briket biomassa," 2008.
- [5] S. D. Kurniawan and B. T. Sasongko, "Design of Green Energy Stove: Characteristics of Combustion and Performance," *Conf. Senat. STT Adisutjipto Yogyakarta*, vol. 4, 2018.
- [6] D. Supramono and D. R. Winata, "Unjuk Kerja Kompor Gas-Biomassa dengan Bahan Bakar Pellet Biomassa dari Limbah Bagas Tebu," no. September 2012, 2015.
- [7] R. F. Rizqiardianto, "Perancangan Kompor Berbahan Bakar Pelet Biomassa Dengan Efisiensi Tinggi Dan Ramah Lingkungan Menggunakan Prinsip Heat Recovery," p. 53, 2009.
- [8] Suhartono, F. Gasela, and A. Khoirunnisa, "Kajian Kinerja Kompor Limbah Biomassa Padat Skala Industri Rumah Tangga," *Pros. Semin. Nas. Tek. Kim. "Kejuangan"*, no. April, pp. 1–7, 2018.
- [9] J. P. Holman, *Heat Transfer*. 1981.
- [10] J. R. Pangala, A. H. Tambunan, H. Kartodihardjo, and G. Pari, "Desain Dan Pengujian Kinerja Kompor Gasifikasi-Pirolisis," *J. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 6, no. 1, pp. 61–70, 2016.
- [11] I. Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan, *Perancangan dan Pengembangan Produk Manufaktur*. Jakarta: Andi.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pengerjaan Awal Kompor dan Komponen.



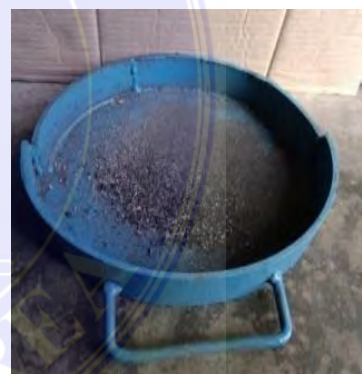
Lampiran 2. Kelapa dan Tebu Sebagai Bahan Bakar.



Lampiran 3. Proses Pengerjaan Awal Kompor dan Komponen.



Lampiran 4. Hasil rancangan



Lampiran 5. Spesifikasi Kompor Rancangan.

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Bahan kompor	Pipa besi <i>Galvanis</i>	
2	Massa kompor	5	kg
3	Diameter luar kompor	0,27	m
4	Diameter ruang bahan bakar	0,14	m
5	Tebal plat	0,005	m
6	Tinggi keseluruhan kompor	0,37	m
7	Tinggi ruang bahan bakar	0,2	m
8	Tinggi pintu masuk udara	0,12	m
9	Lebar pintu masuk udara	0,12	m
10	Diameter lubang udara masuk	0,003	m
11	Diameter penampungan abu	0,27	m
12	Tinggi penampungan abu	0,05	m
13	Tinggi tumpuan panci	0,035	m

Lampiran 6. Proses Pengujian Kompor dan Pengambilan Data.



