

**RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA ALAT
PENYULINGAN LIMBAH PLASTIK MENJADI
PYROLISIS UNTUK BAHAN BAKAR ALTERNATIF
DI TPA DESA KERONGKONG KECAMATAN
SURALAGA KABUPATEN LOMBOK TIMUR**

SKRIPSI



Disusun Oleh:

LALU MUH. FATHUL AZIZ AL-AZHARI
NIM :31412A0048

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNIK PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
MATARAM
2021**

HALAMAN PENJELASAN

**RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA ALAT
PENYULINGAN LIMBAH PLASTIK MENJADI
PYROLISIS UNTUK BAHAN BAKAR ALTERNATIF
DI TPA DESA KERONGKONG KECAMATAN
SURALAGA KABUPATEN LOMBOK TIMUR**

SKRIPSI



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

Disusun Oleh:

LALU MUH. FATHUL AZIZ AL-AZHARI
NIM :31412A0048

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNIK PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
MATARAM
2021**

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA ALAT
PENYULINGAN LIMBAH PLASTIK MENJADI
PYROLISIS UNTUK BAHAN BAKAR ALTERNATIF
DI TPA DESA KERONGKONG KECAMATAN
SURALAGA KABUPATEN LOMBOK TIMUR**

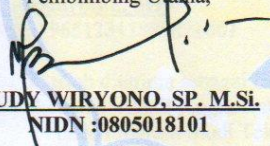
Disusun Oleh :

LALU MUH. FATHUL AZIZ AL-AZHARI
NIM : 31412A0048

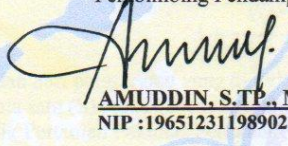
Setelah Membaca dengan Seksama Kami Berpendapat Bahwa Skripsi ini
Telah Memenuhi Syarat Sebagai Karya Tulis Ilmiah

Telah Mendapat Persetujuan Pada Jum'at 19 Maret 2021

Pembimbing Utama,

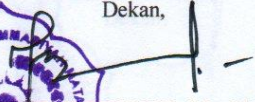

BUDY WIRYONO, SP. M.Si.
NIDN :0805018101

Pembimbing Pendamping,


AMUDDIN, S.TP., M.Si
NIP :196512311989021001

Mengetahui :

Universitas Muhammadiyah Mataram
Fakultas Pertanian
Dekan,



BUDY WIRYONO, SP., M.Si
NIDN :0805018101

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

**RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA ALAT
PENYULINGAN LIMBAH PLASTIK MENJADI
PYROLISIS UNTUK BAHAN BAKAR ALTERNATIF
DI TPA DESA KERONGKONG KECAMATAN
SURALAGA KABUPATEN LOMBOK TIMUR**

Disusun Oleh :

LALU MUH. FATHUL AZIZ AL-AZHARI
NIM : 31412A0048

Senin, 08 Februari 2021
Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji

Tim Penguji :

1. **Budy Wirvono, SP., M.Si**
NIDN : 0805018101
2. **Amuddin, S.Tp., M.Si**
NIP : 196512311989021001
3. **Ir. Nazzarudin, MP**
NIP : 196512311989021001

(.....)

(.....)

(.....)

Skripsi ini telah diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk mencapai kebulatan studi program strata satu (S1) untuk mencapai tingkat sarjana pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram

Mengetahui :
Universitas Muhammadiyah Mataram
Fakultas Pertanian
Dekan,



BUDY WIRYONO, SP., M.Si
NIDN : 0805018101

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum diajukan dalam untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana, Magister dan/atau Doktor), baik di Universitas Muhammadiyah maupun di perguruan tinggi lain.
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 atau 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 buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Mataram, 19 Maret 2021

Vascom buat pernyataan



C4E3BAHF913605323

F Aziz al-azhari
31412A0048



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.lib.ummat.ac.id> E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

**SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME**

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

Nama : LALU. MUH. FATHUL AZIZ AL-AZHARI
NIM : 31912A0040
Tempat/Tgl Lahir : KERONGKONG, 24-07-1995
Program Studi : TEKNIK PERTANIAN
Fakultas : PERTANIAN
No. Hp/Email : 087765481 424 / azizulazharilalu@gmail.com
Judul Penelitian : -

RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA ALAT PENYUUNGAN
LIMBAH PLASTIK MENJADI PYROLISIS UNTUK BAHAN BAKAR
ALTERNATIF DI TPA DESA KERONGKONG KABUPATEN
SUCALAGA KABUPATEN LOMBOK TIMUR

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 476

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 : 15 Maret 2021

Penulis



LALU. MUH. FATHUL AZIZ AL-A
NIM. : 31912A0040

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, 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.lib.ummat.ac.id> E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

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

Nama : LAU MUH. FATHUL KRIZ AL AZHARI
NIM : 31412A0048
Tempat/Tgl Lahir : PERONGKONG, 24-07-1995
Program Studi : TEKNIK PERTANIAN
Fakultas : PERTANIAN
No. Hp/Email : 087267981424 / auzaksharilau@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 DAN UJI KINERJA ALAT PENYULINGAN
LIMBAH PLASTIK MENJADI PYROLYSIS UNTUK BAHAN BAKAR
ALTERNATIF DI TPA DESA PERONGKONG KECAMATAN
SURACAGA KABUPATEN LOMBOK TIMUR

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 : 15 Maret 2021

Penulis



LAU MUH. FATHUL KRIZ AL AZHARI
NIM. 31412A0048

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



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

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

Hiduplah seperti bunga yang mekar dimanapun tempat ia tumbuh, ia memberikan kebaikan pada penglihatan umat manusia, memberikan sari pada taon, dan memberikan manfaat madu kepada khalayak.

Menjadi petualang untuk mempersembahkan hidup untuk khalayak dimanapun ia berada, berbaur dengan adat dan budaya setempat agar dapat menjadi manusia yang memanusiakan manusia.

Saudaraku ingatlah, hidup hanya sekali selalu lakukan apa yang kamu ingin lakukan selagi itu baik untuk dirimu sendiri dan tentunya untuk orang lain pula.

PERSEMBAHAN:

- Untuk Orang tuaku tercinta (Lalu Nursip dan Bq Rohan) yang telah membesarkanku dengan penuh kesabaran dan keikhlasan, yang telah merawatku dengan penuh kasih sayang dan telah mendidik serta membiayai hidupku selama ini sehingga aku bisa jadi seperti sekarang ini terima kasih Ayah terima kasih Bunda semoga Allah merahmatimu.
- Untuk adik-adikku tersayang (Bq Astina Ispiani)
Terimakasih atas semuanya karena telah memberiku perhatian, kasih sayang dan pengertiannya untukku, aku saying sama kalian.
- Untuk keluarga besarku di Desa Kerongkong yang tak bisa aku sebut satu persatu terimakasih atas motifasinya, dukungan dan perhatiannya selama proses penyusunan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirobbil alamin, segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Ilahi Robbi, karena hanya dengan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya semata yang mampu mengantarkan penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa setiap hal yang tertuang dalam skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan materi, moril dan spiritual dari banyak pihak. Untuk itu penulis hanya bisa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Budy Wiryono, SP., M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram, sekaligus dosen pembimbing utama.
2. Bapak Syril Ihromi, SP., MP. Selaku wakil dekan II Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Ibu Muliatiningsih, SP., MP. Selaku Ketua Program Studi Teknik Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Bapak Amuddin, S.TP., M.Si selaku dosen pendamping.
5. Bapak dan Ibu Dosen FAPERTA UM Mataram yang telah membimbing baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga tulisan dapat terselesaikan dengan baik.
6. Semua Civitas Akademik Fakultas Pertanian UM Mataram termasuk Staff Tata Usaha.
7. Semua pihak yang telah banyak membantu dan membimbing sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan yang ada pada tulisan, oleh karena itu kritik dan saran yang akan menyempurnakan sangat penulis harapkan.

