

TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK ASAM FORMAT MELALUI PROSES HIDROLISIS
METIL FORMAT DENGAN OPTIMALISASI SISTEM DISTILASI EKSTRAKTIF
DAN STRIPPING METHANOL KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan Seminar
Tugas Akhir



Disusun oleh :

AMSAL JOBIT MANGARAJA SINAGA
NIM. 40040122650066

PRODI S.Tr. TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2026

HALAMAN PENGESAHAN



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
Email: vokasi@liveundip.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM FORMAT MELALUI PROSES HIDROLISIS
METIL FORMAT DENGAN OPTIMALISASI SISTEM DISTILASI EKSTRAKTIF DAN
STRIPPING METHANOL KAPASITAS 25.000 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 :

Amsal Jobit Mangaraja Sinaga

NIM. 40040122650066

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 12 Mei 2026

Dosen Pembimbing

Dr. Mohamad Endy Yulianto, S.T., M.T.

NIP. 197107311999031001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Amsal Jobit Mangaraja Sinaga
NIM : 40040122650066
Fakultas : Sekolah Vokasi/Universitas Diponegoro
Program Studi : S. Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Asam Format Melalui Proses Hidrolisis Melalui Proses Hidrolisis Metil Format dengan Optimalisasi Sistem Distilasi Ekstraktif dan Stripping Methanol Kapasitas 25.000 Ton/Tahun

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya, Amsal Jobit Mangaraja Sinaga, dan partner saya I Gusti Ngurah Satya Mukti didampingi 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, 14 Juli 2026

Pembuat pernyataan



Amsal Jobit Mangaraja Sinaga

NIM. 40040122650066

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyusun Tugas Akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik Asam Format Melalui Proses Hidrolisis Metil Format dengan Optimalisasi Sistem Distilasi Ekstraktif dan Stripping Methanol Kapasitas 25.000 Ton/Tahun”. Laporan ini merupakan salah satu syarat kelulusan yang harus dipenuhi oleh mahasiswa S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Dalam penyusunan laporan, tentu tidak terlepas dari bantuan dan kerja sama dari berbagai pihak. Maka, penulis mengucapkan terima kasih dengan hati yang tulus ikhlas kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Budiyo M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
2. Dr. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri.
3. Dr. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Keluarga Sinaga, orang tua, saudara, dan pacar saya Ully Ignasia Marbun yang mendukung penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Teman-teman saya Alam, Tegar, Sulthan, Bayu, Haidar, dan Dhafa yang membantu saya dalam memberikan semangat untuk menyusun skripsi ini
6. Partner saya I Gustri Ngurah Satya, yang membantu saya dalam penyusunan Tugas Akhir
7. Warga Fresceed TRKI angkatan 22, terkhusus kelas B yang selalu memberikan rasa kekeluargaan

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam pembuatan dan atau penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai adanya kritik dan saran yang bersifat membangun agar tugas akhir ini bisa menjadi lebih baik.

Semarang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
INTISARI.....	1
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Kapasitas Perancangan.....	4
1.2.1 Perhitungan Kapasitas Produksi Pabrik.....	4
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	11
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	13
1.3.1 Tipe Proses.....	15
1.3.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	16
1.3.3 Sarana Transportasi.....	16
1.3.4 Letak Pabrik dengan Daerah Pemasaran.....	16
1.3.5 Penyediaan Utilitas.....	17
1.3.6 Ketersediaan Tenaga Kerja.....	18
1.3.7 Kebijakan Pemerintah.....	18
1.3.8 Kondisi Tanah dan Daerah.....	18
1.4 Tinjauan Proses.....	18
1.4.1 Macam-Macam Proses Pembuatan Asam Format.....	18
1.4.2 Pemilihan Proses Pembuatan Asam Format.....	21
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	24
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	24
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	24
2.1.2 Spesifikasi Bahan Pembantu.....	25
2.2 Konsep Proses.....	26
2.2.1 Dasar Reaksi.....	26
2.2.2 Mekanisme Reaksi.....	26

