

TESIS

PRODUKSI *SYNGAS* DARI CO-GASIFIKASI AMPAS TEBU DAN BATUBARA PADA PROSES GASIFIKASI TIPE *DOWNDRAFT*



**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Mata Kuliah Seminar Tesis
Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Megister Terapan
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

**M. Harry Kurniansyah
062150443034**

**PROGRAM MAGISTER TERAPAN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul “**Produksi syngas dari co-gasifikasi ampas tebu dan batubara pada proses gasifikasi tipe *downdraft***” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya pada tanggal 22 Juli 2023.

Palembang, 22 Juli 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Tesis

Ketua:

Dr. Ir. H. M. Yerizam, M. T ()
NIP 196107091989031002

Anggota:

1. Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si. IPM ()
NIP 196711191993032003
2. Dr. Yohandri Bow, ST., MS. ()
197110232994031002
3. Dr. H. M. Syahirman Yusi, MS. ()
195808171993031001

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan
Program Magister Terapan**

**Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM
NIP 196711191993032003**

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TESIS

PRODUKSI SYNGAS DARI CO-GASIFIKASI AMPAS TEBU DAN BATUBARA PADA PROSES GASIFIKASI TIPE *DOWNDRAFT*

Oleh:

**M. Harry Kurniansyah
062150443034**

Palembang, Juli 2023
Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si.
NIP 196410231992031001

Dr. Ir. Aida Syarif, M.T.
NIP 196501111993032001

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan
Program Magister Terapan**

**Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si. IPM
NIP 196711191993032003**

RINGKASAN

PRODUKSI SYNGAS DARI CO-GASIFIKASI AMPAS TEBU DAN BATUBARA PADA PROSES GASIFIKASI TIPE *DOWNDRAFT*

Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis, Juli 2023

M. Harry Kurniansyah; Dibimbing oleh Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si. dan Dr. Ir. Aida Syarif, M.T.

Syngas production from Co-Gasification of Bagasse and Coal in downdraft gasifier

xiv + 52 halaman, 8 tabel, 25 gambar, 4 lampiran (18 halaman)

Komitmen Indonesia untuk melakukan upaya menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 29% di tahun 2030 adalah dengan meningkatkan peran energi baru dan terbarukan secara terus menerus. salah satu upaya Pemerintah Indonesia adalah dengan mengurangi penggunaan energi fosil yakni batubara dan menambah penggunaan sumber energi terbarukan yakni biomassa. Salah satu biomassa yang cukup melimpah dan belum dimanfaatkan secara efektif adalah biomassa ampas tebu. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik batubara dan ampas tebu melalui analisa *proximate*, analisa *ultimate* dan mempelajari pengaruh rasio campuran batubara dan ampas tebu dan pengaruh nilai kalor dari batubara dan ampas tebu pada process co-gasifikasi terhadap *syngas* yang dihasilkan dengan menggunakan peralatan gasifier tipe *downdraft*. Dari hasil analisa laboratorium diketahui bahwa semakin tinggi kandungan *fixed carbon* dari pada analisa *proximate* dan kandungan karbon dari analisa *ultimate* maka nilai kalor batubara/ampas tebu juga semakin tinggi. Sedangkan dari hasil penelitian diketahui bahwa rasio campuran batubara dan ampas tebu pada process co-gasifikasi berbanding lurus dengan kandungan produk *syngas* yang dihasilkan dimana campuran batubara 5.191 cal/gr dan ampas tebu dengan rasio 100% menghasilkan produk *syngas* dengan kandungan CO & H₂ tertinggi yakni 19.56% dan 10.28%. Selain itu pengaruh nilai kalor batubara dan ampas tebu pada process co-gasifikasi berbanding lurus terhadap kandungan produk *syngas* yang dihasilkan seperti CO, CH₄ dan H₂ dan berbanding terbalik terhadap kandungan CO₂ dimana batubara dengan nilai kalor 5.191 cal/gr menghasilkan *syngas* dengan kandungan CO 9.56%, H₂ 10.28%, CH₄ 5.5% dan CO₂ 4.8%.