Mataram, 19 Maret 2021

Penyusun

Lalu M F Aziz Al-azhari
NIM. 31412A0048

**RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA ALAT PENYULINGAN
LIMBAH PLASTIK MENJADI PYROLISIS UNTUK BAHAN BAKAR
ALTERNATIF DI TPA DESA KERONGKONG KECAMATAN
SURALAGA KABUPATEN LOMBOK TIMUR**

Lalu Muh Fathul Aziz Al-azhari¹, Budy Wiryono², Amuddin³

ABSTRAK

Sampah merupakan barang yang tidak digunakan lagi oleh pengguna atau konsumen sebelumnya.. Kemudian plastik adalah material yang digunakan sejak abad ke-20 hingga pada tahun 2005 sampah yang digunakan oleh konsumen berjumlah 220 juta ton/tahun. Pyrolisis merupakan perekaan plastik menggunakan suhu tinggi tanpa mengeluarkan asap yang berdampak pada lingkungan, metode ini sangat signifikan pada proses mengurangi penumpukan plastik diberbagai daerah khususnya di Desa Kerongkong. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dengan pengujian langsung dilapangan. Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan tiga perlakuan dan tiga ulangan yaitu dengan *Laju pembakaran rendah*, *Laju pembakaran sedang*, *Laju pembakaran tinggi*. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis keragaman (Analysis of variance) pada taraf nyata 5 %. Bila terdapat perlakuan yang berpengaruh secara nyata maka diuji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata yang sama. Rancangan alat pyrolisis limbah plastik memiliki $r_i=100$ mm, $r_o=75$ mm kemudian r_i pipa tembaga 11,81 mm dan $r_o=12,7$ mm. *Laju pembakaran* sangat mempengaruhi peningkatan suhu pada reaktor, termasuk pada kondensat cair yang dihasilkan. Suhu dalam pada tabung reaktor pylosisis sangat mempengaruhi peningkatan suhu kondensar tatapi tidak pada peningkatan suhu air pendingin. Pada perlakuan dengan menggunakan *Laju Pembakaran Tinggi* mencapai kondensat cair tertinggi yaitu 496,66 ml dan kondensat padat 7,41 gram dari bahan baku yang dulasukan kedalam reaktor pyrolisis. Serta laju destilasi tertinggi dengan rereata 4,96 ml/menit tercapai dengan mempertahankan laju pembakaran menggunakan *Laju pembakaran tinggi* sedangkan efesiensi destilasi tercapai pada kisaran 99,3% tercapai dengan mempertahankan laju pembakaran dengan *Laju pembakaran tinggi*.

Keyword : Sampah, Plastik, Pindah Panas, Pyrolisis

1 : Mahasiswa peneliti

2 : Dosen Pembimbing Pertama

3 : Dosen Pembimbing Pendamping

**DESIGN AND PERFORMANCE-TEST PLASTIC WASTE DISTILLERY
BECOMES PYROLISIS FOR ALTERNATIVE FUELS AT TPA
KERONGKONG VILLAGE KEC. SURALAGA KAB. EAST LOMBOK**

Lalu Muh Fathul Aziz Al-azhari¹, Budy Wiryono², Amuddin³

ABSTRACT

A waste object has been used once and will not be used again by past users or customers. Then there's plastic, which has been used since the twentieth century, with industrial waste totaling 220 million tons per year as of 2005. Pyrolysis is a method of eliminating plastic buildup in different regions that use high temperatures without removing smoke harmful to the atmosphere, especially in Kerongkong village. The research approach used in this analysis was an experimental method of field testing. The study used a total randomized design (RAL) of three treatments and three replications: low combustion rates, medium combustion rates, and high combustion rates. The observations were analyzed using the measurement of variance at a real level of 5%. If a drug has a noticeable impact, it is advanced checked simultaneously using a real truthful (BNJ) different test. $r_i = 100$ mm, $r_o = 75$ mm, then r_i copper pipe 11.81 mm and $r_o = 12.7$ mm are the plastic waste pyrolysis instrument's dimensions. The rate at which the fuel is burned has a major impact on the temperature rise in the reactor and the amount of liquid condensate produced. The condenser's temperature is significantly affected by the pyrolysis reactor tube's inner temperature, but not the temperature of the cooling water. In the pyrolyzed reactor, a liquid condensate of 496.66 ml and a solid condensate of 7.41 grams of raw materials were spoken into the treatment using a high combustion rate. With the rate 4.96 mL/minute, the highest distillation rate is achieved by maintaining a high burning rate while distillation efficiency is in the range of 99.3%.

Keyword: *garbage, plastic, moving heat, pyrolysis*

1: Student/researcher

2: First Supervisor

3: Second supervisor



DAFTAR ISI

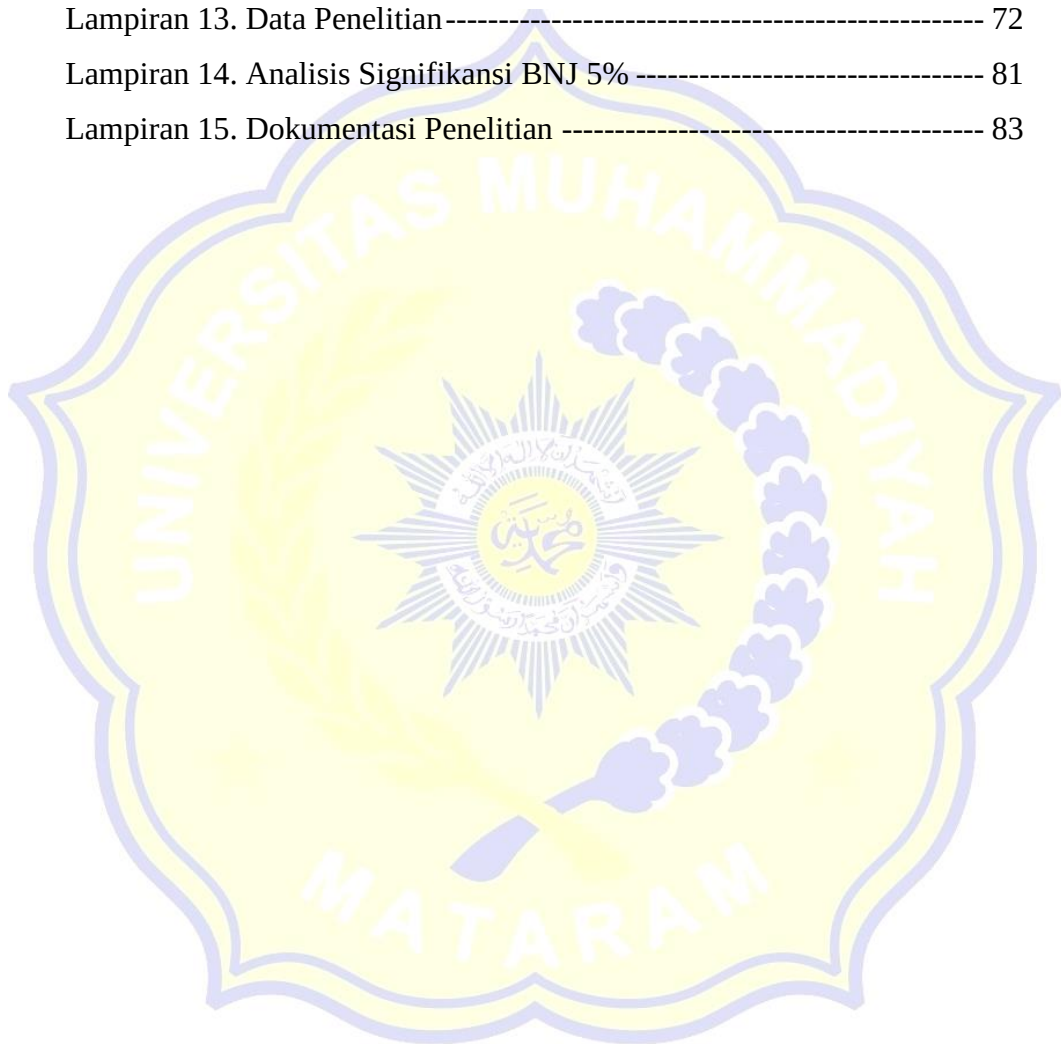
Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENJELASAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	v
SURAT PERNYATAAN PLAGIARISME	vi
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR GRAFIK	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	4
1.3.Tujuan Penelitian	4
1.4.Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6

2.1. Pengertian Sampah -----	6
2.2. Sejarah Sampah -----	6
2.3. Jenis-jenis Sampah -----	7
2.3.1. Berdasarkan Sumbernya -----	7
2.3.2. Berdasarkan Sifatnya -----	8
2.4. Jenis-jenis Plastik dan Karakteristiknya -----	9
2.5. Sifat Thermal Plastik -----	10
2.6. Konversi Sampah plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif -----	11
2.7. Pyrolysis -----	14
2.8. Pindah Panas -----	16
2.9. Sifat Asap Cair -----	18
2.9.1. Sifat Fisis -----	18
2.9.2. Sifat Kimia -----	19
2.10. Jenis-jenis Design Pyrolysis -----	20
2.10.1. Fixed or Moving Bed -----	20
2.10.2. Bubbling Fluidized Bed -----	20
2.10.3. Circulating Fluidized bed -----	21
2.10.4. Ultra Rapid Pyrolysis -----	21
2.10.5. Rotating Cone -----	21
2.10.6. Ablative Pyrolyzer -----	22
2.10.7. Vacuum Pyrolyzer -----	22
2.11. Bagian-bagian Pyrolysis -----	22
2.11.1. Tungku -----	23
2.11.2. Reaktor -----	24
2.11.3. Kondensor -----	25
2.11.4. Bak Penampung -----	25
2.11.5. Pipa Penyalur -----	26
III. METODE PENELITIAN -----	27
1.1. Metode Penelitian -----	27
1.2. Tempat dan Penelitian -----	27
3.2.1. Tempat Penelitian -----	27

