

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR CODE/STANDARD.....	xi
EXECUTIVE SUMMARY .....	xii
INTISARI .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
BAB II.....	15
URAIAN PROSES .....	15
2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku .....	15
2.2 Tahap Sintesis .....	17
2.3 Tahap Pemurnian .....	18
BAB III .....	21
SPESIFIKASI BAHAN .....	21
3.1. Bahan Baku.....	21
3.2. Bahan Pendukung .....	22
3.3. Produk.....	23
BAB IV .....	25
DIAGRAM ALIR KUALITATIF DAN KUANTITATIF .....	25
BAB V .....	28
NERACA MASSA .....	28
5.1 Neraca Massa Overall (Input).....	28
5.2 Neraca Massa Overall (Output) .....	29
5.3 Neraca Massa Tiap Alat.....	30
1. Neraca Massa di Belt Conveyor (C – 101, C – 102) dan Jaw Crusher (CR – 101) .....	30
2. Neraca Massa di Rotary Dryer (RD – 101).....	30
3. Neraca Massa di Belt Conveyor (C – 103, C – 104), Cone Crusher (CR – 102), dan Bucket Elevator (BE – 101) .....	31
4. Neraca Massa di Kompresor (K – 201) .....	31
5. Neraca Massa di Kompresor (K – 202).....	32
6. Neraca Massa di Furnace (F – 201).....	32
7. Neraca Massa di Gasifier (G – 101).....	33
8. Neraca Massa di Cyclone (CY – 101) .....	34
9. Neraca Massa di Waste Heat Boiler (WHB – 101) .....	34
10. Neraca Massa di Desulfurizer (DS – 101) .....	35
11. Neraca Massa di Heat Exchanger (EA – 101).....	35
12. Neraca Massa di Vaporizer (VAP – 101, VAP – 102, VAP – 103) .....	36
13. Neraca Massa di Separator Drum (SD – 101, SD – 102, SD – 103).....	36
14. Neraca Massa di Absorber (AB – 101).....	37

15. Neraca Massa di Turbine (T – 101), dan Heat Exchanger (EA – 102, EA – 103).....	38
16. Neraca Massa di Stripper (ST – 101) .....	38
17. Neraca Massa di Condenser (CN – 101) .....	39
18. Neraca Massa di Separator Drum (SD – 104).....	39
19. Neraca Massa Make Up Water Setelah Stripper.....	39
20. Neraca Massa di Economizer (EC – 101) .....	40
21. Neraca Massa di Vaporizer (VAP – 104, VAP – 105, VAP – 106, VAP – 107).....	40
<b>BAB VI</b> .....	<b>42</b>
<b>NERACA PANAS</b> .....	<b>42</b>
6.1. Neraca Panas Total .....	42
6.2. Neraca Panas Setiap Alat .....	43
1. Neraca panas di Steam Compressor (K-201) .....	43
2. Neraca Panas di Air Compressor (K-202) .....	43
3. Neraca Panas di Rotary Dryer (RD-101) .....	43
4. Neraca Panas di Gasifier (G-101) .....	44
5. Neraca Panas di Waste Heat Boiler (WHB-101).....	44
6. Neraca Panas di Desulfurizer (DS-101).....	44
7. Neraca Panas di Heat Exchanger (EA-101) .....	45
8. Neraca Panas di Vaporizer (VAP-101, VAP-102, VAP-103).....	45
9. Neraca Panas di Absorber (AB-101) .....	45
10. Neraca Panas di Stripper (ST-101).....	46
11. Neraca Panas di Heat Exchanger (EA-102) .....	46
12. Neraca Panas di Heat Exchanger (EA-103) .....	46
13. Neraca Panas di Condenser (CN-101).....	47
14. Neraca Panas di Economizer (EC-101) .....	47
15. Neraca Panas di Vaporizer (VAP-104, VAP-105, VAP-106, VAP-107).....	47
<b>BAB VII</b> .....	<b>48</b>
<b>SPESIFIKASI ALAT</b> .....	<b>48</b>
7.1 Gasifier (G – 101) .....	48
7.2 Vibrating Screen (S – 101) .....	48
7.3 Vibrating Screen (S – 102) .....	49
7.4 Cyclone (CY – 01).....	49
7.5 Desulfurizer (DS – 101).....	49
7.6 Absorber (AB – 101) .....	50
7.7 Stripper (ST – 101) .....	50
7.8 Separator Drum (SD - 104).....	51
7.9 Separator Drum (SD – 101) .....	51
7.10 Waste Heat Boiler (WHB-01).....	52
7.11 Heat Exchanger (EA-101) .....	56
7.12 Vaporizer (VAP – 101, 102, 103).....	57
7.13 Heat Exchanger (EA-102).....	58
7.14 Heat Exchanger (EA-103).....	59
7.15 Economizer (EC – 101) .....	60
7.16 Vaporizer (VAP – 104, 105, 106, 107).....	61
7.17 Condenser (CN – 101).....	62

