

SKRIPSI

**PENGARUH UKURAN BAHAN BAKAR
BATUBARA DAN PELET TONGKOL JAGUNG
TERHADAP PRODUK SYNGAS PADA CO-
GASIFIKASI SISTEM *DOWNDRAFT***



**R.A. ALVIN TRI SATYA
03051381821011**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SKRIPSI

PENGARUH UKURAN BAHAN BAKAR BATUBARA DAN PELET TONGKOL JAGUNG TERHADAP PRODUK SYNGAS PADA CO- GASIFIKASI SISTEM *DOWNDRAFT*

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



Oleh :

R.A. ALVIN TRI SATYA

03051381821011

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH UKURAN BAHAN BAKAR
BATUBARA DAN PELET TONGKOL JAGUNG
TERHADAP PRODUK SYNGAS PADA CO-
GASIFIKASI SISTEM *DOWNDRAFT***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

**R.A. ALVIN TRI SATYA
03051381821011**



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19712251997021001

Palembang, Februari 2020
Diperiksa dan disetujui oleh :
Dosen Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, which appears to be 'Riman', written over a horizontal line.

Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph.D
NIP. 195606041986021001

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. : 07 - 07 - 2020 TM
Diterima Tanggal : 08 - 07 - 2020
Paraf :**



SKRIPSI

**NAMA : R.A. ALVIN TRI SATYA
NIM : 03051381821011
JUDUL : PENGARUH UKURAN BAHAN BAKAR BATUBARA
DAN PELET TONGKOL JAGUNG TERHADAP
PRODUK SYNGAS PADA CO-GASIFIKASI SISTEM
DOWNDRAFT
DIBERIKAN : JANUARI 2019
SELESAI : FEBRUARI 2020**

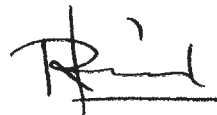


Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yanti, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19712251997021001

Palembang, Februari 2020
Diperiksa dan disetujui oleh :
Dosen Pembimbing,



Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph.D
NIP. 195606041986021001

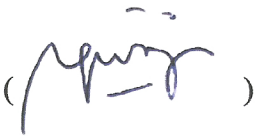
HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul “PENGARUH UKURAN BAHAN BAKAR BATUBARA DAN PELET TONGKOL JAGUNG TERHADAP PRODUK SYNGAS PADA CO-GASIFIKASI SISTEM *DOWNDRAFT*” telah diseminarkan di hadapan Tim Pembahas Skripsi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Februari 2020 dan dinyatakan sah untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

Palembang, 29 Februari 2020

Pembahas :

1. Ir. Hj. Marwani, M.T
NIP. 196503221991022001
2. Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T
NIP. 196005281989031002
3. Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T
NIP. 195908231989031001

()

()

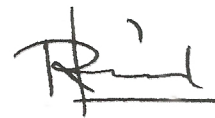
()

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19712251997021001

Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc
NIP. 195606041986021001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : R.A. Alvin Tri Satya

NIM : 03051381821011

Judul : Pengaruh Ukuran Bahan Bakar Batubara dan Pelet Tongkol Jagung Terhadap Produk *Syngas* Pada Co-Gasifikasi Sistem *Downdraft*

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur tersebut dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 29 Februari 2020



R.A. Alvin Tri Satya

NIM. 03051381821011

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : R.A. Alvin Tri Satya

NIM : 03051381821011

Judul : Pengaruh Ukuran Bahan Bakar Batubara dan Pelet Tongkol Jagung Terhadap Produk Syngas Pada Co-Gasifikasi Sistem *Downdraft*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 29 Februari 2020



R.A. Alvin Tri Satya

03051381821011

RINGKASAN

PENGARUH UKURAN BAHAN BAKAR BATUBARA DAN PELET TONGKOL JAGUNG TERHADAP PRODUK SYNGAS PADA CO-GASIFIKASI SISTEM *DOWNDRAFT*

R.A. Alvin Tri Satya, dibimbing oleh Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph.D

