

RANCANG BANGUN ALAT KOMPOR GASIFIKASI BIOMASSALIMBAH TONGOL JAGUNG

SKRIPSI



Disusun Oleh :

TEGUH PERMADI
NIM : 31512A0068

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
MATARAM
2020**

HALAMAN PENJELASAN

**RANCANG BANGUN ALAT KOMPOR GASIFIKASI
BIOMASSA LIMBAH TONGOL JAGUNG**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

TEGUH PERMADI
NIM: 31512A0068

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknologi Pertanian Pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas
Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
MATARAM
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN ALAT KOMPOR GASIFIKASI BIOMASSA LIMBAH TONGOL JAGUNG

SKRIPSI

Disusun Oleh :

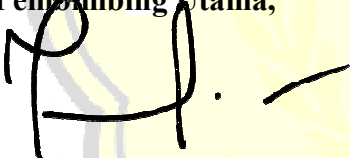
TEGUH PERMADI
NIM. 31512A0068

Setelah Membaca Dengan Seksama Kami Berpendapat Bahwa Skripsi Ini
Telah Memenuhi Syarat Sebagai Karya Tulis Ilmiah

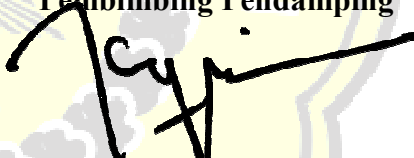
Telah Mendapat Persetujuan Pada Tanggal 14 Februari 2020

Menyetujui:

Pembimbing Utama,


Budi Wiryono, SP., M.Si
NIDN.0805018101

Pembimbing Pendamping


Karyanik S.T., MT
NIDN.0731128602

Mengetahui :

Universitas Muhammadiyah Mataram

Fakultas Pertanian

Dekan,




I. Asmawati, M.P
NIDN. 0816046601

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT KOMPOR GASIFIKASI BIOMASSA LIMBAH TONGOL JAGUNG

Disusun Oleh :

TEGUH PERMADI
NIM. 31512A0068

Pada Hari Jumat Tanggal, 14 Februari 2020
Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji

Tim Penguji :

Budy Wiryono SP., M.Si(.....)
Ketua

Karvanik, ST., MT(.....)
Anggota

Ir. Nazaruddin, MP(.....)
Anggota

Skripsi Ini Telah Diterima Sebagai Bagian Dari Persyaratan Yang Diperlukan
Untuk Mencapai Kebulatan Studi Strata Satu (SI) Untuk Mencapai Tingkat
Sarjana Pada Program Studi Teknik Pertanian Universitas
Muhammadiyah Mataram.

Mengetahui
Universitas Muhammadiyah Mataram
Fakultas Pertanian

Dekan,



Dr. Asnawati, MP
NIDN. 0816046601

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, megister, dan atau doctor), baik di univeritas muhammadiyah mataram maupun tinggi lainnya.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Skripsi ini tidak terdapat karya pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya membuat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa dicabut gelar yang telah diperoleh karna karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi ini.

Mataram, 14 Februari 2020
Yang Membuat Pernyataan,



TEGUH PERMADI
NIM:31512A0068



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat

Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906

Website : _____ E-mail : _____

SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Teguh Permadi
NIM : 31512A0068
Tempat/Tgl Lahir : DOMPLI, 14 FEBRUARY 1997
Program Studi : TEKNIK PERTANIAN
Fakultas : PERTANIAN
No. Hp/Email : 082 341 666 058
Judul Penelitian : -

RANCANG BANGUN ALAT KOMPOR GASIFIKASI
BIOMASSA LIMBAH TONKOL JAGUNG

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 46%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari karya ilmiah dari hasil penelitian tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 19 - 03 - 2020

Penulis

TEGUH PERMADI
NIM. 31512A0068

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT
Sander, S.Sos., M.A.
NIDN. 0802048904



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat

Kotak Pos 108 Telp. 0370-633723 Fax. 0370-641906

Website: <http://www.ikh.ummat.ac.id> E-mail: upt.perpustakaan@ummat.com

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : TEGUH PERMADI
NIM : 3151240068
Tempat/Tgl Lahir : DOMPU, 14. FEBRUARY 1997
Program Studi : TEKNIK PERTANIAN
Fakultas : PERTANIAN
No. Hp/E-mail : 082341666858 / Permadi.teguh79@gmail.com
Jenis Penelitian : ☒ Skripsi ☐ KTI ☐

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

RANCANG BANGUN ALAT KOMPOS GASIFIKASI
BIOMASSA LIMBAH TEROKOL JAGUNG

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 10-01-2020

Penulis



NIM 3151240068

Mengetahui,
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos. M.A.
NIDN 0802048904

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

**Diantara Labirin Petang
Diantara Bumi Dan Cakrawala Menari
Jadilah Mahluk Yang Berbeda Diantara Manusia
Yang Sama**

PERSEMBAHAN

1. Terimakasih kepada Allah azza wa jalla yang memberikan peluang tak terduga dalam perjalanan hidupku sampai detik ini.
2. Terimakasih terucap dalam lubuk hati yang paling dalam untuk kedua orang tuaku (**Bapak Batimah Dan Ibuku Maryati**) yang selalu mendoakan dalam sujud sholatnya, dalam merapat kedua tangannya dan terimakasih telah memberiku kehidupan yang mulia ini.
3. Terimakasih teruntuk saudari perempuanku yang super (**Pury Maya Alfazusi**) dan kakak ipar super jaim (**Habibul Umam**) yang selalu bersedia mendukungku dengan penuh semangat, terakhir kedua keponakan (**Abyan Fardawz Al-Habbib Dan Huwaida Shaqueena**), kalian tidak akan pernah terganti, kalian orang-orang hebat dihidupku.
4. Dosen pembimbingku, terimakasih untuk waktu dan kesabarannya dengan terus membimbingku hingga tulisan ini selesai.
5. Rekan sebaya STP dan Lucci N, terimakasih telah menemani dan melengkapi perjalananku sampai detik ini. Kalian sangat super.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat-Nya, sehingga penulis skripsi yang berjudul: **“Rancang Bangun Alat Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini banyak mendapatkan bantuan dan saran dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Ibu Ir. Asmawati, MP. Selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammdiyah Mataram.
2. Bapak Budy Wiryono, SP.,M.Si. Selaku Wakil Dekan I Sekaligus Dosen Pembimbing dan Penguji Utama.
3. Bapak Syirril Ihromi, SP.,MP.Selaku Wakil Dekan II Fakultas Pertanian Universitas Muhammdiyah Mataram.
4. Ibu Muliatiningsing SP.,M.Si. Selaku Ketua Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram
5. Bapak Karyanik, S.T.,MT. Selaku Pembimbing dan Penguji Pendamping.
6. Bapak Ir. Nazaruddin MP. Selaku Penguji Pendamping.
7. Bapak dan Ibu dosen di Faperta UM Mataram yang telah membimbing baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga tulisan dapat terselesaikan dengan baik. Semua Civitas Akademika Fakultas Pertanian Universitas Muhammdiyah Mataram.
8. Allah S.W.T yang menuntunku dalam setiap langkah dan Kedua Orang Tua Terhebat Tercinta beserta Saudari Superku yang selalu mendoakan dan memperhatikan kehidupan penulis.

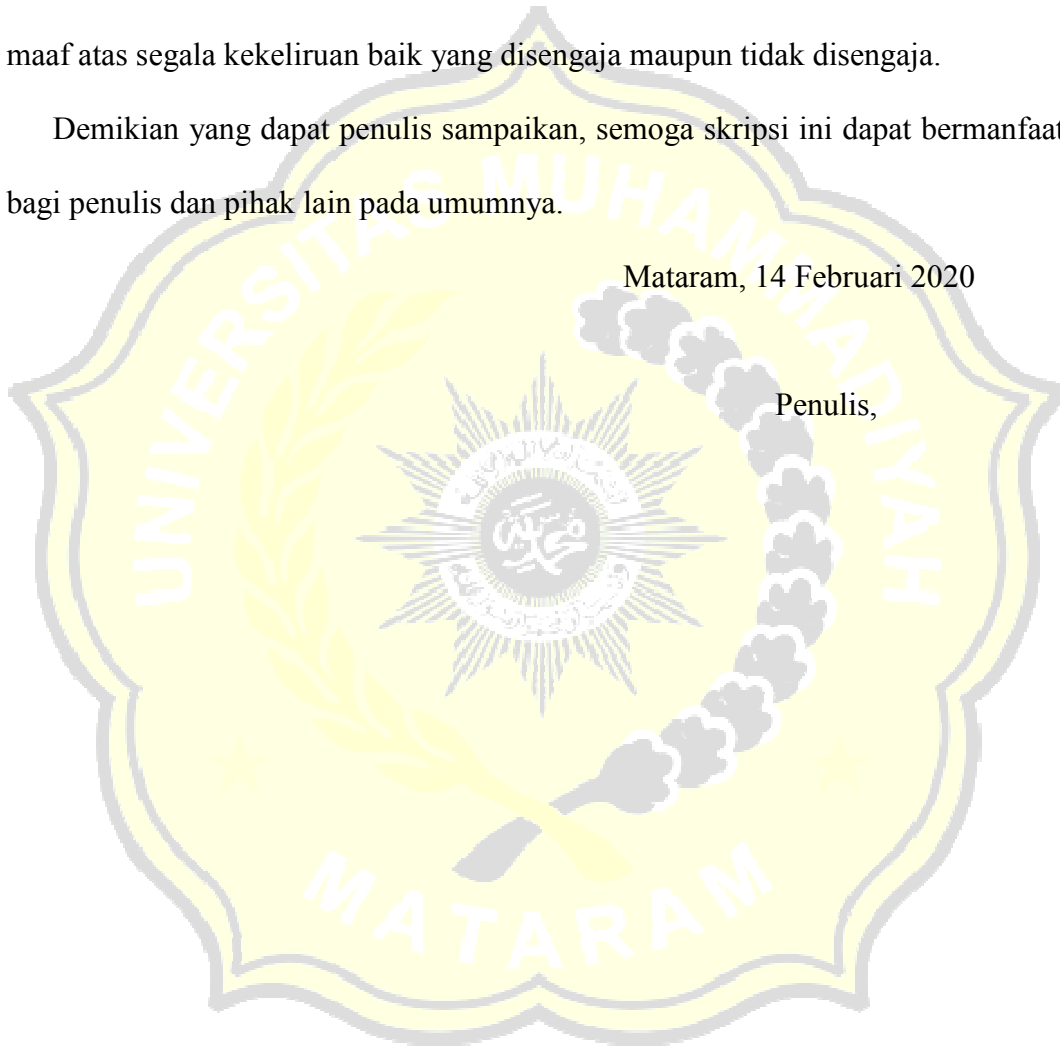
9. Semua pihak yang telah banyak membantu sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam tulisan ini masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan, demi perbaikan di masa yang akan datang. Penulis juga mohon maaf atas segala kekeliruan baik yang disengaja maupun tidak disengaja.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pihak lain pada umumnya.

