

**ANALISIS KUALITAS DAN KUANTITAS SYNGAS CO-  
GASIFIKASI BATUBARA DAN AMPAS TEBU METODE  
DOWNDRAFT GASIFIKASI DIKAJI DARI UKURAN BAHAN  
BAKU**



**Diusulkan sebagai persyaratan mata kuliah  
Seminar Tugas Akhir Diploma IV  
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

**OLEH :**

**NATANAEL CHRISTIAN HAMONANGAN  
0618 4041 1417**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**


**“ANALISIS KUALITAS DAN KUANTITAS SYNGAS CO-GASIFIKASI  
BATUBARA DAN AMPAS TEBU METODE DOWNDRAFT  
GASIFIKASI DIKAJI DARI UKURAN BAHAN BAKU”**

OLEH :

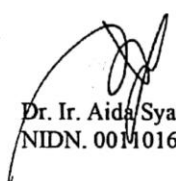
NATANAEL CHRISTIAN HAMONANGAN  
0618 4041 1417

Palembang, Agustus 2022

Pembimbing I

  
Ir. Irawan Rusnadi, M.T.  
NIDN. 0002026710

Pembimbing II

  
Dr. Ir. Aida Syarif, M.T.  
NIDN. 0011016505

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Ir. Jaksen M. Amin, M.Si  
NIP. 19620904199031002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

Srijaya Negara, PALEMBANG 30139  
Telp.0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id.

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji  
Di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
Pada Agustus 2022

**Tim Penguji :**

**Tanda Tangan**

1. Ir. Erwana Dewi, M. Eng  
NIDN. 0014116008

(  )


2. Ibnu Hajar, S.T., M.T.  
NIDN. 0016027102

(  )

3. Dr. Ir. Aida Syarif, M.T  
NIDN. 0011016505

(  )

Palembang, Agustus 2022  
Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
DIV Teknik Energi

  
Ir. Sahrul Effendy A, M. T.  
NIP. 196312231996011001



## ABSTRAK

### ANALISIS KUALITAS DAN KUANTITAS SYNGAS CO-GASIFIKASI BATUBARA DAN AMPAS TEBU METODE *DOWNDRAFT* GASIFIKASI DIKAJI DARI UKURAN BAHAN BAKU

---

(Natanael Christian Hamonangan, 2022. 30 Halaman, 16 Tabel, 8 Gambar, 3 Lampiran)

Batubara merupakan salah satu potensi sumber energi di Indonesia. Potensi terbesar batubara Indonesia terdapat di Pulau Sumatra dan Pulau Kalimantan. Sebagian potensi tersebut juga terdapat di Pulau Jawa, Pulau Sulawesi, Maluku dan Papua. Berdasarkan *Outlook Energi 2019* Pemanfaatan batubara juga akan diarahkan sebagai bahan baku dalam proses *coal gasification* dan *coal liquifaction* serta *DME* untuk meningkatkan nilai tambah

Biomassa adalah segala material biologis (termasuk mikroba) yang berasal dari tanaman atau hewan yang bisa digunakan untuk memproduksi panas dan / atau tenaga, bahan bakar termasuk bahan bakar transportasi, atau sebagai pengganti produk dan material berbasis fosil. Sedangkan tanaman tebu di Indonesia digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula oleh Pabrik Gula. Sisa-sisa penggilingan berupa ampas tebu biasanya kurang dimanfaatkan secara maksimal.

*Co-gasification* merupakan suatu proses konversi bahan bakar padat menjadi gas dari dua material yang berbeda secara bersamaan agar emisi dari pembakaran suatu bahan bakar fosil dapat dikurangi. Bahan baku batubara yang dipakai dalam penelitian ini berasal dari PT. Bukit Asam sedangkan ampas tebu didapatkan dari tempat penjualan es tebu. Dalam penelitian *co-gasifikasi* yang dikaji berdasarkan ukuran bahan baku di dapat komposisi nilai produk CO dan CH<sub>4</sub> *syngas* tertinggi yaitu pada ukuran – 2 cm dengan CO (9,4 %) dan CH<sub>4</sub> (1,8 %) dengan nilai kalor serta *power output* tertinggi yaitu 1,839324272 (KJ/kg) dan 0,000319935 (KW/s)