3.2.2. Waktu Penelitian -----	27
1.3. Alat dan Bahan -----	27
1.3.1. Alat-Alat Penelitian -----	27
1.3.2. Bahan Penelitian -----	28
1.4. Rancangan Percobaan -----	28
1.5. Parameter Uji Performasi -----	29
1.6. Pelaksanaan Penelitian -----	30
1.7. Analisis Data -----	31
1.7.1. Pendekatan Matematis -----	31
1.7.2. Pendekatan Statistik -----	31
1.8. Diagram Alir Penelitian -----	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN -----	33
4.1. Hasil dan Rancangan Alat Pyrolysis -----	33
4.1.1. Reaktor -----	33
4.1.2. Kondensor -----	34
4.2. Hasil Uji Performansi Alat -----	35
4.3. Kinerja Alat Pyrolysis -----	37
4.3.1. Suhu Alat Pyrolysis Terhadap Laju Pembakaran -----	37
4.3.2. Laju Destilasi -----	49
4.3.3. Efisiensi Destilasi -----	50
V. SIMPULAN DAN SARAN -----	52
5.1. Simpulan -----	52
5.2. Saran -----	52
DAFTAR PUSTAKA -----	54
LAMPIRAN -----	
Lampiran 1. Penetapan Judul Skripsi -----	56
Lampiran 2. Kartu Pembimbingan Penulisan Proposal dan Skripsi -----	57
Lampiran 3. Surat Izin Penelitian -----	58
Lampiran 4. Design Alat Pyrolysis -----	61
Lampiran 5. Perhitungan Volem Tabung Destilasi -----	65
Lampiran 6. Analisis Laju Destilasi -----	65

Lampiran 7. Analisis Efisiensi Destilasi-----	65
Lampiran 8. Analisis Densitas Produk -----	66
Lampiran 9. Analisis Rendemen Padatan -----	67
Lampiran 10. Konduksi Pada Tabung Reaktor-----	68
Lampiran 11. Analisis Suhu Pengembunan-----	70
Lampiran 12. Analisis Energi Listrik-----	71
Lampiran 13. Data Penelitian-----	72
Lampiran 14. Analisis Signifikansi BNJ 5% -----	81
Lampiran 15. Dokumentasi Penelitian -----	83

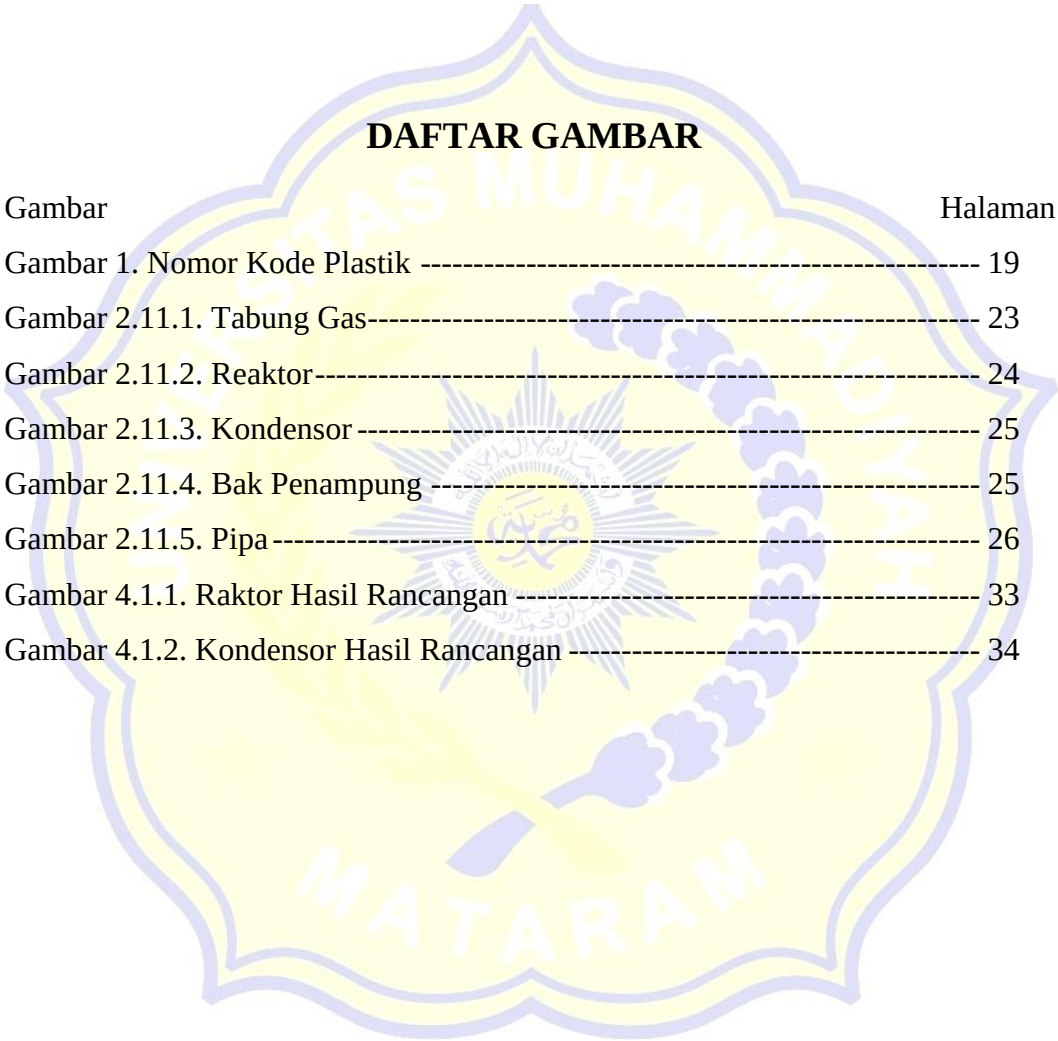


DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Jenis Plastik, Kode dan Penggunaanya -----	10
Tabel 2. Data Temperature Trsndisi dan Temperature Lebur Plastik -----	11
Tabel 3. Masa Jenis Berbagai Fluida-----	19
Tabel 4. Nilai Kalor dan Berbagai Macam Bahan Bakar -----	20
Tabel 5. Hasil Reaksi Pyrolysis -----	35
Tsbel 6. Signifikansi Pembakaran Terhadap Peningkatan Suhu Kondensat Cair Serta Padatan Yang Dihasilkan -----	37
Tabel 7. Hasil Anaisis Uji Lanjut BNJ 5% Laju Pembakaran Terhadap Suhu Pada Proses Pyrolysis-----	38

DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
Grafik 1. Analisis Hasil Pyrolysis-----	36
Grafik 2. Laju Pembakaran Terhadap Peningkatan Terhadap Suhu Reaktor dan dan Kondensat Yang Dihasilkan -----	39
Grafik 3. Waktu Terhadap Peningkatan Suhu Reaktor Pada Laju Pembakaran Rendah -----	41
Grafik 4. Waktu Terhadap Peningkatan Suhu Reaktor Pada Laju Pembakaran Sedang -----	41
Grafik 5. Waktu Terhadap Peningkatan Suhu Reaktor Pada Laju Pembakaran Tinggi -----	42
Grafik 6. Suhu Kondensor Terhadap Laju Pembakaran-----	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Nomor Kode Plastik -----	19
Gambar 2.11.1. Tabung Gas-----	23
Gambar 2.11.2. Reaktor-----	24
Gambar 2.11.3. Kondensor -----	25
Gambar 2.11.4. Bak Penampung -----	25
Gambar 2.11.5. Pipa -----	26
Gambar 4.1.1. Raktor Hasil Rancangan -----	33
Gambar 4.1.2. Kondensor Hasil Rancangan -----	34



BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Plastik merupakan salah satu jenis sampah yang volumenya semakin meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi. Hal ini disebabkan karena keunggulan plastik dalam kehidupan industri, dibandingkan dengan jenis material lain plastik adalah pilihan utama masyarakat untuk melengkapi kebutuhannya dalam hal pengepakan makanan agar tidak mudah mengalami pembusukan.