Mataram, 14 Februari 2020

Penulis,



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENJELASAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
ABSTRAK/ABSTRACT.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tongkol Jagung Atau Jaggel	5
2.2. Pembakaran Atau Proses Oksidasi	8
2.3. Gasifikasi.....	10
2.3.1. Jenis – Jenis Gasifikasi.....	11
2.3.2. Faktor Yang Mempengaruhi Proses Gasifikasi.....	12
2.3.3. Tahapan Proses Gasifikasi	12
2.4. Biomassa	14
2.5. Variasi Kecepatan Udara.....	19
2.6. Penerapan Thermal.....	21
2.7. Analisis Teknik	23
2.7.1. Regresi Linier Sederhana	24
2.7.2. Garis Regresi Mempunyai 3 Kemungkinan	29
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Metode Penelitian.....	31
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.3. Bahan dan Alat Penelitian	32
3.4. Pelaksanaan penelitian	37

3.5. Parameter Pengamatan	39
3.6. Analisis Data	43
3.7. Diagram Alir Proses Pembuatan Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung.....	44

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tahapan, Speksifikasi, Dan Prinsip Kerja Alat.....	45
4.1.1. Hasil Unjuk Kerja Alat.....	48
4.1.2. Hasil Analisis Rerata Temperatur Pada Setiap VariasiKecepatan Udara.....	52
4.1.3. Hasil Analisis Rerata Pada Setiap Temperatur Limbah Tongkol Jagung dengan Batok Kelapa.....	53
4.2. Pembahasan.....	54
4.2.1. Waktu Nyala Api.....	53
4.2.2. Perbandingan Waktu Nyala Api Limbah Tongkol Jagung Dengan Limbah Batok Kelapa	56
4.2.3. Temperatur Pembakaran Limbah Tongkol Jagung Dengan Variasi Kecepatan 5.0 m/s.....	57
4.2.4. Temperatur Pembakaran Limbah Tongkol Jagung Dengan Variasi Kecepatan 10.0 m/s.....	58
4.2.5. Temperatur Pembakaran Limbah Tongkol Jagung Dengan Variasi Kecepatan 15.0 m/s.....	60
4.2.6. Perbandingan Antara Waktu Dan Temperatur pada Variasi Kecepatan 5.0 m/s, 10.0 m/s dan 15.0 m/s.....	61
4.2.7. Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 5.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung	63
4.2.8. Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 10.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung	64
4.2.9. Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 15.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung	65
4.2.10. Perbandingan Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 5.0 m/s, 10.0 m/s dan 15.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung.....	66

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan.....	68
5.2 Saran.....	69

DAFTAR PUSTAKA	70
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pasca Panen Jagung.....	6
2. Klobot Jagung Atau Kulit Buah Jagung	6
3. Limbah Tongkol Jagung	6
4. Limbah Tongkol Jagung Atau Jangel Yang Telah Dipipil	8
5. Proses Pembakaran Pelet Menggunakan Kompor Gasifikasi	10
6. Gasifikasi Tipe Downdraf.....	11
7. Gasifikasi Tipe Updraf.....	11
8. Gasifikasi Tipe Crosdraf	12
9. Proses Pembakaran Biomassa (Pelet Organik)	18
10. Foto Sistem Kompor Gasifikasi Gas Sekam Buatan IRRI	22
11. Skema Sistem Kompor Gasifikasi Gas Sekam Buatan IRRI.....	22
12. Skema Sistem Kompor Gasifikasi Gas Sekam Buatan CPU	23
13. Garis Regresi Y Karena Pengaruh X	26
14. Garis Regresi.....	28
15. Hubungan Linier Positif.....	29
16. Hubungan Linier Negatif	29
17. Tidak Ada Hubungan Linier	30
18. Timbangan Analitik	33
19. Kran Pengatur Udara.....	33
20. Blower.....	34
21. Stopwatch Android	34
22. Termokopel Reader.....	35
23. Anemometer Reader.....	35
24. Thermometer	36
25. Prototipe Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung.....	36
26. Bentuk Arah Aliran Udara Blower	39
27. Bentuk Arah Aliran Gas Atau Api Reaktor	39
28. Tampak Samping Prototipe Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah	

Tongkol Jagung.....	40
29. Tampak Atas Prototipe Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah	
Tongkol Jagung.....	40
30. Bagian – Bagian Prototipe Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah	
Tongkol Jagung.....	41
31. Diagram Alir Proses Pembuatan Kompor Gasifikasi Biomassa	44
32. Spesifikasi Alat Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol	
Jagung	46
33. Prinsip Kerja Alat Kompor Gasifikasi Biomassa Sederhana.....	47
34. Hasil pembakaran limbah tongkol jagung dengan variasi kecepatan	
Udara 5.0 m/s	49
35. Hasil pembakaran limbah tongkol jagung dengan variasi kecepatan	
Udara 10.0 m/s	50
36. Hasil pembakaran limbah tongkol jagung dengan variasi kecepatan	
Udara 15.0 m/s	51
37. Grafik Perbandingan Waktu Nyala Api Pada Variasi Kecepatan Udara	
5.0 m/s, 10.0 m/s dan 15.0 m/s.....	54
38. Grafik Perbandingan Waktu Nyala Api Limbah Tongkol Jagung Dan	
Limbah Batok Kelapa Pada Setiap Variasi Kecepatan Udara	56
39. Grafik Hubungan Antara Waktu Dan Temperatur Variasi Kecepatan	
5.0 m/s.....	57
40. Grafik Hubungan Antara Waktu Dan Temperatur Variasi Kecepatan	
10.0 m/s.....	58
41. Grafik Hubungan Antara Waktu Dan Temperatur Variasi Kecepatan	
15.0 m/s.....	60
42. Grafik Perbandingan Antara Waktu Dan Temperatur Pada Variasi	
Kecepatan 5.0 m/s, 10.0 m/s Dan 15.0 m/s.....	61
43. Grafik Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 5.0 m/s pada proses	
Pembakaran Limbah Tongkol Jagung.....	63
44. Grafik Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 10.0 m/s pada proses	
Pembakaran Limbah Tongkol Jagung.....	64
45. Grafik Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 15.0 m/s pada proses	
Pembakaran Limbah Tongkol Jagung.....	65
46. Grafik Perbandingan Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 5.0	
m/s, 10.0 m/s Dan 15.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol	
Jagung	62

RANCANG BANGUN ALAT KOMPOR GASIFIKASI BIOMASSA LIMBAH TONGOL JAGUNG

Teguh Permadi¹, Budy Wiryono², Karyanik³

Jurusan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram

E-mail : permaditeguh79@gmail.com

ABSTRAK

Kompor menjadi salah satu teknologi yang berperan penting dalam pemanfaatan energi pada skala rumah tangga. Pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber bahan bakar disebabkan karena limbah tersebut mempunyai kandungan energi yang cukup signifikan. Berdasarkan data statistik BPS untuk produksi jagung tahun 2016 provinsi NTB mencapai 1.278.271 ton dan mengalami peningkatan di tahun 2017 mencapai 2.127.324 ton, berdasarkan data tersebut tidak menutup kemungkinan jagung akan menghasilkan tongkol jagung yang potensial untuk dikembangkan menjadi bioetanol dan bioenergi. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang bangun alat kompor gasifikasi biomassa limbah tongkol jagung skala rumah tangga, mengetahui pengaruh variasi kecepatan aliran udara terhadap temperatur ruang pada proses pembakaran limbah tongkol jagung, mengetahui perbandingan temperatur pendidihan air pada variasi kecepatan aliran udara 5.0 m/s, 10.0 m/s, dan 15.0 m/s. Metode penelitian yang digunakan adalah metode experimental dengan melakukan percobaan dan uji performansi di Laboratorium Perbengkelan Pertanian. Penelitian dilakukan dengan cara memvariasikan kecepatan udara yang masuk ke dalam reaktor dengan variasi kecepatan 5,0 m/s, 10,0 m/s dan 15,0 m/s. Parameter yang diamati meliputi temperatur ruang pembakaran, temperatur pendidihan air, dan waktu penyalaan awal. Hasil penelitian menunjukkan variasi kecepatan udara 15.0 m/s berpengaruh terhadap temperatur pembakaran tertinggi dengan 359,13 dengan berat abu 100 gram, kemudian temperatur pendidihan air tertingginya 60°C, dan penyalaan awal tercatat pada menit ke 2:20:31. Dari hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa dengan menggunakan variasi kecepatan tertinggi dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna.