7.18 Furnace (F – 201).....	63
7.19 Jaw Crusher (CR – 101).....	63
7.20 Cone Crusher (CR – 102) .....	64
7.21 Rotary dryer (RD – 101).....	64
7.22 Steam compressor (K - 201) .....	65
7.23 Air compressor (K – 202) .....	66
7.24 Pompa (P – 101, 102, 103, 104).....	67
7.25 Turbin (T – 101).....	67
7.26 Belt Conveyor (C – 101) .....	68
7.27 Belt Conveyor (C – 102) .....	68
7.28 Belt Conveyor (C – 103) .....	68
7.29 Belt Conveyor (C – 104).....	69
7.30 Bucket elevator (B – 101) .....	69
7.31 Gas holder (TK – 101, 102, 103) .....	70
BAB VIII .....	71
UTILITAS.....	71
8.1. Unit Penyedia dan Pengolah Air.....	71
8.2. Unit Pembangkit Steam .....	77
8.3. Unit Bahan Bakar.....	77
8.4. Unit Penyedia Udara .....	77
8.5. Unit Pendistribusian Listrik .....	80
8.6. Unit Pengolahan Limbah .....	82
BAB IX .....	86
TATA LETAK PABRIK .....	86
9.1. Tata Letak Pabrik.....	86
9.2. Tata Letak Alat Proses .....	88
BAB X .....	91
ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN, DAN LINGKUNGAN .....	91
10.1. Sistem Manajemen Safety, Health, and Environment (SHE) .....	91
10.2. Struktur Organisasi Manajemen SHE.....	104
10.3. Identifikasi Hazard Bahan dan Potensi Paparan .....	106
10.4. Identifikasi Hazard Limbah Pabrik.....	120
10.5. Identifikasi Hazard Proses dan Peralatan.....	125
10.6. Process Hazard Analysis Metode HAZOP .....	139
BAB XI.....	160
ORGANISASI PERUSAHAAN .....	160
11.1. Bentuk Perusahaan.....	160



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

**Prarancangan Pabrik Syngas dari Batubara dengan Proses Kering dengan Kapasitas 800.000 Ton/Tahun**

Pandu Syawaludin Mursid, Ir. Lisendra Marbelia, S.T., M.T., Ph.D; Ir. Suprihastuti Sri Rahayu, M.Sc., IPU.

Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

11.2.	Struktur Organisasi .....	161
11.3.	Tugas dan Wewenang .....	164
11.4.	Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	174
11.5.	Perhitungan Kebutuhan Jumlah Operator Alat .....	176
11.6.	Penggolongan Gaji Karyawan .....	178
11.7.	Kesejahteraan Sosial .....	179
11.8.	Manajemen Produksi .....	181
BAB XII.....		184
ANALISIS EKONOMI .....		184
12.1.	Perhitungan Modal Tetap.....	187
12.2.	Biaya Produksi .....	199
12.3.	Modal Kerja .....	201
12.4.	Pengeluaran Umum.....	201
12.5.	Analisis Keuntungan.....	202
12.6.	Analisis Kelayakan .....	203
BAB XIII .....		214
KESIMPULAN.....		214
DAFTAR PUSTAKA .....		215
LAMPIRAN.....		220

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Updraft Fixed Bed Reactor.....	4
<b>Gambar 1.2.</b> Downdraft Fixed Bed Reactor.....	4
<b>Gambar 1.3.</b> Cross Draft Fixed Bed Reactor.....	5
<b>Gambar 1.4.</b> Bubbling Fluidized Bed Reactor .....	6
<b>Gambar 1.5.</b> Circulating Fluidized Bed Reactor .....	6
<b>Gambar 1.6.</b> Aplikasi Syngas di Berbagai Bidang .....	8
<b>Gambar 1.7.</b> Peta Pertumbuhan Industri Syngas .....	9
<b>Gambar 1.8.</b> Permintaan Pasar terhadap Syngas (Huda et al., 2021).....	9
<b>Gambar 1.9.</b> Lokasi Pabrik syngas dari batubara dengan Kapasitas 800.000 Ton/Tahun .....	12
<b>Gambar 2.1.</b> Skema <i>Updraft Gasifier</i> (Trifiananto, 2015).....	17
<b>Gambar 4.1.</b> Diagram Kualitatif.....	25
<b>Gambar 4.2.</b> Diagram Kuantitatif.....	26
<b>Gambar 4.3.</b> Process Engineering Flow Diagram (PEFD).....	27
<b>Gambar 8.1.</b> Process Flow Diagram Unit 300 (Utilitas) .....	76
<b>Gambar 8.2.</b> Psychometric Chart .....	79
<b>Gambar 9.1.</b> Layout Pabrik Keseluruhan (Skala 1 : 160) .....	87
<b>Gambar 9.2.</b> Rule of Thumb Spacing Alat Pabrik (GAPS Guidelines) .....	89
<b>Gambar 9.3.</b> Rule of Thumb Spacing Alat Pabrik (GAPS Guidelines) .....	89
<b>Gambar 9.4.</b> Layout Alat Proses (Skala 1 : 160).....	90
<b>Gambar 10.1.</b> Struktur Organisasi Manajemen SHE .....	104
<b>Gambar 10.2.</b> Skema Study Node Furnace - 201 (F-201).....	139
<b>Gambar 10.3.</b> Skema Furnace - 201 (F-201) Berdasarkan Rekomendasi HAZOP.....	147
<b>Gambar 10.4.</b> Skema Study Node Gasifier – 101 (G-101) .....	150
<b>Gambar 10.5.</b> Skema Gasifier - 101 (G-101) Berdasarkan Rekomendasi HAZOP .....	157
<b>Gambar 11.1.</b> Struktur Organisasi Pabrik syngas dari batubara Secara Keseluruhan.....	163
<b>Gambar 12.1.</b> Data Linearisasi CEPCI Tahun 1963 – 2020 .....	186
<b>Gambar 12.2.</b> Grafik <i>Purchased Cost vs Area</i> untuk <i>Heat Exchanger</i> (Kiss, 2014).....	187
<b>Gambar 12.3.</b> Perhitungan BEP dan SDP .....	208
<b>Gambar 12.4.</b> <i>Spider Plot</i> Hubungan Perubahan Variabel dengan DCFRR.....	212

