

**PRA-RANCANGAN PABRIK ASAM AKRILAT DENGAN METODE OKSIDASI
PROPILENE DENGAN KAPASITAS 88.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan Seminar Skripsi pada Jurusan S. Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Disusun Oleh :

Ahmad Hadi Yustianto

40040121650094

PRODI S-TR TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2025

HALAMAN PENGESAHAN
PRA-RANCANGAN PABRIK ASAM AKRILAT DENGAN METODE OKSIDASI
***PROPYLENE* KAPASITAS 88.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik

Disusun oleh:

Ahmad Hadi Yustianto

NIM. 40040121650090

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan tugas Akhir

Semarang, 08 Agustus 2025

Dosen Pembimbing I,


Anggun Puspitarini Siswanto S.T., Ph.D.
Nip H.7.198803152018072001



NILAI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Ahmad Hadi Yustianto

NIM : 40040121650082

Judul Skripsi

- Bahasa Indonesia : Pra-Rancang Pabrik Asam Akrilat Dengan Metode Oksidasi Propylene Kapasitas 88.000 Ton/Tahun
- Bahasa Inggris : *Pre-Design of Acrylic Acid Plant Using Propylene Oxidation Method with a Capacity of 88,000 Tons per Year*

Nilai (Angka)

: 90

Semarang, 08 Agustus 2025
Pembimbing,


Anggun Puspitarini Siswanto S.T., Ph.D.
Nip H.7.198803152018072001

Catatan :

- Rentang Nilai Angka

80 – 100	A	51 – 59.99	D
70 – 79.99	B	0 – 50.99	E
60 – 69.99	C		

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Ahmad Hadi Yustianto
NIM : 40040121650082
Fakultas/Universitas : Sekolah Vokasi/Universitas Diponegoro
Program Studi : S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri
Judul Tugas Akhir : Pra-Rancangan Pabrik Asam Akrilat dengan Metode Oksidasi *Propylene* Kapasitas 88.000 Ton/Tahun

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya, Lala Firdha Fahira, dan patner saya, Ahmad Hadi Yustianto, didampingi oleh dosen pembimbing dan bukan hasil jiplakan plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/pemlagiatan dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan aturan yang berlaku di Universitas Diponegoro

Demikian pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Semarang, 08 Agustus 2025

Pembuat Pernyataan



Ahmad Hadi Yustianto

NIM. 40040121650094

BUKTI PELAKSANAAN SEMINAR TUGAS AKHIR

Pra-Rancangan Pabrik Asam Akrilat Dengan Metode Oksidasi Propilene Dengan Kapasitas 88.000 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:

Ahmad Hadi Yustianto

NIM. 400401216500094

Menyetujui,

Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,



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

NIP. 197107311999031001



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

NIP. 199711102024062001

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Laporan Tugas : Pra-Rancangan Pabrik Asam Akrilat Dengan Akhir Metode Oksidasi Propilene Dengan Kapasitas 88.000 Ton/Tahun.

Identitas Penulis

Nama Mahasiswa : Ahmad Hadi Yustianto
NIM : 40040121650094
Fakultas : Sekolah Vokasi/STr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Tugas Akhir ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 23 September 2025

Menyetujui,
Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,



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



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir (skripsi) dengan judul “Pra-Rancang Pabrik Asam Akrilat ($C_3H_4O_2$) Menggunakan Proses Oksidasi Propilena Kapasitas 88.000 Ton/Tahun” dengan lancar. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dengan hati yang tulus ikhlas penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Mohammad Endy Julianto, S.T., M.T, selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
2. Dr. Ir. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng., M.M.,I.P.M. ASEAN Eng selaku Dosen Wali 2021 Kelas B yang senantiasa memberikan nasihat dan arahan tentang perkuliahan
3. Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi I dan Prof. Ir. Abdullah M.S., Ph.D. selaku dosen Pembimbing Skripsi II atas waktu, kesabaran, dan bimbingannya.
4. Seluruh Dosen dan Tenaga Ahli TRKI yang selalu membantu dalam kegiatan perkuliahan saya.
5. Kedua orang tua yang selalu melimpahkan cinta dan doa yang mengalir setiap detik. Selalu mendukung keputusan saya dan memfasilitasi keperluan saya selama ini.
6. partner dalam penyusunan tugas akhir ini yang telah bekerja sama dengan sangat baik, meluangkan waktu dan tenaganya dalam menyusun tugas akhir ini