Kata kunci: Batubara, Ampas Tebu, Co-gasifikasi, *Downdraft*, *Syngas*.

SUMMARY

SYNGAS PRODUCTION FROM CO-GASIFICATION OF BAGASSE AND COAL IN DOWNDRAFT GASIFIER

Scientific Paper in the form of Thesis, Juli 2023

M. Harry Kurniansyah; Supervised by oleh Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si. dan Dr. Ir. Aida Syarif, M.T.

Produksi *syngas* dari co-gasifikasi ampas tebu dan batubara pada proses gasifikasi tipe *downdraft*.

xiv + 52 pages, 8 tables, 25 pictures, 4 attachment (18 pages)

The Indonesian government's commitment to reduce greenhouse gas emissions by 29% in 2030 was achieved by increasing the role of new and renewable energy continuously. One of the government's efforts was to reduce the use of fossil energy, namely coal, and increase the use of renewable energy sources, namely biomass. One of the most abundant and underutilized biomasses is sugarcane bagasse. The research was conducted to determine the characteristics of coal and sugarcane bagasse through proximate analysis and ultimate analysis and to study the effect of the coal and sugarcane bagasse mixture ratio and the calorific value of coal and sugarcane bagasse on the co-gasification process towards the resulting syngas using a downdraft gasifier. From the laboratory analysis results, it was known that the higher the fixed carbon content of the proximate analysis and the carbon content of the ultimate analysis, the higher the calorific value of coal or sugarcane bagasse. Meanwhile, from the research, it was known that the coal and sugarcane bagasse mixture ratio in the co-gasification process is directly proportional to the content of the resulting syngas products, where a mixture of coal with a calorific value of 5.191 cal/gr and 100% sugarcane bagasse produced syngas products with the highest CO and H₂ content of 19.56% and 10.28%, respectively. In addition, the effect of the calorific value of coal and sugarcane bagasse on the co-gasification process is directly proportional to the content of the resulting syngas products such as CO, CH₄, and H₂ and inversely proportional to the CO₂ content, where coal with a calorific value of 5.191 cal/gr produced syngas with a CO content of 9.56%, H₂ 10.28%, CH₄ 5.5%, and CO₂ 4.8%.

Keywords: Coal, Bagasse, Co-gasification, Downdraft, Syngas.

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **M. Harry Kurniansyah**

NPM : **06215044303**

Judul Tesis : **Produksi *syngas* dari co-gasifikasi ampas tebu dan batubara pada proses gasifikasi tipe *downdraft*.**

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi Pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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

Palembang, Juli 2023

M. Harry Kurniansyah
NPM 062150443034

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **M. Harry Kurniansyah**

NPM : **06215044303**

Judul Tesis : **Produksi *syngas* dari co-gasifikasi ampas tebu dan batubara pada proses gasifikasi tipe *downdraft*.**

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Politeknik Negeri 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, Juli 2022