Kata Kunci : Kompor, Energi, Tongkol Jagung, Variasi Kecepatan Udara

Keterangan :

¹ Mahasiswa

² Dosen Pembimbing Pertama

³ Dosen Pembimbing Pendamping

THE DESIGN OF BIOMASS GASIFICATION STOVE TOOLS OF CORN COB WASTE

Teguh Permadi¹, Budy Wiryo², Karyanik³

Agriculture Study Program, Faculty of Agriculture, Muhammadiyah University of
Mataram

E-mail : permaditeguh79@gmail.com

ABSTRACT

The stove is a technology that plays an essential role in the use of energy for the household. This study aims to design a household scale biomass gasification stove for corn cobs waste, to determine the effect of variations in airflow velocity on room temperature in the burning process of corn cobs waste, and to examine the ratio of water boiling temperature at variations in airflow velocity 5.0 m/s, 10.0m/s, and 15.0m/s. This study used an experimental method by conducting experiments and performance tests in the Agricultural Workshop Laboratory. The research was conducted by varying the velocity of air entering the reactor with variations in the velocity of 5.0 m/s, 10.0 m/s and 15.0 m/s. The parameters observed were the combustion chamber temperature, water boiling temperature, and the initial ignition time. The results showed that the variation of air velocity 15.0 m/s affected the highest combustion temperature of 359.13 with an ash weight of 100 grams, the highest boiling temperature of the water was 600C, and the initial ignition was recorded at 2:20:31 minutes. This research concludes that the highest speed variation can produce perfect combustion.

Keywords: Stove, Energy, Corn Cob, Air Speed Variation

Explanation:

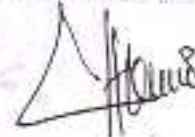
¹Student

²First Supervisor

³Second Supervisor

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUATASNYA
MATARAM

KEPALA
DPT. PDB
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM



Humaira, M.Pd

NIDN. 0803048601

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Indonesia saat ini mengalami pertumbuhan penduduk yang terus bertambah menyebabkan konsumsi bahan bakar yang tidak terbarukan seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara semakin meningkat, sedangkan ketersediaannya semakin menipis. Berdasarkan data statistik, Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2015 di Indonesia, sebanyak 41,747 desa masih menggunakan *Liquified Petroleum Gas* (LPG) dan sebanyak 4,278 desa masih menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan dan menunjang kegiatannya, misal kegiatan memasak dalam kebutuhan rumah tangga.

Kompur menjadi salah satu teknologi yang berperan penting dalam pemanfaatan energi pada skala rumah tangga. Pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber bahan bakar disebabkan karena limbah tersebut mempunyai kandungan energi yang cukup signifikan. Sebagai contoh produksi jagung di Indonesia tahun 2016 mencapai 23.578.413 ton, dari luasan panen 4.444.368.9 ha, dengan produktivitasnya 53.05 kg/ha. Kemudian tahun 2017 mengalami kenaikan mencapai 28.924.015 ton dari luasan area 5.533.169ha (BPS, 2018). Pada tahun berikutnya, diperkirakan kebutuhan akan jagung pipilan akan terus meningkat, sejalan dengan meningkatnya jumlah pertumbuhan penduduk.

Sentra produksi jagung di Indonesia berdasarkan luas panen dan produksinya berada di 10 Provinsi dengan salah satunya yaitu Nusa Tenggara

Barat, produksi jagung tahun 2016 mencapai 1.278.271 ton dengan luasan area panen jagung 206.885 ha kemudian mengalami peningkatan pada tahun 2017 dengan produksi jagung 2.127.324 ton luasan area 310.990 ha. Pada tahun 2016 Badan Pusat Statistik mencatat produktivitas jagung pipilan menurut Provinsi di Indonesia, Nusa Tenggara Barat mendapatkan produktivitas rata-rata 61.79 kg/ha dan tahun 2018 mengalami peningkatan mencapai 68.40 kg/ha (BPS, 2018).

Berdasarkan data yang di keluarkan oleh BPS tidak menutup kemungkinan jagung menghasilkantongkol jagung yang merupakan salah satu limbah pertanian yang mengandung bahan lignoselulosa yang potensial untuk dikembangkan menjadi bioetanol dan bioenergi. Keberadaan limbah tongkol jagung ini melimpah dan kontinyu setelah pasca (Suciyanto *et al.*, 2006) dengan kadar air 9,60% (Lorenz dan Kulp, 1991). Komponen utama limbah tongkol jagung yaitu selulosa (32,3-45,6%), hemiselulosa (39,8%), dan lignin (6,7-13,9%) (Menon dan Rao, 2012).

Berdasarkan uraian diatas, maka dari itu perlu diadakan sebuah penelitian untuk pengembangan energi bersih yang berkelanjutan yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM). Salah satu alternatif teknologi untuk skala rumah tangga, khususnya di wilayah pedesaan dengan kondisi diatas adalah kompor gasifikasi biomassa limbah tongkol jagung, dengan pemanfaatan biomassa tongkol jagung atau janggal..

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah pada rencana penelitian ini sebagai berikut :

- a. Bagaimana merancang bangun alat Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung skala rumah tangga?
- b. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan aliran udara terhadap temperatur ruang pada proses pembakaran Limbah Tongkol Jagung?
- c. Bagaimana perbandingan temperatur pendidihan air pada variasi kecepatan aliran udara 5.0 m/s, 10.0 m/s, dan 15.0 m/s?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

- a. Untuk merancang bangun alat Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung skala rumah tangga.
- d. Untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan aliran udara terhadap temperatur ruang pada proses pembakaran Limbah Tongkol Jagung.
- b. Untuk mengetahui perbandingan temperatur pendidihan air pada variasi kecepatan aliran udara 5.0 m/s, 10.0 m/s, dan 15.0 m/s.

1.4 Manfaat Penelitian

- a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna di dalam menambah pengetahuan masyarakat mengenai cara merancang alat Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung.

- b. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna di dalam menambah pengetahuan serta untuk mengetahui efisiensi pembakaran yang dihasilkan oleh Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung.
- c. Dapat menjadi acuan peneliti untuk penelitian selanjutnya agar dapat dikembangkan teknologi-teknologi baru.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tongkol Jagung Atau Janggal

Secara morfologi, tongkol jagung adalah tangkai utama malai yang termodifikasi, Malai organ jantan pada jagung dapat memunculkan bulir pada kondisi tertentu. Tongkol jagung tersusun atas senyawa kompleks lignin, hemiselulose dan selulose. Masing-masing merupakan senyawa-senyawa yang potensial dapat dikonversi menjadi senyawa lain secara biologi. Selulose merupakan sumber karbon yang dapat digunakan mikroorganisme sebagai substrat dalam proses fermentasi untuk menghasilkan produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi (Suprpto dan Rasyid, 2002).

Tongkol jagung adalah limbah yang diperoleh ketika biji jagung dirontokkan dari buahnya. Akan diperoleh jagung pipilan sebagai produk utamanya dan sisa buah yang disebut tongkol atau janggal (Rohaeni *et al.*, 2006b).



Gambar 1. Limbah Tongkol Jagung
Sumber : Inovasi Biomasa

Karakteristik kimia dan fisika dari tongkol jagung sangat cocok untuk pembuatan tenaga alternative (Bioetanol dan Biogas), kadar senyawa kompleks lignin dalam tongkol jagung adalah 6,7-13,9%, untuk hemiselulose 39,8%, dan selulose 32,3-45,6%. Selulose hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan selalu berikatan dengan bahan lain yaitu lignin dan hemiselulose. Serat selulose, alami terdapat di dalam dinding sel tanaman dan material vegetatif lainnya. Selulose murni mengandung 44,4% C; 6,2% H dan 49,3% O. Rumus empiris selulose adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$, dengan banyaknya satuan glukosa yang disebut dengan derajat polimerisasi (DP), dimana jumlahnya mencapai 1.200-10.000 dan panjang molekul sekurang-sekurangnya 5.000 nm. Berat molekul selulose rata-rata sekitar 400.000. Mikrofibril selulose terdiri atas bagian amorf (15%) dan bagian berkrystal (85%). Struktur berkrystal dan adanya lignin serta hemiselulose disekeliling selulose merupakan hambatan utama untuk menghidrolisa selulose (Sjostrom, 1995).

1) Komposisi Tongkol Jagung

Salah satu biomassa yang memiliki kadar karbon tinggi adalah tongkol jagung. Tongkol jagung merupakan limbah industri jagung pipil yang mengandung selulosa sebesar 44.9%, dan kurang lebih 30% bagian jagung merupakan tongkol jagung (Richana et al., 2004). Secara umum komposisi organik tongkol jagung terdiri atas 6,04% abu, 15,70% lignin,

36,81% selulosa dan 27,01% hemiselulosa (Bull, 1991). Menurut Mochidzuki, et al. (2002), kandungan energi tongkol jagung 3.500– 4.500 kkal/ kg atau 14.7–18.9 MJ/kg, dan suhu pembakaran dapat mencapai 205°C.



Gambar 2. Limbah Tongkol Jagung Yang Telah Dipipil
Sumber : Inovasi Biomasa

2.2. Gasifikasi

Gasifikasi adalah suatu teknologi proses konversi bahan padat menjadi gas yang mudah terbakar. Bahan padat yang dimaksud misalnya, biomasa, batubara, dan arang, sedangkan gas yang dimaksud seperti CO, H₂, dan CH₄. Proses gasifikasi terdiri dari empat tahapan proses atas dasar perbedaan rentang temperatur, yaitu pengeringan ($T > 150^{\circ}\text{C}$), pirolisis ($150 < T < 700^{\circ}\text{C}$), oksidasi ($700 < T < 1500^{\circ}\text{C}$), dan reduksi ($800 < T < 1000^{\circ}\text{C}$) (Pranolo, 2010). Terdapat dua tipe utama *gasifier* yakni tipe *fluidized bed* dan tipe *fixed bed*. Jika ditinjau dari arah aliran udara, *fixed bed gasifier* dibagi menjadi tiga tipe, yakni *downdraft*, *updraft*, dan *crossdraft* (Higman, 2003).