Penyusun menyadari bahwa di dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi materi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis akan dengan senang hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun, demi perbaikan laporan ini. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Semarang, 8 Agustus 2025

Penulis

INTISARI

Pra-rancangan pabrik asam akrilat dengan kapasitas 88.000 ton/tahun ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang terus meningkat serta mengurangi ketergantungan terhadap impor. Asam akrilat merupakan senyawa kimia penting yang banyak digunakan pada industri polimer, cat, perekat, tekstil, serta sebagai bahan baku *super absorbent polymer* (SAP) untuk produk perawatan dan deterjen. Pemilihan kapasitas pabrik didasarkan pada analisis proyeksi kebutuhan pasar, ketersediaan bahan baku, dan perbandingan dengan kapasitas pabrik sejenis yang telah beroperasi. Lokasi pabrik direncanakan di Indramayu, Jawa Barat, dengan pertimbangan kedekatan terhadap sumber bahan baku propilena, pasar, utilitas, serta infrastruktur transportasi.

Proses produksi dilakukan dengan metode oksidasi propilena dua tahap menggunakan katalis $\text{Bi}_2\text{Mo}_3\text{O}_{12}$ pada tahap konversi propilena menjadi akrolein dan MoWO_6 pada tahap oksidasi akrolein menjadi asam akrilat. Reaktor yang digunakan adalah *fixed bed multitube reactor* dengan sistem pendingin molten salt untuk mengendalikan suhu reaksi eksotermis. Unit pendukung yang dirancang meliputi penyediaan air, listrik, uap, udara tekan, laboratorium, serta pengolahan limbah cair, gas, padat, dan B3.

Hasil Analisa ekonomi menunjukkan nilai POS (*Profit on Sales*) dan ROI (*Return on Investment*) yang cukup, yaitu 23,64%. dan 28,77%. Nilai IRR sebesar 29,53%, masih jauh diatas suku bunga deposito bank pada April 2022 yang berkisar 2,00% - 5,50%. selain itu, diperoleh waktu POT sebesar 3,19 tahun. Kemudian, nilai BEP sebesar 32,91% dan SDP 16,02% Dari hasil evaluasi ekonomi dapat disimpulkan pabrik ini layak untuk didirikan berdasarkan berbagai pertimbangan diatas.

Kata kunci: Asam akrilat, oksidasi propilena, fixed bed multitube reactor.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN INTEGRITAS.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
PRA-RANCANGAN PABRIK ASAM AKRILAT DENGAN METODE OXYDASI PROPILENE DENGAN KAPASITAS 88.000 TON/TAHUN.....	1
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Pabrik.....	2
1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Pasar	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	5
1.2.3 Kapasitas Pabrik yang Sudah Beroperasi	6
1.2.4 Kapasitas Pabrik yang Sudah Beroperasi	8
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	8
1.4 Tinjauan Proses	14
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	18
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	18
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku Produksi	18
2.1.2 Spesifikasi Bahan Penunjang Produksi.....	18
2.1.3 Spesifikasi Produk	19
2.2 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk.....	19
2.2.1 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku.....	19
2.2.1 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Produk.....	22

2.3	Konsep Proses	23
2.3.1	Dasar dan Fase Reaksi	23
2.3.2	Kebutuhan Katalis Pada Proses Produksi	24
2.3.3	Mekanisme Reaksi	24
2.3.4	Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	26
2.3.5	Kondisi Operasi	32
2.4	Uraian mekanisme proses produksi.....	32
2.5	Diagram Blok	35
2.6	Neraca Massa	36
2.6.1	Rangkuman Neraca Massa.....	36
2.6.2	Rangkuman Neraca Panas.....	40
2.7	Tata Letak Pabrik dan Pemetaan.....	45
2.7.1	Tata Letak Pabrik.....	45
2.8	Diagram Alir Proses Produksi Asam Akrilat	50
BAB III SPESIFIKASI ALAT		51
3.1	Unit Penyimpanan	51
3.2	Unit Transportasi.....	56
3.3	Unit Penukar Panas	60
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES		70
4.1	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	70
4.1.1	Unit Pengolahan Air	75
4.1.1	Unit Penyediaan Air.....	80
4.2	Unit Penyediaan Listrik	84
4.3	Unit Penyediaan <i>Thermal Fluid</i>	89
4.4	Unit Penyediaan Uap Air (<i>Steam</i>).....	89
4.4.1	Kapasitas <i>Boiler</i>	90
4.4.2	Kebutuhan Bahan Bakar <i>Boiler</i>	91

