

**KARAKTERISASI SYNGAS DARI PROSES GASIFIKASI  
DOWNDRAFT BATUBARA PADA ABSORBER DENGAN  
VARIASI LAJU ALIR ABSORBEN**



**Disusun sebagai salah satu syarat  
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)  
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

**OLEH :**

**FEBRAN AGUM PRATAMA  
061740411498**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**KARAKTERISASI SYNGAS DARI PROSES GASIFIKASI DOWNDRAFT  
BATUBARA PADA ABSORBER PADA DENGAN  
VARIASI LAJU ALIR ABSORBEN**

**OLEH :**


**FEBRAN AGUM PRATAMA  
0617 4041 1498**

**Palembang, Agustus 2021**

**Menyetujui,  
Pembimbing I,**

**Pembimbing II,**

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

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

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia**





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
Jalan Srijaya Negara, PALEMBANG 30139  
Telp.0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimla@polsri.ac.id.



Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji  
di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
pada tanggal 29 Juli 2021

Tim Penguji :


1. Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T  
NIDN 0004046101
2. Rima Daniar, S.ST.,M.T  
NIDN 2022029201
3. Zurohaina, S.T.,M.T  
NIDN 0018076707

Tanda Tangan

(  )  
(  )  
(  )

Palembang, Agustus 2021

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
DIV Teknik Energi

  
Ir. Sahrul Effendi A, M.T  
NIP 196312231996011001

## ABSTRAK

### KARAKTERISASI SYNGAS DARI PROSES GASIFIKASI *DOWNDRAFT* BATUBARA PADA ABSORBER DENGAN VARIASI LAJU ALIR ABSORBEN

---

(Febran Agum Pratama, 2021, 45 halaman, 8 tabel, 14 gambar, 4 lampiran)

Salah satu diversifikasi energi batubara yaitu melalui peningkatan pemanfaatan batubara kualitas rendah menjadi gas melalui proses gasifikasi batubara. Proses gasifikasi batubara akan menghasilkan gas produser berupa gas sintetis (*syngas*) dengan komponen utama terdiri dari karbon monoksida (CO), hidrogen (H<sub>2</sub>), dan metana (CH<sub>4</sub>). Selain komponen utama tersebut *syngas* juga masih memiliki kandungan senyawa pengotor yaitu CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S, kehadiran gas tersebut dapat menurunkan kualitas *syngas* serta dapat menyebabkan korosi pada peralatan, sehingga perlu dilakukan proses pemurnian pada *syngas* agar kualitas *syngas* semakin tinggi dan korosi pada peralatan semakin kecil. Proses pemurnian *syngas* menggunakan absorber tipe *packed column* dengan air (H<sub>2</sub>O) sebagai absorben. Berdasarkan uji variasi laju alir absorben air menunjukkan bahwa hasil pemurnian terbaik diperoleh dengan menggunakan laju alir 2 L/menit dengan efektivitas penyerapan CO<sub>2</sub> sebesar 39,87%, dimana kadar CO<sub>2</sub> setelah pemurnian 2,82%, kadar H<sub>2</sub>S setelah pemurnian 12 ppm, kadar CH<sub>4</sub> setelah pemurnian menjadi 3,87% dan nilai kalor *syngas* setelah pemurnian yaitu 1,769 Mj/kg serta *power output* yang dihasilkan yaitu 2,45 kW

Kata Kunci : Gasifikasi *Downdraft* , *Syngas*, Absorber, Absorben, H<sub>2</sub>O

**ABSTRACT**  
**CHARACTERIZATION SYNGAS OF COAL DOWNDRAFT  
GASIFICATION PROCESS IN ABSORBER WITH VARIATIONS OF  
ABSORBENT FLOW RATE**

---

(Febran Agum Pratama, 2021, 45 pages, 8 tables, 14 pictures, 4 attachments )