(*Keyword* : Batubara, Ampas Tebu, Ukuran Bahan Baku, Co-Gasifikasi, Syngas)

## **ABSTRACT**

### ***QUALITY AND QUANTITY ANALYSIS OF CO-GASIFICATION COAL AND SUGARCANE BAGS DOWNDRAFT GASIFICATION METHOD ASSESSED FROM THE SIZE OF RAW MATERIALS***

---

(Natanael Christian Hamonangan, 2022. 30 Pages, 16 Tables, 7 Figures, 3 Appendices)

*Coal is one of the potential energy sources in Indonesia. Indonesia's largest coal potential is on the islands of Sumatra and Kalimantan. Some of this potential is also found in Java, Sulawesi, Maluku, and Papua. Based on the 2019 Energy Outlook Coal utilization will also be directed as a raw material in the process of coal gasification and coal liquefaction as well as DME to increase added value.*

*Biomass is any biological material (including microbes) of plant or animal origin that can be used to produce heat and/or power, fuels including transportation fuels, or as a substitute for fossil-based products and materials. Meanwhile, sugar cane in Indonesia is used as raw material for making sugar by sugar factories. The remnants of milling in the form of bagasse are usually not used optimally.*

*Co-gasification is a process of converting solid fuels into a gas from two different materials simultaneously so that emissions from burning fossil fuels can be reduced. Coal raw materials used in this study came from PT. Bukit Asam, while bagasse is obtained from a place where ice cane is sold. In the study of co-gasification, which was studied based on the size of the raw materials, the composition of the production values of CO and CH<sub>4</sub> syngas was found to be the highest, namely at the size of -2 cm with CO (9.4%) and CH<sub>4</sub> (1.8%) with the highest calorific value and power output Iis 1.839324272 (KJ/kg) and 0.000319935 (KW/s)*

*(Keywords: Coal, Sugarcane Bagasse, Size of Raw Materials, Co-Gasification, Syngas)*

## *Motto*

*Sebab rancangan-Ku bukanlah rancanganmu, dan jalanmu bukanlah jalan-Ku, demikianlah firman Tuhan.*

*Seperti tingginya langit dari bumi, demikianlah tingginya jalan-Ku dari jalanmu dan rancangan-Ku dari rancanganmu.*

*Yesaya 55:8-9*

*Mintalah, maka akan diberikan kepadamu; carilah, maka kamu akan mendapat; ketoklah, maka pintu akan dibukakan bagimu.*

*Matius 7:7*

*Do Your Best and Let God Do The Rest.*

*Palembang, Juli 2022*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kualitas Dan Kuantitas *Syngas Co-Gasifikasi* Batubara Dan Ampas Tebu Metode *Downdraft* Gasifikasi Dikaji Dari Ukuran Bahan Baku” dengan bpaik.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, membimbing dan mendukung kelancaran penulisan Laporan Tugas Akhir ini. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Carlos R.S., S.T., M.T. selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Ir. Jaksen, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ahmad Zikri, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Sahrul Effendy A, M.T. selaku Koordinator Program Studi D-IV Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
6. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
7. Dr. Ir. Aida Syarif, M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Kimia serta staff administrasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Papa, Mama, Kak Etak dan Kak Rut yang selalu mendukung dan memberi nasehat dalam setiap susah dan senang dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan selama Tugas Akhir yaitu Aida, Lena dan Edison atas kerjasama dan bantuannya.
11. Teman-teman kosan yang selalu membantu saat pengerjaan Tugas Akhir ini yaitu Dendi Osfaldo, Venny Krysthin, Vero Silaen, Laila, Okta Manurung, dan Ricardo Alex Tampubolon
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca, yang tentunya akan mendorong penulis untuk berkarya lebih baik lagi pada kesempatan yang akan datang. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Agustus 2022