Permasalahan global yang hingga kini belum terselesaikan adalah volume sampah yang jumlahnya terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk (Guan dkk, 2009).

Limbah plastik kemasan berkontribusi sebesar 40% dari total limbah plastik (National Geographic, 2018).

Sampah plastik merupakan penyumbang sampah terbesar di dunia. Indonesia memiliki peringkat ke-dua di dunia setelah china dengan total sampah plastik 1,29 juta ton per tahun (Jambeck dkk, 2015). Trend timbunan sampah plastik di indonesia dalam kurun waktu sisa tahun terakhir mengalami peningkatan. Pada tahun 2015 sebesar 11% dan naik menjadi 16% dari total timbunan sampah nasional pada tahun 2018 (KLHK, 2018).

Plastik memiliki keunggulan dibandingkan material yang lain. Diantaranya plastik memiliki kelebihan yang kuat, ringan, fleksibel, dan tidak berkarat, tidak mudah pecah, mudah diberi warna, mudah dibentuk, serta isolator panas dan

listirik yang baik. Akan tetapi plastik yang telah menjadi sampah akan berdampak negatif terhadap lingkungan karena tidak dapat terurai dengan cepat dan dapat menurunkan kesuburan tanah khususnya pada daerah agraris. Sampah plastik juga akan menimbulkan polusi pada udara jika dibakar dan mempengaruhi menipisnya lapisan ozon karena zat-zat kimia yang terkandung pada plastik.

Penggunaan sampah plastik yang meningkat seiring pertumbuhan penduduk yang tidak dapat dipungkiri. Menurut kajian penelitian InSWA, setiap hari rata-rata menghasilkan sampah 0,5 kg diantaranya adalah 13% sampah plastik. Khususnya di wilayah Nusa Tenggara Barat dengan jumlah penduduk menurut Badan Pusat Statistik pada tahun 2018 wilayah Nusa Tenggara Barat memiliki jumlah penduduk 5.013.687 jiwa, secara teoritis jika satu orang menghasilkan sampah plastik 0,5 kg/hari maka daerah Nusa Tenggara barat menghasilkan sampah sebesar 2.506.844/hari.

Berdasarkan hasil observasi di salah satu Desa terpencil yang terletak di ujung timur pulau lombok dengan luas wilayah 2,40 Km² dengan jumlah penduduk 1.043 jiwa. Hasil wawancara dengan petugas TPA Desa Kerongkong jumlah sampah per hari sekitar 1,5 ton dengan persentase 70% sampah organik dan 30% limbah an organik

Jika sampah plastik tidak ditangani serius oleh pemerintah maka akan merusak lingkungan karena sulitnya terurai oleh tanah ditambah kebiasaan masyarakat yang membung sampah sembarangan, dampak yang pertama yang akan kita rasakan sebagai masyarakat yang membuang sampah sembarangan adalah tercemarnya tanah, sedangkan masyarakat Desa Kerongkong adalah mayoritas

pekerjaan masyarakatnya sebagai petani, jika tanah sudah tercemar dengan sampah plastik maka dapat dipastikan menurunnya pendapatan masyarakat disektor pertanian.

Melihat kenyataan yang terjadi dilapangan penulis mencoba merancang sebuah teknologi yang dapat mengolah sampah plastik sebagai barang yang berguna untuk meningkatkan perokonomian masyarakat, dan yang terpenting adalah meminimalisir sampah plastik yang akan menyelamatkan lingkungan kita sendiri.

Penanganan plastik yang populer selama ini adalah dengan metode 3R (*Reuse, reduce, recycle*). *Reuse* adalah memakai barang yang terbuat dari plastik dengan cara berulang-ulang. *Reduse* adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang dari plastik. *Recycle* adalah mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik.

Ketiga penanganan plastik dengan metode 3R masih memiliki kekurangan yang signifikan. Misalnya *Reuse* penggunaan plastik berulang kali akan menimbulkan dampak bagi kesehatan manusia karena plastik memiliki masa penggunaan yang terbatas sesuai jenis dan karakternya, *Reduse* jika konsumen mengurangi pembelian barang-barang yang menggunakan plastik mungkin bisa-bisa saja akan tetapi bagaimana dengan para produsen makanan, haruskah mereka akan menggunakan kaleng aluminium untuk membungkus makanan mereka sedangkan aluminium memiliki biaya produksi yang mahal, *Recycle* bahwa plastik yang didaur ulang akan mengalami penurunan kualitas yang ujung-ujungnya akan menjadi sampah yang mengancam lingkungan.

Secara umum agar sampah plastik dapat diproses oleh suatu industri maka sampah plastik harus dibuat dalam bentuk tertentu seperti biji/bullet, butiran, serbuk, pecahan (Rafli dkk, 2017). Namun ketika sudah dibentuk menjadi biji/bullet, butiran atau sejenisnya jika tidak dimanfaatkan tetap saja plastik yang berubah bentuk tadi hanya akan menjadi tumpukan sampah yang memiliki ukuran yang lebih kecil dari bentuk semulanya. Oleh sebab itu sampah yang telah diubah bentuknya tadi agar lebih bermanfaat maka sampah plastik pada tahap selanjutnya dengan cara memanfaatkan residu dengan teknologi pirolisis, agar sampah yang tidak memiliki nilai menjadi suatu hal yang bernilai dan dapat dimanfaatkan dimasyarakat luas.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan bahwa terjadinya penumpukan sampah plastik dan tidak adanya alat pyrolisis untuk menanggulangi masalah plastik tersebut, maka peneliti akan merancang alat pyrolisis yang dapat menanggulangi masalah yang terjadi berkaitan dengan limbah plastik di Desa Kerongkong Kec. Suralaga Kab. Lombok Timur

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilakukan :

- a. Membuat rancang bangun alat pyrolisis sederhana.
- b. Untuk mengetahui kinerja alat, laju destilasi, efesiensi, suhu yang dibutuhkan untuk proses pyrolisis.

1.4. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat, seperti:

- a. Membantu mengurangi timbunan sampah plastik yang terjadi dimasyarakat.
- b. Membuat limbah plastik yang awalnya dipandang sebelah mata, dengan adanya penelitian ini diharapkan sampah plastik bisa bernilai ekonomis bagi masyarakat.
- c. Dengan adanya mesin destilasi diharapkan dapat menjadi salah satu cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan di Desa Kerongkong Kec. Suralaga Kab. Lombok Timur
- d. Diharapkan peneliti mampu mengetahui kelebihan ataupun kekurangan yang ada pada alat desitilasi yang akan peneliti rancang
- e. Dengan adanya penelitian ini diharapkan pemerintah Desa setempat dapat memprogramkan pengembangan alat destilasi yang sedang peneliti rancang.
- f. Untuk memenuhi tugas akhir yang wajib diselesaikan guna mendapat gelar Sarjana Teknik Pertanian.di Jurusan Teknik Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.
- g. Sebagai pembelajaran inovasi Teknologi Pertanian dibidang alat dan mesin pertanian.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Sampah

Sampah adalah barang yang sudah dianggap tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik sebelumnya, tapi bagi sebagian orang dapat digunakan jika dikelola dengan baik dan benar (Panji, 2013). Penumpukan sampah secara besar-besaran diberbagai tempat di Indonesia dikarenakan kurang kesadaran masyarakat akan manfaat sampah plastik.

Plastik merupakan material yang secara luas digunakan sejak abad ke-20 yang berkembang secara luas biasanya penggunaannya hanya dari beberapa dari beberapa ratus ton pada tahun 1930-an hingga menjadi 220 juta ton/tahun pada tahun 2005 (Wikipedia, 2009).

2.2. Sejarah Sampah.

Plastik merupakan salah satu produk polimer. Industri plastik berkembang pada tahun 1968. Seorang amerika yang bernama John Wesley Hyatt menemukan *cellulose nitrate* yang terbentuk dari reaksi asam nitrat pada temperature dan tekanan tertentu.

Percobaan ini menghasilkan zat yang dapat dicetak untuk dibentuk. Ia menyebutnya dengan celluloid. Selanjutnya, seorang warga negara Jerman, Adolph Spitteler, menemukan plastik dengan mencampur susu asam dengan formaldehyde sehingga dihasilkan casein plastic. Pada tahun 1909, seorang Amerika yang bernama Dr. Leo Baekeland mencoba untuk memproduksi resin sintetik dengan mencampur phenol dengan formaldehyde pada kondisi tertentu

sehingga dihasilkan resin sintetis untuk pertama kalinya. Plastik baru ini dikenal dengan nama Bakelite. Industri plastik baru berkembang dengan pesat sejak ditemukannya Bakelite. (B. A. B., & Pustaka, T. (1968)).