THE INFLUENCE OF COAL AND CORNCOB PELLETS FUEL SIZE FOR SYNGAS PRODUCTS ON DOWNDRAFT SYSTEMS OF CO-GASIFICATION

xxi + 47 halaman, 10 tabel, 14 gambar, 7 lampiran

RINGKASAN

Saat ini kebutuhan akan bahan bakar fosil sangatlah besar, namun hal tersebut berbanding terbalik dengan jumlah bahan bakar yang tersedia di dunia saat ini, khususnya di Indonesia. Di Indonesia, jumlah cadangan minyak bumi saat ini diperkirakan hanya cukup untuk persediaan selama 11 tahun kedepan, untuk itu diperlukanlah energi alternatif yang berfungsi untuk mengurangi ketergantungan negara ini terhadap bahan bakar fosil. Semakin menipisnya cadangan minyak bumi di Indonesia dapat memicu percepatan pemberdayaan energi alternatif sebagai tumpuan pemanfaatan energi di Indonesia di masa kedepan. Salah satu energi alternatif yang memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia adalah sumber energi yang berasal dari makhluk hidup atau yang sering disebut dengan biomassa, maka dari itu dibuatlah sebuah alat untuk mengolah biomassa menjadi gas mampu bakar yang disebut dengan alat gasifikasi. Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh ukuran dan rasio campuran bahan bakar terhadap kualitas gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi tersebut. Pengujian dilakukan menggunakan alat gasifikasi sistem *downdraft* dengan campuran batubara dan biomassa sebagai bahan bakar. Data uji adalah dengan memvariasikan ukuran bahan bakar 80, 120, dan 200 *mesh* dengan rasio campuran bahan bakar 2:3. Dari

hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi temperatur paling stabil didapat pada pengujian menggunakan bahan bakar ukuran 80 *mesh*, laju aliran massa bahan bakar dan energi tertinggi yang dihasilkan didapat pada bahan bakar ukuran 200 *mesh*, sedangkan nilai tertinggi pada laju volume aliran *syngas* dan efisiensi gasifikasi juga didapat pada pengujian dengan bahan bakar ukuran 200 *mesh*. Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran bahan bakar, maka kualitas gas yang dihasilkan akan semakin bagus.

Kata Kunci : Fosil, Energi, Alternatif, biomassa, gasifikasi, *Downdraft*, batubara, Rasio, Temperatur, *Syngas*, Efisiensi.

SUMMARY

THE INFLUENCE OF COAL AND CORNCOB PELLETS FUEL SIZE FOR SYNGAS PRODUCTS ON DOWNDRAFT SYSTEMS OF CO-GASIFICATION

R.A. Alvin Tri Satya, supervised by Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph.D

PENGARUH UKURAN BAHAN BAKAR BATUBARA DAN PELET TONGKOL JAGUNG TERHADAP PRODUK SYNGAS PADA CO-GASIFIKASI SISTEM *DOWNDRAFT*

xxi + 47 pages, 10 tables, 14 pictures, 7 attachments

SUMMARY

At present the need for fossil fuels is very large, but this is inversely proportional to the amount of fuel available in the world today, especially in Indonesia. In Indonesia, the current amount of oil reserves is estimated to be sufficient for supplies for the next 11 years, for this reason alternative energy is needed to reduce the country's dependence on fossil fuels. The depletion of petroleum reserves in Indonesia can trigger the acceleration of alternative energy empowerment as a foundation for energy utilization in Indonesia in the future. One alternative energy that has the potential to be developed in Indonesia is an energy source that comes from living things or often referred to as biomass, therefore a device is made to process biomass into a combustible gas called a gasification tool. The test is conducted to determine the effect of the size and ratio of the fuel mixture to the quality of the gas produced from the gasification process. Tests carried out using a gasification system downdraft with a mixture of coal and biomass as fuel. Test data is by varying the size of the fuel 80, 120, and 200 mesh with the fuel mixture ratio is 2: 3. The results showed that the most stable temperature distribution was obtained in testing using 80 mesh size fuel, the highest mass flow rate of fuel and the energy produced was obtained at 200

mesh size fuel, while the highest value at flow volume rate syngas and gasification efficiency were obtained in testing with 200 mesh fuel size. From these tests it can be concluded that the more coal in the fuel mixture, the better the quality of the gas produced.

Keywords : Fossil, Energy, Alternative, Biomass, Gasification, Downdraft, Coal, Ratio, Temperature, Syngas, Efficiency.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang Maha pengasih lagi Maha penyayang, karena berkat rahmat dan hidayat-Nya penulis masih diberi kesehatan dan kesempatan sehingga dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan juga tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Strata I pada jurusan Teknik Mesin di Universitas Sriwijaya dengan judul, “Pengaruh ukuran dan rasio campuran bahan bakar batubara dan tongkol jagung terhadap produk *syngas* pada co-gasifikasi sistem *downdraft*”.

