

**EFISIENSI TUNGKU TIPE *BOX* DENGAN TUNGKU  
BERBENTUK TABUNG DENGAN BAHAN  
TANAH LIAT DAN ABU SEKAM PADI**

**SKRIPSI**



Oleh:  
**Gaguk Budi Arso**  
**NIM H41150742**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ENERGI TERBARUKAN  
JURUSAN TEKNIK  
POLITEKNIK NEGERI JEMBER  
2019**

**EFISIENSI TUNGKU TIPE *BOX* DENGAN TUNGKU  
BERBENTUK TABUNG DENGAN BAHAN  
TANAH LIAT DAN ABU SEKAM PADI**

**SKRIPSI**



Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik  
(S.Tr.T.) di Program Studi Teknik Energi Terbarukan  
Jurusan Teknik

Oleh:  
**Gaguk Budi Arso**  
**NIM H41150742**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ENERGI TERBARUKAN  
JURUSAN TEKNIK  
POLITEKNIK NEGERI JEMBER  
2019**

KEMENTRIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
POLITEKNIK NEGERI JEMBER

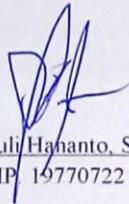
EFISIENSI TUNGKU TIPE *BOX* DENGAN TUNGKU BERBENTUK  
TABUNG DENGAN BAHAN TANAH LIAT DAN ABU SEKAM PADI

Gagak Budi Arso

Telah Diuji Pada Tanggal : 30 Agustus 2019

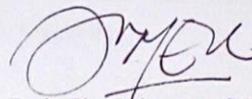
Telah Dinyatakan: LULUS

Pembimbing I,



Yuli Hananto, S.TP, M.Si  
NIP. 19770722 200212 1 001

Pembimbing II,



Dedy Eko Rahmanto, S.TP, M.Si  
NIK. 8881500016

Mengesahkan,

Ketua Jurusan Teknik



Dr. Bayu Rudianto, S.T, M.Si  
NIP. 19731221 200212 1 001

## **PERSEMBAHAN**

Karya Tulis Ilmiah ini saya persembahkan kepada :

1. Orang tua saya tercinta Bapak Zaini Mustofa dan Ibu Sugianah, terima kasih atas semua kasih sayang dan cintanya, dukungan baik moril maupun materil, serta do'a yang tak henti dan pengorbanan yang tak terhingga. Putramu ini tak akan pernah bisa membalas seluruh keringat dan pengorbanan yang Bapak dan Ibu berikan, hanya ini yang mampu putramu persembahkan.
2. Adik tercinta Desta Dwi Mas Seta dan atas nama keluarga besar yang senantiasa selalu mendukung saya dalam menuntut ilmu.
3. Para staff pengajar Politeknik Negeri Jember khususnya Program Studi Teknik Energi Terbarukan yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan serta nasehat yang sangat bermanfaat untuk penulis.
4. Yuli Hananto, S.TP, M.Si selaku dosen pembimbing utama dan Dedy Eko Rahmanto, S.TP, M.Si selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan kepada saya dengan penuh kesabaran dalam proses tugas akhir ini serta Siti Diah Ayu F. S.Si, M.Si selaku dosen pembahas.
5. Teman-teman Program Studi Teknik Energi Terbarukan 2015 yang telah mengarungi kebersamaan selama menempuh pendidikan di kampus tercinta.
6. Teman-teman Badan Eksekutif Mahasiswa Periode 2016-2017, 2017 dan 2019, teman-teman FKMTE Indonesia, teman-teman KOMET dan Rekan-rekanita PKPT IPNU IPPNU Politeknik Negeri Jember
7. Teman-teman seperjuangan perantauan di Jember dari kediri yakni Paguyuban Kilisuci yang telah menjadi keluarga saya di Jember.
8. Teman-teman kontrakan Abdul Muhid, Mahbub Maulidy, Ganisa Dwi.
9. Keluarga Bapak Mahmud dan Pak Ju yang mengizinkan untuk melaksanakan penelitian saya.
10. Keluarga Bapak Trisula dan Bapak Ade yang banyak membantu saya selama di Jember, semoga Allah membalas kebaikan bapak semuanya.
11. Teman Kediri, Rahmat Andika, Gatot Dwi dan Angger Seno, terima kasih.
12. Almamater tercinta Politeknik Negeri Jember.

## MOTTO

“Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan?”. (*Q.S Surah Ar-Rahman ayat 13*)

“Bebek berjalan berbondong-bondong, akan tetapi burung elang terbang sendirian”. (*Ir. Soekarno*)

“Berusaha dengan cara yang halal memang susah, payah dan lelah, tapi buat apa menyerah kalau manusia diciptakan sempurna oleh Allah”. (*Gaguk Budi Arso*)

“Gusti Allah mboten sare, ora bakal ninggal kowe dadi kere, ora bakal ninggal kowe dadi luwe, ora bakal ninggal kowe dadi dewe, kabeh enek mangsane eleng lan waspodo kuwi kunci gawe supoyo urep mulyo”. (*Gaguk Budi Arso*)

“Makaryo pancen soro ananging luwih soro ora makaryo”. (*Gaguk Budi Arso*)

“Cara sederhana menghargai sebuah karya adalah dengan memakainya”. (*Gaguk Budi Arso*)

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

nama : Gaguk Budi Arso

NIM : H41150742

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Skripsi saya yang berjudul “Efisiensi Tungku Tipe *Box* Dengan Tungku Berbentuk Tabung Dengan BahanTanah Liat Dan Abu Sekam Padi” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir Skripsi ini.

Jember, 29 Agustus 2019

Gaguk Budi Arso  
NIM. H41150742



**PERNYATAAN  
PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN  
AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Gaguk Budi Arso  
NIM : H41150741  
Program Studi : Teknik Energi Terbarukan  
Jurusan : Jurusan Teknik

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right) atas Karya Ilmiah **berupa Laporan Skripsi saya yang berjudul :**

**EFISIENSI TUNGKU TIPE *BOX* DENGAN TUNGKU BERBENTUK  
TABUNG DENGAN BAHANTANAH LIAT DAN ABU SEKAM PADI**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember berhak menyimpan, mengalih media atau format, mengelola dalam bentuk Pangkalan Data (Database), mendistribusikan karya dan menampilkan atau mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Jember, Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas Pelanggaran Hak Cipta dalam Karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jember  
Pada Tanggal : 2 September 2019

Yang menyatakan,

Nama : Gaguk Budi Arso  
NIM. : H41150742

The Traditional Stove Efficient Box Tipe With Cylinder Tipe with Clay Material  
And Rice Husk Ash

**Gagak Budi Arso**

Renewable Energy Engineering Study Program  
Engineering Department

**ABSTRACT**

Traditional stoves are traditional cooking tools that use wood as their main fuel. The majority of traditional stove making uses clay. It should be noted that traditional stoves in the community are in the form of boxes and tubes. This study aims to determine better combustion efficiency between box-shaped furnaces and tube-shaped furnaces. The ingredients of this traditional stove are clay and rice husk ash with a mixed percentage of 90% clay and 10% rice husk ash. The testing parameter of this study is the efficiency of the furnace produced using the Water Boiling Test (WBT) method. Stoves used as research are divided into two forms of stoves with two variations namely box-shaped stove with no modification, box-shaped stove with modification, stove-shaped stove without modification and stove-shaped stove with modification. The results show that the efficiency of the test box furnace without modification is 10.61%, the box furnace with modification obtained an efficiency of 12.13%, the tube furnace without modification obtained an efficiency of 14.05% and the modified tube furnace obtained an efficiency of 19.96 %.

Keywords: Traditional Stoves, clay, rice husk ash, efficient.

**Efisiensi Tungku Tipe *Box* Dengan Tungku Berbentuk Tabung Dengan Bahan Tanah Liat Dan Abu Sekam Padi (The Traditional Stove Efficient Box Tipe With Cylinder Tipe with Clay Material And Rice Husk Ash)**

**Gagak Budi Arso**

Program Studi Teknik Energi Terbarukan  
Jurusan Teknik

**ABSTRAK**

Tungku tradisional adalah alat memasak tradisional yang memanfaatkan kayu sebagai bahan bakar utamanya. Mayoritas pembuatan tungku tradisional menggunakan tanah liat. Perlu diketahui bahwa tungku tradisional yang ada dimasyarakat berbentuk kotak dan tabung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi pembakaran yang lebih baik antara tungku berbentuk kotak dan tungku berbentuk tabung. Bahan penyusun dari tungku tradisional ini adalah tanah liat dan abu sekam padi dengan persentase campuran 90% tanah liat dan 10% abu sekam padi. Parameter pengujian dari penelitian ini adalah efisiensi tungku yang dihasilkan menggunakan metode Water Boiling Test (WBT). Tungku yang dijadikan penelitian dibagi menjadi dua bentuk tungku dengan dua variasi yakni tungku berbentuk kotak dengan tanpa modifikasi, tungku berbentuk kotak dengan modifikasi, tungku berbentuk tabung tanpa modifikasi dan tungku berbentuk tabung dengan modifikasi. Didapatkan hasil bahwa pengujian efisiensi pada tungku kotak tanpa modifikasi sebesar 10,61%, pada tungku berbentuk kotak dengan modifikasi didapatkan efisiensi 12,13%, pada tungku berbentuk tabung tanpa modifikasi didapatkan efisiensinya 14,05% dan tungku tabung modifikasi didapatkan efisiensi 19,96%.

