

**PRA-DESAIN PABRIK ASAM FORMAT MELALUI METODE HIDROLISIS
METIL FORMAT DENGAN DISTILASI EKSTRAKTIF KAPASITAS
12.000 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:

FATIMAH HAPSARI

40040121650023

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN PRA-DESAIN PABRIK ASAM FORMAT MELALUI METODE HIDROLISIS METIL FORMAT DENGAN DISTILASI EKSTRAKTIF KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik

Disusun oleh:

FATIMAH HAPSARI

NIM. 40040121650023

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan tugas Akhir

Semarang, 18 Juni2025

Dosen Pembimbing,



M. Endy Yulianto, S.T., M.T

NIP. 197107311999031001

BUKTI PELAKSANAAN SEMINAR TUGAS AKHIR

PRA-DESAIN PABRIK ASAM FORMAT MELALUI METODE HIDROLISIS METIL FORMAT DENGAN DISTILASI EKSTRAKTIF KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN

Bahwa tugas akhir ini telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri pada tanggal 12 Agustus 2025 dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk mata kuliah tugas akhir.

Oleh:

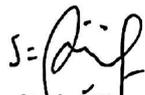
FATIMAH HAPSARI

NIM 40040121650023

Menyetujui:

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,



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



Abdullah Malik Islam Filardli S.T., M.T.
NIP. 199608152024061003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Fatimah Hapsari
NIM : 40040121650023
Fakultas/Universitas : Sekolah Vokasi/Universitas Diponegoro
Program Studi : S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri
Judul Tugas Akhir : Pra-Desain Pabrik Asam Format Melalui Metode Hidrolisis
Metil Format dengan Distilasi Ekstraktif Kapasitas 12.000
Ton/Tahun

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya, Fatimah Hapsari, dan patner saya, Fitroh Bawa Berkah, 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, 18 Juni 2025

Pembuat Pernyataan



Fatimah Hapsari

NIM. 40040121650023

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir skripsi ini yang berjudul “Pra-Desain Pabrik Asam Format Melalui Metode Hidrolisis Metil Format Dengan Distilasi Ekstraktif Kapasitas 12.000 Ton/Tahun” dengan baik dan tepat waktu. Laporan akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir pada program studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Semarang.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kerja praktik dan penyusunan laporan ini. Ucapan terima kasih khusus penulis sampaikan kepada:

1. Dr. M. Endy Yulianto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro sekaligus dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi hingga laporan skripsi dapat diselesaikan dengan baik
2. Dr. Ir. Fahmi Arifan S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng. selaku Dosen Wali Angkatan 2021 Teknologi Rekayasa Kimia Industri
3. Seluruh bapak dan ibu dosen program studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama menjalani masa perkuliahan
4. Orang tua dan seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan baik spiritual maupun finansial
5. A2 X A6 selaku teman yang selalu mensupport supaya tidak berhenti ditengah jalan
6. Teman-teman “ICELANSc” dan seluruh pihak yang telah membantu penyusunan laporan akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan pada penulisan laporan akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak guna menyempurnakan laporan ini. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Semarang, 10 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
INTISARI.....	1
BAB I.....	2
PENDHULUAN	2
1.1. Latar Belakang.....	2
1.2. Kapasitas Perancangan	3
1.2.1. Prediksi Kebutuhan Asam Format di Indonesia.....	3
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku.....	5
1.2.3. Kapasitas Minimal Komersial Pabrik Asam Format.....	6
1.2.4. Penentuan Kapasitas Produksi.....	7
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik	7
1.3.1. Letak Pabrik dengan Sumber Bahan Baku	9
1.3.2. Sarana dan Transportasi	9
1.3.3. Letak Pabrik Dengan Daerah Pemasaran	10
1.3.4. Tenaga Kerja	10
1.3.5. Utilitas	11
1.3.6. Perluasan Area Pabrik	11
1.3.7. Kondisi Tanah dan Daerah	11
1.3.8. Kebijakan Pemerintah	11
1.4. Tinjauan Proses	11
1.5. Pemilihan Proses Pembuatan Asam Format.....	15
BAB II.....	18
DESKRIPSI PROSES.....	18
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	18
2.2. Konsep Proses	20