2.3. Jenis-jenis sampah.

Menurut Panji Nugroho dalam buku panduan Membuat Pupuk Kompos cair (2013), jenis-jenis sampah dapat digolongkan menjadi beberapa jenis antara lain :

2.3.1. Berdasarkan Sumbernya

a. Sampah alam.

Yaitu sampah yang ada oleh proses alam yang dapat di daur ulang alami, seperti halnya daun-daunan kering di hutan yang terurai menjaditanah. Di luar kehidupan liar, sampah-sampah ini dapat menjadi masalah, misalnya daun-daun kering di lingkungan pemukiman.(Panji, 2013)

b. Sampah manusia

Sampah manusia (*human waste*) adalah istilah yang biasa digunakan terhadap hasil-hasil pencernaan manusia, seperti feses dan urin. Sampah manusia dapat menjadi bahaya serius bagi kesehatan karena dapat digunakan sebagai vektor (sarana perkembangan) penyakit yang disebabkan virus dan bakteri. Salah satu perkembangan dalam mengurangi penularan penyakit melalui sampah manusia dengan cara hidup yang higienis dan sanitasi. Termasuk didalamnya adalah perkembangan teori penyaluran pipa (plumbing).(Panji, 2013).

c. Sampah konsumsi.

Sampah konsumsi merupakan sampah yang dihasilkan oleh manusia (pengguna barang), dengan kata lain adalah sampah hasil konsumsi sehari-hari. Ini adalah sampah yang umum, namun meskipun demikian, jumlah sampah kategori ini masih jauh lebih kecil dibandingkan sampah-sampah yang dihasilkan dari proses pertambangan dan industri. (Panji, 2013).

d. Sampah industri

Sampah industri adalah bahan sisa yang dikeluarkan akibat proses proses industri. Sampah yang dikeluarkan dari sebuah industri dengan jumlah yang besar dapat dikatakan sebagai limbah. (Panji, 2013)

2.3.2. Berdasarkan sifatnya

a. Sampah Organik

Sampah organik, yaitu sampah yang mudah membusuk seperti sisa makanan, sayuran, daun-daun kering, dan sebagainya. Sampah ini dapat diolah lebih lanjut menjadi kompos. (Panji, 2013)

b. Sampah An-organik

Sampah anorganik, yaitu sampah yang tidak mudah membusuk, seperti plastik wadah pembungkusan makanan, kertas, plastik mainan, botol dan gelas minuman, kaleng, kayu, dan sebagainya. Sampah ini dapat dijadikan sampah komersil atau sampah yang laku dijual untuk dijadikan produk lainnya. Beberapa sampah anorganik yang dapat

dijual adalah plastik wadah pembungkus makanan, botol dan gelas bekas minuman, kaleng, kaca, dan kertas.(Panji, 2013)

2.4. Jenis-jenis plastik dan karakteristiknya

Jenis-jenis plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperature tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan *thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan. Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik diatas, *thermoplastic* adalah jenis sampah yang memungkinkan untuk daur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomer untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaanya (lihat gambar 1 dan tabel 1).



Gambar 1. Nomer kode plastik
Sumber: UNEP, 2009

Tabel 1. Jenis plastik, kode dan penggunaanya.

No/Kode	Jenis plastik	Penggunaan
1	PETE (polyethylene terephthalate)	Botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat dan botol kosmeti
2	HDPE (High Density Polyethylene)	Botol obat,botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik
3	PVC (Polyvinyl Chloride)	Pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal
4	LDPE (Low Density Polyethylene)	Kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5	PP (Polypropylene)	Cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarine
6	PS (Polystyrene)	Kkotak CD, sendok dan garpu plastik, atau tempat makanan dari styrofoam, dan tempat makanan plastik
7	O (other)	Botol susu bayi,plastik kemasan, gallon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego

Sumber: Kurniawan, 2012

2.5. Sifat thermal plastik

Pengetahuan sifat thermal dari berbagai jenis plastik sangat penting dalam proses pembuatan dan daur ulang plastik. Sifat-sifat thermal yang penting adalah titik lebur (T_m), suhu transisi (T_g), dan suhu dekomposisi. Suhu transisi adalah suhu dimana plastik mengalami perenggaan struktur sehingga terjadi perubahan dari kondisi kaku menjadi kondisi fleksibel. Diatas titik lebur, plastik mengalami pembesaran volume sehingga molekul bergerak lebih bebas yang ditandai dengan peningkatan kelenturannya. Suhu lebur adalah suhu dimana plastik melunak dan berubah menjadi cair. Suhu dekomposisi merupakan batasan dari proses pencairan. Jika suhu dinaikan diatas suhu lebur, plastik akan mudah mengalir dan

struktur akan mengalami dekomposisi. Dekomposisi terjadi karena energi thermal melampaui energi yang mengikat rantai molekul. Secara umum polimer akan mengalami dekomposisi pada suhu di atas 1,5 kali dari temperatur transisinya (Budiyanoro, 2010).

Tabel 2. Data temperature transisi dan temperature lebur plastik.

Jenis Bahan	Tm (c)	Tg (c)	Temperatur Prosos Max (C)
PP	168	5	80
HDPE	134	-110	82
LDPE	330	-115	260
PA	260	50	100
PET	250	70	100
ABS	-	110	85
PS	-	90	70
PMMA	-	100	85
PC	-	150	246
PVC	-	90	71

Sumber: Budiyanoro, 2010

2.6. Konversi sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif

Mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak termasuk daur ulang tersier. Merubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dapat dilakukan dengan proses *Cracking* (perekahan). Cracking adalah proses memecah rantai polimer menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah. Hasil dari proses cracking plastik ini dapat digunakan sebagai bahan kimia atau bahan bakar. Ada tiga macam proses cracking yaitu hidro cracking, thermal cracking dan catalytic cracking (Panda, 2011).

a. Hydro cracking

Hydro cracking adalah proses cracking dengan mereaksikan plastik dengan hidrogen di dalam wadah tertutup yang dilengkapi dengan pengaduk

pada temperatur antara 423 – 673 K dan tekanan hidrogen 3 – 10 MPa. Dalam proses hydrocracking ini dibantu dengan katalis. Untuk membantu pencampuran dan reaksi biasanya digunakan bahan pelarut 1-methyl naphthalene, tetralin dan decalin. Beberapa katalis yang sudah diteliti antara lain alumina, amorphous silica alumina, zeolite dan sulphate zirconia.

Penelitian tentang proses hydrocracking ini antara lain telah dilakukan oleh Rodiansono (2005) yang melakukan penelitian hydro cracking sampah plastik polipropilena menjadi bensin (hidrokarbon C5-C12) menggunakan katalis NiMo/Zeolit dan NiMo/Zeolit-Nb2O5. Proses hydro cracking dilakukan dalam reaktor semi alir (semi flow-fixed bed reactor) pada temperatur 300, 360, dan 400 °C; rasio katalis/umpan 0,17; 0,25; 0,5 dengan laju alir gas hidrogen 150 mL/jam. Uji aktivitas katalis NiMo/zeolite yang menghasilkan selektivitas produk C7-C8 tertinggi dicapai pada temperatur 360 °C dan rasio katalis/umpan 0,5. Kinerja katalis NiMo/zeolit menurun setelah pemakaian beberapa kali, tetapi dengan proses regenerasi kinerjanya bisa dikembalikan lagi (Rudiansono, 2005)

b. Thermal cracking.

Thermal cracking adalah termasuk proses pyrolysis, yaitu dengan cara memanaskan bahan polimer tanpa oksigen. Proses ini biasanya dilakukan pada temperatur antara 350 °C sampai 900 °C. Dari proses ini akan dihasilkan arang, minyak dari kondensasi gas seperti parafin, isoparafin, olefin, naphthene dan aromatik, serta gas yang memang tidak bisa terkondensasi.

Bajus dan Hájeková, 2010, melakukan penelitian tentang pengolahan campuran 7 jenis plastik menjadi minyak dengan metode thermal cracking. Tujuh jenis plastik yang digunakan dalam penelitian ini dan komposisinya dalam persen berat adalah HDPE (34,6%) , LDPE (17,3%), LLPE (17,3%), PP (9,6%), PS (9,6%), PET (10,6%), dan PVC (1,1%). Penelitian ini menggunakan batch reactor dengan temperatur dari 350 sampai 500 °C. Dari penelitian ini diketahui bahwa thermal cracking pada campuran 7 jenis plastik akan menghasilkan produk yang berupa gas, minyak dan sisa yang berupa padatan. Adanya plastik jenis PS, PVC dan PET dalam campuran plastik yang diproses akan meningkatkan terbentuknya karbon monoksida dan karbon dioksida di dalam produk gasnya dan menambah kadar benzene, toluene, xylenes, styrene di dalam produk minyaknya (Bajus dan Hájeková, 2010)

Penelitian yang lain dilakukan oleh Sarker dkk. (2012). Pada penelitian ini, sampah plastik LDPE diolah menjadi kerosin dengan metode thermal cracking pada tekanan atmosfer dan dengan temperatur antara 150 °C dan 420 °C. Proses depolimerisasi dilakukan tanpa penambahan katalis. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa kerosin yang didapat sekitar 30 %. Bahan bakar yang diperoleh dari proses ini mempunyai kandungan sulfur yang rendah dan nilai kalor yang baik (Sarker dkk., 2012).

c. Catalytic cracking.