M. Harry Kurniansyah
NPM 062150443034

RIWAYAT HIDUP



M. Harry Kurniansyah, lahir pada tanggal 16 Desember 1983, di Palembang, Sumatera Selatan. Penulis pertama kali masuk pendidikan formal di Madrasah Ibtidaiyah (MI) Hijjah II Palembang dan selesai pada tahun 1995. Setelah lulus dari Madrasah Ibtidaiyah penulis melanjutkan pendidikan di SLTP Negeri 7 Palembang dan selesai pada tahun 1998. Setelah lulus dari SLTP, penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Farmasi (SMF) Departemen Kesehatan Palembang dan selesai pada tahun 2001. Pada tahun 2001 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang Jurusan Teknik Kimia dan selesai pada tahun 2004 kemudian Penulis langsung melanjutkan studi S1 Teknik Kimia extension di Universitas Sriwijaya dan selesai pada tahun 2008. Pada tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis memulai karir sebagai *Apprentice Field Operator* pada departemen Operation di ConocoPhillips Indonesia Inc. Ltd ditahun 2004 dimana perekrutannya melalui kerjasama dengan Politeknik Negeri Swijaya, Selanjutnya ditahun 2014 dipromosikan sebagai supervisor Operation di Sumpal Asset Conocophillips Indonesia. Inc. Ltd. Tahun 2022 Conocophillips Indonesia Inc. Ltd di akuisisi oleh Medco Energy Indonesia.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tesis dengan **judul “Produksi Syngas Dari Co-Gasifikasi Ampas Tebu Dan Batubara Pada Proses Gasifikasi Tipe *Downdraft*”**. Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan mata kuliah Seminar Tesis Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penyusunan laporan Tesis ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Carlos RS, S.T., M.T., selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si. IPM, selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya,
4. Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si, selaku Dosen pembimbing I di Program Studi Teknik Energi Terbarukan.
5. Dr. Ir. Aida Syarif, M.T., selaku Dosen pembimbing II di Program Studi Teknik Energi Terbarukan,
6. Segenap Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Energi Terbarukan
7. Teman2 seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Energi Terbarukan angkatan 2021.
8. Keluarga tercinta terutama kepada orang tua, istri dan anak2 yang telah memberi dukungan, menjadi motivasi, dan mendoakan tiada henti.

Dengan adanya laporan Tesis ini penulis mengharapkan semoga penelitian ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan dan menunjang perkembangan ilmu pengetahuan secara umum.

Palembang, Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
RINGKASAN	iv
SUMMARY	v
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan masalah	4
1.3. Tujuan penelitian.....	5
1.4. Manfaat penelitian.....	5
1.5. Hipotesa	5
1.6. Kebaruan (Novelty)	6
1.7. Kerangka berpikir penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Batubara	8
2.1.1 Cadangan dan Produksi Batubara.....	9
2.2 Biomassa	10
2.2.1 Karakteristik Biomassa.....	10
2.3 Ampas Tebu	12
2.4 Konversi biomassa	13
2.5 Gasifikasi	14
2.5.1 Gasifikasi batubara	16
2.5.2 Gasifikasi Biomassa	16
2.5.3 Co-gasifikasi	16
2.6 Tipe gasifikasi	16
2.6.1 Fixed Bed and Moving Bed Gasifier.....	17
2.6.1.1 Updraft gasification.....	17
2.6.1.2 Dwindraft gasification	18
2.6.1.3 Inverted Dwindraft Gasifier	19
2.6.1.4 Cross draft gasification	19
2.6.2 Fluidized Bed Gasifier.....	20
2.6.3 Entrained Flow Gasifier	21
2.7 Agen Gasifikasi	22
2.8 Syngas	22
2.8.1 Karakteristik Syngas.....	23
2.8.2 Manfaat Syngas	23
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	25

