

**PRARANCANGAN PABRIK ISOPROPANOL DENGAN METODE
HIDRASI LANGSUNG MENGGUNAKAN INTEGRASI *REACTIVE-
EXTRACTIVE DISTILLATION* KAPASITAS 18.500 TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir
dan Semina Tugas Akhir pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia
Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

SYIFA ANINDITA IKHSANI

NIM. 40040122650090

**PRODI S.Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2026



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI**

Jalan Gubernur Mochtar
Kampus Universitas Diponegoro
Tembalang Semarang Kode Pos 50275
Telepon/Faksimile (024) 7471379
Laman: vokasi@liveundip.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA-RANCANGAN PABRIK ISOPROPANOL DENGAN METODE HIDRASI
LANGSUNG MENGGUNAKAN INTEGRASI REACTIVE-EXTRACTIVE
DISTILLATION KAPASITAS 18.500 TON/TAHUN**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan Seminar Skripsi
pada Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh :

SYIFA ANINDHITA IKHSANI

NIM. 40040122650090

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 25 Mei 2026

Dosen Pembimbing

Abdullah Malik Islam Filardli S.T., M.T.

NIP. 199608152024061003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Syifa Anindhita Ikhsani
NIM : 40040122650090
Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Prarancangan Pabrik Isopropanol dengan Metode Hidrasi Langsung Menggunakan Integrasi Reactive-Extractive Distillation Kapasitas 18.500 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Anggraeni Budi Utami didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Semarang, 10 Juni 2026



Syifa Anindhita Ikhsani
40040122650090

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat limpahan rahmat, karunia dan kasih-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Isopropanol dengan Metode Hidrasi Langsung Menggunakan Integrasi *Reactive-Extractive Distillation* Kapasitas 18.500 Ton/Tahun”. Laporan ini dibuat sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan di Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan peran yang diberikan oleh berbagai pihak, maka dari itu pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Mohamad Endy Yulianto, S.T., M.T., selaku Dosen Wali dan Ketua Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro yang telah mendukung dan memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan tugas akhir hingga terselesaikan dengan baik.
2. Abdullah Malik Islam Filardli, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, dan mendukung secara material dan moral selama proses pengajuan judul hingga penyusunan laporan tugas akhir sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Seluruh tenaga pendidik dan sivitas akademika Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Universitas Diponegoro atas segala ilmu dan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan.
4. Kedua orang tua penulis, Ayah dan Umi. Terimakasih kepada Ayah yang selalu support setiap keputusan penulis, menenangkan Penulis, mendengarkan cerita dan keluh kesah penulis selepas pulang kerja, memberikan saran dan arahan terkait perkuliahan ini. Terima kasih kepada Umi yang selalu memberikan doa, menyempatkan untuk membuat hidangan yang penulis mau saat pulang, mendukung setiap keputusan dan mendengarkan cerita penulis. Terima kasih atas pengorbanan, dukungan doa, moral, material yang tak terbatas dan kehadiran Umi dan Ayah dalam setiap langkah penulis.
5. Kedua adik penulis, Nadia dan Ain. Terima kasih selalu mendukung, mendoakan, menemani hari-hari penulis di Tembalang, hingga memberikan saran mulai dari hal yang kecil sampai besar. Kehidupan perantauan ini memberikan arti besar sebagai seorang kakak. Semoga perjalanan penulis selama perkuliahan dapat menjadi inspirasi dan pelajaran baik bagi Nadia dan Ain.

6. Kepada Bule', Om, dan Mbah yang telah memberikan doa dan dukungan sejak masa awal perkuliahan.
7. Teman-teman terdekat penulis selama masa sekolah dan terus berlanjut sampai sekarang, *you know who you are*. Terima kasih telah menyempatkan untuk bertemu dan bertukar cerita, membantu memberikan inspirasi dan ide untuk penelitian penulis, membantu dan memberikan saran saat penulis kesulitan. Serta, terima kasih telah berkenan berbagi cerita, mengikuti perjalanan, dan saling mendukung perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir penulis baik di media sosial maupun secara nyata.
8. Anggraeni, sebagai partner dalam pengerjaan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi partner yang baik dalam berbagi ide dan diskusi. Terima kasih telah saling mendukung dan mendoakan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
9. Teman-teman TRKI 22 atas dukungannya. Terkhusus untuk kelas B TRKI 22, terima kasih atas bantuan, dukungan, dan doa satu sama lain selama masa skripsi ini. Terima kasih juga telah memberikan pengalaman seru selama masa perkuliahan penulis, mengisi hari-hari penulis dengan cerita yang dapat dikenang dengan baik.
10. Terakhir dan yang terpenting, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri. Terima kasih karena selalu berusaha dan tidak menyerah. Terima kasih karena berusaha tetap tenang dan fokus dalam menyelesaikan sesuatu meskipun kondisi hati dan lingkungan sedang tidak mendukung. Terima kasih karena telah berani bermimpi dan terus berdoa, berani mengambil keputusan, menghadapi tantangan, dan selalu percaya bahwa kamu bisa melewatinya.