**Kata Kunci :** Tungku Tradisional, tanah liat, abu sekam padi, efisiensi.

## RINGKASAN

**Efisiensi Tungku Tipe *Box* dengan Tungku Berbentuk Tabung dengan Bahan Tanah Liat dan Abu Sekam Padi**, Gaguk Budi Arso, NIM H41150742, 2015, ... hlm, Teknik, Politeknik Negeri Jember, Yuli Hananto, S.TP., M.Si (Dosen Pembimbing I) dan Dedy Eko Rahmanto, S.TP., M.Si (Dosen Pembimbing II).

Tungku tradisional merupakan alat memasak tradisional yang memanfaatkan kayu sebagai bahan bakar utamanya. Bahan pembuatan dari tungku tradisional yakni dengan tanah liat. Tanah liat merupakan bahan yang mudah ditemui didaerah pedesaan dan tanah liat juga bahan yang sangat mudah dibentuk menjadi sebuah benda yakni tungku tradisional.

Pemanfaatan limbah abu sekam padi adalah pemanfaatan dari proses hasil pertanian yang belum dimanfaatkan dengan baik. Abu mempunyai kandungan silika yang mampu meningkatkan kekuatan dengan mengisi pori-pori pada bahan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi yang lebih baik dari tungku yang beredar di masyarakat yakni tungku berbentuk *box* non modifikasi, tungku berbentuk *box* modifikasi, tungku berbentuk tabung non modifikasi dan tungku tabung modifikasi. Penelitian ini dilaksanakan di desa Sukorejo, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Water Boiling Test (WBT) adalah simulasi kasar pada proses memasak yang dimaksudkan untuk membantu desainer kompor atau tungku memahami seberapa baik energi yang ditransfer dari bahan bakar ke panci masak.

Hasil dari pengujian tungku didapatkan hasil bahwa pengujian efisiensi pada tungku *box* tanpa modifikasi sebesar 10,61%, pada tungku berbentuk *box* dengan modifikasi didapatkan efisiensi 12,13%, pada tungku berbentuk tabung tanpa modifikasi didapatkan efisiensinya 14,05% dan tungku tabung modifikasi didapatkan efisiensi 19,96%.

## **PRAKATA**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan Laporan Skripsi yang berjudul “Efisiensi Tungku Tipe *Box* Dengan Tungku Berbentuk Tabung Dengan Bahan Tanah Liat Dan Abu Sekam Padi” dapat diselesaikan dengan baik.

Tulisan ini adalah laporan hasil penelitian yang dilaksanakan mulai bulan Januari sampai Agustus 2019 bertempat di Pembuatan Bata Merah Desa Sukorejo Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) di Program Studi Teknik Energi Terbarukan Jurusan Teknik.

Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Direktur Politeknik Negeri Jember.
2. Ketua Jurusan Teknik.
3. Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan.
4. Yuli Hananto, S.TP, M.Si selaku Pembimbing I.
5. Dedy Eko Rahmanto, S.TP, M.Si selaku Pembimbing II.
6. Siti Diah Ayu Febriani, S.Si., M.Si selaku Penguji.
7. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan ini.
8. Rekan TET 2015 teman seperjuangan.

Laporan Karya Tulis Ilmiah ini masih kurang sempurna, mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna perbaikan di masa mendatang. Semoga tulisan ini bermanfaat.

Jember, 29 Agustus 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ix</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>x</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
 <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Batasan Masalah.....</b>	<b>3</b>
 <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Biomassa.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Tungku .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Efisiensi Tungku .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Abu Sekam Padi .....</b>	<b>8</b>

2.5 Tanah Liat.....	10
2.6 Pembuatan Desain Tungku .....	11
2.7 Tahap Pengujian Tungku .....	12
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	13
3.2 Alat dan Bahan .....	13
3.3 Metode Penelitian .....	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	15
3.4.1 Mulai.....	16
3.4.2 Studi Literatur .....	16
3.4.3 Persiapan Alat dan Bahan .....	16
3.4.4 Perancangan dan Pembuatan Tungku .....	16
3.4.5 Pengujian .....	19
3.4.6 Hasil Pengujian.....	20
3.4.7 Pembahasan dan Kesimpulan .....	20
3.4.8 Selesai .....	20
3.5 Parameter Pengujian .....	20
3.5 Analisa Data .....	20
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Perbandingan Efisiensi Tungku.....	21
4.1.1 Tungku <i>Box</i> non Modifikasi dan Modifikasi.....	22
4.1.2 Tungku Tabung non Modifikasi dan Modifikasi.....	24
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA .....	28

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
2.1 Nilai Kalor pada Biomassa.....	5
2.2 Pengujian Kandungan Biomassa.....	5
2.3 Komposisi Abu Sekam Padi .....	9
2.4 Kandungan Silika pada Abu Sekam Padi.....	9
2.5 Kandungan Tanah Liat .....	10
2.6 Data Nilai Kalor Kayu .....	11
4.1 Hasil Uji <i>Water Boiling Test</i> (WBT).....	21

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1 Tungku Batu Bata Tipe <i>Box</i> .....	6
2.2 Tungku Tipe Tabung.....	6
3.1 Desain Tungku Tabung.....	14
3.2 Desain Tungku Tipe <i>Box</i> .....	14
4.1 Grafik Pengujian Tungku <i>Box</i> non Modifikasi dan Modifikasi .....	22
4.2 Tungku <i>Box</i> non Modifikasi .....	23
4.3 Tungku <i>Box</i> Modifikasi .....	23
4.4 Grafik Pengujian Tungku Tabung non Modifikasi dan Modifikasi .....	24
4.5 Tungku Tabung non Modifikasi .....	25
4.6 Tungku Tabung Modifikasi .....	25

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
1 Hasil Perhitungan Efisiensi Tungku <i>Box</i> non Modifikasi.....	30
2 Hasil Perhitungan Efisiensi Tungku <i>Box</i> Modifikasi.....	32
3 Hasil Perhitungan Efisiensi Tungku Tabung non Modifikasi.....	33
4 Hasil Perhitungan Efisiensi Tungku Tabung Modifikasi.....	34
5 Dokumentasi Penelitian .....	35
6 Gambar Teknik Tungku <i>Box</i> non Modifikasi dan Modifikasi.....	36
7 Gambar Teknik Tungku Tabung Modifikasi dan Modifikasi.....	37

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Survei sosial ekonomi nasional tahun 2010 yang dilaksanakan oleh BPS (*Badan Pusat Statistik*). Menunjukkan bahwa sekitar 46 persen rumah tangga (27,6 juta rumah tangga) menggunakan LPG sebagai bahan bakar utama untuk memasak, 40 persen rumah tangga (24,5 juta rumah tangga) masih terus bergantung pada kayu bakar, 12 persen (7,2 juta rumah tangga) menggunakan minyak tanah sedangkan 2 persen lainnya menggunakan sumber energi lain, yaitu listrik, arang, bahan bakar tradisional lainnya dan biogas (*Badan Pusat Statistik, 2010*).

Alat memasak menggunakan kayu yakni memakai tungku tradisional. Penggunaan tungku tradisional dalam kegiatan memasak di daerah pedesaan masih banyak ditemui di Indonesia dengan menggunakan pembakaran terbuka (*Haryanto dan Triyono, 2012*).

Tungku yang terdapat di daerah pedesaan menggunakan tungku tradisional, ada dua jenis tungku yakni tungku berbentuk *box* dan tungku berbentuk tabung. Tungku dengan tipe *box* atau kotak yakni tungku dengan ruang bakar serta *output* apinya berbentuk kotak sedangkan tungku berbentuk tabung yakni tungku dengan ruang bakar serta *output* apinya berbentuk tabung.

Bahan pembuatan tungku sangat beraneka ragam namun yang sering digunakan yakni bahan tanah liat dan abu sekam padi, tanah liat atau lempung adalah deposit yang mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm. Tanah liat dengan ukuran mikrokonis sampai dengan submikrokonis ini terbentuk dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan (*Bowles, 1991*).

Menurut Badan Pusat Statistik pada tahun 2016 Indonesia menghasilkan Gabah Kering Giling (GKG) sebanyak 79,141 juta ton. Sekam padi merupakan limbah yang terbuang dari proses penggilingan padi, bobot dari sekam padi yakni 20-30% dari gabah awal.

Potensi yang besar ini apabila dimanfaatkan dengan baik akan dapat mengurangi limbah dari padi tersebut sekam padi banyak yang dimanfaatkan dari limbah sekam padi mulai dari keperluan energi, kimiawi dan sebagainya. Pemanfaatan limbah sekam padi akan mengurangi sampah pertanian serta menambah nilai ekonomis dari sekam padi yang nantinya akan dapat menggerakkan roda ekonomi untuk mendukung peran strategis dari pemerintah. Pemanfaatan sekam padi yang dimanfaatkan didalam pembuatan tungku yakni yang dimanfaatkan adalah abu sekam padi.