4.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	92
4.6	Unit Penyediaan Udara Tekan.....	92
4.7	Unit Pengolahan Limbah.....	94
4.7.1	Unit Pengolahan Limbah Cair	94
4.7.2	Unit Pengolahan Limbah Gas	94
4.7.3	Unit Pengolahan Limbah Padat	94
4.7.4	Unit Pengolahan Limbah B3.....	95
4.8	Unit Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	96
4.9	Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Lingkungan Hidup	97
4.9.1	Fasilitas Kesehatan	97
4.9.2	Sistem Keamanan Kerja	99
4.9.3	Potensi Bahaya di Sekitar Pabrik.....	102
4.10	Unit Laboratorium	102
4.10.1	Program Kerja Laboratorium.....	103
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN		107
5.1	Bentuk Perusahaan	107
5.2	Struktur Organisasi.....	110
5.3	Tugas dan Wewenang	111
5.4	Pembagian Jam Kerja.....	118
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah	120
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	120
5.6.1	Penggolongan Jabatan.....	120
5.6.2	Jumah Karyawan dan Gaji	122
BAB VI TROUBLESHOOTING		130
6.1	Tangki Penyimpanan.....	131
6.2	Unit Transportasi.....	133
6.3	Unit Reaktor	137

6.4	Unit Pemisah	141
6.5	Unit Kompresor.....	144
6.6	Unit Penukar Panas	146
6.7	Unit Furnance.....	148
6.8	Unit Absorber.....	149
BAB VII ANALISA EKONOMI		152
7.1	Perkiraan Harga Peralatan.....	152
7.2	Dasar Perhitungan	155
7.3	Perhitungan Biaya	155
7.4	Analisa Kelayakan.....	162
7.5	Hasil Perhitungan	164
DAFTAR PUSTAKA		171
LAMPIRAN A NERACA MASSA.....		173
LAMPIRAN B NERACA ENERGI.....		194
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT		250
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI		355

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Pendirian Pabrik.....	14
Gambar 2.1 Diagram Blok	35
Gambar 2.2 Tata Letak Pabrik.....	48
Gambar 2.3 Tata Letak Peralatan Proses	49
Gambar 2. 4 Digaram Alir Proses Produksi Asam Akrilat	50
Gambar 3.1 Desain tangki penyimpanan produk asam akrilat.....	51
Gambar 3.2 Desain tangki penyimpanan produk asam akrilat.....	54
Gambar 3.3 Desain Compressor (C-01).....	56
Gambar 3.4 Desain Expander (EX-01)	57
Gambar 3.5 Desain pompa P-02.....	58
Gambar 3.6 Desain Blower	59
Gambar 3.7 Desain heat exchanger HE-01	60
Gambar 3.8 Desain Furnace (F-01).....	62
Gambar 3.9 Desain reaktor oksidasi propilen (R-01).....	63
Gambar 3.10 Desain kolom absorpsi ABS-01.....	65
Gambar 3.11 Desain Kolom Destilasi (D-01)	68
Gambar 4.1 Design Clarifier (Wiggins, 2019)	76
Gambar 5.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	129
Gambar 7.1 Indeks CEPCI pada Tahun 2005 - 2024	154
Gambar 7.2 Grafik Penentuan Titik BEP dan SDP	170