Semarang, 9 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan	2
1.3 Lokasi Pabrik	5
1.4 Tinjauan Proses	15
BAB II DESKRIPSI PROSES	19
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	19
2.2 Konsep Proses	21
2.3 Langkah Proses	27
2.4 Diagram Alir	30
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas	30
2.6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan	34
BAB III SPESIFIKASI ALAT	41
3.1 Unit penyimpanan	41
3.2 Unit Pemindah	42
3.3 Unit Penukar Panas	43
3.4 Unit Reaksi	44
3.5 Unit Pemisah	46
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES	48
4.1 Unit pengadaan dan Pengolahan air	49
4.2 Unit Pengadaan Listrik	60
4.3 Unit Pengadaan <i>Steam</i>	66
4.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar	69
4.5 Unit Pengadaan Udara Tekan	70
4.6 Laboratorium	71
4.7 Unit Pengolahan Limbah	75

4.8. Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup.....	82
4.9. Instrumentasi	84
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	86
5.1 Bentuk Perusahaan.....	86
5.2 Struktur Organisasi.....	87
5.3 Tugas dan Wewenang	88
5.4 Kebutuhan Karyawan dan Sistem pengupahan.....	91
5.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji.....	93
5.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	96
5.7 <i>Coporate Social Responsibility (CSR)</i>	99
BAB VI TROUBLESHOOTING.....	102
BAB VII ANALISA EKONOMI.....	109
7.1 Perkiraan Harga Peralatan.....	109
7.2 Dasar Perhitungan.....	110
7.3 Perhitungan Biaya	111
7.4 Analisa Kelayakan.....	118
7.5 Hasil Perhitungan	119
BAB VIII LIFE CYCLE ASSESMENT.....	124
8.1 Pendahuluan	124
8.2 <i>Goal and Scope Definition</i>	124
8.3 <i>Life Cycle Inventory</i>	127
8.4 <i>Life Cycle Impact Assessment</i>	128
8.5 Interpretasi Hasil	129
8.6 Kesimpulan	134
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN A PROCESS FLOW DIAGRAM.....	138
LAMPIRAN B PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	139
LAMPIRAN C PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	144
LAMPIRAN D SPESIFIKASI ALAT.....	169
LAMPIRAN E ANALISA EKONOMI	209

