

TUGAS AKHIR

**PRA RANCANG PABRIK AMONIA HIJAU DARI
ELEKTROLISA AIR DAN PEMISAHAN UDARA DENGAN
PROSES *HABER-BOSCH* YANG DIMODIFIKASI
KAPASITAS 600.000 TON/TAHUN**



MUHAMMAD SYAFEI

23DM60004

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
CILACAP**

2026

PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR

Dengan ini, saya yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhamad Syafii
NIM : 2101060004
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri/ Teknik Kimia
Tahun : 2026
Judul Tugas Akhir : Perancangan Pabrik Amonia Hijau Dari Elektrolisis Air
Dan Pemisahan Udara Dengan Proses Haber-Bosch
Yang Dimodifikasi, Kapasitas 600.000 Ton/Tahun

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini sepenuhnya merupakan karya orisinal yang saya buat sendiri, tanpa menyerupai atau pihak lain dalam penyusunan laporan ini, dan tidak mengandung unsur plagiarisme kecuali pada bagian-bagian yang telah dicantumkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan bukti bahwa terdapat penghapusan dari pihak lain atau plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi dari lembaga.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran tanpa ada paksaan.

Cibacop, Januari 2026

Yang Menyatakan

Muhamad Syafii

NIM. 2101060004

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKSI TUGAS AKHIR

Sebagai bagian dari Civitas Akademik Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

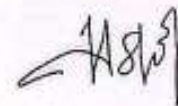
Nama : Muhammad Syafei
NIM : 23DM60004
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri/ Teknik Kimia
Tahun : 2026
Jenis Karya : Tugas Akhir

Dengan tujuan untuk mendukung pengembangan ilmu pengetahuan, saya setuju untuk memberikan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas Tugas Akhir saya yang berjudul: "Pra Rancang Pabrik Amonia Hijau Dari Elektrolisa Air Dan Pemisahan Udara Dengan Proses *Haber-Bosch* Yang Dimodifikasi, Kapasitas 600.000 Ton/Tahun" beserta perangkat yang mungkin dibutuhkan. Dengan adanya Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) memiliki hak untuk menyimpan, mengelola dalam bentuk basis data, merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Cilacap, Januari 2026

Yang Menyatakan



Muhammad Syafei
NIM. 23DM60004

PENGESAHAN

Tugas Akhir Saudara,

Nama : Muhammad Syafei
NIM : 23DM60004
Program Studi : Teknik Kimia
Judul : Pra Rancang Pabrik Amoniak Hijau Dari Elektrolisa Air dan Pemisahan Udara dengan Proses Haber-Bosch yang Dimodifikasi Kapasitas 600.000 Ton/Tahun

Telah disidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap pada :

Senin, 26 Januari 2026

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata I (S-1) Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.

Mengetahui,

Penguji 1

Arnesya Ramadhani, M.T.
NIDN. 0627019601

Penguji 2

Dini Novi Rohmah, M.Sc.
NIDN. 0611119401

Pembimbing 1/Ketua Sidang

Siti Khuzaimah, M.Pd., M.T.
NIDN. 0622078605

Pembimbing 2/Sekretaris Sidang

Al Dina Khoerunisa Nur Mas'udah, M.Eng.
NIDN. 0624129103

Cilacap, 13 Februari 2026

Dipresahkan,

Dekan Fakultas Teknologi Industri



Christofor Soelany, S.TP., M.Si.
NIDN. 0627128801

NOTA PEMBIMBING

Hal : Naskah Tugas Akhir Muhammad Syufei
Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Teknologi Industri
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali
Di -

Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya,
maka konsultan berpendapat bahwa Tugas Akhir saudara:

Nama : Muhammad Syufei
NIM : 23DM60004
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri/ Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir : Pra Rancang Pabrik Amonia Hijau Dari Elektrolisa Air
Dan Pemisahan Udara Dengan Proses *Haber-Bosch*
Yang Dimodifikasi, Kapasitas 600.000 Ton/Tahun

Telah dapat diajukan kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas
Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh
gelar Strata Satu (S-1).