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Tabel Data Ekspor – Impor Asam Akrilat Di Indonesia Tahun 2018 – 2024.....	3
Tabel 1. 2 Proyeksi jumlah ekspor dan impor asam akrilat di Indonesia tahun 2025 - 2040....	3
Tabel 1. 3 Produsen propilen di Indonesia	6
Tabel 1. 4 Kapasitas pabrik asam akrilat global	6
Tabel 1. 5 Perbandingan Lokasi untuk Pendirian Pabrik Asam Akrilat	9
Tabel 1. 6 Pemilihan Lokasi Pabrik Asam Akrilat	13
Tabel 1. 7 Proses Pembuatan Asam Akrilat.....	16
Tabel 2. 1 Sifat Fisika Udara	21
Tabel 2. 2 Data Entalpi Senyawa.....	27
Tabel 2. 3 Nilai k_0 dan E_a tiap reaksi.....	32
Tabel 2. 4 Neraca Massa Sekitar Three Way Valve.....	36
Tabel 2. 5 Neraca Massa di Sekitar TWV (V-02).....	36
Tabel 2.6 Neraca Massa di Sekitar Fix Bed Multitube (R-01).....	37
Tabel 2.7 Neraca Massa di Sekitar Fix Bed Multitube (R-02).....	38
Tabel 2.8 Neraca Massa di Sekitar Absorber (AB-01).....	38
Tabel 2.9 Neraca Massa di Sekitar Kolom Destilasi (D-01).....	39
Tabel 2.10 Neraca Massa Total	39
Tabel 2.11 Neraca Energi di Sekitar Kompresor	40
Tabel 2.12 Neraca Energi di Sekitar Ekspander	40
Tabel 2.13 Neraca Energi di Sekitar Furnace	40
Tabel 2.14 Neraca Energi di Sekitar TWV (V-01)	41
Tabel 2.15 Neraca Energi di Sekitar TWV (V-02)	41
Tabel 2.16 Neraca Energi di Sekitar Reaktor (R-01).....	41
Tabel 2.17 Neraca Energi di Sekitar Blower (BW-01).....	41
Tabel 2.18 Neraca Energi di Sekitar Heat Exchanger (HE-01)	42
Tabel 2.19 Neraca Energi di Sekitar Reaktor (R-02)	42
Tabel 2.20 Neraca Energi di Sekitar Heat Exchanger (HE-02)	42
Tabel 2.21 Neraca Energi di Sekitar Cooler (CO-01).....	42
Tabel 2.22 Neraca Energi di Sekitar Absorber (AB-01).....	43
Tabel 2.23 Neraca Energi di Sekitar Kolom Destilasi (D-01)	43
Tabel 2.24 Neraca Energi di Sekitar Cooler (CO-02).....	43

Tabel 2.25 Neraca Energi di Sekitar Cooler (CO-03).....	44
Tabel 2.26 Neraca Energi Overall.....	44
Tabel 2. 27 Rincian Luas Bangunan Pabrik	47
Table 3.1 Ringkasan desain tangki penyimpanan produk asam akrilat.....	52
Table 3.2 Hasil Perhitungan Spesifikasi Tangki Penyimpanan Asam Akrilat.....	55
Table 3.3 Perhitungan Spesifikasi Kompresor (C-01).....	57
Table 3.4 Perhitungan Spesifikasi Expander (EX-01).....	57
Table 3.5 Perhitungan Desain Pompa P-02	58
Table 3.6 Perhitungan Spesifikasi Blower (BW-01)	59
Table 3.7 Perhitungan Spesifikasi Heat Exchanger HE-01	61
Table 3.8 Perhitungan Spesifikasi Furnace (F-01)	62
Table 3.9 Perhitungan Spesifikasi Reaktor Oksidasi Propilen (R-01)	64
Table 3.10 Perhitungan Spesifikasi Kolom Absorpsi ABS-01	66
Table 3.11 Perhitungan Spesifikasi Desain Kolom Destilasi (D-01)	69
Tabel 4.1 Cooling Water (ASME, 2017).....	71
Tabel 4.2 Cooling Water (ASME, 2017).....	73
Tabel 4.3 Standar Baku Mutu Air Sanitasi (PERMEN KES, 2017).....	74
Tabel 4.4 Kebutuhan Panas Pembuatan Asam Akrilat	80
Tabel 4.5 Kebutuhan Air Pendingin	82
Tabel 4.6 Kebutuhan untuk Peralatan Proses	84
Tabel 4.7 Kebutuhan untuk Peralatan Utilitas.....	85
Tabel 4.8 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan Pabrik (PERMENKES, 2016).	86
Tabel 4.9 Kebutuhan <i>steam</i> pada proses	90
Tabel 4.10 Baku Mutu Air Limbah B3 (PERMEN LHK, 2019).....	95
Tabel 4.11 Parameter Uji Program Laboratorium	104
Tabel 5.1 Pembagian Shift Karyawan	119
Tabel 5.2 Pembagian Shift Karyawan	119
Tabel 5.3 Jabatan dan Pendidikan	121
Tabel 5.4 Rincian Jumlah Karyawan Proses Produksi	122
Tabel 5.5 Rincian Jumlah Karyawan Utilitas	123
Tabel 5.6 Rincian Jumlah Karyawan dan Gaji	124
Tabel 6.1 Analisa HAZOP Tangki Penyimpanan	131
Tabel 6.2 Analisa HAZOP Pompa.....	133
Tabel 6.3 Analisa HAZOP Reaktor	137