2.3.	Langkah Proses.....	24
2.4.	Diagram Alir Proses	31
2.5.	Neraca Massa.....	32
2.6.	Neraca Panas	34
2.7.	Tata Letak dan Pemetaan Pabrik	40
BAB III.....		47
SPESIFIKASI ALAT.....		47
BAB IV		55
UNIT PENDUKUNG PROSES.....		55
4.1.	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	56
4.2.	Unit Penyedia Steam	69
4.3.	Unit Pengadaan Udara Tekan.....	72
4.4.	Unit Penyedia Tenaga Listrik.....	74
4.5.	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	79
4.6.	Unit Laboratorium.....	79
4.7.	Unit Pengolahan Limbah.....	81
4.8.	SMK3 Standar ISO 450001:2018.....	85
4.9.	Fasilitas Pelayanan Kesehatan.....	87
4.10.	Potensi Bahaya di Sekitar Pabrik	89
4.11.	Faktor Bahaya di Sekitar Pabrik.....	90
4.12.	Sistem Keamanan Kerja	93
4.13.	Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL).....	96
BAB V.....		98
MANAJEMEN PERUSAHAAN.....		98
5.1.	Bentuk Perusahaan	98
5.2.	Struktur Organisasi.....	100
5.3.	Tugas dan Wewenang.....	104
5.4.	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan.....	111
5.5.	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji.....	115
5.6.	Kesejahteraan Sosial Karyawan	119
5.7.	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	122
BAB VI		124
TROUBLESHOOTING.....		124

6.1.	Analisa HAZOP Pada Unit Penyimpanan	127
6.2.	Analisa HAZOP Pada Unit Pemindahan	132
6.3.	Analisa HAZOP Pada Unit Penukar Panas	134
6.4.	Analisa HAZOP Pada Unit Reaksi	138
6.5.	Analisa HAZOP Pada Unit Pemisah	141
BAB VII		148
ANALISA EKONOMI		148
7.1.	Penaksiran Harga Peralatan	148
7.2.	Dasar Perhitungan	151
7.3.	Perhitungan Biaya	151
7.4.	Analisa Kelayakan	159
7.5.	Hasil Perhitungan	161
DAFTAR PUSTAKA		166
LAMPIRAN A		168
NERACA MASSA		168
LAMPIRAN B		181
NERACA PANAS		181
B.1.	HEAT EXCHANGER (HEATER) E-112	183
B.2.	HEAT EXCHANGER (HEATER) E-122	184
B.3.	REAKTOR R-210	185
B.4.	COOLER E-212	186
B.5.	MIXER M-220	188
B.6.	HEAT EXCHANGER (HEATER) E-222	190
B.7.	REAKTOR R-230	191
B.8.	HEAT EXCHANGER (HEATER) E-232	193
B.9.	DISTIASI D-310	194
B.10.	DISTILASI D-410	202
B.11.	HEAT EXCHANGER (COOLER) E-416	209
B.12.	HEAT EXCHANGER (HEATER) E-132	211
B.13.	DISTILASI D-510	212
B.14.	DISTILASI D-610	220
B.15.	HEAT EXCHANGER (COOLER) E-616	228
B.16.	NERACA PANAS OVERALL	230
LAMPIRAN C		232

SPESIFIKASI ALAT	232
LAMPIRAN D	323
ANALISA EKONOMI	323

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor, Ekspor, Konsumsi, dan Produksi Asam Format.....	4
Tabel 1.2 Produsen Asam Format di Dunia.....	6
Tabel 1.3 Matriks Pemilihan Lokasi Pabrik Asam Format.....	7
Tabel 1.4 Industri Pengguna Asam Format	10
Tabel 1.5 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Format	15
Tabel 2.1 Harga panas pembentukan (ΔH°_f) masing-masing komponen (Yaws, 1999).	21
Tabel 2.2 Harga energi gibbs (ΔG°_f) masing-masing komponen (Yaws, 1999).	22
Tabel 2.3 Neraca Massa Total Reaktor (R-210)	32
Tabel 2.4 Neraca Massa Mixer (M-220).....	32
Tabel 2.5 Neraca Massa Total Reaktor (R-230)	32
Tabel 2. 6 Neraca Massa Total Distilasi (D-310)	33
Tabel 2. 7 Neraca Massa Total Distilasi (D-410)	33
Tabel 2. 8 Neraca Massa Total Distilasi (D-510)	33
Tabel 2.9 Neraca Massa Total Distilasi (D-610)	33
Tabel 2.10 Neraca Massa Overall.....	34
Tabel 2.11 Neraca Panas HE (E-112)	34
Tabel 2.12 Neraca Panas HE (E-122)	34
Tabel 2.13 Neraca Panas Reaktor (R-210)	34
Tabel 2.14 Neraca Panas Cooler (E-212)	35
Tabel 2.15 Neraca Panas Mixer (M-220)	35
Tabel 2.16 Neraca Panas HE (E-222)	35
Tabel 2.17 Neraca Panas Reaktor (R-230)	36
Tabel 2.18 Neraca Panas HE (E-232)	36
Tabel 2.19 Neraca Panas Distilasi (D-310).....	36
Tabel 2.20 Neraca Panas Distilasi (D-410).....	36
Tabel 2.21 Neraca Panas Cooler (E-416)	37
Tabel 2.22 Neraca Panas HE (E-132)	37
Tabel 2.23 Neraca Panas Distilasi (D-510).....	37
Tabel 2.24 Neraca Panas Distilasi (D-610).....	37
Tabel 2.25 Neraca Panas Cooler (E-616)	38
Tabel 2.26 Luas Bagian-Bagian Pabrik	42
Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	47