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Cilacap, Februari 2026
Pembimbing I



Siti Khuzaimah, M.Pd., M.T.
NIDN. 0622078605

NOTA KONSULTAN

Hal : Naskah Tugas Akhir Muhammad Syafei
Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Teknologi Industri
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali
Di –

Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya,
maka konsultan berpendapat bahwa Tugas Akhir saudara:

Nama : Muhammad Syafei
NIM : 23DM60004
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri/ Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir : Pra Rancang Pabrik Amonia Hijau Dari Elektrolisa Air
Dan Pemisahan Udara Dengan Proses *Haber-Bosch*
Yang Dimodifikasi, Kapasitas 600.000 Ton/Tahun

Telah dapat diajukan kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas
Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh
gelar Strata Satu (S-1).

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Cilacap, Februari 2026
Pengaji I



Arnesya Ramadhani, M.T.
NIDN. 0627019601

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Robbil 'alamin. Dengan izin-Nya yang memberikan berbagai anugerah yang tak terhingga, sehingga penulisan skripsi ini dapat dilakukan meskipun dengan berbagai kekurangan. Karya ini dipersembahkan untuk:

1. Semua Keluarga yang tak henti-hentinya mendoakan memberikan semangat, motivasi, ilmu dan kasih sayang yang tak pernah putus selalu memberikan yang terbaik.
2. Seluruh Dosen UNUGHA yang telah banyak mendidik, memotivasi, mengingatkan, dan membimbing penulis.
3. Sahabat-sahabat yang telah memberikan semangat dan banyak mengajarkan hal-hal baru.
4. Rekan-rekan di Teknik Kimia UNUGHA, terima kasih atas kerjasama dan persahabatannya yang terjalin hingga saat ini, semoga kita sukses dan selalu dalam lindungan Alloh SWT.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Pra Rancang Pabrik Amonia Hijau Dari Elektrolisa Air Dan Pemisahan Udara dengan proses *Haber-Bosch* Kapasitas 600.000 Ton / Tahun”.

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Kimia, Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap.

Selama proses penulisan laporan ini, penulis telah mendapatkan dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karenanya, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Seluruh keluarga saya yang selalu mendoakan untuk kelancaran tugas akhir penulis.
2. Bapak Christian Soolany, S.TP., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap.
3. Ibu Arnesya Ramadhani, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap
4. Ibu Siti Khuzaimah, M.Pd, M.T., selaku pembimbing 1 tugas akhir atas saran, kritik dan arahnya dan yang selalu mengawal tugas akhir ini mulai dari awal hingga akhir.
5. Ibu Al Dina Khoerunisa Nur Mas'sudah, M.Eng. selaku pembimbing 2 tugas akhir yang selalu mengawal tugas akhir ini mulai dari awal hingga akhir.
6. Rekan-rekan yang telah berkontribusi dalam penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata penyusun berharap semoga tugas akhir pra rancang pabrik kimia ini, dapat bermanfaat bagi penyusun pada khususnya dan para pembaca secara umum.

Cilacap, Januari 2026

Penyusun

ABSTRAK

Rancang pabrik amonia hijau bertujuan untuk menghasilkan 600.000 ton amonia setiap tahun dengan menggunakan proses *Haber-Bosch* yang telah dimodifikasi, didukung oleh sumber energi terbarukan. Inisiatif ini muncul sebagai respons terhadap peningkatan permintaan amonia di tingkat nasional serta kebutuhan mendesak untuk menurunkan emisi karbon yang dihasilkan dari metode produksi konvensional. Sumber bahan baku utama adalah hidrogen yang diperoleh melalui elektrolisis air dengan memanfaatkan teknologi *Solid Oxide Electrolyzer Cell* (SOEC), sedangkan nitrogen diperoleh melalui distilasi kriogenik dari udara. Proses sintesis dilakukan pada suhu 490 °C dan tekanan 155 kg/cm²G, menggunakan katalis berbasis besi. Pabrik ini direncanakan berlokasi di Karawang dengan luas lahan sekitar 5 hektar, dan diperkirakan akan memerlukan sekitar 275 pekerja. Kebutuhan energi untuk pabrik ini mencapai 727 MW yang akan dipenuhi oleh pembangkit listrik terbarukan, sementara kebutuhan air akan diperoleh melalui proses desalinasi air laut menggunakan metode *reverse osmosis*. Secara keseluruhan, proses produksi amonia hijau tidak menghasilkan emisi CO₂, sehingga memberikan kontribusi signifikan terhadap pengurangan efek rumah kaca secara global. Perkiraan total biaya investasi untuk pembangunan pabrik adalah \$ 820 juta. Analisis finansial menunjukkan nilai titik impas (BEP) sebesar 19,1%, periode pengembalian investasi (POT) selama 1,79 tahun setelah pajak, dan tingkat pengembalian investasi (ROI) sebesar 16,56% setelah pajak. Temuan dari perancangan ini mengindikasikan bahwa proyek ini layak dari segi teknis dan ekonomis serta mendukung pergeseran menuju industri kimia yang rendah karbon.