Pembuatan tungku rumah tangga ini bahan dasarnya adalah tanah liat yang ditambahkan dengan bahan abu sekam padi, atau sekam padi yang telah dibakar. Abu sekam padi yang sifatnya tidak plastis (silikat Amorf), jika dicampur dengan tanah liat plastis secara homogen dapat dibentuk menjadi suatu benda yang memiliki kekuatan kering dan setelah dibakar pada suhu tertentu (Husni, 2002). Efisiensi tungku merupakan perbandingan antara jumlah energi panas yang digunakan untuk memasak dan energi yang tersedia di dalam bahan bakar (Suprayitno, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat tungku tradisional dengan bahan tanah liat dan abu sekam padi yang memiliki kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ). Tungku yang dibuat yakni tungku tradisional dengan bentuk tabung dan bentuk *box* untuk mengetahui lebih efisien mana antara bentuk *box* dan bentuk tabung.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas terdapat rumusan masalah sebagai berikut ini:

- a. Bagaimana efisiensi dari tungku *box* non modifikasi dan tungku *box* modifikasi?
- b. Bagaimana efisiensi dari tungku tabung non modifikasi dan tungku tabung modifikasi?
- c. Apakah efisiensi tungku tipe *box* modifikasi lebih baik daripada tungku berbentuk tabung modifikasi?

### 1.3 Tujuan

Berdasarkan dari rumusan masalah diatas terdapat tujuan sebagai berikut:

- a. Mengetahui efisiensi tungku tipe *box* modifikasi maupun yang bukan modifikasi.
- b. Mengetahui efisiensi tungku tipe tabung modifikasi maupun yang bukan modifikasi.
- c. Mengetahui efisiensi dari tungku bentuk *box* modifikasi dan tungku berbentuk tabung modifikasi.

### 1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian tersebut adalah:

- a. Menambah wawasan serta pengetahuan tentang rancang bangun tungku tanah liat bentuk *box* dan tabung dengan bahan tanah liat dan abu sekam padi.
- b. Memberikan alternatif dan edukasi bahwa tungku modifikasi memiliki nilai efisiensi pembakaran yang lebih baik daripada tungku bukan modifikasi.
- c. Sebagai referensi pada penelitian selanjutnya.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan yang terdapat didalam penelitian tersebut adalah:

- a. Bahan yang digunakan yakni campuran tanah liat dan abu sekam padi Desa Sukorejo, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember.
- b. Kondisi suhu lingkungan diseragamkan dengan temperatur 27°C.
- c. Tungku diuji dengan *Water Boiling Test* (WBT).
- d. Penelitian dilakukan dengan skala rumah tangga.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biomassa

Tingkat pemakaian bahan bakar fosil di dunia semakin meningkat seiring meningkatnya populasi manusia dan meningkatnya laju industrialisasi, apabila konsumsi bahan bakar ini tidak dibatasi maka krisis bahan bakar minyak (BBM) tinggal menunggu waktu. Pengurangan konsumsi bahan bakar fosil sesuai dengan *blue print* pengelolaan energi nasional 2005-2025, kebijakan indonesia memiliki sasaran salah satunya adalah meningkatkan energi terbarukan (penggunaan energi biomassa) menjadi 15 % dari total pemakaian sumber energi (ESDM, 2007).

Limbah pertanian dapat berbentuk bahan buangan tidak terpakai dan bahan sisa hasil pengolahan. Penghancuran limbah secara alami berlangsung lambat, sehingga tumpukan limbah dapat mengganggu lingkungan sekitarnya dan berdampak terhadap kesehatan manusia.

Pendekatan teknologi, limbah pertanian dapat diolah lebih lanjut menjadi hasil samping yang berguna disamping hasil utamanya. Salah satu limbah pertanian adalah sekam padi yang merupakan buangan pengolahan padi. Menurut Badan Pusat Statistik pada tahun 2016 Indonesia menghasilkan Gabah Kering Giling (GKG) sebanyak 79,141 juta ton. Sekam padi merupakan limbah yang terbuang dari proses penggilingan padi, bobot dari sekam padi yakni 20-30% dari gabah awal.

Energi biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena beberapa sifatnya yang menguntungkan yaitu dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), relatif tidak mengandung sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian (Ndraha, 2009). Biomassa merupakan bahan yang dapat diperoleh dari tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung dan dimanfaatkan sebagai energi atau bahan dalam jumlah yang besar dan disebut juga sebagai fitomassa dan sering diterjemahkan sebagai *bioresource* atau sumber daya yang diperoleh secara hayati (Zamirza, 2009).

Nilai kalor adalah suatu sifat bahan bakar yang menyatakan kandungan energi pada bahan bakar tersebut. Korelasi untuk perhitungan nilai kalor berdasar komposisi dasar telah diberikan oleh beberapa peneliti, diantaranya disajikan dengan dasar hubungan dan asumsi. Kebanyakan hubungan tersebut ditujukan untuk batubara (Channiwala, 2002). Dibawah ini merupakan nilai kalor pada biomassa:

Tabel 2.1 Nilai Kalor Pada Biomassa

No	Jenis Biomassa	HHV (MJ/kg)
1	Sekam Padi	12.33881
2	Jerami	14.00637
3	Serbuk Kayu	24.85482
4	Kotoran Sapi	10.90874
5	Kotoran Kambing	10.37851
6	Kotoran Kelelawar	17.09983

(Sumber: Wahyudi, 2006)

Tabel 2.2 Pengujian Kandungan Biomassa

Bahan	S	C	H	N	O
Sekam Padi	0,12	33,25	5,11	0,47	33,49
Serbuk Kayu	0,22	45,48	5,11	0,42	46,38
Arang	0,23	44,21	5,45	0,76	34,56
Kotoran Kambing	1,4	26,38	4,17	2,37	27,21

(Sumber: Wahyudi, 2006)

Penggunaan biomasa sebagai sumber energi memiliki nilai positif karena secara teoritis tidak menghasilkan CO<sub>2</sub> yang merupakan gas rumah kaca. Tetapi, sebagian besar penggunaan biomasa dilakukan menggunakan tungku tradisional dengan pembakaran langsung terbuka yang tidak efisien. Di negara berkembang, tungku-tungku tradisional ini menghabiskan biomassa berlebih, dikarenakan perpindahan panas yang tidak efisien (Owsianowski, 2008) didalam tungku pun memiliki nilai efisiensi yang rendah menurut (MacCarty, 2008). Efisiensi energi

yang rendah, pembakaran terbuka menimbulkan emisi polutan seperti CO, H<sub>2</sub>S, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> dan partikel debu. Gas-gas yang dihasilkan dari pembakaran selama kegiatan memasak tidak hanya mengotori ruangan tetapi juga atmosfer yang dapat memicu pemanasan global. Riset kesehatan juga menunjukkan adanya hubungan erat antara asap yang dihasilkan dari dapur dengan berbagai macam penyakit, terutama di negara berkembang (Fullerton, 2008).

## 2.2 Tungku

Tungku adalah suatu alat memasak tradisional dengan bahan bakar berupa bahan bakar padat seperti kayu, sekam padi dan bahan bakar padat lainnya. Menurut Bruce, 2000 tungku sederhana merupakan komponen penting dalam pemasakan secara tradisional di mana setengah dari jumlah penduduk dunia menggunakannya.

Menurut Miah, 2009 bahan bakar yang digunakan umumnya berasal dari biomassa. Tungku yang berkembang sekarang sudah mengalami banyak perubahan dibandingkan dengan tungku yang berkembang sebelumnya yang belum memperhitungkan nilai kalor, efisiensi, model desain, dan lainnya.



Gambar 2.1 Tungku batu bata tipe *box*  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019.



Gambar 2.2 Tungku tipe tabung

Tungku merupakan tempat perapian yang digunakan untuk memanaskan suatu hal yang dibentuk dengan model tertentu. Biasanya tungku identik digunakan sebagai tempat perapian dalam memasak.

Terdapat juga pemanfaatan tungku sebagai pemanas dan peleburan logam. Komponen yang harus dimiliki oleh tungku yaitu tempat (dudukan) untuk

meletakkan sesuatu serta api yang berfungsi untuk memanaskan atau memasak sesuatu.

Jenis bahan bakar yang dapat digunakan pada tungku yaitu bahan bakar cair, gas dan padat. Setiap jenis bahan bakar tentunya memiliki karakteristik yang berbeda-beda berdasarkan kalor jenisnya. Kalor jenis pada bahan bakar mempengaruhi laju pembakaran yang dihasilkan.

Tungku terbagi menjadi dua yaitu, tungku modern dan tungku tradisional. Tungku modern banyak menggunakan bahan bakar minyak, listrik, gas, briket dan batu bara sebagai sumber bahan bakarnya. Sedangkan tungku tradisional umumnya menggunakan kayu bakar sebagai sumber bahan bakarnya.

Tungku tradisional biasanya masih digunakan oleh masyarakat di pedesaan serta pedagang yang menjual makanan tradisional. Terdapat dua jenis tungku yang sering ditemui yaitu tungku anglo dan tungku tiga batu. Tungku anglo menggunakan arang sebagai bahan bakarnya sedangkan tungku tiga batu menggunakan bahan bakar kayu (Firdaus, 2018).

Tungku harus memiliki beberapa macam kriteria diantaranya yaitu memiliki nilai efisiensi tinggi, higienis, mudah untuk dinyalakan, alat masak dapat diletakkan di atas lubang dapur setelah pembakaran awal, tidak menghasilkan asap dan debu yang berlebihan, ramah lingkungan, ekonomis dan mudah digunakan (Qanitha, 2014). Pembuatan desain tungku di dasari pada fungsi tungku, bahan-bahan tungku, kebiasaan memasak, tipe bahan bakar dan ukuran serta konstruksi tungku.