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kebutuhan Isopropanol di Indonesia (BPS, 2026)	2
Tabel 1.2 Produksi Isopropanol yang Sudah Ada di Dunia.....	4
Tabel 1.3 Ketersediaan Bahan Baku Pembuatan Isopropanol.....	6
Tabel 1.4 Industri Pengguna Isopropanol di Indonesia	7
Tabel 1.5 Daftar Sumber Air di Indonesia.....	8
Tabel 1.6 Kapasitas Pembangkit Listrik Terbesar Menurut Provinsi	9
Tabel 1.7 Daftar Pelabuhan Perdagangan di Indonesia	10
Tabel 1.8 Jarak Menuju Pelabuhan Utama	10
Tabel 1.9 Jarak Menuju Konsumen	11
Tabel 1.10 Persentase tingkat pendidikan di Provinsi Indonesia	12
Tabel 1.11 Kejadian per-provinsi dan Indeks Risiko Bencana Kabupaten/Kota.....	13
Tabel 1.12 Perbandingan Alternatif Pendirian Lokasi Pabrik	13
Tabel 1.13 Perbandingan Harga Tanah di Cilegon dan Indramayu.....	14
Tabel 1.14 Perbandingan Proses Pembuatan Isopropanol.....	17
Tabel 2.1 Harga ΔH_f° Masing-masing Komponen (Yaws, 1999)	23
Tabel 2.2 Harga ΔG_f° Masing-masing Komponen (Yaws, 1999)	24
Tabel 2.3 Konsentrasi Umpan Distilasi Reaktif	26
Tabel 2.4 Berat Molekul Bahan dan Produk	30
Tabel 2.5 Neraca Massa Distilasi Reaktif (DC-201).....	31
Tabel 2.6 Neraca Massa Distilasi Ekstraktif (DC-301).....	31
Tabel 2.7 Neraca Massa <i>Entrainer Recovery</i> (DC-302).....	31
Tabel 2.8 Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-101)	32
Tabel 2.9 Neraca Panas Distilasi Reaktif (DC-201).....	32
Tabel 2.10 Neraca Panas <i>Cooler Input</i> ED (E-201)	32
Tabel 2.11 Neraca Panas Distilasi Ekstraktif (DC-301)	33
Tabel 2.12 Neraca Panas <i>Cooler Input</i> ER (E-302)	33
Tabel 2.13 Neraca Panas <i>Cooler</i> Isopropanol (E-401).....	33
Tabel 2.14 Neraca panas <i>Entrainer Recovery</i> (DC-301).....	33
Tabel 2.15 Neraca panas <i>Cooler</i> Gliserol (E-303)	34
Tabel 2.16 Neraca Panas <i>Cooler</i> (E-304).....	34
Tabel 2.17 Neraca Panas <i>Heater</i> Umpan Gliserol (E-301)	34
Tabel 2.18 Neraca Panas <i>Heater</i> Solvent (E-305).....	34
Tabel 2.19 Luas Tanah Pabrik Isopropanol	37
Tabel 4.1 Spesifikasi Air Kali Cimanuk (Prasetyo & Arzena, 2023).....	49
Tabel 4.2 Spesifikasi Air Pendingin (ISO 22449-1).....	50
Tabel 4.3 Kebutuhan Air Pendingin	50
Tabel 4.4 Syarat Air Umpan Boiler (SNI 7628:2009).....	51
Tabel 4.5 Kebutuhan <i>Steam</i>	52

Tabel 4.6 Parameter Air Sanitasi	53
Tabel 4.7 Kebutuhan Air Pabrik Isopropanol.....	55
Tabel 4.8 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan proses	60
Tabel 4.9 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	60
Tabel 4.10 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan Dalam Ruangan	62
Tabel 4.11 Kebutuhan listrik untuk Penerangan Luar Ruangan.....	62
Tabel 4.12 Jumlah Luas Ruangan yang Menggunakan AC.....	63
Tabel 4.13 Kebutuhan Listrik Total.....	64
Tabel 4.14 Kebutuhan <i>Steam</i>	67
Tabel 4.15 Spesifikasi biosolar B40	69
Tabel 4.16 Identifikasi Jenis Limbah Gas Pabrik Isopropanol.....	75
Tabel 4.17 Baku Mutu Udara Ambien Nasional	76
Tabel 4.18 Baku Mutu Emisi Gas Buang Boiler Baku Mutu Emisi Gas Buang Boiler	76
Tabel 4.19 Identifikasi Limbah Cair Pabrik Isopropanol	78
Tabel 4.20 Spesifikasi Minimum alat Sparing	78
Tabel 4.21 Baku Mutu Limbah Cair.....	79
Tabel 4.22 Jenis Limbah Pabrik Isopropanol	81
Tabel 5.1 Pemilihan Bentuk Perusahaan (Subagiyo dkk., 2017)	86
Tabel 5.2 Jadwal Karyawan Reguler.....	92
Tabel 5.3 Jadwal <i>Shift</i> Karyawan	92
Tabel 5.4 Jadwal Pergantian <i>Shift</i>	92
Tabel 5.5 Penggolongan Jabatan	93
Tabel 5.6 Kebutuhan Operator (Ulrich, 1984)	94
Tabel 5.7 Jumlah Tenaga Kerja	95
Tabel 6.1 Troubleshooting Alat di Pabrik Isopropanol.....	102
Tabel 7.1 Data CEPCI (Toweringskills.com)	109
Tabel 7.2 Total Biaya <i>Physical Plant Cost</i> (PPC)	119
Tabel 7.3 Biaya <i>Direct Plant Cost</i>	120
Tabel 7.4 <i>Fixed Capital Investment</i>	120
Tabel 7.5 <i>Working Capital Investment</i>	120
Tabel 7.6 <i>Total Capital Investment</i>	121
Tabel 7.7 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	121
Tabel 7.8 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	122
Tabel 7.9 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	122
Tabel 7.10 <i>Total Manufacturing Cost</i>	122
Tabel 7.11 <i>General Manufacturing Expense</i>	122
Tabel 8.1 <i>Functional Unit</i>	125
Tabel 8.2 Data Inventori	127
Tabel B.1 Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-101)	140
Tabel B.2 Neraca Massa Distilasi Reaktif (DC-201)	142
Tabel B.3 Neraca Massa Distilasi Ekstraktif (DC-301)	142