Kata Kunci: Amonia hijau, elektrolisis air, distilasi kriogenik, energi terbarukan, kelayakan finansial

ABSTRACT

The green ammonia plant is designed to achieve an annual production capacity of 600,000 metric tons, employing a modified Haber-Bosch process powered exclusively by renewable energy sources. The project is driven by the rising domestic demand for ammonia and the critical requirement to reduce carbon emissions associated with conventional production routes. Feedstock materials consist of hydrogen, generated via water electrolysis using Solid Oxide Electrolyzer Cell (SOEC) technology, and nitrogen, obtained through cryogenic air separation. The synthesis reaction is conducted at 490 °C and 155 kg/cm²G, utilizing an iron-based catalyst. The facility is proposed to be constructed in Karawang, occupying approximately 5 hectares and staffed by about 275 personnel. The total energy demand is estimated at 727 MW, supplied entirely by renewable electricity, while process water will be provided through seawater desalination using reverse osmosis technology. The plant design ensures zero CO₂ emissions during operation, thereby contributing significantly to global greenhouse gas mitigation. The capital expenditure for the project is projected at USD 820 million. Economic evaluation indicates a break-even point (BEP) of 19.1%, a pay-out time (POT) of 1.79 years post-tax, and a return on investment (ROI) of 16.56% after tax. The overall assessment confirms the technical and economic feasibility of the project, supporting the transition toward a low-carbon chemical industry.

Keywords: *Green ammonia, water electrolysis, cryogenic distillation, renewable energy, financial feasibility*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR	i
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKSI TUGAS AKHIR	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING	iii
NOTA KONSULTAN	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xx
BAB I	22
PENDAHULUAN	22
1.1 Latar Belakang	22
1.2 Tujuan Pra Rancangan	25
1.3 Tinjauan Pustaka	25
1.3.1 Elektrolisis Air	26
1.3.2 Amonia	27
1.3.3 Nitrogen	29
1.3.4 Hidrogen	30
1.3.5 Proses Pemisahan Udara (<i>Air Separation Process</i>)	30
1.4 Pemilihan Proses	31
1.4.1 Proses <i>Haber-Bosch</i>	31
1.4.2 Proses <i>Casale</i>	32
1.4.3 Proses <i>Kellogg</i>	33
1.4.4 Proses <i>Claude</i>	35
1.5 Kapasitas Perancangan	37

1.6 Pemilihan Lokasi Pabrik dan Sarana Prasarana	40
BAB II.....	44
URAIAN PROSES	44
2.1. Produksi Hidrogen Melalui Elektrolisis Air	44
2.1.1. Proses Deaerasi	44
2.1.2. <i>Waste Heat Boiler</i> (WHB)	45
2.1.3. Proses Elektrolisis H ₂ O (Uap Air)	46
2.1.4. Kompresi Gas H ₂	49
2.2. Produksi Nitrogen dari Udara	49
2.2.1. Kompresi Udara	49
2.2.2. <i>Refrigeration</i> dan <i>Drying</i>	50
2.2.3. Pertukaran Panas dan Distilasi	51
2.2.4. Produksi gas N ₂	52
2.3. Sintesis Amonia	53
2.3.1. <i>Syngas Drying</i>	53
2.3.2. <i>Kompresi</i>	54
2.3.3. <i>Sintesis Amonia</i>	54
2.3.4. Refrigerasi Amonia	56
2.4. Penyimpanan Amonia	57
2.5. Distribusi Amonia	57
2.6. Pengelolaan Limbah dan Emisi.....	58
BAB III	59
SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK.....	59
3.1. Bahan Baku	59
3.1.1. Air	59
3.1.2. Hidrogen.....	59
3.1.3. Nitrogen.....	59
3.2. Bahan Pendukung	60
3.2.1. Katalis Konverter Amonia	60
3.2.2. <i>Air Dryer Desiccant</i>	60
3.2.3. <i>Syngas Dryer Desiccant</i>	61