One of the diversification of coal energy is through increasing the utilization of low quality coal into gas through the coal gasification process. The coal gasification process will produce producer gas in the form of synthetic gas (syngas) with the main components consisting of carbon monoxide (CO), hydrogen (H<sub>2</sub>), and methane (CH<sub>4</sub>). In addition to these main components, syngas also contains impurities, namely CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>S, the presence of these gases can reduce the quality of syngas and can cause corrosion in equipment, so it is necessary to carry out a purification process on syngas so that the quality of syngas is higher and corrosion on equipment is smaller. The syngas purification process uses a packed column type absorber with water (H<sub>2</sub>O) as the absorbent. Based on the variation of the water absorbent flow rate test, it showed that the best purification results were obtained using a flow rate of 2 L/min with a CO<sub>2</sub> absorption effectiveness of 39.87%, where the CO<sub>2</sub> content after purification was 2.82%, the H<sub>2</sub>S content after purification was 12 ppm, the CH<sub>4</sub> content after purification it becomes 3.87% and the calorific value of syngas after purification is 1.769 MJ/kg and the resulting power output is 2.45 kW

Keywords : Downdraft Gasification, Syngas, Absorber, Absorben, H<sub>2</sub>O

## *MOTTO DAN PERSEMBAHAN*

### *MOTTO*

- ❖ “Kamu tidak bisa kembali dan mengubah masa lalu, maka dari itu tataplah masa depan dan jangan buat kesalahan yang sama dua kali.
  
- ❖ “Sedikit pengetahuan yang diterapkan jauh lebih berharga ketimbang banyak pengetahuan yang tak dimanfaatkan.
  
- ❖ “Sesungguhnya allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri (Q.S. Ar Ra’d :13)

### *Kupersembahkan Untuk :*

- Allah Subhanahu Wata’ala
- Kedua Orang Tua dan saudara saudariku
- Kedua Dosen Pembimbingku
- Teman-teman kelas 8 EGA
- Tim Gasifikasi Batubara 2021
- Almamaterku

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir (TA) tepat pada waktunya, laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi.

Penulis menyusun laporan ini berdasarkan hasil pengamatan dan analisa yang diperoleh saat melakukan penelitian di Laboratorium Teknik Kimia dan Laboratorium Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia. Dalam melaksanakan penelitian ini penulis banyak menerima bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ir. Jaksen M. Amin, M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ahmad Zikri, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ir. Sahrul Effendy, M.T selaku Koordinator Program Studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Irawan Rusnadi, M.T selaku Pembimbing I Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Dr. Ir. Aida Syarif, M.T selaku Pembimbing II Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Ir. Hj. Sutini Pujiastuti Lestari., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik Kelas EGA Angkatan 2017.
8. Bapak/Ibu Dosen, Staf, dan Teknisi Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Kedua orang tua yang selalu mendoakan tiada henti dan telah memberi dukungan moral maupun material. Terima kasih atas segala kerja keras dan perjuangan yang telah dilakukan hingga saya bisa menyelesaikan kuliah dan laporan akhir ini.
10. Teman-teman kelas 8 EGA angkatan 2017 yang selalu saling memberikan semangat dan dukungan selama kuliah.

11. Teman teman satu kelompok alat gasifikasi: Elza, Dicky dan Veti untuk perjuangan yang dilalui dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Teman-teman seperjuangan angkatan 2017 Teknik Energi
13. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak guna kesempurnaannya di masa mendatang. Semoga uraian dalam laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Juli 2021

Penulis



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Batubara .....	4
2.1.1 Karakteristik Batubara .....	4
2.2 Gasifikasi.....	5
2.2.1 Gasifikasi <i>Downdraft</i> .....	5
2.2.2 Tahapan Gasifikasi .....	6
2.3 Gas <i>Syntesa</i> .....	8
2.4 Proses Pemurnian <i>Syngas</i> .....	9
2.5 Absorber .....	10
2.5.1 Absorpsi Fisika.....	10
2.5.2 Absorpsi Kimia .....	12
2.5.3 Faktor yang Mempengaruhi Absorpsi .....	12
2.6 Absorben .....	13
2.6.1 Pemilihan Absorben.....	13
2.7 Kolom Absorpsi .....	15
2.7.1 Menara <i>Packed Bed</i> .....	16
2.7.2 Keunggulan Menara <i>Packed Bed</i> .....	17
2.7.3 Kelemahan Menara <i>Packed Bed</i> .....	17
2.7.4 Ketentuan Isian dari Menara <i>Packed Bed</i> .....	17
2.8 <i>Pressure Drop</i> pada <i>Packed Bed Column</i> .....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>19</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.2 Alat dan Bahan .....	19
3.2.1 Alat yang digunakan.....	19
3.2.2 Bahan yang digunakan .....	19