### **2.3 Efisiensi Tungku**

Desain tungku yang digunakan masyarakat masih sangat sederhana, efisiensi tungku kayu bakar tradisional memiliki efisiensi yang sangat rendah yakni berkisar 5%-10% (Robith, 2004). Efisiensi tungku kayu bakar tradisional yang rendah menggambarkan jumlah konsumsi kayu bakar yang banyak tidak sebanding dengan energi yang dihasilkan (pemborosan energi).

Penggunaan tungku kayu bakar tradisional perlu diimbangi dengan pengembangan teknologi yang efektif dan inovatif. Pengembangan tersebut tidak

ditujukan sebagai suatu cara untuk diversifikasi energi dari BBM ke kayu bakar, melainkan sebagai suatu bentuk usaha peningkatan efisiensinya sehingga konsumsi kayu dapat lebih diminimalisir. Efisiensi tungku merupakan perbandingan antara jumlah energi panas yang digunakan untuk memasak dan energi yang tersedia didalam bahan bakar (Supriyatno, 2010). Efisiensi tungku dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{m_{air} \times c_p \times \Delta T + m_{uap} \times h_{fg}}{m_{BB} \times NK_{bahanbakar}} \times 100\% \text{ -----}.2.1$$

Keterangan:

$m_{air}$  = massa mula-mula air (gram)

$c_{p_{air}}$  = kalor jenis air (1 kal/gram°C)

$\Delta T$  = selisih antara temperatur maksimal dengan temperatur mula-mula air (°C)

$m_{uap}$  = massa uap total (gram)

$H_{fg}$  = kalor laten penguapan air (kal/gram)

$m_{bb}$  = massa kayu bakar (gram)

NK = Nilai Kalor bahan bakar (kal/gram)

## 2.4 Abu Sekam Padi

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri atas dua belahan yang disebut *lemma* dan *palea* yang saling bertautan. Proses penggilingan beras sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan, dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30%, dedak antara 8- 12% dan beras giling antara 50-63,5% dari data bobot awal gabah. Sekam padi dikategorikan sebagai biomassa yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan diantaranya bahan baku industri, pakan ternak, dan energi atau bahan bakar (Deptan, 2011).

Pembakaran sekam padi akan menghasilkan 20% abu dengan komponen utamanya Silika (SiO<sub>2</sub>). Silika dalam abu terdapat dalam bentuk kristal dan pembakaran pada suhu 800-900°C dalam bentuk amorfphous.

Silika dalam bentuk amorphous sangat penting karena sangat reaktif. Pembakaran secara terbuka dapat menghasilkan abu dengan silika dalam bentuk

amorphous 85-90% dan 10-15% adalah *carbon* (Husnain, 2010). Komposisi kandungan didalam abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi Abu Sekam Padi

Senyawa	Persentase (%)
SiO <sub>2</sub>	94,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03
CaO	0,83
MgO	1,21
K <sub>2</sub> O	1,06
Na <sub>2</sub> O	0,77
SO <sub>3</sub>	-
LOI	-

Sumber: (Folletto, 2006).

Kulit terluar dari padi ini jika dibakar akan menghasilkan abu sekam padi. Sekam padi terdiri dari 75% bahan mudah terbakar dan 25% akan berubah menjadi abu yang dikenal dengan Rice Husk Ash (RHA). Abu sekam padi mengandung silika sebesar 85%-90%. Pembakaran terkontrol pada suhu (500-600) pada abu sekam padi akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia (Kusuma dkk. 2013).

Tabel 2.4 Kandungan Silika pada Abu Sekam Padi

Temperatur	100°C	400 °C	600 °C	700 °C	1000 °C
Bahan	%	%	%	%	%
SiO <sub>2</sub>	88,01	88,05	88,67	92,15	95,48
MgO	1,17	1,13	0,84	0,51	0,59
SO <sub>3</sub>	1,12	0,83	0,81	0,79	0,09
CaO	2,56	2,02	1,73	1,60	1,16

K <sub>2</sub> O	5,26	6,48	6,41	3,94	1,28
Na <sub>2</sub> O	0,79	0,76	1,09	0,99	0,73
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,29	0,74	0,46	0,00	0,43

Sumber: (Mulyadi, 2002).

## 2.5 Tanah Liat

Tanah liat atau lempung sebagai deposit yang mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm. Tanah liat dengan ukuran mikrokonis sampai dengan submikrokonis ini terbentuk dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan (Bowles, 1991).

Tanah liat atau lempung akan menjadi sangat keras dalam keadaan kering dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Tanah liat atau lempung mempunyai sifat permeabilitas sangat rendah dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Lempung atau tanah liat adalah suatu silika hidra aluminium yang kompleks dengan rumus kimia  $Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot kH_2O$  dimana n dan k merupakan nilai numerik molekul yang terikat dan bervariasi untuk masa yang sama.

Mineral lempung mempunyai daya tarik menarik individual yang mampu menyerap 100 kali volume partikelnya, ada atau tidaknya air (selama pengeringan) dapat menghasilkan perubahan volume dan kekuatan yang besar. Partikel-partikel lempung juga mempunyai tenaga tarik antar partikel yang sangat kuat yang untuk sebagian menyebabkan kekuatan yang sangat tinggi pada suatu bongkahan kering (Terzaghi, 1987). Bunga Prameswari (2008), komposisi kimia tanah liat yang di analisa dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kandungan Tanah Liat

Elemen	Nama Elemen	Konsentrasi (%)
C	Carbon	0,33
O	Oksigen	46,91
Al	Aluminium	22,05
Si	Silika	13,42

S	Sulfur	0,23
Ca	Kalium	0,21
Fe	Besi	14,78

## 2.6 Pembuatan Desain Tungku

Tungku yang digunakan dirancang sesuai dengan kebutuhan yang terdapat di lingkungan pedesaan mengingat tungku yang digunakan di pedesaan mayoritas menggunakan tungku berbentuk tabung dan *box*. Perancangan tersebut dilakukan dengan pendekatan menggunakan nilai kalor pada LPG. Nilai kalor LPG ini akan dikonversikan kedalam beberapa kebutuhan kalor per hariannya dalam skala rumah tangga. LPG memiliki nilai kalor 43.953kJ/kg. Diketahui nilai kalor pada LPG tersebut maka kebutuhannya dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$Kebutuhan\ sehari = \frac{43.953\ kJ \times massa\ LPG \times Penggunaan\ per\ bulan}{30\ hari} \text{ -----} 2.2$$

Nilai kalor tersebut diketahui penggunaannya selama satu bulan dapat dilakukan tahap selanjutnya yakni mencari nilai kalor bahan bakar. Nilai kalor pada kayu dapat dilihat dari Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Data Nilai Kalor Kayu

Jenis Kayu	Parameter		
	Kadar Air (%)	Nilai Kalor (kkal/kg)	Kadar Abu (%)
Lamtoro ( <i>Leucaena leucocephala</i> )	10.13	4.197	5.78
Trembesi ( <i>Samanea saman</i> )	10.36	3.926	1.92
Turi ( <i>Sesbandia grandiflora</i> )	6.83	3.965	0.62
Gamal ( <i>Glirisidia maculate</i> )	23.97	4.168	2.97
Angsana ( <i>Pterocarpus indica</i> )	7.53	4.060	9.08
<b>Sengon Buto (<i>Enterolobium cylocarpum</i>)</b>	<b>14.21</b>	<b>3.948</b>	<b>1.08</b>
Waru ( <i>Hibiscus tiliaceus</i> )	10.33	4.266	1.48
Gmelina ( <i>Gmelina arborea</i> )	9.24	4.282	1.47

Batu bara muda ( <i>lignite</i> )	2.8	5.600	19.2
Batu bara	2.1	6.300	18.1

---

Sumber: (Cahyono dkk, 2008).

Penggunaan kayu sengon didalam penelitian dikarenakan kayu sengon memiliki nilai kalor cukup tinggi yakni 3948 kkal/kg atau 16502,64 KJ/kg. Nilai kalor yang cukup tinggi kayu sengon mudah ditemukan di sekitar lingkungan sehingga dapat mempercepat proses penelitian.

## 2.7 Tahap Pengujian Tungku

Tahap pengujian efisiensi tungku menggunakan metode yakni *Water Boiling Test* (WBT). Tahap metode ini dirancang dan digunakan untuk mengetahui dan memudahkan dalam menentukan efisiensi dari tungku yang akan dibangun (Bailis, 2007).

- 1) Tahapan pengujian *Water Boiling Test* (WBT):
  - a) Menimbang air yakni sebanyak 3 kg dan diletakkan didalam panci.
  - b) Menempelkan sensor *data logger* pada dinding panci dan pada media air.
  - c) Menimbang kayu yang akan dibakar.
  - d) Meletakkan panci diatas tungku setelah nyala api stabil.
  - e) Melakukan pencatatan perubahan suhu setiap 2 menit sekali.
  - f) Mengukur suhu pada dinding tungku dengan menggunakan termometer infrared setiap 2 menit.
  - g) Mengangkat air yang sudah mendidih dari atas tungku.
  - h) Menimbang massa akhir dari bahan bakar kayu dan air.
  - i) Menghitung efisiensi.