3.3. Produk	61
3.3.1. Amonia	61
BAB IV	62
DIAGRAM ALIR	62
4.1. Diagram Alir Kualitatif	62
4.2. PEFD (<i>Process Engineering Flow Diagram</i>)	63
BAB V	66
NERACA MASSA	66
5.1. Air Umpan	67
5.2. Elektrolisis Air	68
5.3. WHB	69
5.4. Pemisahan Udara	70
5.5. <i>Syngas Dryer</i>	72
5.6. <i>Syngas</i>	73
5.7. Konverter Amonia	74
5.8. Pemisahan Amonia dan <i>Recovery</i>	74
BAB VI	76
NERACA PANAS	76
6.1. Air Umpan	77
6.2. Elektrolisis Air	77
6.3. WHB	79
6.4. Pemisahan Udara	80
6.5. <i>Syngas Dryer</i>	82
6.6. <i>Kompresi Syngas</i>	83
6.7. Konverter Amonia	83
6.8. Pemisahan Amonia dan <i>Recovery</i>	84
BAB VII	85
SPSIFIKASI ALAT	85
7.1. Daftar Peralatan	85
7.2. Air Umpan	89
7.2.1. <i>Deaerator</i> :	89

7.3. Bejana Tekan (<i>Pressure Vessel</i>).....	91
7.4. Elektrolisis Air	96
7.5. Pemisahan Udara.....	97
7.5.1. <i>Air Dryer</i>	97
7.5.2. <i>Chiller</i> Udara	101
7.6. <i>Syngas Dryer</i>	104
7.7. Konverter Amonia.....	107
7.8. <i>Heat Exchanger</i>	111
7.9. Tangki Amonia.....	119
7.10. Kompresor dan Pompa.....	122
BAB VIII.....	125
UTILITAS.....	125
8.1. Unit Penyedia Air.....	125
8.1.1. Proses Pengolahan Air di Pabrik Amonia Hijau.....	125
8.1.2. <i>Cooling Water</i>	128
8.1.3. Air Bersih untuk sanitasi dan keperluan non proses.....	129
8.2. Unit Penyedia Steam	130
8.3. Unit Penyedia Udara Bertekanan	131
8.4. Unit Penyedia Listrik	131
8.5. Unit Penyedia Bahan Bakar	132
8.6. Unit Pengolahan Limbah.....	132
BAB IX	135
LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	135
9.1. Peta Lokasi Pabrik.....	135
9.2. Tata Letak Pabrik (<i>Layout</i>)	136
BAB X.....	142
ORGANISASI PERUSAHAAN.....	142
10.1. Fungsi Perusahaan	142
10.2. Bentuk Perusahaan.....	142
10.3. Struktur Organisasi	144
10.4. Tugas dan Wewenang.....	145

10.4.1.	Pemegang Saham	145
10.4.2.	Presiden Komisaris & Komisaris	145
10.4.3.	Presiden Direktur	146
10.4.4.	Direktur Sumber Daya	146
10.4.5.	Direktur Teknik	146
10.4.6.	Direktur Keuangan	147
10.4.7.	<i>General Manager</i> Personalia dan Administrasi Umum.....	147
10.4.8.	<i>General Manager</i> Keuangan.....	147
10.4.9.	<i>General Manager</i> Pabrik.....	147
10.4.10.	<i>General Manager</i> Pengembangan Bisnis & IT.....	147
10.4.11.	<i>Manager</i> Hukum & <i>Contract Management</i>	147
10.4.12.	<i>Manager</i> Personalia	148
10.4.13.	<i>Manager</i> Administrasi Umum	148
10.4.14.	<i>Manager</i> Keuangan.....	148
10.4.15.	<i>Manager</i> Pembelian & Logistik.....	148
10.4.16.	<i>Manager</i> Marine	149
10.4.17.	<i>Manager</i> Operasional.....	149
10.4.18.	<i>Manager</i> Proses.....	149
10.4.19.	<i>Manager</i> Maintenance	149
10.4.20.	<i>Manager</i> EHS (<i>Environmental, Health & Safety</i>)	150
10.4.21.	<i>Manager</i> Keandalan & <i>Quality Control</i>	150
10.4.22.	<i>Manager</i> Pengembangan Bisnis.....	150
10.4.23.	<i>Manager</i> Pengembangan Teknologi	150
10.5.	Tenaga Kerja.....	151
BAB XI		159
EVALUASI EKONOMI.....		159
11.1.	Fungsi Perusahaan.....	159
11.2.	Analisa Kelayakan Ekonomi.....	159
11.3.	Penaksiran Biaya Peralatan.....	160
11.4.	Biaya Bahan Baku.....	163
11.5.	Biaya Utilitas.....	163