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1.</b> Perbedaan Secara Overall Reaktor Gasifikasi Fixed Bed Reactor dan Fluidized Bed Reactor (Szechy & Szebenyl, 1995).....	7
<b>Tabel 1.2.</b> Perbandingan Tipe Input Feed Gasifikasi .....	8
<b>Tabel 1.3.</b> Kapasitas Pabrik Syngas Existing .....	10
<b>Tabel 1.4.</b> Kapasitas Pabrik Syngas Existing setelah Konversi Satuan .....	11
<b>Tabel 1.5.</b> Jumlah Cadangan Batu Bara di Indonesia .....	12
<b>Tabel 3.1.</b> Spesifikasi Batu bara dengan Tipe Sub-bituminus (Suprpto, 2007) .....	21
<b>Tabel 3.2.</b> Spesifikasi Steam Masuk Reaktor.....	21
<b>Tabel 3.3.</b> Spesifikasi Udara Masuk Reaktor .....	22
<b>Tabel 10.1.</b> Identifikasi Hazard Bahan.....	106
<b>Tabel 10.2.</b> Identifikasi Potensi Paparan Fisis .....	114
<b>Tabel 10.3.</b> Identifikasi Potensi Paparan Bahan Kimia.....	116
<b>Tabel 10.4.</b> Identifikasi Hazard Limbah Gas pada Proses dan Utilitas .....	120
<b>Tabel 10.5.</b> Identifikasi Hazard Limbah Cair pada Proses dan Utilitas .....	122
<b>Tabel 10.6.</b> Identifikasi Hazard Limbah Padat pada Proses dan Utilitas .....	124
<b>Tabel 10.7.</b> Identifikasi Hazard Proses dan Peralatan .....	125
<b>Tabel 10.8.</b> Identifikasi Hazard Plant Layout dan Lokasi Pabrik .....	136
<b>Tabel 10.9.</b> Tabel HAZOP Furnace - 201 (F-201).....	140
<b>Tabel 10.10.</b> Tabel HAZOP Gasifier - 101 (G-101) .....	151
<b>Tabel 11.1.</b> Jadwal Kerja Karyawan Shift.....	175
<b>Tabel 11.2.</b> Jadwal Kerja Karyawan Shift.....	176
<b>Tabel 11.3.</b> Penentuan Kebutuhan Jumlah Operator untuk Unit Proses .....	177
<b>Tabel 11.4.</b> Penentuan Kebutuhan Jumlah Operator untuk Unit Utilitas.....	177
<b>Tabel 11.5.</b> Penggolongan Gaji Karyawan.....	178
<b>Tabel 12.1.</b> Data Nilai CEPCI Pada Tahun 1963-2020.....	185
<b>Tabel 12.2.</b> Hasil Ekstrapolasi Indeks CEPCI.....	186
<b>Tabel 12.3.</b> Perhitungan Harga Alat Proses .....	189
<b>Tabel 12.4.</b> Perhitungan Harga Alat Utilitas (Harga USD).....	191
<b>Tabel 12.5.</b> Perhitungan Harga Bahan Baku Proses Tahun 2025 .....	194
<b>Tabel 12.6.</b> Perhitungan Harga Bahan Baku Utilitas Tahun 2025 .....	194
<b>Tabel 12.7.</b> Perhitungan Harga Produk Tahun 2025 .....	195
<b>Tabel 12.8.</b> Perhitungan Fixed Capital.....	197
<b>Tabel 12.9.</b> Rincian Manufacturing Cost .....	199
<b>Tabel 12.10.</b> Rincian Working Capital.....	201
<b>Tabel 12.11.</b> Rincian <i>General Expense</i> .....	202
<b>Tabel 12.12.</b> Perhitungan Faktor Untuk Menentukan BEP dan SDP .....	206



**Prarancangan Pabrik Syngas dari Batubara dengan Proses Kering dengan Kapasitas 800.000 Ton/Tahun**

Pandu Syawaludin Mursid, Ir. Lisendra Marbelia, S.T., M.T., Ph.D; Ir. Suprihastuti Sri Rahayu, M.Sc., IPU.

Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

<b>Tabel 12.13.</b> Aliran Kas ( <i>Cash Flow</i> ) .....	210
<b>Tabel 12.14.</b> Hasil Perhitungan Analisis Sensitivitas .....	212