

**PRARANCANGAN PABRIK ISOPROPANOL DENGAN METODE
HIDROGENASI ASETON KAPASITAS 64.000 TON/TAHUN**



**Dibuat Untuk Memenuhi Kelulusan Mata Kuliah Skripsi Dan Seminar Skripsi serta
Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) pada Jurusan S.Tr Teknologi
Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

Disusun oleh:

NAYAKA RAISSA AUDRA KIRANA NIM. 40040121650070

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

2025



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

**PRARANCANGAN PABRIK ISOPROPANOL DENGAN METODE HIDROGENASI
ASETON KAPASITAS 64.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik

Disusun oleh:

NAYAKA RAISSA AUDRA KIRANA NIM. 40040121650070

Disetujui dan Disahkan sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 4 Agustus 2025

Dosen Pembimbing,

Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc. Ph.D
NIP. H.7.199005152021021001



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 PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nayaka Raissa Audra Kirana
NIM : 40040121650070
Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Isopropanol Dengan Metode Hidrogenasi
Aseton Kapasitas 64.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Abitha Monawisya 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 adanya paksaan dari siapapun.



Semarang, 4 Agustus 2025



Nayaka Raissa Audra Kirana
NIM. 40040121650070

BUKTI PELAKSANAAN SEMINAR TUGAS AKHIR

Prarancangan Pabrik Isopropanol Dengan Metode Hidrogenasi Aseton Kapasitas 64.000 Ton/Tahun

Bahwa Tugas Akhir telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, pada tanggal 17 September 2025 dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk Mata Kuliah Skripsi dan Seminar Skripsi

Disusun Oleh:

Nayaka Raissa Audra Kirana

NIM. 400401216500070

Menyetujui,

Tim Penguji

Penguji I,



Mohamad Endy Julianto S.T., M.T.

NIP. 197107311999031001

Penguji II,



Sri Risdhiyanti Nuswantari S.Tr.T., M.T.

NIP. 199711102024062001



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@ineundip.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Laporan TA : Prarancangan Pabrik Isopropanol Dengan Metode Hidrogenasi Aseton
Kapasitas 64.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis:

Nama : Nayaka Raissa Audra Kirana

NIM : 40040121650070

Fakultas/Prodi : Sekolah Vokasi/S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Tugas Akhir ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 17 September 2025

Penguji I,

Dr. M. Endy Julianto, S.T., M.T
NIP. 197107311999031001

Semarang, 17 September 2025

Penguji II,

Sri Risdhiyanti Nuswantari, S.Tr.T., M.T.
NIP. 199711102024062001

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan dari semua pihak. Untuk itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof Dr. Ir. Budiyo, M. Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
2. Dr. M. Endy Yulianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
3. Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dorongan motivasi hingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik.
4. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Mama dan kakak yang selalu memberikan doa dan support dalam semua hal, sehingga saya bisa menyelesaikan laporan ini dengan lancar dan semangat. Terimakasih atas segala kerja keras, keringat, dan air mata yang telah kalian keluarkan untuk memperjuangkan saya sampai akhirnya berada di titik ini.
6. Sahabat saya Andini Nur Fadhilah yang selalu mendengarkan keluh kesah, menemani, mendukung, dan mendoakan saya. Terimakasih sudah selalu ada dan tetap berjuang bersama dalam situasi apapun.
7. Rahma, Lingga, dan Fita yang telah menghibur saya agar tetap waras, dan juga dukungan dan doa yang telah kalian berikan untuk kelancaran saya.
8. Teman-teman Icelancs'21 yang telah memberikan motivasi, semangat, dan dukungan, sehingga secara tidak langsung membantu saya menyelesaikan skripsi ini. Aulia, Salsa, Axxel, Belinda, Minang, kalian adalah orang-orang baik yang senantiasa kebersamai, mendorong, membantu, memberikan semangat serta doa, semoga kita semua dilancarkan dalam segala urusan dan sukses dunia akhirat.
9. Partner skripsi saya, Abitha Monawisya, terimakasih untuk segala bantuan dan kerja sama dalam menyusun skripsi ini hingga akhir. Semoga kita diberi kelancaran dan kesuksesan setelah mendapatkan gelar ini.
10. Nadia Omara dan Windah Basudara, terimakasih untuk konten-konten kalian yang telah menghibur saya disela-sela istirahat saya saat mengerjakan skripsi ini.

11. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.
12. Terakhir kepada diri saya sendiri, terima kasih telah menjadi pribadi yang mampu melewati semua hal ini dengan penuh semangat, tidak pernah menyerah, selalu yakin akan kemampuan diri serta terus berkembang hingga menjadi versi terbaikmu hari ini, semoga senantiasa menjadi pribadi yang terus belajar dengan memperbaiki segala kekurangan, dan sukses di dunia maupun akhirat.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi sempurnanya skripsi ini.

Semarang, 4 Agustus 2025

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kapasitas Rancangan	2
1.2.1. Perkiraan Kebutuhan Isopropanol di Indonesia	2
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku	4
1.2.3. Kapasitas Pabrik Isopropanol yang Beroperasi	5
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	5
1.4. Tinjauan Proses	9
1.4.1. Macam-macam Proses Pembuatan Isopropanol	9
1.4.2. Alasan Pemilihan Proses	11
BAB II DESKRIPSI PROSES	13
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	13
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku Utama	13
2.1.2. Spesifikasi Produk	14
2.2. Sifat Fisika dan Kimia.....	14
2.2.1. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku.....	14
2.2.2. Sifat Fisika dan Kimia Produk.....	17
2.3. Konsep Proses	18
2.3.1. Dasar Reaksi	18
2.3.2. Sifat Reaksi	18
2.3.3. Tinjauan Termodinamika.....	18
2.3.4. Tinjauan Kinetika.....	20
2.3.5. Perbandingan Mol Reaktan.....	20
2.4. Langkah Proses	21
2.4.1. Tahap Persiapan Bahan Baku	21
2.4.2. Tahap Pembentukan Produk	21

2.4.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk.....	22
2.4.4. Tahap Penyimpanan Produk	22
2.5. Diagram Alir Proses.....	23
2.6. Neraca Massa Energi.....	24
2.6.1. Diagram Alir Neraca Massa.....	24
2.6.2. Diagram Alir Neraca Panas	30
2.7. Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses	36
2.7.1. Tata Letak Pabrik.....	36
2.7.2. Tata Letak Peralatan Proses	39
BAB III SPESIFIKASI ALAT	42
3.1. Unit Penyimpanan.....	42
3.1.1. Tangki Aseton.....	42
3.1.2. Tangki Hidrogen	43
3.2. Unit Penukar Panas	43
3.2.1. Vaporizer.....	43
3.3. Unit Pemindah.....	44
3.3.1. Kompresor Aseton.....	44
3.3.2. Kompresor Recycle	45
3.4. Unit Reaktor Kimia	46
3.5. Unit Pemisahan	48
3.5.1. Flash Drum.....	48
3.5.2. Menara Destilasi 1	49
3.5.3. Menara Destilasi 2	51
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES	53
4.1. Unit Pendukung Proses	54
4.1.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	54
4.1.2. Unit Pengadaan Listrik	60
4.1.3. Unit Pengadaan Udara Tekan	65
4.1.4. Unit Pengadaan Steam	65
4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar	66
4.1.6. Unit Pengolahan Limbah	67
4.2. Laboratorium.....	68
4.3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	69

4.4. Instrumentasi	70
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	72
5.1. Bentuk Perusahaan	72
5.2. Struktur Organisasi	72
5.3. Tugas dan Wewenang	75
5.3.1. Pemegang Saham	75
5.3.2. Dewan Komisaris	75
5.3.3. Dewan Direksi	75
5.3.4. Staff Ahli	76
5.3.5. Kepala Bagian	76
5.4. Jenis Tenaga Kerja dan Sistem Pengupahan	78
5.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan	78
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	80
5.6.1. Penggolongan Jabatan	80
5.6.2. Jumlah Karyawan	81
5.6.3. Gaji	82
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	83
5.8. Corporate Social Responsibility (CSR)	84
BAB VI TROUBLESHOOTING	87
6.1. Troubleshooting Pada Unit Penyimpanan	87
6.2. Troubleshooting Pada Unit Penukar Panas	88
6.3. Troubleshooting Pada Unit Pemindahan	88
6.4. Troubleshooting Pada Unit Reaktor	89
6.5. Troubleshooting Pada Unit Pemisah	89
6.6. Troubleshooting Emergency Shutdown (EDS)	90
BAB VII ANALISA EKONOMI	92
7.1. Penentuan Harga Peralatan	92
7.2. Dasar Perhitungan	94
7.3. Perhitungan Biaya Produksi	95
7.3.1. Penaksiran Modal Industri (<i>Total Capital Investment</i>)	95
7.3.2. Penentuan Biaya Pembuatan (<i>Manufacturing Cost</i>)	95
7.3.3. General Expense	96
7.3.4. Analisa Kelayakan	96