11.6. Gaji Pegawai	163
11.7. Harga Produk	163
11.8. Penentuan <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI).....	164
11.9. <i>Manufacturing Cost</i> (MC).....	168
11.10. Analisa Kelayakan.....	173
BAB XII.....	178
KESIMPULAN	178
DAFTAR PUSTAKA	179
LAMPIRAN.....	182
A. Perhitungan Neraca Massa & Energi	182
B. Perhitungan Spesifikasi Alat.....	209
1. SOEC (Elektrolisis air)	209
2. Tangki Amonia.....	210
3. <i>Deaerator</i>	212
4. <i>Pressure Vessel</i> (Bejana bertekanan)	214
5. Reaktor Amonia	221
6. Heat Exchanger	223
7. Air Dryer, 101-DA/DB	287
8. Air chiller, 101-C	292
9. Syngas Dryer, 104-DA/DB	296
10. Pompa dan Kompresor.....	299

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Pabrik Amonia di Indonesia dan Total Kapasitas Terpasang	23
Tabel 1. 2. Perbedaan proses amonia konvensional dan amonia hijau	28
Tabel 1. 3. Perbandingan Proses Pembuatan Amonia	36
Tabel 1. 4. Data Impor amonia di Indonesia 2019 – 2023	37
Tabel 1. 5. Data Ekspor amonia di Indonesia 2019 – 2023	38
Tabel 1. 6. Data produksi amonia di Indonesia 2019 – 2023	38
Tabel 1. 7. Data kebutuhan amonia di Indonesia 2019 – 2023	38
Tabel 1. 8. Penilaian Penentuan Lokasi Pabrik	42
Tabel 1. 9. Komposisi udara bebas kabupaten Karawang, Jawa Barat	42
Tabel 4. 1. Neraca massa PFED (<i>Deaerator</i> , Udara dan Nitrogen)	64
Tabel 4. 2. Tabel Neraca Massa PFED (SOEC dan Hidrogen)	64
Tabel 4. 3. Neraca Massa PFED (<i>Syngas Dryer</i> , Produk NH_3 dan <i>Recovery</i>)	65
Tabel 5. 1. Neraca massa Air Umpan	67
Tabel 5. 2. Neraca massa Elektrolisis	68
Tabel 5. 3. Neraca massa WHB	69
Tabel 5. 4. Neraca massa Pemisahan Udara (Kompresor)	70
Tabel 5. 5. Neraca massa Pemisahan Udara (Dryer)	70
Tabel 5. 6. Neraca massa Pemisahan Udara (ASU)	71
Tabel 5. 7. Neraca massa Pemisahan Udara (Kompresor N_2)	72
Tabel 5. 8. Neraca massa <i>Syngas Dryer</i>	72
Tabel 5. 9. Neraca massa <i>Syngas</i> Kompresor	73
Tabel 5. 10. Neraca massa Reaktor Amonia	74
Tabel 5. 11. Neraca massa Pemisahan Amonia dan <i>Recovery</i>	75
Tabel 6. 1. Neraca Energi Air Umpan dan BFW	77
Tabel 6. 2. Neraca Energi Proses Elektrolisis Air, SOEC	78
Tabel 6. 3. Neraca Energi WHB	79
Tabel 6. 4. Neraca Energi Kompresi Hidrogen	79
Tabel 6. 5. Neraca Energi (Kompresor Udara)	80
Tabel 6. 6. Neraca Energi (<i>Chiller</i> dan <i>Air Dryer</i>)	80