Catalytic cracking ini menggunakan katalis untuk melakukan reaksi peretakan. Dengan adanya katalis, dapat mengurangi temperatur dan waktu reaksi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa total produk bahan bakar yang dihasilkan dari campuran material plastik berbahan polystterine, polipropilena, dan polietilena menggunakan metode *Thermal Cracking* adalah 66,86%. Persentase lebih tinggi dihasilkan dari campuran ketiga polimer tersebut menggunakan teknologi *Catalyc Cracking* yakni penambahan katalis karbon aktif, arang, campuran CaO dan karbon aktif sebesar 82,43%, 95,54%, dan 75,50% (Kumar, PS dkk, 2017).

Osueke dan Ofundu (2011) melakukan penelitian konversi plastik low density polyethylene (LDPE) menjadi minyak. Proses konversi dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan thermal cracking dan catalyst cracking. Pyrolysis dilakukan di dalam tabung stainless steel yang dipanaskan dengan elemen pemanas listrik dengan temperatur bervariasi antara 475–600°C. Kondenser dengan temperatur 30–35°C, digunakan untuk mengembunkan gas yang terbentuk setelah plastik dipanaskan menjadi minyak. Katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah silica alumina. Dari penelitian ini diketahui bahwa dengan temperatur pyrolysis 550°C dan perbandingan katalis/sampah plastik 1:4 dihasilkan minyak dengan jumlah paling banyak.

2.7. Pirolisis.

Pirolisis berasal dari kata *Pyro* (Fire/Api) dan *Lyo* (Loosening/Pelepasan) untuk dekomposisi termal dari suatu bahan organik. Pirolisis merupakan suatu bentuk penguraian bahan organik secara kimia melalui pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya. Proses pirolisis atau devolatilisasi merupakan

proses perengkahan plastik pada suhu tinggi dimulai pada temperature sekitar 230 C (Mulyadi, 2010).

Pirolisis adalah degradasi thermal limbah plastik pada suhu yang berbeda (300 C-900 C), tanpa adanya oksigen, untuk menghasilkan minyak cair (Rehan dkk, 2017)

Perengkahan plastik pada suhu tinggi adalah proses paling sederhana untuk daur ulang plastik. Pada senyawa yang berderajat polimerisasi tinggi, pirolisis merupakan reaksi depolimerisasi dan pada suhu tinggi mengikuti mekanisme radikal bebas. Reaksi ini melalui tiga tahap yaitu, tahap memulai, tahap perambatan dan tahap penghentian. Pada proses ini material polimer atau plastik dipanaskan pada suhu tinggi. Proses pemanasan ini menyebabkan struktur makro molekul dari plastik terurai menjadi molekul yang lebih kecil dan hidrokarbon rantai pendek terbentuk. Produk yang dihasilkan berupa fraksi gas, residu padat dan fraksi cair yang mengandung parafin, olefin, naphthan, dan aromatis. Hasil proses pirolisis ini dipengaruhi oleh jenis dan karakteristik bahan baku yang digunakan ,waktu dan suhu proses(Ramadhan, 2012).

Penelitian seputar konversi sampah plastik menjadi produk asap cair berkualitas bahan bakar telah dilakukan. Pemanfaatan hasil fraksinasi sampah plastik telah banyak dikembangkan, yaitu pengubahan produk tar (pyrolytic oil) menjadi minyak pelumas menggunakan metode hidroisomerisasi, tetapi masih memerlukan langkah yang cukup panjang. Sistem kerja yang digunakan adalah pirolisis atau destilasi kering. Pirolisis merupakan reaksi dekomposisi pada suhu tinggi mengikuti mekanisme reaksi radikal bebas. Reaksi ini melalui tiga tahap

yaitu tahap permulaan, tahap perambatan dan tahap penghentian. Pada tahap permulaan akan terjadi pemutusan rantai ikatan yang lemah karena adanya kenaikan suhu.

Secara umum menunjukkan bahwa pirolisis plastik menghasilkan tiga macam produk yaitu gas, cairan dan padatan. Pirolisis bahan polimer berupa bahan padat akan menghasilkan gas yang kemudian mengembun sebagian dan padatan yang tidak bereaksi lagi dan tersisa di dalam retort. Reaksi pirolisis atau depolimerisasi didekati dengan model yang sederhana yaitu reaksi searah dan berorde satu (Sumarni dan Purwanti 2008).

2.8. Pindah Panas

Pindah panas merupakan ilmu untuk meramalkan perpindahan energi dalam bentuk panas yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Dalam proses perpindahan energi tersebut tentu ada kecepatan perpindahan panas yang terjadi, atau yang lebih dikenal dengan laju perpindahan panas. Maka ilmu perpindahan panas juga merupakan ilmu untuk meramalkan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. Perpindahan kalor dapat didefinisikan sebagai suatu proses berpindahnya suatu energi (kalor) dari satu daerah ke daerah lain akibat adanya perbedaan suhu pada daerah tersebut. Ada tiga bentuk mekanisme perpindahan panas yang diketahui, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

a. Konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi adalah proses perpindahan kalor dimana kalor mengalir dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu rendah dalam suatu medium (padat, cair atau gas) atau antara

medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung sehingga terjadi pertukaran energi dan momentum. Konduksi dalam suatu bahan mengalir terdapat gradien suhu, maka kalor akan mengalir tanpa disertai oleh sesuatu gerakan zat. Aliran kalor tersebut disebut dengan konduksi. (McCabe et al. 2005)

b. Konveksi

Konveksi adalah perpindahan panas karena adanya gerakan/aliran/pencampuran dari bagian panas ke bagian yang dingin. Contohnya adalah kehilangan panas dari radiator mobil, pendinginan dari secangkir kopi dll. Menurut cara menggerakkan alirannya, perpindahan panas konveksi diklasifikasikan menjadi dua, yakni konveksi bebas (free convection) dan konveksi paksa (forced convection). Bila gerakan fluida disebabkan karena adanya perbedaan kerapatan karena perbedaan suhu, perpindahan panasnya disebut sebagai konveksi bebas (free /natural convection). Bila gerakan fluida disebabkan oleh gaya pemaksa/eksitasi dari luar, misalkan dengan pompa atau kipas yang menggerakkan fluida sehingga fluida mengalir di atas permukaan, perpindahan panasnya disebut sebagai konveksi paksa (forced convection) (R Gandhi, 2019).

c. Radiasi

Radiasi, merupakan perpindahan energi karena emisi gelombang elektromagnetik (atau foton). Laju perpindahan kalor secara radiasi dapat dinyatakan sebagai (Holman, 2010).

2.9. Sifat asap cair

Asap merupakan sistem kompleks yang terdiri dari fase cairan terdispersi dan medium gas sebagai pendispersi. Asap diproduksi dengan cara pembakaran tidak sempurna yang melibatkan reaksi dekomposisi. Konstituan polimer menjadi senyawa organik dengan berat molekul yang rendah karena pengaruh panas yang meliputi reaksi oksidasi, polimerisasi dan kondensasi. Jumlah partikel padatan dan cairan dalam medium gas menentukan kepadatan asap. Selain itu asap juga memberikan pengaruh warna rasa dan aroma pada medium pendispersi gas. Sifat dari asap cair dipengaruhi oleh komponen utama yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin yang proporsinya bervariasi tergantung pada jenis bahan yang akan dipirolisis. Proses pirolisis sendiri melibatkan berbagai proses reaksi diantaranya dekomposisi, oksidasi, polimerisasi dan kondensi

2.9.1. Sifat fasis

a. Densitas

Densitas atau massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata suatu benda adalah total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis yang lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah (Syukur, 2009).