Tabel 6.4	Analisa HAZOP pada Kolom Destilasi	141
Tabel 6.5	Analisa HAZOP pada Kompresor	144
Tabel 6.6	Analisa HAZOP pada Heat Exchanger.....	146
Tabel 6.7	Analisa HAZOP pada Furnace	148
Tabel 6.8	Analisa HAZOP pada <i>Absorber</i>	149
Tabel 7.1	Indeks CEPCI pada Tahun 2005-2024	153
Tabel 7.2	Perhitungan Direct Plant Cost (DPC).....	164
Tabel 7.3	Perhitungan Indirect Plant Cost (IPC).....	164
Tabel 7.4	Perhitungan Fixed Capital Investment (FCI)	165
Tabel 7.5	Perhitungan Total Capital Investment (TCI)	166
Tabel 7.6	Perhitungan <i>Raw Material Expenses</i>	166
Tabel 7.7	Perhitungan Direct Manufacturing Cost.....	167
Tabel 7.8	Perhitungan Indirect Manufacturing Cost	167
Tabel 7.9	Perhitungan Product Expenses	168
Tabel 7.10	Perhitungan General Expenses	168
Tabel 7.11	Perhitungan Total Operating Expense	168
Tabel A.1	Berat Molekul Masing - Masing Komponen	175
Tabel A.2	Laju Alir Massa Komponen di sekitar Three Way Valve (V-01)	182
Tabel A.3	Laju Alir Massa Komponen di sekitar Three Way Valve (V-02)	183
Tabel A.4	Laju Alir Massa Komponen di sekitar Reaktor Fixbed Multitube (R-01).....	186
Tabel A.5	Laju Alir Massa Komponen di sekitar Reaktor Fixbed Multitube (R-01).....	188
Tabel A.6	Laju Alir Massa Komponen di Sekitar Absorber (AB-01)	191
Tabel A.7	Laju Alir Massa Komponen di Sekitar Kolom Destilasi	193
Tabel B.1	Data Berat Molekul Setiap Komponen.....	195
Tabel B.2	Panas pembentukan standar pada suhu 298 K (kJ/kmol)	195
Tabel B.3	Data kapasitas panas (Cp) untuk masing-masing zat.....	196
Tabel B.4	Data kapasitas panas (Cp) untuk masing-masing zat dalam wujud gas	196
Tabel B.5	Data tekanan uap murni untuk masing-masing zat.....	197
Tabel B.6	Data konstanta penguapan (Hv).....	197
Tabel B.7	Perhitungan ΔH_s	201
Tabel B.8	Perhitungan nilai W_s	202
Tabel B.9	Laju energi keluar kompresor	203
Tabel B.10	Neraca panas di sekitar kompresor (C-01)	203
Tabel B.11	Perhitungan ΔH_s	205

Tabel B.12 Perhitungan nilai W_s	205
Tabel B.13 Laju energi masuk ekspander.....	206
Tabel B.14 Laju energi keluar ekspander	206
Tabel B.15 Neraca panas di sekitar ekspander (EX-01).....	206
Tabel B.16 sLaju energi masuk H_1	207
Tabel B.17 Laju energi masuk H_4	207
Tabel B.18 Laju energi masuk H_8	208
Tabel B.19 Laju energi masuk H_2	208
Tabel B.20 Laju energi masuk H_5	208
Tabel B.21 Laju energi masuk H_9	209
Tabel B.22 Neraca energi overall di sekitar furnace (F-01)	209
Tabel B.23 Perhitungan tekanan parsial input.....	210
Tabel B.24 Perhitungan tekanan parsial output.....	210
Tabel B.25 Perhitungan laju panas masuk.....	211
Tabel B.26 Perhitungan laju energi keluar	211
Tabel B.27 Neraca energi overall di sekitar three way valve	211
Tabel B.28 Perhitungan tekanan parsial input.....	212
Tabel B.29 Perhitungan tekanan parsial output.....	212
Tabel B.30 Perhitungan laju panas masuk.....	213
Tabel B.31 Perhitungan laju energi keluar	213
Tabel B.32 Neraca energi overall di sekitar three way valve (V-01)	214
Tabel B.33 Perhitungan laju panas reaktan (ΔH_r) untuk H_{10}	215
Tabel B.34 erhitungan panas reaksi standar (ΔH_{298}).....	215
Tabel B.35 Perhitungan panas produk (ΔH_p) H_{11}	216
Tabel B.36 Neraca panas di sekitar reaktor	217
Tabel B.37 Perhitungan C_p total	218
Tabel B.38 Perhitungan laju energi masuk H_{10}	218
Tabel B.39 Perhitungan laju energi masuk H_{10}	219
Tabel B.40 Neraca energi di sekitar blower (BW-01)	219
Tabel B.41 Perhitungan laju energi masuk tube side arus H_{12}	221
Tabel B.42 Perhitungan laju energi masuk shell side arus H_{19}	221
Tabel B.43 Perhitungan laju energi arus H_{20}	222
Tabel B.44 Perhitungan laju energi arus H_{13}	222
Tabel B.45 Neraca panas di sekitar HE-101.....	223