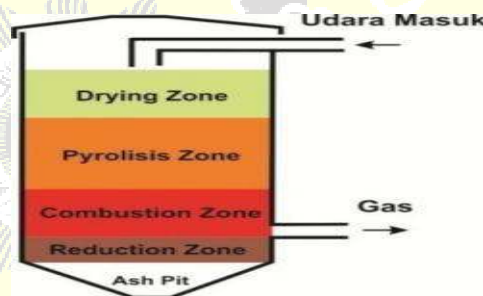
Bahan bakar gas dapat diperoleh melalui suatu proses panas menggunakan oksidasi parsial, uap air (*steam*), atau gasifikasi pirolistik (*pyrolytic gasification*). Konversi thermo-kemis biomassa padat

menjadi bahan bakar gas ini secara umum disebut gasifikasi biomassa (Bridgewater, 2003). Gasifikasi biomassa merupakan proses pengkonversian biomassa menjadi bahan bakar berbentuk gas karena adanya proses oksidasi parsial (sedikit oksigen) dari biomassa tersebut pada suhu tinggi antara 800-900°C (McKendry, 2002b)

2.2.1. Jenis-jenis Gasifikasi

Berdasarkan arah aliran Gasifikasi dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

- 1) **Gasifikasi aliran searah (*Downdraft gasification*)** yaitu arah aliran padatan dan gas sama-sama kebawah.



Gambar 3. Gasifikasi Tipe *Downdraft*

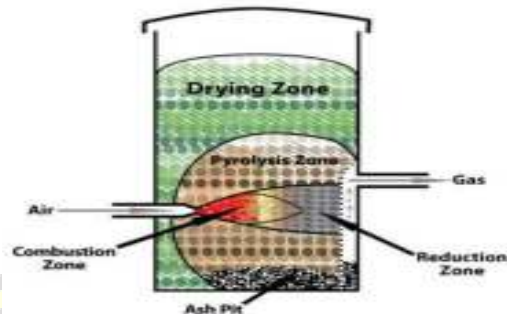
- 2) **Gasifikasi aliran berlawanan (*Updraft gasification*)**

yaitu arah aliran padatan kebawah sedangkan arah aliran gas keatas.



Gambar 4. Gasifikasi Tipe *Updraft*

- 3) **Gasifikasi *Croscraft*** yaitu arah aliran gas dijaga mengalir mendatar dengan aliran padatan kebawah.



Gambar 5. Gasifikasi Tipe *Croscraft*

2.2.2. Faktor Yang Mempengaruhi Proses Gasifikasi

Proses gasifikasi memiliki beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses dan kandungan *syngas* yang dihasilkannya, faktor-faktor tersebut adalah :

- 1) Properties Biomassa
- 2) Desain reactor
- 3) Jenis *Gasifying Agent*
- 4) Rasio Bahan Bakar dan Udara
- 5) Temperatur Gasifikasi

2.2.3. Tahapan Proses Gasifikasi

Proses gasifikasi memiliki beberapa tahapan yang dapat mempengaruhi proses gasifikasi, tahapan tersebut antara lain :

1) Pengeringan atau *Drying*

Proses *drying* dilakukan untuk mengurangi kadar air (*moisture*) yang terkandung di dalam biomassa bahkan sebisa

mungkin kandungan air tersebut hilang. Temperatur pada zona ini berkisar antara 100°C sampai 300°C. Kadar air pada biomassa dihilangkan melalui proses konveksi karena pada reaktor terjadi pemanasan dan udara yang bergerak memiliki *humidity* yang relatif rendah sehingga dapat mengeluarkan kandungan air biomassa. Semakin tinggi temperatur pemanasan akan mampu mempercepat proses difusi dari kadar air yang terkandung di dalam biomassa sehingga proses *drying* akan berlangsung lebih cepat.

2) Pirolisis atau Devolatilisasi

Pirolisis terjadi ketika biomassa mulai mengalami kenaikan temperatur. Pada tahap ini volatil yang terkandung pada biomassa terlepas dan menghasilkan arang. Selain itu pirolisis atau devolatilisasi biasa disebut juga dengan gasifikasi parsial. Rangkaian proses fisik dan kimia pada proses pirolisis terjadi secara lambat pada suhu kurang dari 100°C, namun ketika sudah mencapai suhu 200°C akan terjadi secara cepat hingga suhu bahan bakar meningkat sekitar 230°C. Hasil dari proses pirolisis ada tiga jenis, yaitu gas (H_2 , CO , CO_2 , H_2O dan CH_4), tar dan arang.

3) Oksidasi Atau Proses Pembakaran

Pembakaran adalah proses oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar dan oksidator dengan menimbulkan nyala dan panas. Bahan bakar merupakan substansi yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan secara umum mengandung karbon, hidrogen, oksigen dan sulfur. Sementara oksidator adalah segala substansi yang mengandung oksigen yang akan bereaksi dengan bahan bakar. Tujuan dari pembakaran adalah melepaskan seluruh panas yang terdapat dalam bahan bakar.

Berdasarkan gas sisa yang dihasilkan, pembakaran dibedakan menjadi dua macam yaitu:

1. Pembakaran sempurna

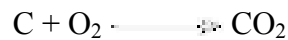
yaitu pembakaran yang terjadi dimana seluruh bahan yang terbakar membentuk gas karbondioksida (CO_2), dan air (H_2O) sehingga tidak ada lagi bahan yang tersisa.

2. Pembakaran tidak sempurna

yaitu pembakaran yang terjadi apabila hasil dari pembakaran berupa gas karbon monoksida (CO) dan gas lain, dimana salah satu penyebabnya adalah kekurangan oksigen.

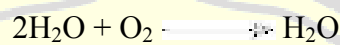
Reaksi dari unsur-unsur bahan bakar dalam proses pembakaran sempurna adalah:

1. Pembakaran karbon menjadi karbon dioksida



Untuk membakar 12 kg karbon memerlukan 32 kg oksigen untuk membentuk karbon dioksida, oleh karena itu 1 kg karbon memerlukan 32/12 atau 2,67 kg mol oksigen dalam pembakaran.

2. Pembakaran hidrogen menjadi air



Untuk membakar 4 kg hidrogen memerlukan 32 kg oksigen, oleh karena itu 1 kg hidrogen memerlukan 32/4 atau 8 kg oksigen untuk membentuk air.



Gambar 6. Proses Pembakaran Pelet Menggunakan Kompur Gasifikasi

4) Proses Reduksi

Reduksi merupakan tahapan gasifikasi yang melibatkan suatu rangkaian reaksi endotermik yang didukung oleh panas, serta diproduksi dari reaksi pembakaran. Produk yang dihasilkan pada proses ini adalah gas bakar, seperti H_2 , CO dan CH_4 .

2.3. Biomassa

Biomassa yang berasal dari limbah hasil pertanian dan kehutanan merupakan bahan yang tidak berguna, tetapi dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi bahan bakar alternatif, yaitu dengan mengubahnya menjadi bioarang yang memiliki nilai kalor lebih tinggi daripada biomassa melalui proses pirolisis. Dalam rangka pemanfaatannya sebagai bahan bakar maka limbah tersebut dapat diolah menjadi bahan bakar padat dalam bentuk briket. Masing-masing bahan memiliki sifat tertentu untuk dimanfaatkan sebagai briket namun yang paling penting adalah bahan tersebut harus memiliki sifat termal yang tinggi. Limbah biomassa yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah tongkol jagung, alasan pemilihan tongkol jagung sebagai bahan utama dikarenakan jumlahnya yang sangat melimpah dan belum optimal dalam pemanfaatannya. Menurut Meryandini, komposisi serat tongkol jagung adalah 23,74% lignin, 65,96% selulosa, dan 10,28% hemiselulosa.

Biomassa merupakan material biologis berupa tumbuhan dan hewan yang dapat diubah menjadi sumber energi. Berbagai jenis biomassa dari hasil sisa pengolahan bahan pertanian seperti sekam padi, tongkol jagung, ampas tebu, serbuk kayu, yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Biomassa ini dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi yang cocok dikembangkan di Indonesia karena jumlahnya yang melimpah, (Babu B. V, 2003).

Biomassa yang digunakan umumnya sebagai bahan bakar primer menggunakan tungku-tungku tradisional untuk keperluan memasak pada sektor rumah tangga. Penggunaan tungku tradisional menghasilkan pembakaran yang kurang sempurna dan tingkat efisiensi yang rendah. Sehingga menambah polusi lingkungan akibat asap yang berlebihan yang pada akhirnya menimbulkan efek samping yang berbahaya bagi kesehatan. Namun, disamping tungku sederhana sejak dahulu telah dikembangkan alat untuk keperluan memasak bagi masyarakat urban berupa kompor gasifikasi biomassa yang dinilai lebih efisien dan efektif bagi masyarakat serta ramah lingkungan.

Berbagai penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan untuk mendesain dan evaluasi kinerja dari kompor gasifikasi biomassa dengan mengatur parameter untuk mendapatkan performa kompor yang lebih baik. Pengembangan kompor dengan *blower* tunggal yang memiliki kadar emisi rendah, kemampuan stabil, yang dapat dikontrol menggunakan bahan bakar dalam bentuk pellet dengan basis suplai udara menggunakan *fan* sebagai udara primer pembakaran beserta *secondary air* untuk pembakaran stoikiometri. Metode pengembangan eksperimen dilakukan menggunakan berbagai tipe bahan bakar, ukuran ruang bakar dan desain ruang suplai udara pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain yang memiliki efisiensi tinggi serta kadar emisi rendah sangat dipengaruhi oleh perbandingan udara dan bahan bakar yang benar, (H. S. Mukunda dkk, 2010).