2.2.3 Fase Reaksi	26
2.2.4 Kondisi Operasi	27
2.2.5 Tinjauan Thermodinamika.....	27
2.2.6 Tinjauan Kinetika.....	29
2.3 Langkah Proses.....	30
2.3.1 Persiapan Bahan Baku	30
2.3.2 Hidrolisis Metil Format.....	31
2.3.3 Stripping Methanol (Reactive Distillation)	32
2.3.4 Pemisahan Pada Kolom Distilasi Kedua.....	32
2.3.5 Pemisahan Pada Kolom Distilasi Ekstraktif	33
2.3.6 Pemisahan Pada Kolom Distilasi Regenerasi Ekstraktan	33
2.5 Neraca Massa.....	36
2.7 Tata Letak dan Pemataan Pabrik	43
BAB III SPESIFIKASI ALAT.....	49
3.1.Tangki Penyimpanan	49
3.2.Heat Exchanger.....	50
3.3.Pompa	51
3.4 Reaktor.....	52
3.5 Distilasi.....	53
3.6 Distilasi Ekstraktif	54
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES	55
4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	56
4.2 Unit Penyedia Steam	66
4.3 Unit Penyedia Bahan Bakar.....	68
4.4 Unit Penyedia Udara Bertekanan	69
4.5 Unit Penyedia Listrik.....	70
4.6 Unit Pengolahan Limbah	75
4.7 Laboratorium	76
4.8 Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup.....	78
4.9 SMK3 Standar ISO 45001:2018.....	81
4.10 Fasilitas Pelayanan Kesehatan.....	82
4.11 Potensi Bahaya Disekitar Pabrik	83
4.12 Faktor Bahaya Disekitar Pabrik.....	84

4.13 Sistem Keamanan Kerja	85
4.14 Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)	87
BAB V	89
MANAJEMEN PERUSAHAAN	89
5.1. Bentuk Perusahaan	89
5.2. Struktur Organisasi	91
5.3 Tugas dan Wewenang	94
5.4. Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan	99
5.6. Kesejahteraan Sosial Karyawan	107
5.7. <i>Corporate Social Responsibility</i> (CSR)	110
BAB VI TROUBLESHOOTING	111
6.1 Analisa HAZOP Pada Unit Penyimpanan	113
6.2. Analisa HAZOP Pada Unit Pemindahan	115
6.3 Analisa HAZOP Pada Unit Penukar Panas	117
6.4. Analisa HAZOP Pada Unit Reaksi	119
6.5. Analisa HAZOP Pada Unit Pemisah	121
BAB VII ANALISA EKONOMI	123
7.1 Penaksiran Harga Peralatan	123
7.2. Dasar Perhitungan	125
7.3. Perhitungan Biaya	126
7.4 Analisa Kelayakan	131
7.5 Hasil Perhitungan	133
LAMPIRAN A NERACA MASSA	139
LAMPIRAN B NERACA PANAS	151