Tabel B.46 Perhitungan laju panas reaktan (ΔH_r) untuk H_{13}	224
Tabel B.47 Perhitungan panas reaksi standar (ΔH_{298}).....	224
Tabel B.48 Perhitungan panas produk (ΔH_p) H_{14}	225
Tabel B.49 Neraca panas di sekitar reaktor	226
Tabel B.50 Perhitungan laju energi arus H_{14}	227
Tabel B.51 Perhitungan laju energi masuk shell side arus H_{18}	227
Tabel B.52 Perhitungan laju energi arus H_{20}	228
Tabel B.53 Perhitungan laju energi arus H_{13}	229
Tabel B.54 Neraca panas di sekitar HE-101	229
Tabel B.55 Perhitungan laju energi arus H_{15}	230
Tabel B.56 Perhitungan laju energi arus H_{16}	231
Tabel B.57 Neraca panas pendingin (<i>cooling water</i>) HE-301.....	232
Tabel B.58 Neraca energi di sekitar CO-01	232
Tabel B.59 Perhitungan Laju Panas arus H_{16}	233
Tabel B.60 Perhitungan laju panas arus H_{17}	234
Tabel B.61s Perhitungan laju panas arus H_{19}	234
Tabel B.62 Perhitungan laju panas arus H_{17}	235
Tabel B.63 Neraca panas di Sekitar Pressure Recovery Turbin (TB-201).....	235
Tabel B.64 Perhitungan T_{dew} pada arus H_{21}	237
Tabel B.65 Perhitungan T_{bubble} pada arus H_{21}	237
Tabel B.66 Perhitungan T_{bubble} pada kolom atas arus H_{22}	237
Tabel B.67 Perhitungan T_{dew} pada kolom atas arus H_{22}	238
Tabel B.68 Perhitungan T_{bubble} pada kolom bawah arus H_{24}	238
Tabel B.69 Perhitungan T_{dew} pada kolom bawah arus H_{24}	238
Tabel B.70 Laju energi umpan	239
Tabel B.71 Perhitungan <i>trial</i> θ	239
Tabel B.72 Perhitungan R_{min}	240
Tabel B.73 Komposisi refluks (L_o).....	240
Tabel B.74 Komposisi uap masuk kondensor (V).....	241
Tabel B.75 Laju panas sensible masuk kondensor	241
Tabel B.76 Laju panas laten pengembunan.....	241
Tabel B.77 Laju panas refluks cairan (L_o)	242
Tabel B.78 Laju panas destilat keluar kondensor (D)	242
Tabel B.79 Konstanta kapasitas panas cairan untuk H_2O	242