Tabel B.4 Neraca Massa <i>Entrainer Recovery</i> (DC-302).....	143
Tabel C.1 Kondisi Umpan DC-201	145
Tabel C.2 Entalpi Umpan DC-201	145
Tabel C.3 Kondisi Distilat DC-201	145
Tabel C.4 Entalpi Distilat DC-201	146
Tabel C.5 Kondisi Operasi Refluks DC-201	146
Tabel C.6 Entalpi Refluks	147
Tabel C.7 Kondisi Operasi <i>Vapor</i> DC-201.....	147
Tabel C.8 Entalpi <i>Vapor</i> DC-201	148
Tabel C.9 Kondisi Operasi <i>Bottom</i> DC-201	148
Tabel C.10 Entalpi <i>Bottom</i> DC-201	149
Tabel C.11 Neraca Panas Total DC-201.....	150
Tabel C.12 Entalpi <i>Cooler</i> E-201	150
Tabel C.13 Neraca Panas Total E-201.....	151
Tabel C.14 Kondisi Operasi Umpan DC-301	152
Tabel C.15 Entalpi Umpan DC-301	152
Tabel C.16 Kondisi Operasi Umpan Distilat DC-301.....	152
Tabel C.17 Entalpi Distilat DC-301	152
Tabel C.18 Kondisi Operasi Refluks DC-301	153
Tabel C.19 Entalpi Refluks DC-301	153
Tabel C.20 Kondisi Operasi <i>Vapor</i> DC-301.....	153
Tabel C.21 Entalpi <i>Vapor</i> DC-301	154
Tabel C.22 Kondisi Operasi <i>Bottom</i> DC-301.....	155
Tabel C.23 Entalpi <i>Bottom</i> DC-301	155
Tabel C.24 Neraca Panas Total DC-301.....	156
Tabel C.25 Entalpi <i>Cooler</i> E-401	156
Tabel C.26 Neraca Panas Total E-401.....	157
Tabel C.27 Entalpi <i>Cooler</i> E-302.....	158
Tabel C.28 Neraca Panas Total E-302.....	158
Tabel C.29 Kondisi Operasi Umpan DC-302	159
Tabel C.30 Entalpi Umpan DC-302	159
Tabel C.31 Kondisi Operasi Distilat DC-302	159
Tabel C.32 Entalpi Distilat DC-302	160
Tabel C.33 Kondisi Operasi Refluks DC-302.....	160
Tabel C.34 Entalpi Refluks DC-302	160
Tabel C.35 Kondisi Operasi <i>Vapor</i> DC-302.....	161
Tabel C.36 Entalpi <i>Vapor</i> DC-302	161
Tabel C.37 Kondisi Operasi <i>Bottom</i> DC-302.....	162
Tabel C.38 Entalpi <i>Bottom</i> DC-302	162
Tabel C.0.39 Neraca Panas Total DC-302.....	162
Tabel C.40 Entalpi <i>Cooler</i> E-303.....	163