7.4. Hasil Perhitungan	98
7.4.1. <i>Total Capital Investment</i>	98
7.4.2. <i>Total Manufacturing Cost</i>	99
7.4.3. <i>General Expense</i>	100
7.5. Analisa Kelayakan	101
DAFTAR PUSTAKA	102
LAMPIRAN A	105
LAMPIRAN B.....	139
LAMPIRAN C.....	165
LAMPIRAN D	325

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Statistik Impor dan Ekspor Isopropanol.....	2
Tabel 1. 2 Daftar Kapasitas Pabrik Isopropanol yang Beroperasi di Dunia	5
Tabel 1. 3 Industri yang Membutuhkan Isopropanol.....	8
Tabel 1. 4 Perbandingan Proses Pembuatan Isopropanol	11
Tabel 2. 1 Neraca Massa Mixing Point Aseton (MP-101).....	26
Tabel 2. 2 Neraca Massa Mixing Point Hidrogen (MP-102).....	26
Tabel 2. 3 Neraca Massa Mixing Point ke Reaktor (MP-103)	26
Tabel 2. 4 Neraca Massa Reaktor (R-101).....	27
Tabel 2. 5 Neraca Massa Flash Drum (FD-201).....	27
Tabel 2. 6 Neraca Massa Menara Distilasi 1 (DC-201).....	27
Tabel 2. 7 Neraca Massa Menara Distilasi 2 (DC-202).....	28
Tabel 2. 8 Neraca Massa Mixing Point Produk	28
Tabel 2. 9 Neraca Massa Overall	28
Tabel 2. 10 Neraca Panas Vaporizer (V-101).....	32
Tabel 2. 11 Neraca Panas Kompresor Aseton (C-101).....	32
Tabel 2. 12 Neraca Panas Kompresor Hidrogen (C-102)	32
Tabel 2. 13 Neraca Panas Heater (E-101).....	32
Tabel 2. 14 Neraca Panas Reaktor (R-101)	33
Tabel 2. 15 Neraca Panas Flash Drum (FD-201).....	33
Tabel 2. 16 Neraca Panas Menara Distilasi 1 (DC-201).....	33
Tabel 2. 17 Neraca Panas Menara Distilasi 2 (DC-202).....	33
Tabel 2. 18 Neraca Panas Cooler (CL-201).....	34
Tabel 2. 19 Neraca Panas Overall	34
Tabel 2. 20 Perincian Luas Area Pabrik Isopropanol	38
Tabel 4. 1 Kebutuhan Air Sanitasi dan Umum	57
Tabel 4. 2 Peralatan yang Membutuhkan Air Pendingin	58
Tabel 4. 3 Peralatan yang Membutuhkan Air Umpan Boiler	59
Tabel 4. 4 Total Kebutuhan Air Pabrik Isopropil Alkohol	60
Tabel 4. 5 Kebutuhan Listrik Peralatan Proses	61
Tabel 4. 6 Kebutuhan Listrik Keperluan Utilitas.....	61
Tabel 4. 7 Kebutuhan Lumen untuk Kebutuhan Penerangan	62
Tabel 4. 8 Luas Ruang untuk Kebutuhan AC	63