Dalam kesempatan kali ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa saran ataupun kritik, terimakasih juga kepada orang-orang yang telah memberi pengarahan, motivasi, serta bimbingan dan doa kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Univesitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan dan saran.

4. Bapak Ir. Arizal Aswan, M.T selaku Ketua Laboratorium Energi Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan info seputar alat gasifikasi dan beberapa masukan.
5. Bapak dan Ibu Staf Pengajar dan instruktur Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh Staf perpustakaan Universitas Sriwijaya dan Perpustakaan Daerah Palembang, yang telah membantu penulis dalam pencarian referensi.
7. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan, motivasi, serta doa kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Mesin khususnya kelas D3 yang telah membantu menyelesaikan setiap masalah yang penulis hadapi.
9. Orang-orang yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis pun menyadari masih banyak kekeliruan dan kekurangan pada skripsi ini, oleh karenanya diharapkan kritik maupun saran yang sifatnya membangun yang penulis harap demi sempurnanya skripsi ini. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Palembang, November 2019

R.A. Alvin Tri Satya
NIM. 03051381821011

DAFTAR ISI

	Halaman
SKRIPSI	i
SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN AGENDA	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xv
KATA PENGANTAR.....	xvii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR SIMBOL	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metode Pengumpulan Data	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Gasifikasi	7
2.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Gasifikasi	8
2.3 Perhitungan Dasar Gasifikasi.....	10
2.3.1 Perhitungan Keseimbangan Massa	10
2.3.2 Perhitungan Keseimbangan Energi.....	12

2.3.3	Efisiensi Gasifikasi.....	14
2.4	Proses – Proses Pada Reaktor Gasifikasi.....	14
2.5	Jenis Reaktor	16
2.6	Batubara.....	18
2.6.1	Pengertian Batubara	18
2.6.2	Analisa Batubara	20
2.7	Biomassa	21
2.7.1	Pengertian Biomassa	21
2.7.2	Komposisi Biomassa	22
2.7.3	Pemanfaatan Energi Biomassa	22
2.7.4	Tongkol Jagung	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Skema Alat Pengujian	26
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.3	Alat dan Bahan	27
3.3.1	Alat yang Digunakan.....	27
3.3.2	Bahan yang Digunakan	27
3.4	Perencanaan Pengujian	27
3.5	Prosedur Pengujian	28
3.5.1	Persiapan Penelitian	28
3.5.2	Pengujian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1.	Data Hasil Pengujian Variasi	31
4.2.	Pengolahan Data Hasil Pengujian	33
4.2.1	Perhitungan Laju Massa Aliran Bahan Bakar	33
4.2.2	Perhitungan Laju Massa Aliran Udara	34
4.2.3	Perhitungan Energi	35
4.2.4	Perhitungan Massa Jenis <i>Syngas</i>	36
4.2.5	Perhitungan Laju Volume Aliran <i>Syngas</i>	36
4.2.6	Perhitungan Efisiensi Gasifikasi	37
4.3.	Analisa dan Pembahasan.....	38
4.3.1	Perbandingan Pengaruh Variasi Rasio Campuran Bahan Bakar Terhadap Distribusi Temperatur	39

4.3.2	Perbandingan Pengaruh Ukuran dan Rasio Campuran Bahan Bakar Terhadap Laju Massa Aliran Bahan Bakar.....	41
4.3.3	Perbandingan Pengaruh Ukuran dan Rasio Campuran Bahan Bakar Terhadap Energi Yang Dihasilkan	42
4.3.4	Perbandingan Pengaruh Ukuran dan Rasio Campuran Bahan Bakar Terhadap Laju Volume Aliran Syngas	43
4.3.5	Perbandingan Pengaruh Ukuran dan Rasio Campuran Bahan Bakar Terhadap Efisiensi Gasifikasi	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		45
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....		47
LAMPIRAN		49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 : <i>Updraft Gasifier</i>	16
Gambar 2. 2 : <i>Downdraft Gasifier</i>	18
Gambar 2. 3 : Batubara.....	19
Gambar 2. 4 : Teknologi Konversi Biomassa	22
Gambar 2. 5 : Tongkol Jagung	23
Gambar 3. 1 : Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3. 2 : Skema Alat Gasifikasi Sistem <i>Downdraft</i>	26
Gambar 4. 1 : Distribusi Temperatur Untuk Ukuran Bahan Bakar 80 <i>mesh</i>	39
Gambar 4. 2 : Distribusi Temperatur Untuk Ukuran Bahan Bakar 120 <i>mesh</i> ..	39
Gambar 4. 3 : Distribusi Temperatur Untuk Ukuran Bahan Bakar 200 <i>mesh</i> ..	40
Gambar 4. 4 : Perbandingan Laju Massa Aliran Bahan Bakar	41
Gambar 4. 5 : Perbandingan Energi Yang Dihasilkan	42
Gambar 4. 6 : Perbandingan Laju Volume Aliran <i>Syngas</i>	43
Gambar 4. 7 : Perbandingan Efisiensi Gasifikasi	44