## **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan**

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Desember hingga Agustus 2019, yang mencakup penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Tempat pembuatan tungku yakni dilakukan di Desa Sukorejo, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember. Pengujian kinerja tungku dilaksanakan di tempat pembuatan tungku.

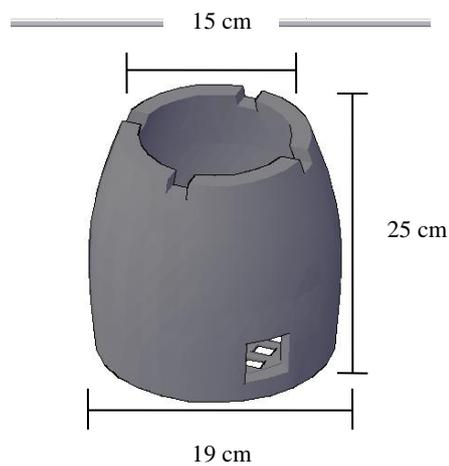
### **3.2 Alat dan Bahan**

Peralatan yang digunakan yakni cetakan tungku, penggaris, pipa, penghalus tungku, cetok, cetakan pintu masuk kayu, kertas gosok, *data logger*, *thermometer infrared*, beton eser ukuran 6 mm, *stopwatch*, timbangan manual, panci masak dengan diameter 17 cm dan tinggi 12 cm. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu sekam padi dan tanah liat, abu sekam padi dan tanah liat didapat di Desa Sukorejo, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember.

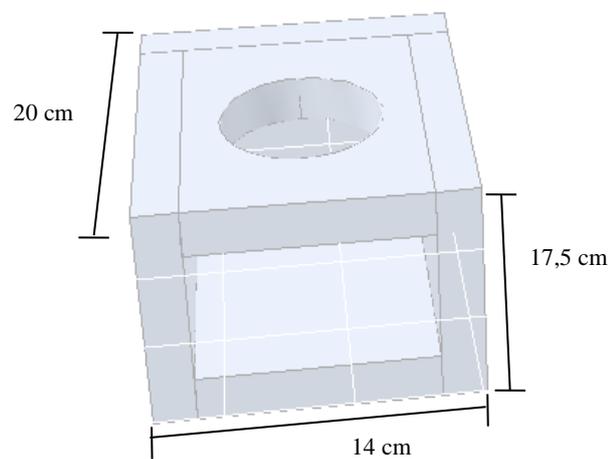
### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa proses yakni pertama mengenai studi literatur, dalam hal ini dilakukan berbagai macam pengumpulan informasi dari berbagai sumber terkait dengan tungku bentuk tipe *box* dan tabung dengan bahan tanah liat dan abu sekam padi. Kedua adalah perancangan tungku dengan menggunakan aplikasi Autocad 2012.

Tahap ketiga yakni pembuatan tungku tanah liat dalam hal ini terkait dimensi yang akan dipakai yakni studi pustaka dengan mengamati tungku yang berada dipasaran, hal ini meliputi pembuatan tungku dengan cetakan, pemberian lubang inlet dan outlet, pembuatan volume tempat pembakaran, pemberian lubang udara dan *finishing*. Tahap keempat yakni pengujian dengan menggunakan data logger yakni alat ukur yang dapat mengukur suhu lingkungan dan suhu panas didalam ruang bakar secara bersamaan secara digital, dalam tahap pengujian parameter yang akan diamati yakni pengukuran desain tungku dan efisiensi tungku.



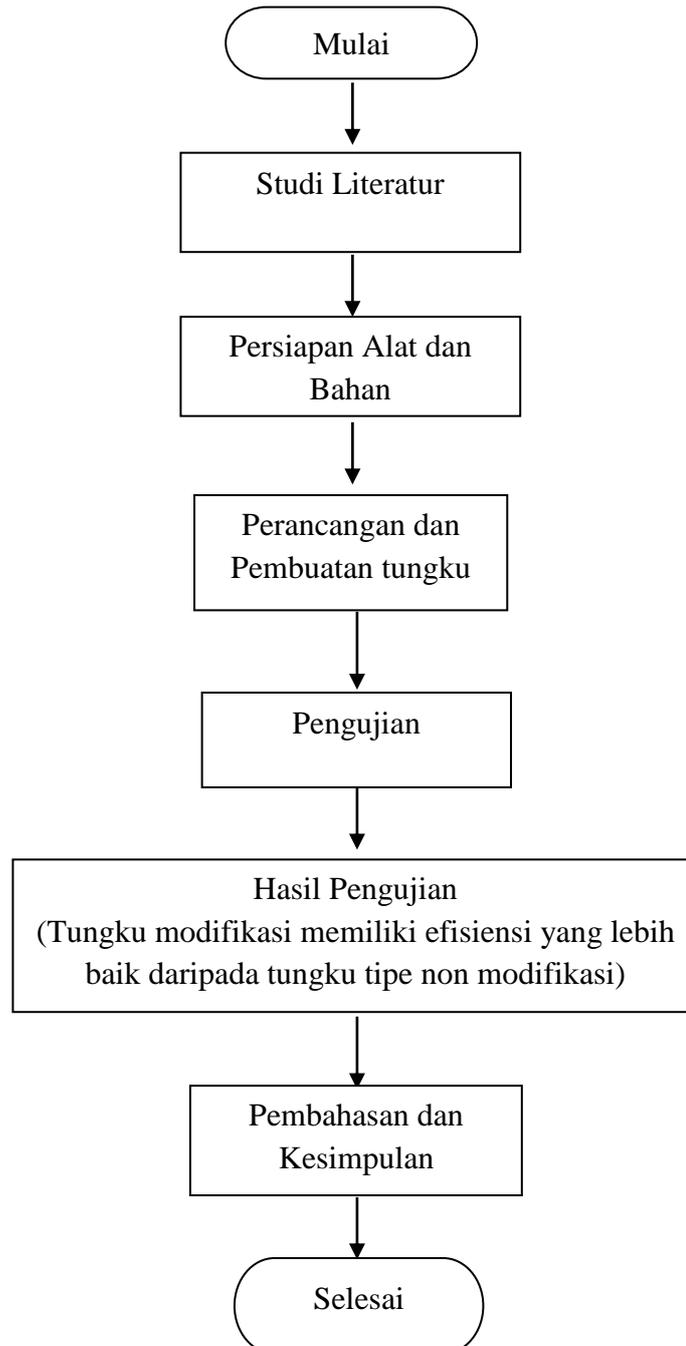
Gambar 3.1 Desain Tungku Tabung  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019.



Gambar 3.2 Desain Tungku tipe Box

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui dua tahap yakni tahap pertama pembuatan tungku dengan bentuk tipe *box* dan tungku bentuk tabung berbahan baku tanah liat dan abu sekam padi. Tahap kedua meliputi pengujian efisiensi tungku beberapa proses yakni sesuai dengan **Gambar 3.3**.



Gambar 3.3 Diagram Alir Pembuatan Tungku Tipe Box Dan Tungku Tipe Tabung

#### 3.4.1 Mulai

Penjelasan hal yang akan dilakukan sebelum tahap kedua yakni mempersiapkan tema sebagai bahasan utama dengan pembuatan tema agar penentuan studi literatur dan pengumpulan informasi berjalan sesuai dengan target awal. Tahap awal juga memproyeksikan terkait jadwal dari penelitian tersebut agar penelitian tersebut dapat terarah sesuai jadwal yang sudah ditentukan.

#### 3.4.2 Studi Literatur

Studi Literatur berisi tentang hal teknis terkait penelitian yakni pengumpulan informasi maupun data yang dapat mendukung dari penelitian tersebut, didalam studi literatur juga berisi tentang proses pembuatan dari tungku tradisional. Tungku tradisional kemudian dibagi menjadi 2 bentuk yakni bentuk tabung dan bentuk *box* pembuatan tungku tradisional tersebut dibuat di Trenggalek, Jawa Timur.

#### 3.4.3 Persiapan Alat dan Bahan

Tahap ketiga yakni persiapan alat dan bahan, didalam persiapan alat dan bahan berisi tentang bagaimana mempersiapkan alat dan juga bahannya, sebelum dilakukan penelitian perlunya bagi si peneliti untuk memastikan bahwa alat dan bahan tersedia agar pada waktu penelitian tidak menghambat suatu proses tersebut. Selain mempersiapkan alat dan bahan penelitian juga dipersiapkan terkait alat ukur dalam penelitian tersebut agar sewaktu alat sudah selesai bisa diukur dan bisa didapatkan hasilnya.

#### 3.4.4 Perancangan dan Pembuatan Tungku

Proses selanjutnya yakni merancang dan membuat tungku, didalam melakukan proses perancangan disesuaikan dengan studi literatur yang sudah dibuat dan disesuaikan dengan alat pendukung yang tersedia perancangan tersebut menggunakan AutoCad 2012 sebagai pembuatan desain dan rancangannya setelah desain, ukuran dan alat. Tungku yang digunakan dirancang sesuai dengan kebutuhan yang ada di lingkungan pedesaan mengingat tungku yang digunakan di

pedesaan mayoritas menggunakan tungku berbentuk tabung dan *box*. Dasar dari perencanaan pembuatan tungku yakni pada tungku berbentuk tabung mengingat tungku berbentuk tabung mempunyai dimensi atau volume yang tetap sehingga penyesuaiannya pun sulit dilakukan dari hal tersebut maka volume tungku berbentuk *box* pada penelitian ini menyesuaikan bentuk dari tungku berbentuk tabung.