Tabel 5. 1 Struktur Organisasi Perusahaan	74
Tabel 5. 2 Pembagian Shift Karyawan	79
Tabel 5. 3 Jadwal Kerja	79
Tabel 5. 4 Jabatan dan Pendidikan.....	80
Tabel 5. 5 Jumlah Karyawan	81
Tabel 5. 6 Gaji Karyawan	82
Tabel 6. 1 Troubleshooting Unit Penyimpanan	87
Tabel 6. 2 Troubleshooting Unit Penukar Panas	88
Tabel 6. 3 Troubleshooting Unit Pemindahan	88
Tabel 6. 4 Troubleshooting Unit Reaktor	89
Tabel 6. 5 Troubleshooting Unit Pemisah	89
Tabel 7. 1 Chemical Engineering Plant Index (CEP)	93
Tabel 7. 2 Physical Plant Cost (PPC).....	98
Tabel 7. 3 Fixed Capital Investment (FCI)	98
Tabel 7. 4 Working Capital Investment (WCI)	99
Tabel 7. 5 Total Capital Investment (TCI).....	99
Tabel 7. 6 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	99
Tabel 7. 7 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	100
Tabel 7. 8 Fixed Manufacturing Cost (FMC)	100
Tabel 7. 9 Total Manufacturing Cost (TMC).....	100
Tabel 7. 10 Total Manufacturing Cost (TMC).....	100
Tabel 7. 11 Analisa Kelayakan Pabrik Isopropanol Kapasitas 64.000 kg/tahun	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Impor Isopropanol 2014 – 2024	3
Gambar 1. 2 Grafik Ekspor Isopropanol 2014-2024	3
Gambar 1. 3 Pemilihan Lokasi Pembangunan Pabrik	7
Gambar 1. 1 Grafik Impor Isopropanol 2014 – 2024	3
Gambar 1. 2 Grafik Ekspor Isopropanol 2014-2024	3
Gambar 1. 3 Pemilihan Lokasi Pembangunan Pabrik	7
Gambar 2. 1 Diagram Alir (Flowsheet) Prarancangan Pabrik Isopropanol dengan Metode Hidrogenasi Aseton.....	23
Gambar 2. 2 Diagram Alir Neraca Massa.....	24
Gambar 2. 3 Diagram Alir Neraca Panas.....	30
Gambar 2. 4 Tata Letak Pabrik Isopropanol	39
Gambar 2. 5 Tata Letak Peralatan Proses	41
Gambar 3. 1 Tangki Aseton (T-101).....	42
Gambar 3. 2 Tangki hidrogen (T-102).....	43
Gambar 3. 3 Vaporizer.....	43
Gambar 3. 4 Kompresor (C-101)	44
Gambar 3. 5 Compressor (C-102).....	45
Gambar 3. 6 Reaktor Fixed-Bed Multitube (R-101).....	46
Gambar 3. 7 Menara Destilasi (DC-201).....	49
Gambar 3. 8 Menara Destilasi (DC-202).....	51
Gambar 4. 1 Diagram Alir Proses Pengolahan Air.....	54
Gambar 7. 1 Grafik Index CEP tahun 2001-2024.....	94

INTISARI

Perancangan pabrik isopropil alkohol dengan kapasitas 64.000 ton/tahun bertujuan untuk memenuhi kebutuhan nasional terhadap isopropanol yang digunakan dalam berbagai industri, seperti pelarut, antiseptik, dan bahan baku sintetik. Proses produksi dilakukan melalui reaksi hidrogenasi aseton menggunakan katalis padat Ni-Cu/SiO₂ dalam fasa gas pada suhu 180°C dan tekanan 7,89 atm. Lokasi pabrik direncanakan di kawasan industri Cilegon, Banten, karena dekat dengan sumber bahan baku dan memiliki infrastruktur transportasi yang baik.

Tahap produksi terdiri dari persiapan bahan baku, reaksi hidrogenasi, pemurnian, dan penyimpanan produk. Aseton cair dan gas hidrogen dipanaskan dan dikompresi hingga mencapai kondisi operasi, kemudian dialirkan ke dalam reaktor tipe *fixed bed multitube* untuk menghasilkan isopropanol. Produk reaksi berupa campuran gas dan uap dikondensasi serta dipisahkan menggunakan kondensor parsial, dilanjutkan dengan distilasi ekstraktif untuk memisahkan aseton, dan distilasi biasa untuk memurnikan isopropil alkohol. Produk akhir didinginkan sebelum disimpan dalam tangki penyimpanan.

Utilitas pabrik mencakup sistem penyediaan air, listrik, bahan bakar, serta pengolahan limbah cair dan gas untuk memenuhi standar lingkungan. Pabrik beroperasi secara kontinyu selama 330 hari per tahun, tiga shift per hari, dan melibatkan 193 tenaga kerja. Dari hasil analisis ekonomi, diperoleh *Total Capital Investment* (TCI) sebesar US\$ 77.676.674,10 dan biaya produksi tahunan (TMC) sebesar US\$ 14.908.422,75. Laju pengembalian modal (ROI) sebelum pajak sebesar 33,02% dan setelah pajak 24,76%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 3 tahun dan setelah pajak 3,84 tahun. *Break Even Point* (BEP) diperoleh sebesar 37,32% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 20,24%. Berdasarkan evaluasi teknis dan ekonomi tersebut, pabrik isopropil alkohol ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: isopropanol, hidrogenasi aseton, Ni-Cu, distilasi ekstraktif