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4. 1 : Hasil Pengambilan Data Massa Bahan Bakar Sisa dan Waktu Api Menyala Efektif	31
Tabel 4. 2 : Hasil Pengambilan Data Temperatur	32
Tabel 4. 3 : Hasil Pengambilan Data Tekanan Aliran <i>Syngas</i>	32
Tabel 4. 4 : Hasil Pengambilan Data Analisa <i>Ultimate</i> dan <i>Proximate</i> Bahan Bakar dan <i>Syngas</i>	32
Tabel 4. 5 : Hasil Pengambilan Data Uji Lab Komposisi <i>Syngas</i>	33
Tabel 4. 6 : Massa Jenis Komponen <i>Syngas</i>	36
Tabel 4. 7 : Data Hasil Perhitungan Laju Massa Aliran Bahan Bakar, Energi, Laju Volume Aliran <i>Syngas</i> , dan Efisiensi Gasifikasi	38

DAFTAR SIMBOL

\dot{m}	Laju Massa Aliran	kg/s
m	Massa	kg
t	Waktu Operasional	s
\dot{V}	Laju Volume Aliran	m^3/s
C_d	<i>Coefficient Discharge</i>	
A	Luas Permukaan	m^2
β	Rasio Diameter <i>Orifice</i>	
P	Tekanan	kg/ms^2
ρ	Massa Jenis	kg/m^3
E	Energi	kJ/s
LHV	Nilai Kalor	kJ/kg
C_p	Kalor Jenis	$kJ/kg.K$
T	Suhu	K
η	Efisiensi	%

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.1 Foto Alat Gasifikasi	49
A.2 Foto Komponen Alat Gasifikasi	50
A.3 Foto Alat Bantu Pengujian	51
A.4 Foto Bahan Dan Produk	52
A.5 Foto Proses Pengujian	53
B.1 Tabel Hasil Perhitungan	55
B.2 Hasil Uji Lab Analisa <i>Ultimate</i> dan <i>Proximate</i>	57
B.3 Kartu Asistensi Bimbingan Skripsi	59

salah satu contoh biomassa yang memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia. Dari sisi ketersediaan bahan baku, produksi jagung di Indonesia lima tahun terakhir adalah sekitar 19,6 juta ton dan angka tersebut semakin meningkat setiap tahun (BPS, 2015). Pemilihan tongkol jagung juga dikarenakan campuran tongkol jagung dan batubara memiliki nilai kalor yang cukup besar yaitu sekitar 20,2 MJ/kg, dimana menurut Cahyono (Bertschinger, 2006), syarat nilai kalor minimum bahan bakar gas adalah 5000 kcal/kg atau sekitar 20 MJ/kg. Dari data tersebut, maka potensi pengembangan biomassa berdasarkan tongkol jagung masih sangat besar.