Tabel 6. 7. Tabel Neraca Energi (MHE)	81
Tabel 6. 8. Neraca Energi Distilasi Udara.....	82
Tabel 6. 9. Neraca Energi Kompresor Nitrogen	82
Tabel 6. 10. Neraca Energi <i>Syngas Dryer</i>	83
Tabel 6. 11. Neraca Energi Kompresor <i>Syngas</i>	83
Tabel 6. 12. Neraca Energi <i>Feed Heater</i>	84
Tabel 6. 13. Neraca Energi Reaktor Amonia	84
Tabel 6. 14. Neraca Energi BFW <i>Preheater</i> , <i>Syngas Cooler</i> dan <i>Chiller</i>	84
Tabel 7. 1. Daftar peralatan di pabrik amonia hijau (termasuk utilitas)	85
Tabel 7. 2 Perhitungan ketebalan bejana bertekanan (<i>pressure vessel</i>)	92
Tabel 7. 3 Rangkuman perhitungan desain <i>Heat Exchanger</i> (WHB).....	111
Tabel 7. 4 Rangkuman perhitungan desain <i>Heat Exchanger</i> (204-C1, 204-C2, 301-C, 302-C).....	113
Tabel 7. 5 Rangkuman perhitungan desain <i>Heat Exchanger</i> (303-C, 304-C)	116
Tabel 7. 6. Perhitungan simulasi <i>HYSYS</i> untuk Kompresor (101-J, 103-J, 201-J, 204-J)	122
Tabel 7. 7. Perhitungan simulasi <i>HYSYS</i> untuk Kompresor (301-J, 401-J, 305-J)	123
Tabel 7. 8. Simulasi <i>HYSYS</i> Pompa (BFW, 201-J dan Produk NH ₃ , 306-J)....	124
Tabel 8. 1. Total kebutuhan air pendingin	128
Tabel 8. 2. Kebutuhan air pemadam kebakaran	129
Tabel 8. 3. Total kebutuhan air dalam pabrik	130
Tabel 8. 4. Produksi dan Pemakaian Steam Pabrik Amonia Hijau.....	130
Tabel 8. 5. Kebutuhan Listrik Pabrik Amonia Hijau	131
Tabel 8. 6. Parameter Baku mutu air limbah Pabrik Amonia	133
Tabel 10. 1. Jajaran organisasi perusahaan berserta pendidikan.....	153
Tabel 11. 1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> tahun 2000 - 2021	160
Tabel 11. 2 Harga peralatan area proses dan utilitas.....	161
Tabel 11. 3. <i>Purchased Equipment Cost</i> (PEC)	164
Tabel 11. 4. <i>Direct Plant Cost</i> (DPC)	166
Tabel 11. 5 FCI - Indirect Cost (IC).....	167

Tabel 11. 6 <i>Working Capital Investment (WCI)</i>	168
Tabel 11. 7. <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	168
Tabel 11. 8. <i>Direct Manufacturing cost (DMC)</i>	169
Tabel 11. 9. <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	170
Tabel 11. 10. Fixed Manufacturing Cost (FMC)	171
Tabel 11. 11. <i>General Expense (GE)</i>	173
Tabel 11. 12. <i>Total Production Cost</i>	173
Tabel 11. 13. Tabel Cash Flow	176
Tabel 11. 14. Status kelayakan proyek amonia hijau.....	177
Tabel Lampiran 1 Perhitungan Neraca Massa & Energi HYSYS Pemisahan Udara	189
Tabel Lampiran 2 Perhitungan Neraca Massa & Energi HYSYS Pemisahan Udara	189
Tabel Lampiran 3 Perhitungan Neraca Massa & Energi HYSYS Pemisahan Udara	190
Tabel Lampiran 4 Perhitungan Neraca Massa & Energi HYSYS Pemisahan Udara	191
Tabel Lampiran 5 Perhitungan Neraca Massa & Energi HYSYS Pemisahan Udara	193
Tabel Lampiran 6 Perhitungan HYSYS Pemisahan Hidrogen dan WHB	193
Tabel Lampiran 7 Perhitungan HYSYS Pemisahan Hidrogen dan WHB	194
Tabel Lampiran 8 Perhitungan HYSYS Pemisahan Hidrogen dan WHB	195
Tabel Lampiran 9 Perhitungan HYSYS Pemisahan Hidrogen dan WHB	195
Tabel Lampiran 10 Perhitungan HYSYS Pemisahan Hidrogen dan WHB	196
Tabel Lampiran 11 Perhitungan HYSYS Pemisahan Hidrogen dan WHB	197
Tabel Lampiran 12 Perhitungan HYSYS Pemisahan Hidrogen dan WHB	198
Tabel Lampiran 13 Perhitungan HYSYS Reaksi Amonia dan <i>Recovery Loop</i> .	200
Tabel Lampiran 14 Perhitungan HYSYS Reaksi Amonia dan <i>Recovery Loop</i> .	200
Tabel Lampiran 15 Perhitungan HYSYS Reaksi Amonia dan <i>Recovery Loop</i> .	201
Tabel Lampiran 16 Perhitungan HYSYS Reaksi Amonia dan <i>Recovery Loop</i> .	202
Tabel Lampiran 17 Perhitungan HYSYS Reaksi Amonia dan <i>Recovery Loop</i> .	203