Tabel C.41 Neraca Panas Total E-303.....	164
Tabel C.42 Entalpi <i>Cooler</i> E-304.....	164
Tabel C.43 Neraca Panas Total E-304.....	165
Tabel C.44 Entalpi <i>Heater</i> E-301.....	166
Tabel C.45 Neraca Panas Total E-301.....	166
Tabel C.46 Entalpi <i>Heater</i> E-305.....	167
Tabel C.47 Entalpi <i>Cooler</i> E-305.....	168
Tabel E.1 Harga Alat Proses dan Utilitas	211
Tabel E.2 PEC Pabrik Isopropanol.....	214
Tabel E.3 <i>Installed Equipment Cost</i>	214
Tabel E.4 Biaya Pemipaan	215
Tabel E.5 Biaya Instrumentasi	216
Tabel E.6 Biaya Insulasi.....	216
Tabel E.7 Biaya Listrik	217
Tabel E.8 <i>Fixed Capital Investment</i>	219
Tabel E.9 <i>Available Cash</i>	220
Tabel E.10 Biaya Bahan Baku dan Katalis	221
Tabel E.11 <i>Total Raw Material Cost</i>	221
Tabel E.12 <i>Operating labor expense</i>	222
Tabel E.13 <i>Supervision Expense</i>	222
Tabel E.14 Biaya Utilitas	224
Tabel E.15 <i>Total Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	224
Tabel E.16 <i>Total Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	225
Tabel E.17 <i>Total Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	226
Tabel E.18 <i>Manufacturing Cost</i>	227
Tabel E.19 <i>Management Salaries</i>	227
Tabel E.20 Total GME Pabrik Isopropanol.....	229
Tabel E.21 Total PC Pabrik Isopropanol.....	229
Tabel E.22 <i>Cash Flow</i> Pabrik Isopropanol	232

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Proyeksi Kebutuhan Isopropanol	3
Gambar 1.2 Ketersediaan Lahan (Sumber: https://bhumi.atrbpn.go.id/)	14
Gambar 1.3 Ketersediaan Lahan (Sumber: https://bhumi.atrbpn.go.id/)	15
Gambar 2.0.1 Reaksi Pembentukan Isopropanol	22
Gambar 2.2 Pembentukan Karbokation	22
Gambar 2.3 Pembentukan Oxonium Ion	22
Gambar 2.4 Pembentukan Isopropanol	23
Gambar 2.5 Diagram Alir Proses Produksi Isopropanol	30
Gambar 2.6 Tata Letak Pabrik	38
Gambar 2.7 Tata Letak Peralatan Pabrik	40
Gambar 3.1 Tangki <i>Spherical</i> (Sumber: Thai Metal Product Industry)	41
Gambar 3.2 Pompa Sentrifugal (Walas, 2005)	42
Gambar 3.3 <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> (Vijayaragavan et al., 2023)	43
Gambar 3.4 Kolom Distilasi Reaktif (Sakhre, 2019)	44
Gambar 3.5 <i>Packed Column</i> (Sumber: University of Jordan)	44
Gambar 3.6 <i>Sieve Tray</i> Kolom Distilasi (Fasel dkk., 2020)	46
Gambar 4.1 Diagram Alir Pengolahan Air Pabrik Isopropanol	59
Gambar 4.2 Instrument air unit block diagram	71
Gambar 4.3 Diagram Alir Pengolahan Limbah Gas	77
Gambar 4.4 Diagram Alir Pengolahan Limbah Cair	80
Gambar 5.1 Struktur Organisasi	88
Gambar 7.1 Grafik Data CEPCI 2015 -2024	110
Gambar 7.2 Grafik Analisa Kelayakan	123
Gambar 8.1 Batasan Sistem Pabrik Isopropanol	126
Gambar 8.2 Kontribusi Proses Reaksi dan Pemisahan terhadap Dampak Lingkungan Berdasarkan: (a) ReCiPe 2016 Endpoint (H); (b) CML-IA Baseline; (c) EPS 2015dx	128
Gambar 8.3 Kontribusi Gliserin Dalam Proses Pemisahan Terhadap Dampak Lingkungan: (A) Recipe 2016 Endpoint (H); (B) CML-IA Baseline; (C) EPS 2015dx	129
Gambar 8.4 Kontribusi Produksi Propilen Terhadap Dampak Kesehatan Manusia Berdasarkan Recipe 2016 Endpoint (H)	131
Gambar 8.5 Kontribusi Utilitas Terhadap Dampak Kesehatan Manusia Berdasarkan EPS 2015dx	132
Gambar A.1 <i>Process Flow Diagram</i> Pabrik Isopropanol	138
Gambar B.1 Laju Alir Neraca Massa	139
Gambar B.2 <i>Mixer</i> (M-101)	140
Gambar B.3 Distilasi reaktif (DC-201)	141
Gambar B.4 Distilasi ekstraktif (DC-301)	142
Gambar B.5 Entrainer recovery (DC-302)	143
Gambar C.1 Laju alir neraca panas	144
Gambar C.2 Distilasi reaktif (DC-201)	145