Tujuan penelitian adalah evaluasi tiga tipe kompor gasifikasi menggunakan dua jenis bahan bakar. Metode yang digunakan adalah *water boiling test (WBT)*. Hasil penelitian disimpulkan bahwa efisiensi termal dan *specific fuel consumption* Philips cook hampir tidak bergantung pada jenis bahan bakar. Sedangkan *TERI's stove* lebih meningkat efisiensi dan laju konsumsi bahan bakarnya. (P. Raman dkk, 2013).

Pengaruh pemilihan parameter terhadap performa dan isi dari pembakaran biomassa pada kompor gasifikasi. Tujuan penelitian menentukan jenis kompor yang memiliki efisiensi yang lebih tinggi berdasarkan jenis bahan bakar dan memiliki kadar emisi rendah yang dibandingkan dengan tungku tradisional. Metode adalah *water boiling method (WBT)*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa dihasilkan performa kompor yang memiliki tingkat emisi yang rendah sesuai rekomendasi PCIA. Berdasarkan percobaan yang dilakukan direkomendasikan untuk mendesain kompor yang sudah ada atau membuat desain yang baru, sehingga diperoleh hasil desain yang lebih baik dengan tingkat efisiensi yang lebih tinggi, (S.C. Bhattacharya dkk, 2002).

Penelitian selanjutnya adalah fabrikasi dan evaluasi performakomporbiomassa, Kajian yang dilakukan yaitu pengembangan kompor biomassa yang sesuai dengan mengatur bagian ruang bakar berupa isolasi ruangan pembakaran untuk mengurangi kerugian panas

yang terjadi pada dinding ruang bakar. Kesimpulan dari penelitian adalah kinerja kompor biomassa yang dikembangkan memiliki performa yang efisien dan rendah terhadap polusi udara, (Amiebenomo, S.O dkk, 2013).

Biomassa sebenarnya dapat digunakan secara langsung sebagai sumber energi panas, sebab biomassa tersebut mengandung energi yang dihasilkan dalam proses fotosintesa saat tumbuhan tersebut masih hidup (Foley dan Barnard, 1983). Dalam proses ini terjadi absorpsi energi radiasi matahari sehingga menyebabkan terjadinya perubahan struktur molekul dalam substansi tumbuhan.

Reaksi fotosintesis selengkapnya adalah sebagai berikut:

Sinar Matahari



Biomassa mengandung tiga unsur utama yaitu karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O). Unsur karbon dan hidrogen adalah yang reaktif dan mudah terbakar dan dapat menghasilkan energi dalam bentuk panas ketika bereaksi dengan oksigen. Tetapi agar prosesnya berjalan lancar, maka biomassa yang digunakan harus mempunyai kadar air tidak lebih dari 20%, bentuk partikelnya



Gambar 7. Proses Pembakaran Biomassa (Pelet Organik)

Biomassa bersifat mudah didapatkan, ramah lingkungan dan terbarukan. Biomassa sekam padi sebagai bahan gasifikasi pada kompor memiliki *moisture content* 7,78 %, *ash content* 21,84 %, *volatile matter* 57,05 % dan *fixed carbon* 13,33 %. Kadar air yang kecil dibandingkan biomassa lain membuat sekam padi mudah digunakan dalam proses pembakaran. Sekam memiliki kerapatan jenis (*bulk density*) 1125 kg/m³, dengan nilai kalori 1 kg sekam sebesar 3300 kkal, dengan konduktivitas panas 0,271 BTU.

Biomassa sekam padi yang akan digunakan dalam pengujian kompor biomassa perlu ditimbang terlebih dahulu massa-nya sesuai dengan kapasitas *gasifier* yang digunakan. Massa sekam padi yang digunakan adalah 100 g untuk *gasifier* 20 cm dan 150 g untuk *gasifier* 30 cm. Penentuan jumlah massa sekam padi yang digunakan berdasarkan kapasitas *gasifier* dari dasar hingga minimal 1 cm dibawah lubang udara sekunder. Hal tersebut dilakukan agar udara hasil pembakaran gas pirolisis dapat terdistribusi tanpa ada penghalang dari bahan bakar.

2.4. Variasi Kecepatan Udara

Pengujian menggunakan tungku gasifikasi kapasitas 1.2 kg, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan udara terhadap temperature pembakaran, temperatur pendidihan air, nyala efektif dan efisiensi thermal tungku. Penelitian diawali dengan memodifikasi saluran udara pada reaktor, kemudian suplai udara dari blower divariasikan kecepatannya. Kecepatan udara

yang digunakan 3.5 m/s, 4.0 m/s, 4.5 m/s, kemudian diukur temperature pembakaran dan temperatur pendidihan air tiap 3menit.

Hasil penelitian menunjukkan variasi kecepatan udara sangat berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, temperatur pendidihan air, nyala efektif serta efisiensi thermal yang dihasilkan. Kecepatan udara 3.5 m/s temperatur pembakaran tertinggi sebesar 526.33 °C. Kecepatan udara 4.0 m/s temperatur pembakaran tertinggi sebesar 568.78 °C. Kecepatan udara 4.5 m/s temperatur pembakaran tertinggi sebesar 570.22 °C.

Pengujian gasifikasi batu bara dengan menggunakan tungku gasifikasi tipe *up draft* dengan variasi kecepatan udara untuk keperluan karbonasi. Pengujian menggunakan variasi kecepatan udara 2,0 m/s, 4,0 m/s dan 6,0 m/s, hasil pengujian menyatakan bahwa variasi udara berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, dari pengujian diperoleh data bahwa kecepatan udara 6,0 m/s yaitu memiliki temperatur sebesar 369°C, kecepatan udara 4,0 m/s memiliki temperatur sebesar 294°C dan kecepatan udara 2,0 m/s sebesar 232°C.

Pengujian gasifikasi sekam padi dengan menggunakan tungku tipe *up draft* dengan variasi kecepatan udara terhadap temperatur pembakaran dengan bahan bakar sekam padi. Pengujian menggunakan variasi kecepatan udara 3,5 m/s, 4,0 m/s dan 4,5 m/s, dari ketiga variasi kecepatan tersebut hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi

kecepatan udara yang digunakan maka semakin tinggi temperatur yang dihasilkan.

Nurhadi saputra (2016) Kinerja tungku meliputi karakteristik temperatur pembakaran, waktu penyalaan awal dan lamanya waktu pembakaran atau waktu nyala efektif. Penelitian dilakukan dengan cara memvariasikan kecepatan udara yang masuk kedalam tungku dengan variasi kecepatan 6,0 m/s, 7,0 m/s dan 8,0 m/s, data yang diambil meliputi temperatur pembakaran, waktu penyalaan awal dan lama waktu nyala efektif. Hasil penelitian menunjukkan variasi kecepatan udara berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, waktu penyalaan awal dan lama waktu nyala efektif yang dihasilkan. Temperatur pembakaran tertinggi pada kecepatan udara 8 m/s, 7 m/s, 6 m/s sedangkan waktu penyalaan tercepat pada kecepatan udara 8 m/s, 7 m/s, 6 m/s dan lama waktu nyala efektif pada kecepatan udara 6 m/s, 7 m/s, 8 m/s.

2.5. Penerapan Termal

Penerapan termal gas biomas adalah suatu alternatif yang cukup menarik dibanding teknologi pembakaran langsung, karena tingkat efisiensinya lebih bagus dan polusi yang dihasilkan lebih rendah meskipun biaya investasi yang diperlukan umumnya lebih tinggi. Berkembangnya teknologi kompor gas biomas pada beberapa tahun terakhir ini cukup menunjukkan keunggulan teknologi gasifikasi dibanding metode pembakaran langsung. Penerapan teknologi gasifikasi

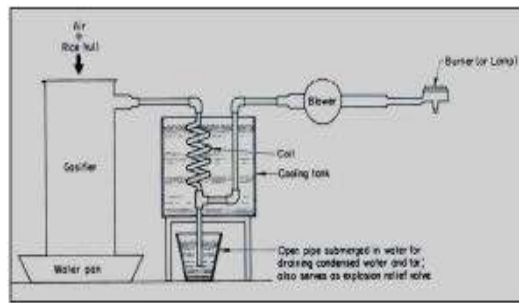
biomas untuk pemanas dapat dikelompokkan menurut ukurannya menjadi skala besar dan skala kecil.

Pada skala besar penerapan utamanya ialah pembakaran gas untuk ketel uap untuk catu energi mekanik melalui turbin uap yang kemudian dapat digunakan untuk pembangkit listrik maupun untuk pemakaian tenaga mekanik secara langsung dalam proses industri. Pemanfaatan gas biomas untuk pemanas pada skala kecil antara lain adalah untuk bahan bakar kompor masak dan untuk beberapa macam industri pengolahan yang menggunakan panas.

Penerapan gas biomas untuk pemanas antara lain dikembangkan oleh *International Rice Research Institute* (IRRI) pada tahun 1986 (Belonio, 2005) dengan menggunakan bahan bakar sekam. Namun rancangan tersebut belum bisa digunakan secara operasional karena masih menyisakan beberapa kendala teknis. Gambar 7 dan 8 memperlihatkan rancangan sistem kompor gas yang dikembangkan IRRI tersebut.