Tungku berbentuk tabung sendiri memiliki tinggi ruang bakar ditambah volume udara 21 cm dengan diameter ruang bakar 15 cm volume yang dihasilkan dari dimensi tersebut yakni  $4.945,5 \text{ cm}^3$ , volume dari tungku berbentuk *box*  $5.100 \text{ cm}^3$  yakni dengan tinggi ruang bakar 17 cm, panjang 20 cm dan lebar 15 cm. Kebutuhan memasak yang terdapat dirumah tangga setiap harinya disesuaikan dengan analisis kebutuhan nilai kalor LPG. Analisis yang digunakan yakni dengan pendekatan kebutuhan energi yakni dengan perhitungan nilai kalor pada LPG (*Liquid Petroleum Gas*).

Nilai kalor dari LPG yakni sebesar 43.953 KJ/kg (Yudhisworo, 2015). Hasil perhitungan dari nilai kalor harian pada kebutuhan rumah tangga yakni sebagai berikut.

$$\frac{43.953 \text{ KJ} \times \text{massa LPG} \times \text{Penggunaan per bulan}}{30 \text{ hari}} = 4395,3 \text{ KJ/hari}$$

LPG yang dibutuhkan setiap bulan digunakan sebuah pendekatan yakni 3 kg selama 3 kali pemakaian. Kebutuhan nilai kalor tersebut selanjutnya dihitung setiap harinya kemudian didapatkan yakni 4395,3KJ/kg per harinya. Nilai kalor digunakan untuk mengetahui kebutuhan harian memasak pada kompor LPG yang digunakan untuk perbandingan.

Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini yakni menggunakan kayu sengon. Kayu sengon memiliki nilai kalor yang cukup besar yakni sebesar 16502,64 KJ/kg, selain memiliki nilai kalor yang cukup besar kayu sengon sangat mudah didapatkan disekitar tempat penelitian. Nilai kalor dari kayu sengon sebesar 16502,64 KJ/kg, kebutuhan nilai kalor untuk memasak yakni sebesar 10% merupakan total kalor yang digunakan memasak dengan bahan bakar kayu bakar,

total dari kebutuhan nilai kalor yakni:

$$10\% \times 16502,64 \text{ KJ/kg} = 1650,26 \text{ KJ/kg}$$

Jumlah dari total volume dari tungku berbentuk *box* adalah  $5100 \text{ cm}^3$ , kayu memiliki densitas kambah rata-rata  $800 \text{ kg/m}^3$  atau  $0,8 \text{ gr/cm}^3$ . Kebutuhan dari kayu bakar yang dibutuhkan untuk mencapai nilai kalor  $4395,3 \text{ KJ/kg}$ , adalah:

$$1650,26 \text{ KJ/kg} = 1 \text{ kg}$$

$$4395,2 \text{ KJ/kg} = x$$

$$x = 2,66 \text{ kg}$$

Kayu bakar yang digunakan yakni kayu bakar jenis sengon. Kayu bakar yang dapat dibakar di ruang pembakaran maka dapat digunakan rumus:

$$DK \text{ (gr/cm}^3\text{)} = \frac{\text{massa (gr)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}}$$

$$0,8 \text{ gr/cm}^3 = \frac{\text{massa}}{5100 \text{ cm}^3} = \text{massa} = 0,8 \text{ gr/cm}^3 \times 5100 \text{ cm}^3 = 4080 \text{ gr}$$

Jumlah dari total volume dari tungku berbentuk tabung adalah  $4945,5 \text{ cm}^3$ , kayu memiliki densitas kambah rata-rata  $800 \text{ kg/m}^3$  atau  $0,8 \text{ gr/cm}^3$ . Kebutuhan dari kayu bakar yang dibutuhkan untuk mencapai nilai kalor  $4395,3 \text{ KJ/kg}$ , adalah:

$$1650,26 \text{ KJ/kg} = 1 \text{ kg}$$

$$4395,2 \text{ KJ/kg} = x$$

$$x = 2,66 \text{ kg}$$

Kayu bakar yang digunakan yakni kayu bakar jenis sengon. Kayu bakar yang dapat dibakar di ruang pembakaran maka dapat digunakan rumus:

$$DK \text{ (gr/cm}^3\text{)} = \frac{\text{massa (gr)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}}$$

$$0,8 \text{ gr/cm}^3 = \frac{\text{massa}}{4945,5 \text{ cm}^3} = \text{massa} = 0,8 \text{ gr/cm}^3 \times 4945,5 \text{ cm}^3 = 3956,4 \text{ gr}$$

Perencanaan yang telah selesai maka langkah selanjutnya yakni melakukan pembuatan tungku yang dilakukan di Desa Sukorejo, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember. Bahan tanah liat dan abu sekam padi dari tempat pembuatan batu bata dalam pembuatan tungku tersebut harus disesuaikan dengan ukuran yang terdapat didesain awal sehingga bentuk yang dibuat nanti sesuai dengan harapan dari si peneliti.

Langkah awal pembuatan tungku yakni dengan perencanaan campuran. Campuran yang terbaik dari penelitian (Rahmawati, 2015) yakni memberikan variasi perlakuan penelitian yang berbeda yakni dengan persentase campuran abu sekam padi sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Perolehan hasil yang didapatkan dari campuran tanah liat dan abu sekam padi yakni kuat tekan yang terbaik pada campuran 5% hingga 10%.

Perencanaan campuran yang dilakukan yakni menggunakan 90% tanah liat dan 10% abu sekam padi, pembuatan 1 buah tungku berbentuk tabung membutuhkan 24 kg massa total bahan, kebutuhan tersebut didapatkan melalui penelitian pendahuluan yang dilakukan sebelum penelitian inti. Pencampuran yang dilakukan harus memperhatikan homogenitas dengan cara memperhitungkan bahan yang akan dicampur agar bahan memiliki tingkat homogen yang sama sehingga hasil yang diharapkan dapat sesuai dengan hipotesis awal.

#### 3.4.5 Pengujian

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui lebih efisien mana antara tungku dengan tipe *box* dan tungku bentuk tabung, metode yang digunakan yakni dengan *Water Boiling Test* (WBT). Pengujian dilakukan di tempat pembuatan tungku dan semua bahan untuk WBT didapatkan di sekitar pembuatan tungku.

#### 3.4.6 Hasil Pengujian

Sebelum dilakukan pengujian tungku beberapa dilakukan hipotesis yakni tungku modifikasi memiliki nilai efisiensi yang lebih baik. Tungku modifikasi memiliki penyaring abu dibawah tungku sehingga sisa pembakaran yang berupa abu langsung jatuh dibawah tungku sehingga ruang pembakaran hanya membakar

kayu bakar sehingga pembakaran kayu lebih maksimal yang nanti hasilnya dapat mempercepat pembakaran.

#### 3.4.7 Pembahasan dan Kesimpulan

Pembahasan dan kesimpulan yakni berisi pengolahan data dan melakukan pembahasan pada penelitian tersebut. Hasil yang diperoleh diharapkan sesuai dengan hipotesis yang ada sehingga penelitian yang dilakukan sesuai dengan ilmu pengetahuan yang sudah dikumpulkan baik melalui jurnal, wawancara dengan masyarakat, serta penelitian dari peneliti sebelumnya.

#### 3.4.8 Selesai

Tahap terakhir yakni penyelesaian penelitian dengan mempresentasikan hasil penelitian kepada pihak dosen dan dipublikasikan dengan membuat jurnal ilmiah. Pembuatan jurnal ilmiah bertujuan untuk memberikan wawasan serta pengetahuan kepada penelitian selanjutnya yang harapannya meningkatkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

### 3.5 Parameter Pengujian

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah hubungan antara suhu, waktu, dan bahan bakar. Hubungan antara suhu, waktu dan bahan bakar dapat mengetahui efisiensi dari penelitian tersebut .

### 3.6 Analisa Data

Penelitian yang telah digunakan menggunakan dua jenis analisa data, yakni selain dijelaskan menggunakan metode deskriptif juga menggunakan bentuk grafik selain memperjelas pemahaman juga meningkatkan koreksi data untuk menghindari kesalahan. Grafik yang akan ditampilkan yakni waktu, suhu panci, suhu dinding tungku dan suhu lingkungan.