Tabel 3. Masa jenis berbagai fluida

NO	Jenis Minyak	Masa Jenis Kj/L
1	Bensin	0.68
2	Alkohol Alkil	0.79
3	Air Laut	1.025
4	Raksa	13.6
5	Air (4 °C)	1
6	Darah	1.05
7	Udara	1.29
8	Minak Tanah	0.78-0.71

Sumber : Mulyadi, 2010

2.9.2. Sifat kimia

a. Nilai kalor

Nilai kalor rendah (LHV, Lower Heating Value) adalah jumlah energi yang dilepaskan dalam proses pembakaran suatu bahan bakar dimana kalor laten dari uap air tidak diperhitungkan atau setelah terbakar temperatur gas pembakaran dibuat 150 C. Pada temperature ini air berada dalam kondisi fasa uap. Jika jumlah kalor laten uap air diperhitungkan atau setelah terbakar temperatur gas hasil pembakaran dibuat 25 C maka akan diperoleh nilai kalor atas (HHV, High Heating Value). Pada temperature ini air akan berada dalam kondisi fasa cair.

Nilai kalor bahan bakar dapat diketahui dengan menggunakan bom kalorimeter. Bahan bakar yang akan diuji nilai kalornya dibakar menggunakan kumparan kawat yang dialiri arus listrik dalam bilik yang disebut bom dan dibenamkan di dalam air. Bahan bakar yang bereaksi dengan oksigen akan menghasilkan kalor, hal ini menyebabkan suhu kalorimeter naik. Untuk menjaga agar panas yang dihasilkan dari reaksi

bahan bakar dengan oksigen tidak menyebar ke lingkungan luar maka kalorimeter dilapisi oleh bahan yang bersifat isolator.

Tabel 4. Nilai kalor dari berbagai macam bahan bakar

NO	Bahan Bakar	Nilai Kalor (Kj/g)
1	Minyak Tanah	43
2	Bensin	47.3
3	Aseton	29
4	Batu Bara	15-27
5	Kokas	28-31
6	Minyak Diesel	44.8
7	Arang	29.6
8	Butana	49.5
9	Alkohol 96%	30
10	Hidrogen	141.79

Sumber : Mulyadi, 2010

2.10. Jenis-jenis design pyrolysis

Adapun berbagai macam design mesin pyrolysis, yaitu:

2.10.1. Fixed or moving bed

Fixed or moving bed yang beroperasi pada reaktor tetap, keuntungan menggunakan reaktor ini adalah sederhana, lebih murah, teknologi yang sudah terbukti (proven), dan dapat menangani biomassa yang memiliki kandungan air dan mineral anorganik tinggi. Sedangkan kekurangan dari penggunaan reaktor ini adalah kandungan tar yang mencapai 10-20% berat massa bahan uji, sehingga perlu dibersihkan sebelum menggunakan ke pengoperasian berikutnya (Senthil Kumar, 2015)

2.10.2. Bubbling fluidized bed

Reaktor yang *bertipe bubbling fluidized bed* merupakan salah satu reaktor paling baik. Reaktor ini dapat dioperasikan pada tekanan udara normal 1 atm dengan temperatur sedang 450°C, dan dapat menghasilkan bio-oil hingga

75% dari massa, tergantung dari biomassa yang di gunakan sebagai sumber. Pada pirolisis ini menggunakan pasir silika sebagai fluidisasi karena pasir silika mempunyai titik lebur yang tinggi mencapai 1800°C maka sangat cocok untuk aplikasi gasifikasi *fluidized bed* (Basu, 2010)

2.10.3. Circulating fluidized bed

Circulating fluidized bed adalah reaktor dengan cara kerja seluruh padatan material terbawa oleh aliran, selanjutnya material dipisahkan dari gas menggunakan *dusting equipment*. Keuntungan menggunakan reaktor ini adalah cocok untuk reaksi berjalan cepat, memperoleh konversi cukup tinggi, dan produksi tar yang rendah. Sedangkan kelemahan dari penggunaan reaktor jenis ini adalah terbentuknya gradient temperatur di arah aliran padatan, dan perpindahan panas tidak efisien (Grabowski, 2004).

2.10.4. Ultra rapid-pyrolyzer

Ultra – rapid pyrolyzer adalah reaktor dengan pemanasan yang tinggi mencapai 650°C, maka akan mendapatkan hasil 90% dari berat biomassa yang digunakan (Hulet dkk, 2005).

2.10.5. Rotating cone

Rotating cone adalah reaktor yang menggunakan pasir silika sebagai media pemanas, dan akan bercampur langsung dengan biomassa di dalam wadah seperti yang terlihat pada gambar 2.9.5 Oleh karena itu biomassa akan mengalami pemanasan yang cepat, sehingga abu yang dihasilkan dari biomassa akan jatuh yang diakibatkan oleh putaran dari wadah (Basu, 2010)

2.10.6. Ablative pyrolizer

Ablative pyrolyzer adalah reaktor yang melibatkan tekanan tinggi antara partikel biomassa dan plat putar sebagai media pemanas. Hal ini memungkinkan perpindahan panas tanpa hambatan dari dinding ke biomassa yang menyebabkan produk cair dari biomassa meleleh keluar dari biomassa. Akibat dari transfer panas yang tinggi maka waktu yang dibutuhkan untuk proses pirolisis akan lebih cepat dengan hasil produk gas yang sedikit dan hasil cairan sebanyak 80% Diebold & Power (1988).

2.10.7. Vacuum pyrolizer

Vacuum Pyrolizer adalah reaktor yang terdiri dari beberapa tingkatan, tingkatan paling atas bersuhu 200 °C dan tingkatan paling bawah bersuhu 400 °C. Biomassa dimasukkan ke bagian atas dan akan mengalami pengeringan selama biomassa turun ke bawah sehingga menjadi arang. Pemanasan yang lambat akan meningkatkan jumlah arang dan menghasilkan cairan yang banyak, hal ini disebabkan karena reaktor yang tekanannya kurang dari 1 atm akan disedot oleh *Vacuum* sehingga kalor dan cairan dipaksa keluar dari reaktor (Brown, 2006).

2.11. Bagian-bagian alat pyrolisis

Peralatan Pirolisis secara garis besar terdiri dari tungku sumber kalor, reaktor, alat penukar kalor (kondensor) dan penampung hasil bahan bakar minyak. Tungku sumber kalor memberikan kalor ke reaktor guna melelehkan sampah jenis PETE, LDPE dan HDPE hingga menghasilkan uap. Uap yang dihasilkan selanjutnya mengalir ke alat penukar kalor (kondensor) dimana kalor panas uap ditransfer ke

sisi air pada kondensor sehingga uap akan berubah fase menjadi cair. Selanjutnya cairan yang dihasilkan berupa Bahan Bakar Minyak (BBM) ditampung pada alat penampung.

Adapun bagian dari rancang bangun instalasi pengolah sampah tersebut dapat kita lihat sebagai berikut

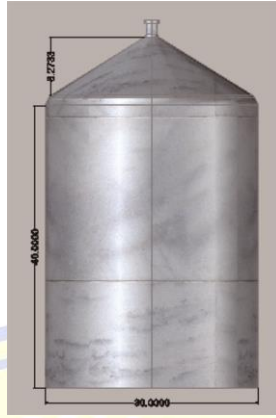
2.11.1. Tungku pembakaran



Gambar 2.11.1 Tabung gas

Tungku adalah salah satu komponen dari alat pirolisis dan berfungsi sebagai pemanas pembakaran pada reaktor agar plastik didalam reaktor bereaksi, pada tungku memakai LPG (liquid propane gases) sebagai bahan utama pemanas pada reaktor.

2.11.2. Reaktor.



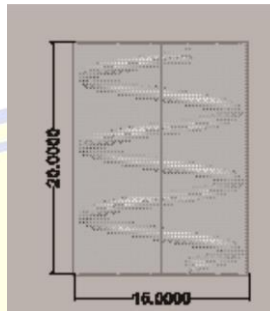
Gambar 2.11.2Reaktor

Reaktor adalah jantung dari proses kimia. Ini adalah tempat dimana bahan baku diubah menjadi produk, sehingga rancangan reaktor merupakan langkah penting dalam desain keseluruhan proses. Menurut buku karangan Coulson, Richardson, R. K. Sinnott tahun 2005 berjudul *Chemical Engineering Design Chemical Engineering, Volume 6*, Edisi ke empat, yang terbit di kota Oxford, oleh penerbit Elsevier Butterworth-Heinemann, sebuah desain reaktor kimia skala industri harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Faktor-faktor kimia: kinetika reaksi. Design harus menyediakan waktu tinggal yang cukup untuk reaksi yang diinginkan hingga bisa masuk ke tingkat yang diperlukan untuk konversi.
- b. Faktor-faktor perpindahan massa: dengan reaksi heterogen laju reaksi dapat dikendalikan oleh tingkat konsentrasi spesies bereaksi; daripada kinetika kimia
- c. Faktor perpindahan panas: penghapusan, atau penambahan, dari panas reaksi.

d. Faktor keselamatan: isolasi reaktan berbahaya dan produk yang dihasilkan, kendali atas reaksi yang tengah berlangsung (Coulson, 2015)

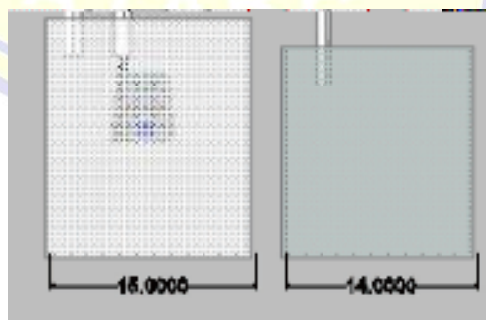
2.11.3. Kondesor.