Tabel B.80 Laju panas destilat keluar kondensor (D)	243
Tabel B.81 Perhitungan beban reboiler	243
Tabel B.82 Konstanta kapasitas panas cairan untuk H ₂ O	243
Tabel B.83 Neraca energi di sekitar distilasi (D-01)	244
Tabel B.84 Perhitungan laju energi arus H ₂₄	245
Tabel B.85 Perhitungan laju energi arus H ₂₅	245
Tabel B.86 Neraca panas pendingin (<i>cooling water</i>) CO-02	246
Tabel B.87 Neraca energi di sekitar CO-02.....	246
Tabel B.88 Perhitungan laju energi arus H ₂₂	247
Tabel B.89 Perhitungan laju energi arus H ₂₃	248
Tabel B.90 Neraca panas pendingin (<i>cooling water</i>) CO-02	248
Tabel B.91 Neraca energi di sekitar CO-03.....	249
Tabel C. 1 Tabel Spesifikasi Tangki Harian	256
Tabel C. 2 Spesifikasi Tangki Produk Bulanan.....	265
Tabel C.3. Perhitungan Densitas produk bawah absorber(ABS-01) Pada 111,59°C.....	269
Tabel C.4. Perhitungan Viskositas produk bawah absorber(ABS-01) Pada 111,59°C.....	269
Tabel C.5 Spesifikasi Pompa.....	273
Tabel C.6 Ringkasan desain compressor (C-01).....	277
Tabel C.7 Ringkasan desain Expander (EX-01)	279
Tabel C.8 Ringkasan desain Blower (BW-01)	281
Tabel C.9 Penentuan LMTD	284
Tabel C.10 Perhitungan Viskositas Fluida Dingin	285
Tabel C.11 Perhitungan Viskositas Fluida Panas	285
Tabel C.12 Perhitungan Konduktivitas Termal Fluida Dingin.....	286
Tabel C.13 Perhitungan Konduktivitas Termal Fluida Panas.....	287
Tabel C.14 Perhitungan Panas Spesifik Fluida Dingin	287
Tabel C.15 Perhitungan Panas Spesifik Fluida Panas	288
Tabel C.16 Perhitungan Viskositas Fluida Panas pada t_w	290
Tabel C.17 Perhitungan Viskositas Fluida Panas pada t_w	290
Tabel C.18 Spesifikasi Heat Exchanger (HE-01).....	292
Tabel C.19 Ringkasan Furnace (F-01)	297
Tabel C.20 Data Katalis	299
Tabel C.21 Data Komponen.....	300
Tabel C.22 Data Fraksi Komponen.....	300

Tabel C.23 Data-Data Komponen.....	302
Tabel C.24 Data Viskositas Umpan.....	302
Tabel C.25 Data Konduktivitas Termal Umpan.....	302
Tabel C.26 Hasil <i>Running</i> pada Scilab 6.1.0.....	316
Tabel C.27 Tabel Spesifikasi Reaktor.....	326
Tabel C.28 Ringkasan Desain Kolom Destilasi (D-01).....	336
Tabel C.29 Ringkasan desain kolom absorpsi ABS-01.....	353
Tabel D.1 Indeks CEPCI pada Tahun 2005-2024.....	356
Tabel D.2 Harga Alat Tahun Referensi.....	358
Tabel D.3 Harga Alat Dalam Negeri Tahun 2025.....	360
Tabel D.4 Harga Alat Luar Negeri Tahun 2025.....	361
Tabel D.5 Perhitungan PEC Dalam Negeri.....	362
Tabel D.6 Perhitungan PEC Luar Negeri.....	362
Tabel D.7 Perhitungan <i>Equipment Installation Cost</i>	362
Tabel D.8 Perhitungan <i>Piping Cost</i>	363
Tabel D.9 Perhitungan <i>Instrumentation and Control Cost</i>	363
Tabel D.10 Perhitungan Electrical Cost.....	363
Tabel D.11 Perhitungan <i>Electrical Cost</i>	364
Tabel D.12 Luas Bangunan di Area Pabrik.....	364
Tabel D.13 Perhitungan <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	365
Tabel D.14 Perhitungan <i>Indirect Plant Cost (IPC)</i>	366
Tabel D.15 Perhitungan <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	367
Tabel D.16 Perhitungan <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	368
Tabel D.17 Perhitungan <i>Raw Material Cost</i>	369
Tabel D.18 Perhitungan <i>Utilities Cost</i>	369
Tabel D.19 Perhitungan <i>Operating Labor Cost</i>	370
Tabel D.20 Perhitungan <i>Supervision Expense</i>	371
Tabel D.21 Perhitungan <i>Total Direct Manufacturing Cost</i>	374
Tabel D.22 Perhitungan <i>Total Indirect Manufacturing Cost</i>	375
Tabel D.23 Perhitungan <i>Total Product Expense</i>	375
Tabel D.24 Perhitungan <i>Management Salaries Expense</i>	376
Tabel D.25 Perhitungan <i>Total General Expense</i>	377
Tabel D.26 Perhitungan <i>Total Operating Expense</i>	377
Tabel D.27 Data <i>Revenue</i> per Kapasitas Pabrik.....	378