Gambar C.3 <i>Cooler</i> E-201	150
Gambar C.4 Distilasi Ekstraktif (DC-301).....	151
Gambar C.5 <i>Cooler</i> E-401	156
Gambar C.6 <i>Cooler</i> E-302	157
Gambar C.7 <i>Entrainer Recovery</i> (DC-302)	159
Gambar C.8 <i>Cooler</i> E-303	163
Gambar C.9 <i>Cooler</i> E-304	164
Gambar C.10 <i>Heater</i> E-301	165
Gambar C.11 <i>Heater</i> E-305.....	167
Gambar D.1 Perancangan Tangki Bola T-101	169
Gambar D.2 Perancangan Distilasi Reaktif DC-201	172
Gambar D.3 Perancangan Distilasi Esktraktif DC-301	184
Gambar D.4 Perancangan <i>Heat Exchanger</i> Tipe <i>Cooler</i> E-201.....	195
Gambar D.5 Perancangan Pompa Sentrifugal P-101	201
Gambar E.1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i>	210

INTISARI

Isopropil Alkohol/Isopropanol merupakan bahan kimia penting yang banyak digunakan sebagai pelarut dan bahan baku pada industri kosmetik, farmasi, cat, elektronik, dan kimia lainnya. Kebutuhan IPA terus meningkat sejalan dengan berkembangnya industri-industri tersebut di Indonesia, namun produksi domestik masih belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan sehingga sebagian masih dipenuhi melalui impor. Kondisi ini membuka peluang bagi pendirian pabrik IPA dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan impor, mengurangi ketergantungan industri kimia nasional, sekaligus menciptakan lapangan kerja.

Pabrik isopropanol dirancang dengan kapasitas 18.500 ton/tahun, beroperasi selama 330 hari kerja per tahun, dan didirikan di Desa Balongan, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat dengan luas lahan sekitar 7,5 hektar.

Proses produksi menggunakan metode hidrasi langsung fase gas-cair (*Direct Hydration*) dengan integrasi *Reactive-Extractive Distillation*. Propilen direaksikan dengan air membentuk isopropanol menggunakan katalis HZSM-5 di dalam *Reactive Distillation Column* pada suhu 148 °C dan tekanan 20 bar. Reaksi bersifat eksotermis. Pada proses ini juga terbentuk produk samping berupa diisopropil eter (DIPE), yang kemudian dipisahkan menggunakan distilasi ekstraktif dengan gliserol sebagai entrainer untuk memecah azeotrop IPA–air, sehingga diperoleh produk IPA dengan kemurnian >99,5%.

Unit utilitas pabrik meliputi penyediaan kebutuhan air pendingin sebesar 125.354,6 kg/jam ($\pm 3.138,27 \text{ m}^3/\text{hari}$), air umpan boiler sebesar 7.332 kg/jam, serta air sanitasi dan air hidran. Kebutuhan listrik total sebesar 2.427,1 kW dipasok dari PLN melalui sistem interkoneksi Jawa-Bali (PLTU Indramayu) dengan cadangan generator diesel berbahan bakar biosolar B40. Steam dihasilkan oleh dua unit *Oil Gas Fire Tube Boiler* berkapasitas 1 ton/jam pada suhu 128°C dan 220°C, dengan kebutuhan bahan bakar total sebesar 380,62 L/jam. Selain itu, disediakan pula fasilitas penunjang berupa laboratorium pengendalian mutu, laboratorium analitik, dan laboratorium penelitian dan pengembangan.

Bentuk badan usaha yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan status tertutup, menerapkan struktur organisasi *Line and Staff*. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 136 orang. Berdasarkan analisis kelayakan ekonomi, diperoleh nilai Total *Capital Investment* sebesar Rp1.276.034.041.384,72, *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 38,72% dan setelah pajak 30,98%, *Profit Margin on Sales* (POS) sebelum pajak 9,68% dan setelah pajak 7,74%, *Break Even Point* (BEP) sebesar 53,087%, dan *Shutdown Point* (SDP) sebesar

40,675%. Berdasarkan nilai POT, pabrik ini sesuai dengan batas toleransi yang diizinkan, yaitu kurang dari 5 tahun untuk industri kimia dengan risiko rendah.

Dari hasil perancangan ini dapat disimpulkan bahwa pendirian Pabrik Isopropanol dengan kapasitas 18.500 ton/tahun layak untuk dipertimbangkan guna memenuhi kebutuhan IPA dalam negeri serta meningkatkan kemandirian industri kimia Indonesia.