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.2. Bahan dan Alat	25
3.2.1. Bahan dan Supporting Penelitian	25
3.2.2. Alat	25
3.2.2.1. Sejarah peralatan <i>gasifier</i> yang digunakan.....	26
3.2.2.2. Upgrade peralatan.....	26
3.3. Prosedur penelitian.....	27
3.3.1. Persiapan Bahan Baku.....	27
3.3.2. Karakteristik Bahan baku	27
3.3.3. Persiapan peralatan	27
3.3.4. Prosedur Co-Gasifikasi.....	27
3.3.5. Pengambilan data temperatur dan sampel	28
3.3.6. Analisa hasil sample <i>syngas</i>	28
3.3.7. Diagram Alir Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Data karakteristik bahan baku batubara dan ampas tebu	30
4.1.1 Data Nilai kalor	30
4.1.2 Data Analisa <i>Proximate & Ultimate</i>	30
4.2 Data hasil penelitian co-gasifikasi	31
4.2.1 Data hasil percobaan temperatur reaktor terhadap lama waktu co-gasifikasi	31
4.2.2 Data hasil percobaan % komposisi <i>syngas</i> dengan variasi rasio batubara dan ampas tebu.....	32
4.3 Pembahasan Hasil Penelitian.....	33
4.3.1 Karakteristik bahan baku.....	33
4.3.1.1 <i>Nilai kalor batubara dan ampas tebu</i>	33
4.3.1.2 <i>Analisa proximate batubara dan ampas tebu</i>	34
4.3.1.3 <i>Analisa Ultimate batubara dan ampas tebu murni</i>	36
4.3.2 Pengaruh Rasio batubara dan ampas tebu terhadap laju co-gasifikasi	39
4.3.2.1 <i>Rasio Batubara, A1 & ampas tebu, B</i>	39
4.3.2.2 <i>Rasio Batubara, A2 & ampas tebu, B</i>	40
4.3.2.3 <i>Rasio Batubara, A3 & ampas tebu, B</i>	42
4.3.3 Pengaruh rasio batubara dan ampas tebu terhadap produk <i>syngas</i> yang dihasilkan	43
4.3.3.1 <i>Rasio Batubara, A1 & ampas tebu, B</i>	43
4.3.3.2 <i>Rasio Batubara, A2 dan ampas tebu, B</i>	44
4.3.3.3 <i>Rasio Batubara, A3 dan ampas tebu, B</i>	46
4.3.4 Pengaruh nilai kalor batubara & Ampas tebu terhadap komposisi <i>syngas</i> yang dihasilkan	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi dan rentang komponen peringkat Batubara	9
2. Data analisa <i>proximate</i> , <i>ultimate</i> biomassa.....	11
3. Karakteristik <i>syngas</i> berdasarkan <i>gasifying agent</i>	22
4. Kandungan CO & H ₂ yang dibutuhkan untuk pemanfaatan syngas dalam produksi bahan kimia	24
5. Data Nilai Kalor batubara dan ampas tebu	30
6. Data analisa <i>Proximate</i> dan analisa <i>Ultimate</i> batubara dan ampas tebu.....	30
7. Data hasil percobaan co-gasifikasi batubara dan ampas tebu	31
8. Data % komposisi syngas dengan variasi rasio batubara dan ampas tebu.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Strategi untuk mencapai zero emisi tahun 2050	2
2. Kerangka Berpikir Peneliti.....	7
3. <i>Fixed Bed and Moving Bed Gasifier</i>	17
4. Skema <i>updraft gasification</i>	18
5. Skema <i>downdraft gasifier</i>	18
6. <i>Inverted Downdraft Gasifier</i>	19
7. Skema <i>crossdraft gasification</i>	20
8. <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	21
9. <i>Entrained Flow Gasifier</i>	21
10. Manfaat Syngas dalam berbagai bidang.....	24
11. Peralatan Co-Gasifikasi tipe <i>downdraft</i>	27
12. Diagram Alir Penelitian	29
13. Nilai kalor batubara dan ampas tebu murni	33
14. Analisa <i>proximate Moisture</i> dan <i>Ash content</i>	34
15. Analisa <i>proximate Volatile matter</i> dan <i>Fixed carbon</i>	35
16. Analisa <i>ultimate Carbon</i> dan <i>Oxygen</i>	37
17. Analisa <i>ultimate Hydrogen</i>	38
18. Analisa <i>ultimate Nitrogen</i> dan <i>Sulfur</i>	38
19. Grafik laju co-gasifikasi batubara A1 dan ampas tebu B dengan rasio 100%-0%.....	39
20. Grafik laju co-gasifikasi batubara A2 dan ampas tebu B dengan rasio 100%-0%.....	41
21. Grafik laju co-gasifikasi batubara A3 dan ampas tebu B dengan rasio 100%-0%.....	42
22. Grafik Komposisi Syngas batubara, A1 & Ampas Tebu, B dengan rasio 100%-0%.....	44
23. Grafik Komposisi Syngas batubara, A2 & Ampas Tebu, B dengan rasio 100%-0%.....	45
24. Grafik Komposisi Syngas batubara, A3 & Ampas Tebu, B dengan rasio 100%-0%.....	47
25. Grafik Komposisi Syngas untuk sampel batubara dan ampas tebu.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peralatan gasifikasi.....	53
2. Dokumentasi percobaan	54
3. Hasil analisa bahan Baku & <i>syngas</i>	56
4. <i>Acceptance Letter</i> dan Jurnal	57