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perbandingan Efisiensi Tungku

Pengujian dilakukan yang dilaksanakan untuk melihat efisiensi thermal dari tungku dengan menggunakan metode *Water Boiling Test* (WBT). Metode WBT dilakukan guna mengetahui massa air yang hilang, bahan bakar yang dibakar guna mendidihkan air. Data yang digunakan tersebut dapat untuk mengetahui efisiensi *thermal* tungku. Pengujian *Water Boiling Test* (WBT) pada tungku tipe *box* modifikasi dan non modifikasi serta tungku tipe tabung modifikasi dan non modifikasi terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji *Water Boiling Test* (WBT)

No	Jenis Pengujian Tungku	Waktu Mendidih (menit)	Massa Kayu (gr)	Massa Uap (gr)	Efisiensi Thermal (%)
1	Box non Modifikasi	26	1190	500	10,23%
2	Box Modifikasi	18	790	280	11,65%
3	Tabung non Modifikasi	20	700	300	13,52%
4	Tabung Modifikasi	16	630	120	19,24%

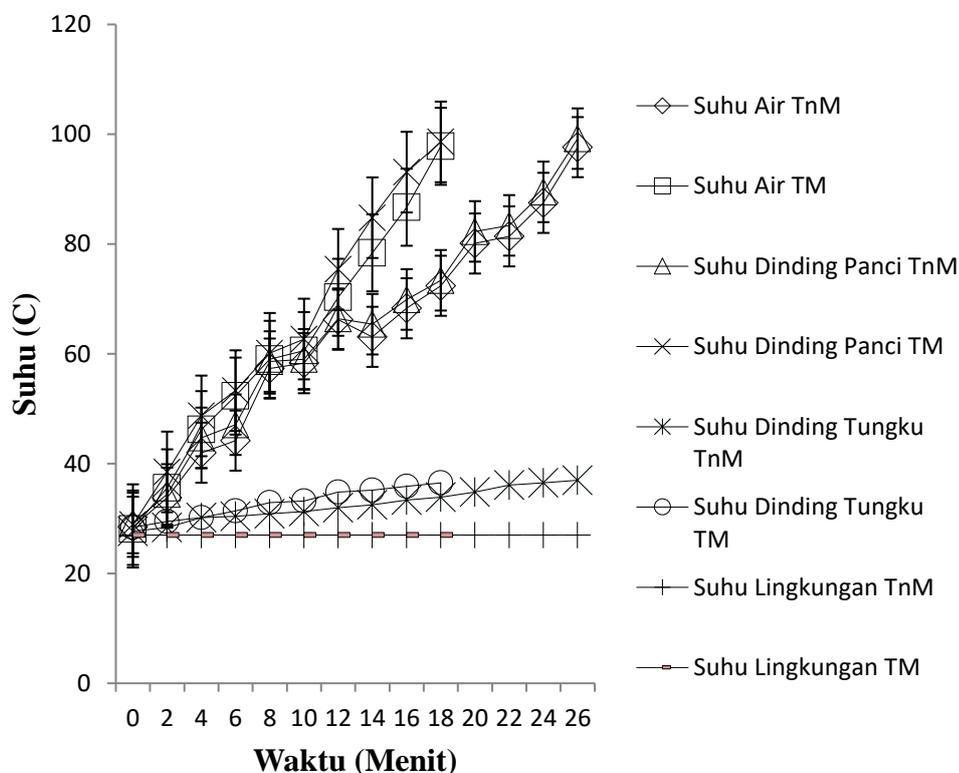
Hasil pengujian yang dilaksanakan diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk memasak juga memiliki *korelasi* bahwa bahan bakar yang digunakan juga semakin besar. Massa uap yang diamati juga memiliki pengaruh yakni pada waktu pemasakan yakni semakin lama waktu pemasakan maka massa uap yang hilang juga semakin besar.

Proses pengujian tungku sendiri terdapat beberapa kendala salah satunya dibagian penyaring abu, pada penyaring abu ditempatkan terpisah dengan tungku. Tungku tersebut terdapat diatas dari penyaring, hal tersebut dapat menyebabkan panas yang terdapat diruang bakar menjadi keluar ke sistem lingkungan.

#### 4.1.1 Tungku Tipe *Box* non Modifikasi (TnM) dan Tipe Modifikasi (TM)

Pengujian yang dilakukan tungku *box* non modifikasi dan modifikasi atau biasa disebut tungku tradisional. Tungku jenis *box* banyak digunakan di pedesaan dikarenakan harganya yang murah dan pembuatannya juga mudah.

Alasan itulah maka penggunaan tungku didaerah pedesaan menjadi pilihan utama dalam memasak disamping menggunakan kompor LPG, untuk tungku *box* modifikasi diberikan penyaring dibawahnya. Grafik pengujian tungku tipe *box* non modifikasi dan modifikasi dengan parameter waktu pemasakan air, suhu pada dinding panci, suhu pada dinding tungku serta suhu pada lingkungan terdapat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik pengujian tungku *box* non modifikasi dan modifikasi

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air pada tungku tipe *box* non modifikasi yakni dengan massa 3 kg  $98,25^{\circ}\text{C}$  adalah 26 menit dengan suhu dinding panci  $99,85^{\circ}\text{C}$  suhu dinding tungku  $36,88^{\circ}\text{C}$  dan dengan suhu lingkungan  $27,2^{\circ}\text{C}$ . Grafik 4.1 menunjukkan performa tungku *box* modifikasi yakni bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air dengan massa 3 kg dengan suhu  $98,23^{\circ}\text{C}$  adalah 20 menit dengan suhu dinding panci  $99,71^{\circ}\text{C}$  suhu dinding tungku  $35,43^{\circ}\text{C}$  dan dengan suhu lingkungan  $27,4^{\circ}\text{C}$ .

Gambar 4.1 menunjukkan pengaruh modifikasi dengan mendidihkan air dan pengaruh kepada bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan pada tungku non modifikasi yakni digunakan kayu bakar dengan massa 1190 gram sedangkan untuk tungku *box* modifikasi digunakan bahan bakar kayu sengon dengan massa 790 gram.

Gambar 4.2 merupakan tungku *box* yang terdapat di masyarakat tungku model tersebut sangat tidak efisien bila digunakan untuk memasak. Gambar 4.3 merupakan tungku jenis *box* namun lebih baik efisiensinya dibandingkan gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Box* non Modifikasi



Gambar 4.3 *Box* Modifikasi

Parameter yang diamati terkait dengan massa air yang hilang akibat proses WBT, korelasi yang didapatkan dari proses mendidihkan air dengan massa air yang hilang berbanding lurus. Tungku *box* non modifikasi membutuhkan waktu untuk mendidih yakni 26 menit dengan massa air yang hilang 500 gram untuk tungku *box* modifikasi membutuhkan waktu untuk mendidih 18 menit dengan massa air yang hilang 280.

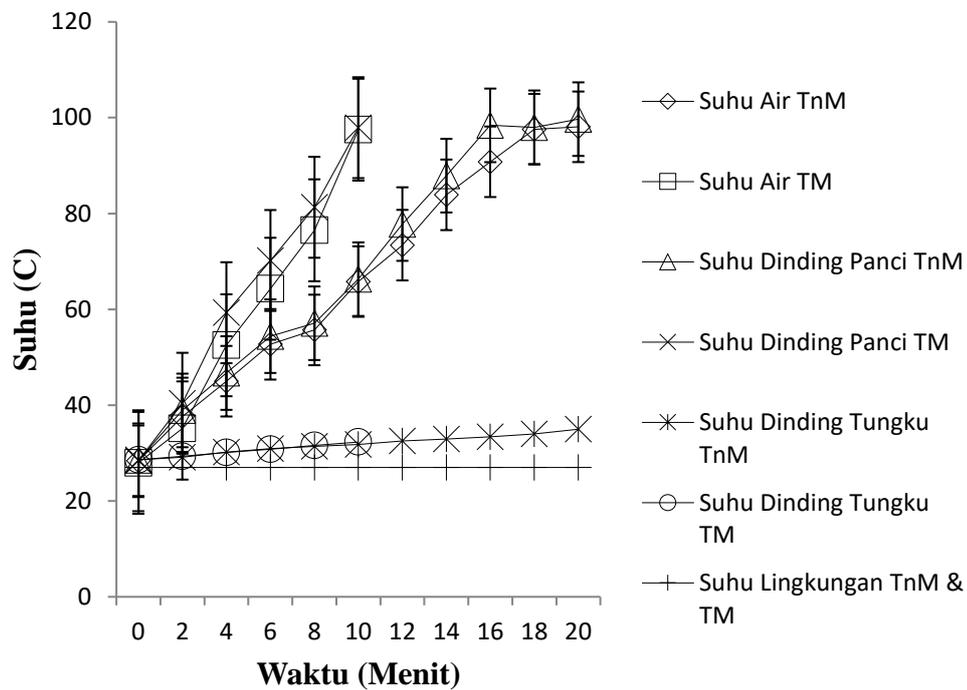
Penelitian tersebut didukung juga oleh data dari penelitian sebelumnya, (Firdaus, 2018) mengatakan bahwa massa uap juga dipengaruhi oleh waktu pemasakan, semakin lama waktu pemasakan maka massa uap akan semakin meningkat. Pemasakan juga mempengaruhi massa kayu yang digunakan semakin lama waktu pemasakan maka kayu yang digunakan juga semakin banyak.

#### 4.1.2 Tungku Tabung non Modifikasi (TnM) dan Modifikasi (TM)

Tungku tabung merupakan tungku yang sangat banyak digunakan dikalangan warga pedesaan selain tungku berbentuk *box* atau kotak. Tungku berbentuk tabung biasanya dibuat dengan pot tanaman yang dibalik kemudian dilubangi bagian bawahnya sebagai inlet masuknya cetakan.

Tungku model tersebut biasanya dijual di pasaran dikarenakan tungku tabung tabung mudah untuk dibawa kemana-mana serta penggunaannya pun yang sangat sederhana. Pengujian yang dilakukan pada tabung non modifikasi (gambar 4.5) dan modifikasi (gambar 4.6) dilakukan dengan WBT dengan dengan parameter yang sama dengan tungku model yang sebelumnya hanya berbeda bentuknya saja.