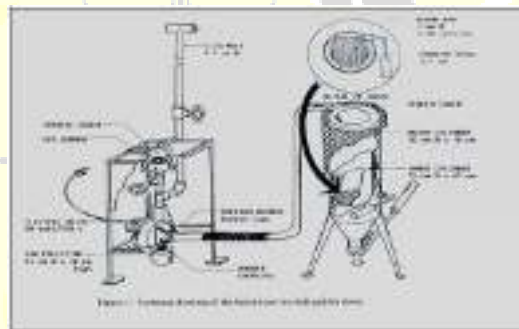


Gambar 7. Foto Sistem Kompor Gas Sekam Buatan IRRI
Memperlihatkan Komponen Pendingin Dan Kompor
Pembakar Gas (Belonio, 2005)



Gambar 8. Skema Sistem Kompor Gas Sekam
Buatan IRRI (Belonio, 2005)

Pada tahun 1989, Central Philippines University (CPU) juga mengembangkan rancangan reaktor gas sekam untuk bahan bakar kompor (Belonio, 2005). Skema rancangan tersebut diperlihatkan pada gambar 9.



Gambar 9. Skema Sistem Kompor Gas Sekam
Buatan CPU (Belonio, 2005)

2.6. Analisis Teknik

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas (*independent*) dan variabel terikat (*dependent*) adalah analisis regresi menyatakan bahwa analisis regresi merupakan salah satu teknik analisis data dalam statistika yang seringkali digunakan untuk mengkaji hubungan antara beberapa variabel (Kutner *et al*, 2004).

Parameter model regresi linier dapat ditaksir dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*ordinary least square/OLS*) dan metode kemungkinan maksimum (*maximum likelihood estimation /MLE*). Metode lain yang dapat digunakan untuk mengestimasi parameter model regresi yang berdasarkan informasi awal mengenai populasi dan sampel yang ingin diteliti yang bersifat subjektif sebagai *prior* adalah metode Bayesian (Kutner *et al*, 2004).

Regresi linier adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model atau hubungan antara satu atau lebih variabel bebas X dengan sebuah variabel respon Y. Analisis regresi dengan satu variabel bebas X disebut sebagai regresi linier sederhana, sedangkan jika terdapat lebih dari satu variabel bebas X, disebut sebagai regresi linier berganda (Kurniawan, 2008).

Dalam menganalisis hubungan fungsional antara variabel bebas X dan variabel respon Y, ada kemungkinan terjadi hubungan linier yang berbeda untuk setiap interval X. Apabila regresi X terhadap Y memiliki hubungan linier tertentu pada interval X tertentu, tetapi juga memiliki hubungan linier yang berbeda pada interval X yang lain, maka penggunaan model regresi linier sederhana kurang tepat pada kasus tersebut karena hasil analisis tidak dapat memberikan informasi menyeluruh tentang data. Regresi linier *piecewise* merupakan bentuk regresi yang meliputi berbagai model regresi linier yang cocok dengan data untuk setiap interval X (Ryan dan Porth, 2007).

2.6.1. Regresi Linier Sederhana

Analisis regresi merupakan metode statistika yang banyak digunakan dalam penelitian. Istilah regresi pertama kali diperkenalkan oleh Sir Francis Galton pada tahun 1886. Secara umum, analisis regresi adalah kajian terhadap hubungan satu variabel yang disebut sebagai variabel yang diterangkan dengan satu atau dua variabel yang menerangkan. Variabel yang diterangkan selanjutnya disebut sebagai variabel respon, sedangkan variabel yang menerangkan biasa disebut variabel bebas (Gujarati, 2003).

Analisis regresi linier sederhana adalah hubungan secara linear antara satu variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y). Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen apakah positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan. Data yang digunakan biasanya berskala interval atau rasio.

Rumus regresi linear sederhana sebagai berikut:

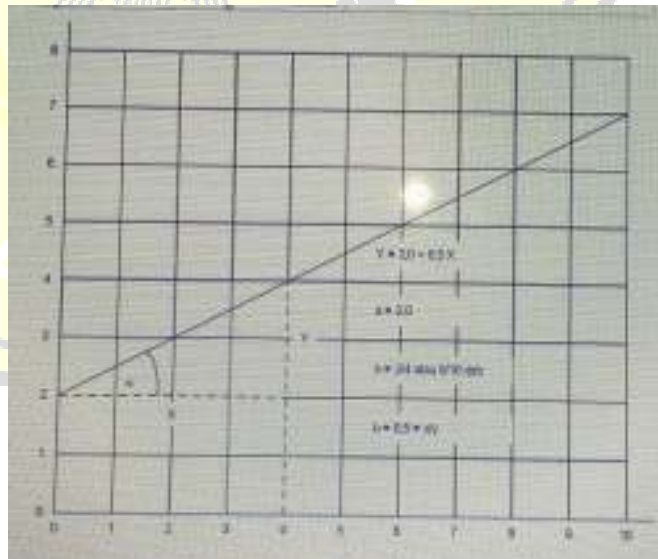
$$Y' = a + bX$$

Keterangan:

Y' = Variabel dependen (nilai yang diprediksikan)

a = Konstanta (nilai Y' apabila $X = 0$)

b = Koefisien regresi (nilai peningkatan ataupun penurunan) angka arah atau koefisien regresi, yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel dependen yang didasarkan pada variabel independen. Bila b (+) maka naik, dan bila (-) maka terjadi penurunan. Subyek pada variabel Independen yang mempunyai nilai tertentu X = Subyek pada variabel Independen yang mempunyai nilai tertentu. Secara teknis harga b merupakan tangen dari (perbandingan) antara panjang garis variabel Independen dengan variabel dependen, setelah persamaan regresi ditemukan. Lihat gambar berikut :



Gambar 10. Garis Regresi Y karena Pengaruh X, Persamaan Regresinya $Y = 2,0 + 0,5X$

Regresi linier mempunyai persamaan yang disebut sebagai persamaan regresi. Persamaan regresi mengekspresikan hubungan linier antara variabel tergantung / variabel kriteria yang diberi simbol Y dan salah satu atau lebih variabel bebas / prediktor yang diberi simbol X jika hanya ada satu prediktor dan X_1 , X_2 sampai dengan X_k , jika terdapat lebih dari satu prediktor (Crammer & Howitt, 2006:139). Persamaan regresi akan terlihat seperti di bawah ini:

- Untuk persamaan regresi dimana Y merupakan nilai yang diprediksi, maka persamaannya ialah:

$$Y = a + \beta_1 X_1 \text{ (untuk regresi linier sederhana)}$$

- Untuk persamaan regresi dimana Y merupakan nilai sebenarnya (observasi), maka persamaan menyertakan kesalahan (*error term / residual*) akan menjadi:

$$Y = a + \beta_1 X_1 + e \text{ (untuk regresi linier sederhana)}$$

Dimana:

X = Merupakan nilai sebenarnya suatu kasus (data)

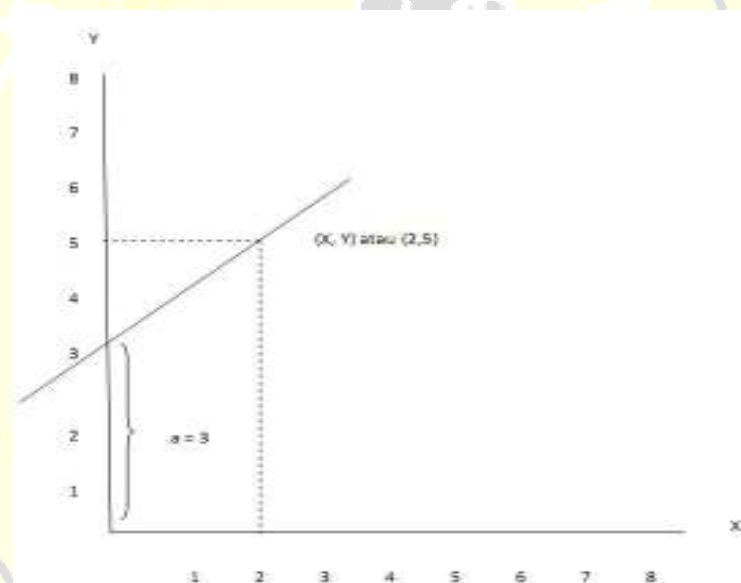
β = Merupakan koefisien regresi jika hanya ada satu prediktor dan koefisien regresi parsial jika terdapat lebih dari satu prediktor.

a = Merupakan intercept yang merupakan nilai Y saat nilai prediktor sebesar nol.

Sedang garis regresi didefinisikan sebagai garis lurus yang ditarik dari titik – titik diagram pencar (*scattered diagram*) dari

nilai variabel tergantung dan variabel bebas sehingga garis tersebut menggambarkan hubungan linier antara variabel-variabel tersebut. Garis ini dapat digambarkan dari nilai-nilai persamaan regresi dalam bentuk yang paling sederhana yaitu:

Nilai yang diprediksi = intercept + (koefisien regresi x nilai)
 Sumbu vertikal dari diagram pencar digunakan untuk menggambarkan nilai-nilai variabel tergantung sedang sumbu horizontal menggambarkan nilai prediktor. Jika digambarkan akan nampak seperti di bawah ini:



Gambar 11. Garis Regresi Persamaannya $= a + \beta_1 X_1$

Dengan: Y = variabel tergantung / variabel kriteria

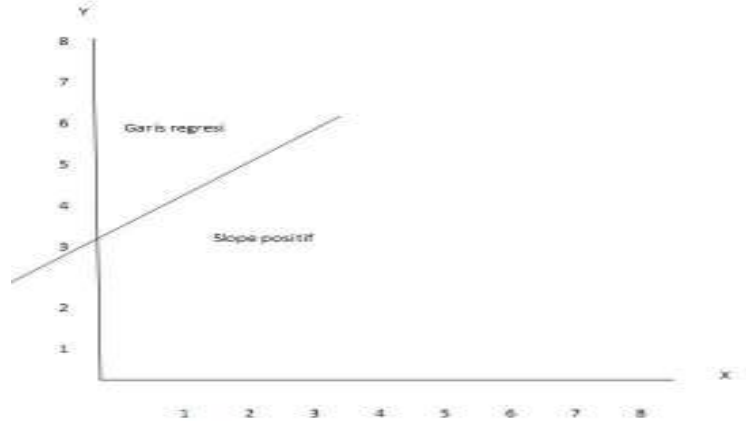
a = intercept Y

β = kemiringan (slope)