Tabel Lampiran 18 Perhitungan HYSYS Reaksi Amonia dan <i>Recovery Loop</i> .	204
Tabel Lampiran 19 Perhitungan HYSYS Reaksi Amonia dan <i>Recovery Loop</i> .	204
Tabel Lampiran 20 Hasil Perhitungan HYSYS Refrigerasi Amonia dan Steam <i>Recovery</i>	205
Tabel Lampiran 21 Hasil Perhitungan HYSYS Refrigerasi Amonia dan Steam <i>Recovery</i>	205
Tabel Lampiran 22 Hasil Perhitungan HYSYS Refrigerasi Amonia dan Steam <i>Recovery</i>	206
Tabel Lampiran 23 Hasil Perhitungan HYSYS Refrigerasi Amonia dan Steam <i>Recovery</i>	207
Tabel Lampiran 24 Hasil Perhitungan HYSYS Refrigerasi Amonia dan Steam <i>Recovery</i>	208
Tabel Lampiran 25 Hasil Perhitungan HYSYS <i>Deaerator</i> & BFW.....	208
Tabel Lampiran 26 Hasil Perhitungan HYSYS <i>Deaerator</i> & BFW.....	208

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Skema Proses SOEC	26
Gambar 1. 2. Diagram Alir Proses <i>Haber-Bosch</i>	32
Gambar 1. 3. Diagram Alir Proses <i>Casale</i>	33
Gambar 1. 4. Diagram Alir Proses <i>Kellogg</i>	34
Gambar 1. 5. Diagram Alir Proses <i>Claude</i>	35
Gambar 2. 1. Diagram proses <i>Deaerator</i>	45
Gambar 4. 1. Diagram Alir kualitatif.....	62
Gambar 4. 2. PFD Proses Amonia Hijau	63
Gambar 7. 1. <i>Deaerator</i> sketsa 2D	91
Gambar 7. 2. <i>Pressure Vessel</i> sketsa 2D secara umum (Nilai H dan D terdapat pada tabel 7.2).....	91
Gambar 7. 3. Sketsa 2D masing-masing <i>Air Dryer</i>	100
Gambar 7. 4. Detail 2D <i>chiller Udara</i>	104
Gambar 7. 5. Sketsa 2D <i>Syngas Dryer</i>	107
Gambar 7. 6. Sketsa 2D Reaktor Amonia	110
Gambar 7. 7. Sketsa 2D Tangki Amonia <i>double wall</i> dengan <i>perlite insulation</i>	121
Gambar 8. 1. Membran ultrafiltrasi.....	126
Gambar 8. 2. Membran <i>Reverse Osmosis</i>	126
Gambar 8. 3. Proses pengolahan air.....	127
Gambar 8. 4. Scan hasil laboratorium buangan air limbah PT Panca Amara Utama	133
Gambar 9. 1 Peta lokasi pabrik amonia hijau	136
Gambar 9. 2 <i>Layout</i> Pabrik	141
Gambar 10. 1 Struktur Organisasi Perusahaan	144
Gambar 11. 1 Grafik Harga <i>Cost Indeks</i>	160
Gambar 11. 2. Grafik Pengeluaran Pabrik Per Tahun.....	177
Gambar Lampiran 1 Flowsheet Simulasi HYSYS - Pemisahan Udara	185
Gambar Lampiran 2 Flowsheet Simulasi HYSYS Hidrogen.....	185
Gambar Lampiran 3 Sintesis <i>NH₃ loop</i> dan <i>Recovery</i>	186

Gambar Lampiran 4 Flowsheet Simulasi HYSYS Refrigerasi NH ₃ dan Steam <i>Recovery</i>	187
Gambar Lampiran 5 Flosheet Simulasi HYSYS Demin Water dan BFW.....	188