Hasil pengujian tungku tipe tabung non modifikasi dan modifikasi. Parameter waktu pemasakan air, suhu pada dinding panci, suhu pada dinding tungku serta suhu pada lingkungan disajikan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Tungku Tabung non Modifikasi dan Modifikasi

Gambar 4.4 menunjukkan grafik pengujian waktu pada tungku, waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air pada tungku tipe tabung non modifikasi yakni dengan massa 3 kg  $98,23^{\circ}\text{C}$  adalah 20 menit dengan suhu dinding panci  $99,71^{\circ}\text{C}$  suhu dinding tungku  $35,43^{\circ}\text{C}$  dan dengan suhu lingkungan  $27,40^{\circ}\text{C}$ . Grafik 4.4 juga menunjukkan performa tungku tabung modifikasi yakni bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air dengan massa 3 kg dengan suhu  $98,31^{\circ}\text{C}$  adalah 10 menit dengan suhu dinding panci  $98,31^{\circ}\text{C}$  suhu dinding tungku  $33,75^{\circ}\text{C}$  dan dengan suhu lingkungan  $27,10^{\circ}\text{C}$ .

Gambar 4.5 merupakan tungku tabung yang terdapat di masyarakat tungku model tersebut tidak efisien bila digunakan untuk memasak. Gambar 4.6 merupakan tungku jenis tabung namun lebih baik efisiensinya dibandingkan gambar 4.5.



Gambar 4.5 Tabung non Modifikasi



Gambar 4.6 Tabung Modifikasi

Kenaikan suhu pada grafik 4.4 tungku tabung non modifikasi lebih teratur dibandingkan dengan tungku *box* non modifikasi, dikarenakan secara fisik bahwa tungku berbentuk tabung mudah mengisolasi panas. Ruang bakar yang terdapat pada tungku tipe tabung modifikasi arah api yang lebih terfokus ke atas serta panas api dan asapnya hanya keluar lewat atas tungku dibawah panci hal ini berbeda dengan tungku *box* yang panas serta asapnya melewati celah ditengah ruang bakar.

Penambahan jumlah kayu yang diberikan sebelum kayu didalam ruang bakar terbakar seluruhnya sehingga api yang ada didalam lebih stabil. Proses pengujian tungku tabung non modifikasi bahan bakar kayu yang digunakan yakni 700 gram, uap air yang dihasilkan yakni 300 gram dan massa hasil pembakaran yakni 20 gram, kenaikan pada pengujian tungku tabung modifikasi membutuhkan kayu bakar yakni 630 gram, massa air yang hilang akibat penguapan 120 gram.

Pengujian tungku tabung modifikasi dan non modifikasi terdapat perbedaan yakni di penyaring abu, perbedaan tersebut yang menyebabkan proses WBT menjadi berbeda, terlihat dari waktu pemasakan, massa uap yang hilang serta bahan bakar. Perbedaan tersebut menyebabkan efisiensi dari tungku tipe tabung modifikasi lebih baik dari tungku sebelumnya yang dilakukan pengujian.

## **BAB 5. PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian tentang tungku adalah sebagai berikut ini:

1. Tungku *box* non modifikasi memiliki nilai efisiensi sebesar 10,61% dan tungku *box* modifikasi memiliki nilai efisiensi 12,13%.
2. Tungku tabung non modifikasi memiliki nilai efisiensi sebesar 14,05% dan tungku tabung modifikasi memiliki nilai efisiensi 19,96%.
3. Tungku tabung modifikasi memiliki nilai efisiensi yang lebih baik daripada tungku tipe *box* modifikasi.

### **5.2 Saran**

Saran yang terdapat didalam penelitian tentang tungku adalah sebagai berikut ini:

1. Perlu diperhatikan terkait dengan volume tungku yang akan diuji dan dijadikan penelitian.
2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan perbaikan yakni penyaring abu dan tungku menjadi satu kesatuan serta *outlet* api disesuaikan dengan panci.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPS (Badan Pusat Statistik). 2011. "2010 Survei Sosial Ekonomi Nasional" (<http://dds.bps.go.id/eng/>).
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2016. *Statistik produksi padi Nasional 2016*: Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Bailis, R., D. Ogle, N. MacCarty, dan D. Still, 2007. *The Water Boiling Test (WBT). Household Energy and Health Programme, Shell Foundation*, Hlm 1-38.
- Bowles, J.E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*: Jakarta : Erlangga
- Bruce, N. P.-P. 2000. *Indoor air in pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge*. 1078-1092.
- Cahyono.,T.D. Coto. Z, dan Febrianto, F. 2008: *Analisis Nilai Kalor Dan Kelayakan Ekonomis Kayu Sebagai Bahan Bakar Substitusi Batu Bara Di Pabrik Semen*, Bogor, Forum Pascasarjana.
- Channiwala, S.A., Parikh, P.P., 2002, '*A Unified correlation for estimating HHV of solid, liquid and gaseous fuels*: "Journal of Fuel , vol 81, pp. 1051-1063
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian Indonesia (Deptan). 2011.<http://tanamanpangan.deptan.go.id/index.php/komoditi/detail/20> diakses tanggal 7 Desember 2018
- ESDM, 2007.*Blue Print Pengelolaan Energi Nasional*.  
[https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Blueprint\\_PEN\\_tgl\\_10\\_Nop2007.pdf](https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Blueprint_PEN_tgl_10_Nop2007.pdf) diakses tanggal 6 Desember 2018.
- Firdaus, J.N. 2018. *Uji Performansi Tungku Tanah Liat Dengan Limbah Abu Sekam Padi dan Abu Ampas Tebu*.Skripsi. Jurusan Teknik Politeknik Negeri Jember.
- Folleto, E.L, Ederson, G., Leonardo, H. O., Sergio, J., 2006, *Conversion of Rice Hull Ash Into Sodium Silicate. Material Research*, vol 9, No No 3,335-338 Brazil.

- Fullerton, D. G. 2008. *Indoor air pollution from biomass fuel smoke is a major health concern in the developing world*. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene , 843-851.
- Haryanto, A dan Triyono, S. 2012. *Studi Emisi Tungku Masak Rumah Tangga*. Lampung. Jurnal Agritech Vol. 32 No. 4 Universitas Negeri Lampung.
- Husnain. 2010. *Mengenal silika sebagai unsur hara*. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian.;
- Husni, A. A. 2002. *Pemanfaatan limbah untuk bahan bangunan, pengembangan limbah pertambangan dan Industri untuk bahan bangunan*. Bandung: , Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman;
- Kusuma, M.I. Tarkono dan M. Badaruddin. 2013. *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi terhadap Kekuatan Tekanan dan Porositas Genteng Tanah Liat Kabupaten Pringsewu*. Jurnal FEMA, 1(1):24-30.
- MacCarty, N. O. 2008. *A laboratory comparassion of the global warming impact of five major types of biomass cooking stoves* . Energy for Sustainable Development , 5-14.
- Miah, M. D. 2009. *Wood fuel use in the traditional cooking stoves in the rural floodplain areas of Bangladesh: a socio-environmental prespective*. Biomass and Bioenergy , 70-78.
- Mulyadi. 2002. *Raw Material and Body Preparation, Ceramic Development Technology*, Chukyo Junior Collage, Japan
- Ndraha, N. 2009. *Uji komposisi bahan pembuat briket bioarang tempurung kelapa dan serbuk kayu terhadap mutu yang dihasilkan*.
- Owsianowski, J. V. 2008. *Improved cooking for developing countries*.
- Prameswari, B. 2008. *Studi Efektifitas Lapis Galvanis Terhadap Ketahanan Korosi pipa basa ASTM A53 didalam tanah*. Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia, hlm 56
- Qanitah. 2014. *Evaluasi Kinerja Tungku Berbahan Bakar Kayu dengan Variasi Luas Pintu Udara Masuk*. Skripsi. Polteknik Negeri Jember (belum diterbitkan).
- Rahmawati, A. 2015. *Penambahan Abu Jerami dan Abu Sekam Padi pada Campuran Batu Bata untuk Meningkatkan Kualitas dan Effisiensi Produksi Batu Bata Industri Tradisional*. Program Studi Teknik

Bangunan. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Robith. 2004. *Tantangan dan Peluang Pengembangan Tungku di Indonesia*. <http://www.tungku.or.id/ina/?pilih=lihat-berita&berita.id=57&kategori=9> diakses tanggal 06 Desember 2018.

Supriyatno. 2010. “Uji Coba Karakterisasi Contoh Produk Inovasi Briket Batubara Biomasa di Pusat Penelitian Fisika – LIPI Bandung” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia J03*.

Terzaghi, K.1987. *Mekanika Tanah dalam Prakttek Rekayasa*.Edisi ke 2. Jakarta:Erlangga.

Wahyudi. 2006. *Penelitian Nilai Kalor Biomassa: Perbandingan antara Hasil Pengujian dengan Hasil Perhitungan*. Jurnal ilmiah semesta Teknik Vol 9 (208-220).

Yudhisworo, W, D. 2015. *Studi Alternatif Penggunaan BBG Gas Elpijiuntuk Bahan Bakar Mesin Bensin Konvensional*. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas 17 Agustus Cirebon.

Zamirza F. 2009. *Pembuatan Biopellet dari Bungkil Jarak Pagar (Jathropacurcas L.) Dengan Penambahan Sludge Dan Perekat Tapioka*. (Skripsi): Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.





































