Pemanfaatan biomassa menjadi sumber energi tentunya dilakukan melalui proses-proses tertentu untuk menghasilkan energi siap pakai untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Untuk mengubah biomassa menjadi gas mampu bakar, diperlukanlah sebuah proses yang dinamakan gasifikasi. Gasifikasi adalah proses konversi bahan bakar padat menjadi gas mampu bakar (CO , CH_4 , dan H_2) melalui proses pembakaran dengan *supply* udara terbatas (20-40% udara stoikiometri) (Guswendar, 2012). Namun sebelum melakukan proses gasifikasi diperlukan beberapa analisa dan pengujian agar hasil gasifikasi sesuai dengan apa yang diinginkan. Hasil akhir dari pengujian tersebut adalah untuk mengetahui pengaruh ukuran dan rasio campuran bahan bakar terhadap kualitas *syngas* yang dihasilkan pada proses gasifikasi.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan utama yang dibahas didalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh ukuran (*size*) bahan bakar terhadap energi yang dihasilkan pada proses gasifikasi menggunakan campuran bahan bakar batubara dan biomassa tongkol jagung.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini mencakup beberapa hal. Hal ini bertujuan agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Adapun batasan permasalahan adalah sebagai berikut :

1. Hal yang divariasikan dalam penelitian ini adalah perbandingan ukuran dan rasio campuran bahan bakar.
2. Biomassa yang digunakan dalam proses gasifikasi adalah limbah tongkol jagung yang didapatkan dari berbagai tempat pengolahan jagung yang telah diolah menjadi berbentuk pelet.
3. Hanya menggunakan bahan bakar batu bara dan tongkol jagung
4. Penelitian ini tidak mengkaji nilai ekonomis bahan bakar yang akan digunakan pada proses gasifikasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mencari nilai kalor bahan bakar melalui analisa *Proximate* dan *Ultimate* bahan bakar (Pelet Tongkol jagung dan batubara).
2. Menganalisa pengaruh ukuran bahan bakar terhadap parameter gasifikasi berupa durasi operasional, laju aliran, distribusi temperatur, dan energi yang dihasilkan, serta efisiensi gasifikasi

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan bahan bakar alternatif dengan tujuan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil.
2. Memberi nilai tambah dari limbah sampah biomassa yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan bakar alternatif.

1.6 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan suatu proses pembelajaran yang bersumber dari jurnal, buku, dan situs internet sebagai pedoman untuk pendalaman materi di dalam penelitian dan penulisan sehingga hasil dari penelitian dapat dipertanggungjawabkan.

2. Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data yang ada di lapangan seperti sumber bahan-bahan yang akan digunakan, tempat pengujian, harga bahan serta segala sesuatu yang berhubungan dengan penelitian ini.

3. Metode Eksperimental

Metode ini dilakukan dengan melakukan pengujian langsung menggunakan alat gasifikasi yang telah tersedia di lokasi penelitian.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistem penulisan dalam penyusunan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, dan metode pengumpulan data, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tentang dasar teori yang menjadi landasan dilakukannya penelitian ini berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, yang merupakan komponen utama dari dasar pemikiran yang digunakan dalam pengolahan analisa data hasil penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan tentang konsep penelitian, daftar alat dan bahan, skematik alat, dan peralatan pengujian, serta prosedur penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Basu, P. (2010). Chapter 8 - Biomass Handling. In *Biomass Gasification and Pyrolysis*.
- Higman, C., & van der Burgt, M. (2008). Gasification, 2nd ed. In *Environmental Impact Assessment Review*.
- Japan Institute of Energy. (2008). Buku Panduan Biomassa Asia.
- Kementerian ESDM RI. (2019). Batubara.
- Mathieu, P., & Dubuisson, R. (2002). Performance analysis of a biomass gasifier. *Energy Conversion and Management*.
- McCabe, W., Smith, J.C., & H. (1993). Unit Operation of Chemical Engineering. In *United States of America* (Vol. 5).
- Peatfield, D. (2003). Coal and coal preparation in South Africa - A 2002 review. *Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy*.
- Richana, N., & Sunarti, T. C. (2004). Umbi-umbian. *J.Pascapanen*.
- Rinovianto, G. (2012). *Karakteristik Gasifikasi Pada Updraft Double Gas Outlet*.
- Romli, M., Suprihatin, Indrasti, N. S., & Aryanto, A. Y. (2010). Potensi Limbah Biomassa Pertanian Sebagai Bahan Baku Produksi Bioenergi (Biogas). *Prosiding Semianr Tjipto Utomo Institut Teknologi Nasional*.
- World Coal Institute. (2005). *Sumber Daya Batu Bara*. 1–50.
- Zainuddin, M., Fujiaman, M., Mariani, D., & Aswalatah, M. (2017). Analisis Efisiensi Gasifikasi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBM) Tongkol Jagung Kapasitas 500 KW di Kabupaten Gorontalo. *14(2)*, 192–198.