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Tabel Data Impor Asam Format	3
Tabel 1. 2 Data Impor, Ekspor, Produksi, dan Konsumsi Asam Format	4
Tabel 1. 3 Rata-Rata Laju Pertumbuhan Impor Asam Format di Indonesia	7
Tabel 1. 4 Rata-Rata Laju Pertumbuhan Ekspor Asam Format di Indonesia	8
Tabel 1. 5 Rata-Rata Laju Pertumbuhan Produksi Asam Format di Indonesia	8
Tabel 1. 6 Rata-Rata Laju Pertumbuhan Konsumsi Asam Format di Indonesia	9
Tabel 1. 7 Kapasitas Produksi Pabrik Asam Format di Dunia	10
Tabel 1. 8 Ketersediaan Metil Format	11
Tabel 1. 9 Tabel . Harga Metil Format Internasional	12
Tabel 1. 10 Matriks Pemilihan Lokasi Pabrik Asam Format	13
Tabel 1. 11 Tabel Konsumen Asam Formiat Sekitar Kabupaten Gresik	17
Tabel 1. 12 Perbandingan Metode Proses Pembuatan Asam Format	21
Tabel 2. 1 Harga Panas Pembentukan ($\Delta H^{\circ} f$) Masing-Masing Komponen	27
Tabel 2. 2 Harga Energi Gibbs Masing Masing Komponen	28
Tabel 2. 3 Neraca Massa Reaktor (R-210)	36
Tabel 2. 4 Neraca Massa Total Mixer	36
Tabel 2. 5 Neraca Massa Total Reaktor II	37
Tabel 2. 6 Neraca Massa Total Stripper	37
Tabel 2. 7 Neraca Massa Total Distilasi I	37
Tabel 2. 8 Neraca Massa Total Distilasi II	37
Tabel 2. 9 Neraca Massa Recycle Sulfo	37
Tabel 2. 10 Neraca Massa Overall	38
Tabel 2. 11 Neraca Panas HE (E-112)	38
Tabel 2. 12 Neraca Panas HE (E-122)	38
Tabel 2. 13 Neraca Panas Reaktor (R-210)	38
Tabel 2. 14 Neraca Panas Cooler I (E-212)	39
Tabel 2. 15 Neraca Panas Mixer (M-220)	39
Tabel 2. 16 Neraca Panas Heat Exchanger III (E-222)	39
Tabel 2. 17 Neraca Panas Reaktor II (R-230)	39
Tabel 2. 18 Neraca Panas HE IV (E-232)	40
Tabel 2. 19 Neraca Stripping Methanol (S-310)	40
Tabel 2. 20 Neraca Panas Distilasi (D-410)	40
Tabel 2. 21 Neraca Panas Distilasi (D-510)	40
Tabel 2. 22 Neraca Panas Recycle SULFOLANE (D-610)	41
Tabel 2. 23 Luas Bagian-Bagian Pabrik	45
Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan	49
Tabel 3. 2 Spesifikasi Heat Exchanger	50
Tabel 3. 3 Spesifikasi Pompa	51
Tabel 3. 4 Spesifikasi Reaktor	52
Tabel 3. 5 Spesifikasi Distilasi	53

Tabel 3. 6 Spesifikasi Distilasi Ekstraktif	54
Tabel 4. 1 Kualitas Air Pendingin Sistem Once Through	57
Tabel 4. 2 Persyaratan Air Umpan Boiler (ASME, 2015)	58
Tabel 4. 3 Spesifikasi Air Demineralisasi	63
Tabel 4. 4 Kebutuhan Air Pendingin	64
Tabel 4. 5 Kebutuhan Steam	66
Tabel 4. 6 Total Kebutuhan Air Boiler	67
Tabel 4. 7 Kebutuhan Listrik untuk Alat – Alat Proses	71
Tabel 4. 8 Kebutuhan Listrik Peralatan Utilitas	71
Tabel 4. 9 Kebutuhan Lumen Penerangan Pabrik	72
Tabel 4. 10 Kebutuhan Listrik Pendingin Udara	73
Tabel 4. 11 Persyaratan Air Baku	88
Tabel 4. 12 Baku Mutu Air Sungai Brantas	88
Tabel 5. 1 Kelebihan dan Kekurangan PT	91
Tabel 5. 2 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu	101
Tabel 5. 3 Perincian Jumlah Karyawan Produksi	102
Tabel 5. 4 Jumlah Karyawan Utilitas	102
Tabel 5. 5 Jumlah Karyawan Laboratorium, Pemeliharaan, Lingkungan dan K3	102
Tabel 5. 6 Penggolongan Jabatan	103
Tabel 5. 7 Perincian Jumlah Karyawan	104
Tabel 5. 8 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan	106
Tabel 6. 1 Analisa HAZOP pada Unit Penyimpanan	113
Tabel 6. 2 Analisa HAZOP pada Unit Pemindahan	115
Tabel 6. 3 Analisa HAZOP pada Unit Penukar Panas	118
Tabel 6. 4 Analisa HAZOP pada Unit Reaksi	119
Tabel 6. 5 Analisa HAZOP Pada Unit Pemisah	121
Tabel 7. 1 Indeks CEP (Chemical Engineering Magazine, 2025)	124
Tabel 7. 2 Total Biaya Physical Plant Cost (PPC)	133
Tabel 7. 3 Total Biaya Direct Plant Cost (DPC)	133
Tabel 7. 4 Total Fixed Capital Investment (FCI)	133
Tabel 7. 5 Total Working Capital Investment (WCI)	133
Tabel 7. 6 Direct Manufacturing Cost	134
Tabel 7. 7 Indirect Manufacturing Cost	134
Tabel 7. 8 Fixed Manufacturing Cost	134
Tabel 7. 9 Total Manufacturing Cost	134
Tabel 7. 10 General Expanse	134
Tabel 7. 11 Analisa Kelayakan	135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Regresi Linier Impor Asam Format	5
Gambar 1. 2 Grafik Regresi Linier Ekspor Asam Format	5
Gambar 1. 3 Grafik Regresi Linier Produksi Asam Format	6
Gambar 1. 4 Grafik Regresi Linier Konsumsi Asam Format	6
Gambar 1. 5 Peta Lokasi Pabrik.....	15
Gambar 1. 6 Flowsheet Paten.....	23
Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses	34
Gambar 2. 2 Neraca Massa	35
Gambar 2. 3 Layout Pabrik Asam Formiat	46
Gambar 2. 4 Layout Alat Proses	46
Gambar 4. 1 Diagram Alir Pengolahan Air.....	61
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi.....	93
Gambar 6. 1 Overview Step Quantitative Risk Analysis Method.....	112
Gambar 7. 1 Nilai CEP Indeks dari tahun 2001-2025.....	125