X = variabel bebas

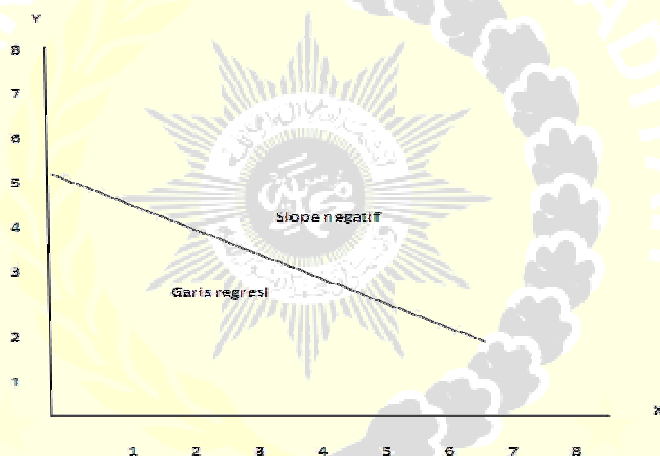
2.6.2. Garis Regresi Mempunyai 3 (Tiga) Kemungkinan Yaitu:

1) Linier Positif



Gambar 12. Hubungan Linier Positif

2) Linier Negatif



Gambar 13. Hubungan Linier Negatif

3) Tidak Ada Hubungan Linier



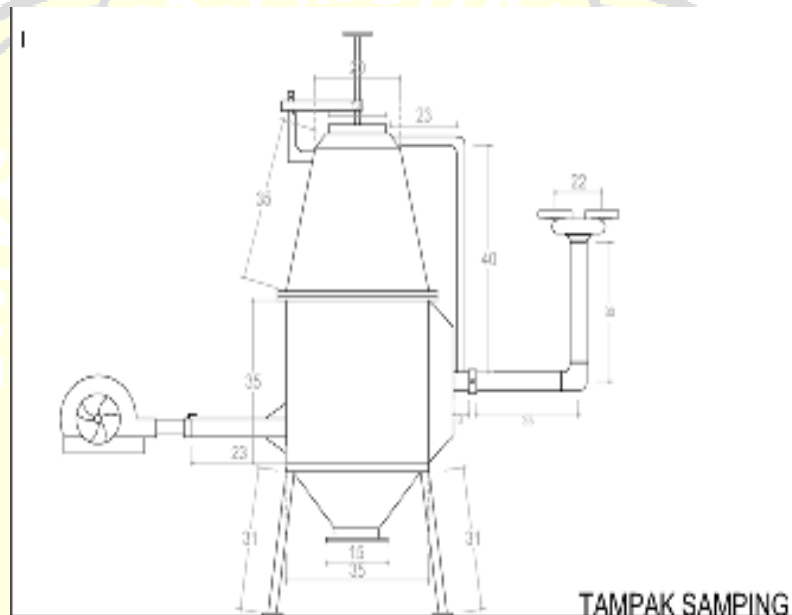
Gambar 14. Tidak Ada Hubungan Linier

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode experimental dengan melakukan percobaan secara langsung di Laboratorium Perbengkelan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram yang terdiri atas :

3.1.1. Rancang Bangun Alat Kompur Gasifikasi Biomassa



Gambar 15. Rancangan Kompur Gasifikasi Biomassa

3.1.2. Uji Performance Alat Kompur Gasifikasi Biomassa

Penelitian ini menggunakan perhitungan analisis teknik sebagai perhitungan data analisisnya dimana variasi kecepatan udara terhadap proses pembakaran limbah tongkol jagung dengan berat bahan bakar 3 kg yaitu dengan persamaan sebagai berikut :

P1 = Variasi Kecepatan Udara 5.0 m/s pada Proses pembakaran
Limbah Tongkol Jagung.

P2 = Variasi Kecepatan Udara 10.0 m/s pada Proses pembakaran
Limbah Tongkol Jagung.

P3 = Variasi Kecepatan Udara 15.0 m/s pada Proses pembakaran
Limbah Tongkol Jagung.

Tabel 1. Parameter Pengamatan

VKU	Waktu (t)	Temperatur Didih Air (°C)
P1 VKU 5.0 m/s	Menit	Derajat Celcius
P2 VKU 10.0 m/s	Menit	Derajat Celcius
P3 VKU 15.0 m/s	Menit	Derajat Celcius

Keterangan : Variasi Kecepatan Udara (VKU)

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

a. Tempat Penelitian

Penelitian dan perancangan dilakukan pada bengkel FAPERTA Universitas Muhammadiyah Mataram dan pengujian performansi dilakukan di Laboraturium Perbengkelan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.

b. Waktu Penelitian

Waktu perancangan dan uji performansi dilakukan mulai bulan Desember 2019 sampai januari 2020.

3.3 Bahan dan Alat Penelitian

a. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam proses penelitian adalah Limbah Tongkol Jagung.

b. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut :

1) Timbangan Analitik

Timbangan Analitik memiliki fungsi untuk mengukur massa benda. Dalam penelitian ini, timbangan berperan untuk mengukur berat bahan penelitian yaitu limbah tongkol jagung.



Gambar 16. Timbangan Analitik

2) Kran Pengatur Udara

Kran pengatur udara memiliki fungsi untuk mengantarkan udara menuju ruang reaktor pembakaran dan berfungsi sebagai pengatur masuknya udara kedalam ruang reaktor.



Gambar 17. Kran Pengatur udara

3) Blower

Blower merupakan mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara yang akan dialirkan

(hembuskan) kedalam ruang reaktor dan juga sebagai penghisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Blower dibagian kompor gasifikasi ini memiliki peran penting yaitu sebagai penghasil udara yang nantinya akan dihantarkan kedalam ruang pembakaran.



Gambar 18. Blower

4) Stopwatch Android

Stopwatch merupakan sebuah alat yang diperuntukan untuk mengukur lama atau tidaknya proses suatu pekerjaan atau kegiatan, dalam peran penelitian ini stopwatch digunakan untuk mengukur berapa lama bahan yang dihabiskan dalam proses pembakaran ruang reaktor.



Gambar 19. Stopwatch Android

5) Termokopel Reader

Termokopel (*thermocouple*) merupakan alat sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*thermo-electric*”



Gambar 20. Termokopel Reader

6) Anemometer Reader

Sebuah alat pengukur kecepatan angin yang biasanya digunakan dalam bidang meteorologi dan geofisika atau stasiun prakiraan cuaca. Pengukuran dapat dilakukan dengan cara memegang anemometer secara vertikal atau menempatkannya diatas penyangga. Angka kecepatan angin akan ditampilkan secara otomatis pada speedometer.



Gambar 21. Anemometer Reader

7) Thermometer

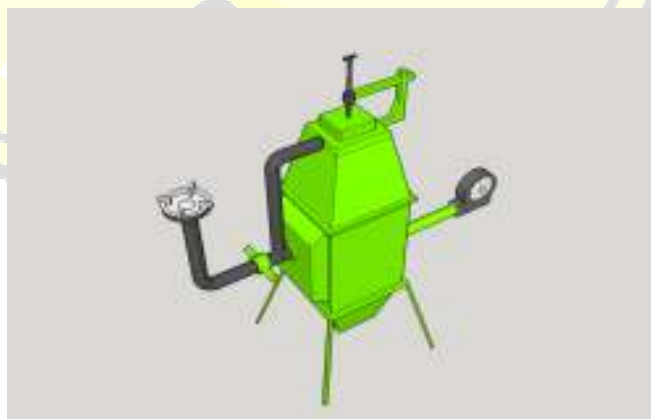
Alat ini digunakan untuk mencatat perubahan temperatur air setiap 4 menit.



Gambar 22. Prototipe Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung

8) Prototipe Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung

Kompor gasifikasi biomassa merupakan sebuah alat yang dirancang sebagai alternatif pengganti LPG (liquified Petroleum Gas). Kompor gasifikasi biomassa yang berbahan dasar pembakarannya adalah limbah tongkol jagung yang merupakan salah sumber energi terbarukan.



Gambar 23. Prototipe Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Adapun langkah – langkah pelaksanaan penelitian kegiatan penelitian sebagai berikut :

- 1) Disain Gambar Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung.

Pembuatan prototipe kompor gasifikasi biomassa menggunakan laptop acer dengan aplikasi scetsupp 2016, pendisainan kerangka alat dilakukan dalam rangka untuk menentukan dimensi, bentuk, dan warna alat sesuai parameter pengukuran dan cakupan rumusan masalah.

- 2) Persiapan Alat Dan Bahan Penelitian

Langkah kedua adalah persiapan alat dan bahan peralatan penelitian seperti timbangan digital, kran pengatur udara, blower, stopwatch digital, termokopel reader, anemometer reader, dan limbah tongkol jagung, kemudian dalam proses perancangan kompor gasifikasi dibutuhkan bahan lain yaitu plat baja, pipa besi, penyaring, baut 12 dan 14, gerinda mesin, las listrik, penggaris, dan lain – lain.

- 3) Perakitan Komponen – Komponen Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung.

Langkah ketiga adalah perancangan setiap komponen yang telah di bentuk terlebih dahulu, seperti penyambungan *nouzzle* dengan ruang reaktor dan lain sebagainya.

4) Uji Performansi Alat Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung.

Langkah keempat yaitu proses uji performansi alat yaitu melalui pengukuran kecepatan udara dan pengeukuran temperatur pembakaran, pengukuran temperatur pendidihan air, dan pengukuran waktu nyala api.

5) Data Hasil Pengujian (Uji Performansi)

Langkah kelima adalah menganalisis data uji performansi yang telah diuji sebelumnya, kemudian dihitung dan dilanjutkan ke pembahahasan berikutnya.