3.3	Perlakuan dan Rancangan Percobaan .....	20
3.3.1	Perlakuan Percobaan .....	20
3.3.2	Rancangan Percobaan.....	20
3.3.3	Diagram Alir Penelitian.....	21
3.4	Pengamatan.....	22
3.5	Prosedur Penelitian .....	22
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1	Hasil Penelitian.....	26
4.1.1	Data Pengaruh Variasi Laju Alir Absorben Terhadap Komposisi Syngas .....	26
4.1.2	Data Pengaruh Variasi Laju Alir Absorben Terhadap Efektivitas Penyerapan CO <sub>2</sub> dan H <sub>2</sub> S .....	27
4.1.3	Data Pengaruh Variasi Laju Alir Absorben Terhadap Nilai Kalor <i>Syngas</i> .....	27
4.1.4	Data Perhitungan Variasi Laju Alir Absorben Terhadap Potensi Energi <i>Syngas (Power Output)</i> ...	27
4.2	Pembahasan Hasil Penelitian.....	27
4.2.1	Pengaruh Laju Alir Absorben Terhadap Penyerapan Kadar Gas Karbondioksida (CO <sub>2</sub> ) dan Efektivitas Penyerapan CO <sub>2</sub> .....	27
4.2.2	Pengaruh Laju Alir Absorben Terhadap Penyerapan Kadar H <sub>2</sub> S dan Efektivitas Penyerapan H <sub>2</sub> S.....	29
4.2.3	Pengaruh Laju Alir Absorben Terhadap Kadar Gas Metana (CH <sub>4</sub> ).....	31
4.2.4	Pengaruh Laju Alir Absorben Terhadap Nilai Kalor <i>Syngas</i> .....	32
4.2.4	Pengaruh Laju Alir Absorben Terhadap Potensi <i>Power Output Syngas</i> .....	33
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>34</b>
5.1	Kesimpulan.....	34
5.2	Saran .....	34
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>35</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Target Kualitas Produk Syngas Berdasarkan Komponen Penyusun .....	8
Tabel 2.2 Gas Hasil dari Gasifikasi Batubara .....	8
Tabel 2.3 Kelarutan Gas Terhadap Air .....	11
Tabel 3.2 Analisa Rancangan Metode Percobaan.....	19
Tabel 4.1 Hasil Analisa Komposisi <i>Syngas</i> .....	26
Tabel 4.2 Efektivitas Penyerapan $\text{CO}_2$ dan $\text{H}_2\text{S}$ .....	27
Tabel 4.3 Nilai Kalor <i>Syngas</i> .....	27
Tabel 4.4 <i>Power Output Syngas</i> .....	27

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Nilai Analisa Proksimat Jenis Batubara .....	4
Gambar 2.2 Nilai Ultimat Jenis Batubara .....	5
Gambar 2.3 Skema <i>Downdraft</i> dan Distribusi Suhu Pada Gasifier .....	6
Gambar 2.4 Grafik Keterlarutan Air Terhadap Gas ( $\text{CH}_4$ , $\text{CO}_2$ , $\text{H}_2\text{S}$ ).....	12
Gambar 2.5 Menara <i>Packed Bed</i> .....	15
Gambar 3.1 Satu Set Alat Gasifikasi Batubara Tipe <i>Downdraft</i> .....	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	21
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Laju Alir Absorben Terhadap Kadar Gas Karbondioksa ( $\text{CO}_2$ ) .....	28
Gambar 4.2 Grafik Efektivitas Penyerapan $\text{CO}_2$ .....	29
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Laju Alir Absorben Terhadap Kadar $\text{H}_2\text{S}$ .....	29
Gambar 4.4 Grafik Efektivitas Penyerapan $\text{H}_2\text{S}$ .....	30
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Laju Alir Absorben Terhadap Kadar Gas Metana ( $\text{CH}_4$ ) .....	31
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Laju Alir Absorben Terhadap Nilai Kalor Pada Syngas .....	32
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Laju Alir Absorben Terhadap Potensi Energi <i>Syngas (Power Output)</i> .....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
I. Data Pengamatan .....	37
II. Perhitungan .....	39
III. Gambar Alat dan Bahan.....	42
IV. Surat- Surat .....	45