Penulis



# DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>

## **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Manfaat .....	3
1.4 Rumusan Masalah .....	2

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Batubara .....	4
2.1.1 Karakteristik Batubara .....	5
2.2 Ampas Tebu .....	6
2.2.1 Karakteristik Ampas Tebu .....	6
2.3 Gasifikasi .....	7
2.3.1 Gasifikasi Downdraft .....	7
2.4 Tahap Gasifikasi.....	8
2.5 Gasifying Agent .....	10
2.6 Co-Gasifikasi.....	11
2.7 Gas Sintesa ( <i>syngas</i> ) .....	12
2.8 Pengaruh Ukuran Batubara dan Biomassa Terhadap Syngas .....	13
2.9 Perhitungan Gasifikasi.....	14
2.9.1 <i>Fuel Consumption Rate</i> (FCR) .....	14
2.9.2 <i>Air Fuel Rasio</i> (AFR) Aktual .....	14
2.9.3 <i>Spesific Gasification Rate</i> (SGR) .....	14
2.9.4 <i>Spesific Production Gasification Rate</i> (SPGR) .....	14
2.9.5 <i>Power Output</i> .....	15

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.2.1 Alat.....	16
3.2.2 Bahan .....	17
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	18
3.3.1 Perlakuan Percobaan.....	18

3.3.2 Rancangan Percobaan .....	18
3.3.3 Diagram Alir Proses Penelitian.....	19
3.4 Prosedur Penelitian.....	20
3.5 Analisa Hasil .....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian .....	22
4.1.1 Data Analisa Nilai Kalor, Nilai Proksimat dari Bahan Baku.....	21
4.1.2 Data Variasi Ukuran Bahan Baku terhadap Perubahan Temperatur Gasifikasi, Lama Nyala Api dan Komposisi <i>syngas</i> ...	24
4.1.3 Data Variasi Perhitungan Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap <i>SPGR</i> dan <i>Power Output</i> .....	24
4.2 Pembahasan.....	24
4.2.1 Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap Komposisi <i>Syngas</i> .....	25
4.2.2 Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap Kenaikan Pembakaran...	26
4.2.3 Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap Nilai Kalor <i>Syngas</i> .....	27
4.2.4 Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap <i>SPGR</i> .....	27
4.2.5 Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap <i>Power Output</i> .....	28
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	29
4.2 Saran.....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>34</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Nilai Analisa Proksimate Setiap Jenis Batubara.....	4
2.2 Nilai Analisa Ultimate Setiap Jenis Batubara.....	5
2.3 Nilai Analisa Proksimate dan Ultimate Ampas Tebu.....	5
2.4 Rentang <i>heating value syn-gas</i> dengan berbagai jenis gasifying agent .....	10
2.5 Perbandingan Komposisi Syn-Gas Antara Gasiyfing Udara Dan Oksigen Dengan Berbagai Bahan.....	10
2.6 Target kualitas produk <i>syngas</i> berdasarkan komponen penyusun .....	11
2.7 Gas Hasil dari Gasifikasi Batubara .....	12
3.1 Komponen Alat Upgrading Gasifikasi <i>Co-Firing</i> sistem <i>downdraft</i> .....	13
3.2 Variasi Perlakuan terhadap sampel .....	14
3.3 Analisa Rancangan Metode Percobaan .....	16
4.1 Nilai Kalor (GCV) dan Proksimat Bahan Baku .....	21
4.2 Pengaruh Ukuran Batubara dan Ampas Tebu dalam Waktu Proses terhadap Perubahan Temperatur Gasifikasi .....	22
4.3 Pengaruh Ukuran Batubara dan Ampas Tebu Temperatur Pembakaran Terhadap Lama Nyala Api.....	23
4.4 Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap Komposisi <i>Syngas</i> .....	23
4.5 Data Perhitungan Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap <i>SPGR</i> .....	23
4.6 Data Perhitungan Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap <i>Power Output</i> .....	23

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Potensi DMO Batubara 2021-2025 .....	1
2.1 Skema Downdraft .....	7
3.1 Seperangkat alat gasifikasi batubara tipe <i>downdraft</i> .....	15
3.2 Diagram Alir Proses Penelitian.....	17
4.1 Grafik Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap Komposisi <i>Syngas</i> .....	24
4.2 Grafik Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap Kenaikan Temperatur Pembakaran .....	26
4.3 Grafik Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap Nilai Kalor <i>Syngas</i> .....	27
4.4 Grafik Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap <i>Spesific Gasification Rate (SGR)</i> .....	28
4.5 Grafik Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap <i>Spesific Gasification Production Rate (SPGR)</i> .....	29
4.6 Grafik Pengaruh Ukuran Bahan Baku Terhadap <i>Power Output</i> yang dihasilkan.....	29