6) Pembahasan

Langkah keenam yaitu merangkum keseluruhan data yang diperoleh dari data hasil pengujian (uji performansi) kemudian dijadikan sebagai bahan pembahasan hasil penelitian.

7) Kesimpulan Data Hasil Pengujian

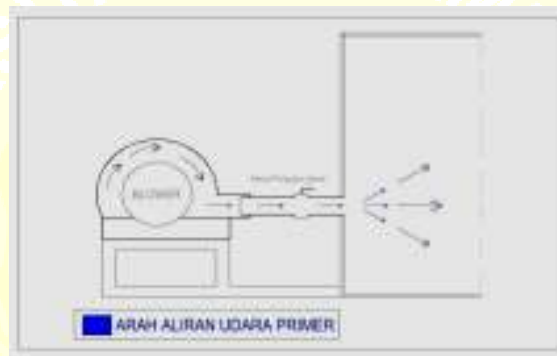
Langkah terakhir yaitu menyimpulkan data yang diperoleh dari hasil pengujian. Data yang disimpulkan akan menentukan layak atau tidaknya alat untuk digunakan dan dipasarkan ke masyarakat secara luas.

3.5 Parameter Pengamatan

a. Parameter Rancang Bangun

Alat kompor gasifikasi biomassa menggunakan limbah tongkol jagung ini dibuat untuk memberikan solusi terhadap kelangkaan sumber energi fosil. Sehingga dapat membantu mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan sumber daya alam yang berlebihan.

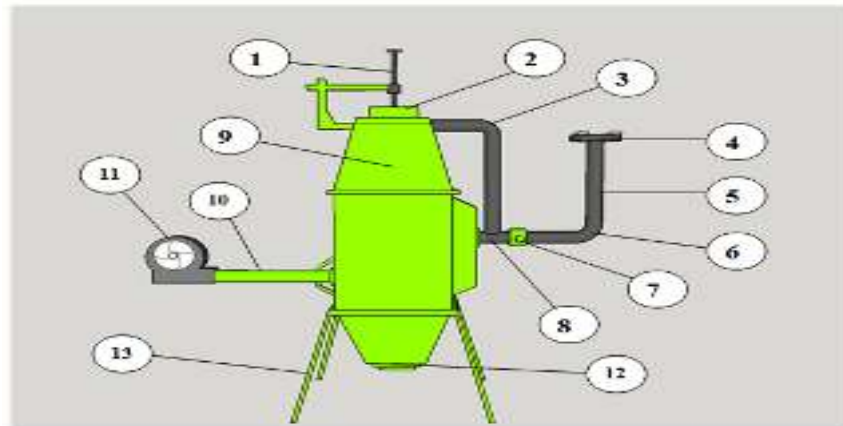
Spesifikasi dari alat kompor gasifikasi biomassa menggunakan limbah tongkol jagung sebagai berikut :



Gambar 24. Bentuk Arah Aliran Udara Blower



Gambar 25. Bentuk Arah Aliran Gas Atau Api Reaktor



Gambar 26. Bagian – Bagian Prototipe Alat Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung

1. Penutup Reaktor

Penutup reaktor berfungsi sebagai penutup reaktor ketika proses *oksidasi* berlangsung.

2. Hopper

Hopper berfungsi sebagai corong pemasukan limbah tongkol jagung, dan sekaligus penampung sementara limbah tongkol jagung yang terlebih dahulu telah ditimbang.

3. Pipa Penyalur Asap

Pipa ini berfungsi untuk menyalurkan asap yang terjadi pada proses pembakaran limbah tongkol jagung, bertujuan untuk membakar kembali asap yang terbang melewati hopper pemasukan bahan bakar.

4. Kompor

Kompor yang berfungsi sebagai media akhir dalam pembakaran, tujuannya sebagai penyimpanan untuk proses pemasakan air nantinya.

5. Pipa Penyalur Gas

Pipa ini berfungsi untuk menyalurkan gas/api setelah proses pembakaran berlangsung.

6. Pipa Penyambungan

Pipa penyambungan ini berfungsi untuk menyambungkan pipa penyalur gas/api dan *nouzzle*.

7. Pengunci Kompor

Pengunci berfungsi untuk menyatukan dan mengunci bagian kompor dan *nouzzle*.

8. Nouzzle

Nouzzle berfungsi sebagai saluran keluaran gas/api hasil oksidasi.

9. Badan Reaktor

Badan Reaktor berfungsi sebagai tempat penampung bahan dan sekaligus merupakan tempat proses berlangsungnya *oksidasi* atau pembakaran.

10. Kran Penghantar Angin

Kran penghantar angin berfungsi sebagai alat pengatur kecepatan udara yang akan dihantarkan oleh blower keruang reaktor.

11. Blower

Blower berfungsi sebagai menghembuskan udara ke dalam ruang reaktor sehingga gas dapat dihantarkan sampai ke kompor.

12. Hopper Keluaran/*Ash Chamber*

Hopper Keluaran/*Ash Chamber* berfungsi sebagai saluran pembuangan sisa pembakaran (Abu).

13. Kaki Penyangga

Kaki penyangga berfungsi sebagai penopang badan kompor dan badan reaktor.

3.6. Analisa Data

Analisis data yang digunakan dalam perancangan alat kompor gasifikasi biomassa limbah tongkol jagung adalah sebagai berikut:

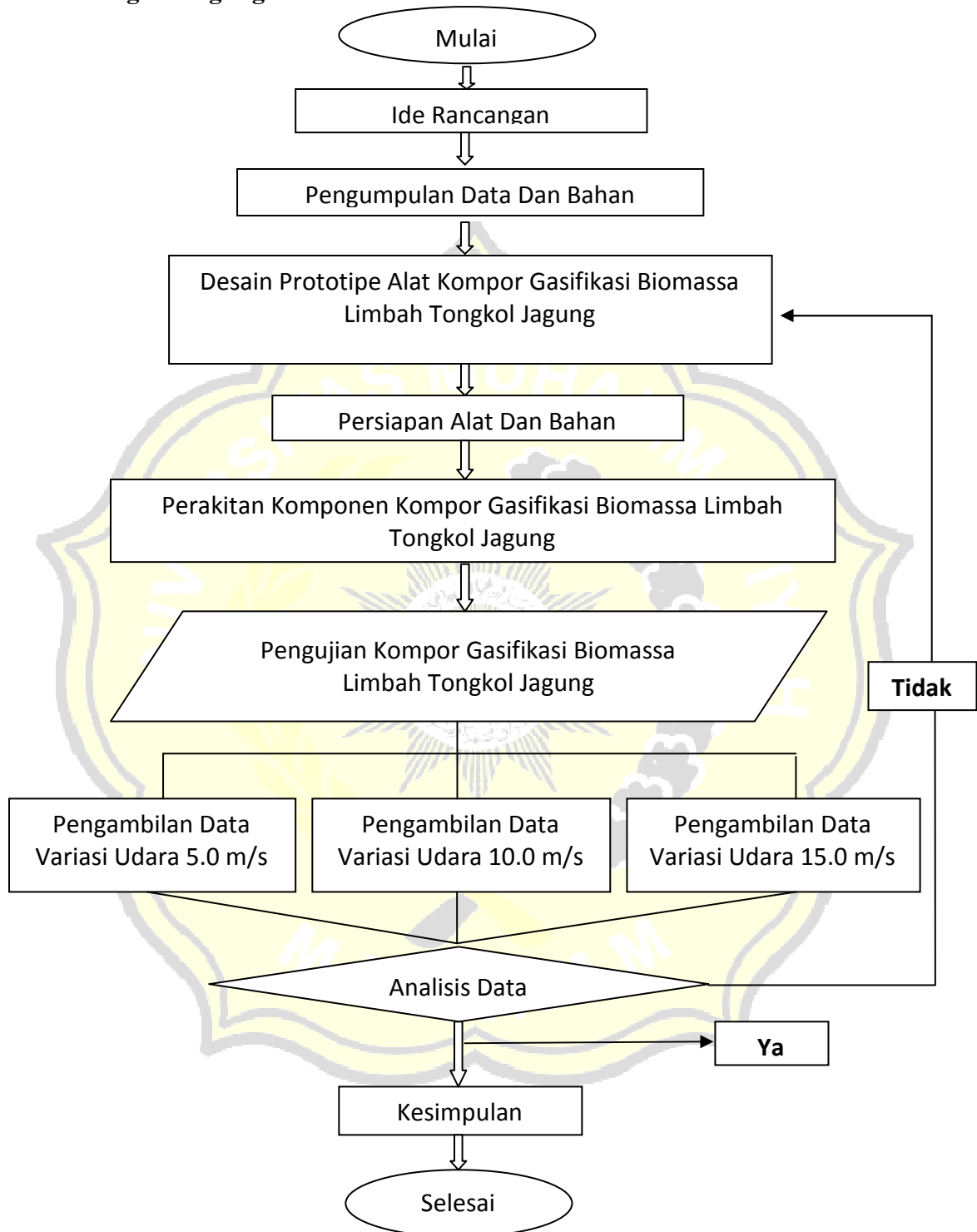
3.6.1. Pendekatan Matematis

Penggunaan pendekatan matematis dimaksud untuk menyelesaikan model matematis yang telah dibuat dengan menggunakan program *Microsoft Excel* (Akhmad, 2010).

3.6.2. Analisis Teknik

Penggunaan analisis teknik dilakukan dengan cara perhitungan hubungan waktu (t), variasi kecepatan udara (m/s), dan temperatur yang digunakan ($^{\circ}\text{C}$).

3.7. Diagram Alir Proses Pembuatan Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung



Gambar 27. Diagram Alir Proses Pembuatan Kompor Gasifikasi Biomassa