Gambar 2.11.3Kondesor

Kondesor atau tempat pertukaran kalor. Dengan fungsi sebagai pendingin uap panas yang dihasilkan reaktor pembakaran dengan menggunakan air sebagai pendingin. Kondensor merupakan salah satu bagian terpenting dalam proses pirolisis ini. Kondensor merupakan sebuah alat penukar panas (heat exchanger) yang berfungsi mengkondensasikan fluida kerja. Kondensasi terjadi jika suhu dari bahan dibawah suhu saturasi dari gas, kemudian pada gas terjadi perubahan fase menjadi cair (Gabe, 2015)

2.11.4. Bak penampung.

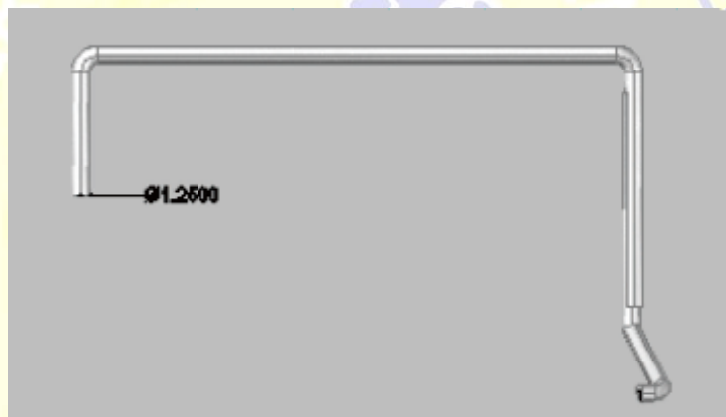


Gambar 2.11.4Bak penampung

Ada buah bak penampung yang digunakan pada instalasi pengolahan limbah plastik:

- a. Bak penampung dengan lebar 15.000 mm berfungsi sebagai penampung air yang didistribusikan untuk kondesor sebagai pendingin uap panas yang dihasilkan oleh reaktor dalam proses pembakaran, air yang didistribusikan ke kondesor tersebut dengan bantuan pompa air.
- b. Bak penampung dengan ukuran 14.000 mm berfungsi sebagai penampung minyak yang dihasilkan dalam proses pembakaran.

2.11.5. Pipa penyalur



Gambar 2.11.5Pipa

Pipa dengan fungsi yang berbeda-beda dengan letak yang berbeda, sebagai penghubung antara reaktor dengan kondesor, sebagai penghubung pipa penampungan air dengan kondesor, dan sebagai penghubung kondesor dengan pipa penampungan Bahan Bakar minyak (BBM)

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pengujian langsung di lapangan dan laboratorium untuk mendapatkan bahan bakar alternatif dari jenis plastik HDPE (*High Density polyethylene*).

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1. Tempat Penelitian

Desa Kerongkong Kec. Suralaga Kab. Lombok Timur merupakan desa yang dipilih sebagai tempat melaksanakan penelitian, karena merupakan salah satu Desa yang limbah plastiknya belum dapat ditangani dengan baik oleh pemerintah Desa setempat.

3.2.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada Bulan Agustus-September, 2020

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Alat-alat Penelitian

Adapun alat-alat yang dibutuhkan pada proses penelitian ini adalah :

- a. Thermo controller
- b. Infra red Thermometer
- c. Timbangan digital
- d. Gelas ukur

3.3.2. Bahan Penelitian

Adapun bahan-bahan yang dibutuhkan pada proses penelitian ini agar berjalan dengan baik sesuai dengan harapan, yaitu :

- a. Limbah plastik jenis HDPE (*High Denisty Polyethylene*)
- b. Air
- c. Gas LPG
- d. Es batu

3.4. Rancangan Percobaan

Pengujian performasi dilakukan pada bengkel Putri Rinjani Desa Kerongkong Kec. Suralaga Kab. Lombok Timur menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 3 perlakuan dengan menggunakan variasi suhu yaitu :

P1 : 500 gram plastik dengan laju pembakaran rendah

P2 : 500 gram plastik dengan laju pembakaran sedang

P3 : 500 gram plastik dengan laju pembakaran tinggi

Masing-masing perlakuan dibuat 3 kali ulangan sehingga akan memperoleh 9 unit percobaan. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah Analisis of Variance (ANNOVA) pada taraf 5%. Bila terdapat perlakuan yang berbeda nyata, maka diuji dengan BNJ, pada taraf nyata 5%.

3.5. Parameter Uji Performasi

Parameter performasi mesin dengan cara pengamatan pengukuran dan uji kerja alat adalah

a. Penentuan dimensi

Parameter yang diamati meliputi panjang, luas, tinggi dan lebar terhadap volume bahan.

b. Laju destilasi

Prinsip pengujian kinerja alat pyrolysis dilakukan dengan memisahkan, bahan dengan cairan yang memiliki titik leleh tertentu yang tidak sesuai dengan bahan dengan cara dikeringkan.

Laju destilasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

Sedangkan untuk menghitung efisiensi destilasi (Marjoni, 2014).

c. Analisis rendemen yang dihasilkan

Setelah proses pyrolysis selesai kemudian produk akhir rendemen untuk mengetahui berat serta volume menggunakan gelas ukur dan timbangan.

Kerapatan produk akhir didapatkan menggunakan persamaan 5.

d. Pengaruh suhu terhadap volume minyak yang dihasilkan.

Pengaruh suhu terhadap minyak yang dihasilkan menggunakan data tabel ataupun grafik. Suhu dan minyak yang dihasilkan dihitung setelah proses pyrolysis selesai.

e. Pengaruh laju pembakaran terhadap kenaikan suhu reaktor fitur lengkap

Pengaruh laju pembakaran menggunakan tiga laju pembakaran *low*, *medium*, dan *high*. Untuk mendapatkan laju pembakaran *low*, *medium* dan *high* dengan cara memutar indikator pada tungku pembakaran.

f. Analisi energi listrik

Menganalisis energi listrik yang dihabiskan selama proses destilasi berlangsung dengan menggunakan persamaan.

g. Suhu Pengembunan

Analisis suhu pengembunan air pada proses destilasi berlangsung.

h. Konduksi pada pipa kondensor

Analisis konduksi pada pipa kondensor

3.6. Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

a. Design gambar

Langkah pertama yang dilakukan pada proses penelitian ini adalah mendesign alat yang akan dirancang bangun untuk memudahkan tahapan proses selanjutnya dalam merancang alat.

b. Persiapan bahan dan peralatan

Langkah selanjutnya adalah mempersiapkan peralatan dan bahan yang dibutuhkan dalam tahap perancangan alat

c. Pabriksisasi alat

Setelah segala sesuatu dipersiapkan mulai dari design alat, peralatan yang digunakan serta bahan-bahan yang digunakan, selanjutnya tahap pabriksisasi alat akan dilaksanakan mengikuti design alat yang telah dibuat

d. Pengujian alat

Setelah selesai pada tahapan pabrikisasi alat, alat akan diuji performasi dan kelayakannya.

e. Pengambilan data

Setelah tahapan pengujian selesai kemudian data hasil pengamatan dicatat untuk tahap pelaporan kepada dosen pembimbing bahwa alat ini layak digunakan atau tidak.

f. Pengambilan kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan pada saat seluruh tahapan diatas selesai untuk dapat dijadikan bahan laporan dan untuk pengembangan alat selanjutnya

3.7. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisisi menggunakan dua pendekatan yaitu :

3.7.1. Pendekatan matematis

Penggunaan pendekatan matematis dimaksud untuk menyelesaikan model matematis yang telah dibuat menggunakan *Microsoft Excel*.

3.7.2. Analisis statistik

Analisis statistik yang digunakan, analisis awal menggunakan analisis keragaman tarap nyata 5% dan apabila terdapat perbedaan nyata akan diuji lanjut dengan Analisis Beda nyata (BNJ) pada taraf 5%

3.8. Diagram Alir Penelitian