INTISARI

Asam format (HCOOH) merupakan senyawa sederhana dari kelompok asam karboksilat yang juga dikenal dengan nama asam metanoat. Senyawa ini memiliki aplikasi yang luas dalam berbagai bidang industri, seperti industri cat, tekstil, penyamakan kulit, karet, pupuk, serta digunakan sebagai bahan intermediet dalam industri kimia dan farmasi. Pendirian pabrik asam format ini dirancang sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan asam format, baik untuk pasar domestik maupun ekspor, sekaligus berkontribusi terhadap peningkatan devisa negara. Pabrik ini direncanakan memiliki kapasitas produksi sebesar 25.000 ton/tahun dan berlokasi di kawasan JIPE Gresik, Jawa Timur, dengan target mulai beroperasi pada tahun 2030.

Proses pembuatan asam format secara umum terdiri dari tiga tahap utama, yaitu tahap penyiapan bahan baku, tahap reaksi, dan tahap pemurnian produk. Pada perancangan pabrik ini, proses yang digunakan adalah hidrolisis metil format dengan bahan baku utama berupa metil format dan air. Reaksi dijalankan pada kondisi operasi suhu 80°C dan tekanan 3 atm. Untuk menghasilkan asam format dengan tingkat kemurnian yang tinggi, proses pemurnian dilakukan melalui distilasi ekstraktif menggunakan *sulfolane* ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2\text{S}$) sebagai entrainer atau pelarut selektif. Kelancaran proses produksi ditunjang oleh unit utilitas yang mencakup unit penyediaan dan pengolahan air, unit pembangkit steam, unit udara tekan, unit penyedia listrik, unit penyedia bahan bakar, unit laboratorium, serta unit pengolahan limbah.

Pabrik asam format ini direncanakan berbadan hukum Perseroan Terbatas terbuka (PT Tbk), sehingga kebutuhan modal diperoleh melalui penjualan saham. Evaluasi kelayakan ekonomi dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa parameter, yaitu *Return on Investment (ROI)*, *Pay Out Time (POT)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, *Break Even Point (BEP)*, dan *Shut Down Point (SDP)*. Berdasarkan hasil analisis ekonomi, diperoleh ROI sebesar 25,85% sebelum pajak dan 19,38% setelah pajak; POT sebesar 3,9 tahun sebelum pajak dan 4,98 tahun setelah pajak; IRR sebesar 10,9%; BEP sebesar 41,86%; serta SDP sebesar 26,84%. Dengan mempertimbangkan nilai-nilai tersebut, pabrik asam format berkapasitas 25.000 ton/tahun dinyatakan layak untuk didirikan.

Kata kunci: asam format, metil format, hidrolisis, autokatalis