Tabel 3.2 Spesifikasi Heat Exchanger	48
Tabel 3.3 Spesifikasi Pompa.....	49
Tabel 3.4 Spesifikasi Reaktor	50
Tabel 3.5 Spesifikasi Distilasi.....	51
Tabel 3.6 Spesifikasi Distilasi Ekstraktif.....	53
Tabel 4.1 Persyaratan Kualitas Air Umpan Boiler (ASME, 2011).....	57
Tabel 4.2 Persyaratan Air Umpan Boiler.....	59
Tabel 4.3 Kualitas Air Pendingin Sistem Once Through	59
Tabel 4.5 Spesifikasi Air Demineralisasi.....	65
Tabel 4.7 Kebutuhan Air Pendingin	67
Tabel 4.8 Kebutuhan Steam.....	69
Tabel 4.9 Total Kebutuhan Air Boiler	70
Tabel 4.11 Kebutuhan Listrik untuk Alat-Alat Proses.....	75
Tabel 4.12 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas	75
Tabel 4.13 Kebutuhan Lumen Penerangan Pabrik	76
Tabel 4.14 Kebutuhan Listrik Pendingin Udara	78
Tabel 5.1 Kelebihan dan Kekurangan PT	100
Tabel 5.2 Jadwal Kerja Masing – Masing Regu	112
Tabel 5.3 Perincian Jumlah Karyawan Produksi	113
Tabel 5.4 Jumlah Karyawan Utilitas.....	114
Tabel 5. 5 Jumlah Karyawan Laboratorium, Pemeliharaan, Lingkungan dan K3.....	114
Tabel 5. 6 Penggolongan Jabatan.....	115
Tabel 5.7 Perincian Jumlah Karyawan	116
Tabel 5.8 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan	117
Tabel 6.1 Analisa HAZOP pada Unit Penyimpanan	127
Tabel 6.2 Analisa HAZOP pada Unit Pemindahan	132
Tabel 6.3 Analisa HAZOP pada Unit Penukar Panas.....	134
Tabel 6.4 Analisa HAZOP pada Unit Reaksi	138
Tabel 6.5 Analisa HAZOP Pada Unit Pemisah	141
Tabel 7.1 Indeks CEP (Chemical Engineering Magazine, 2024).....	149
Tabel 7.2 Total Biaya <i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	161
Tabel 7.3 Total Biaya <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	161
Tabel 7.4 Total <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	161

Tabel 7.5 Total <i>Working Capital Investment</i>	161
Tabel 7.6 Total <i>Capital Investment</i>	162
Tabel 7.7 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	162
Tabel 7.8 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	163
Tabel 7.9 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	163
Tabel 7.10 <i>Total Manufacturing Cost</i>	163
Tabel 7.11 <i>General Expense</i>	163
Tabel 7.12 <i>Total Production Cost</i>	164
Tabel 7.13 Analisa Ekonomi.....	164

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data Impor Asam Format di Indonesia.....	3
Gambar 1.2 Data Ekspor Asam Format di Indonesia	4
Gambar 1.3 Lokasi pembangunan pabrik	9
Gambar 2.1 Layout Pabrik Asam Format	43
Gambar 2.2 <i>Layout</i> Alat Proses	46
Gambar 4.1 Diagram Alir Pengolahan Air	62
Gambar 4.2 Diagram Blok Unit Demineralisasi.....	66
Gambar 4.3 Diagram Alir Pengadaan Udara Tekan	74
Gambar 4.4 Pengolahan Limbah.....	84
Gambar 5.1 Struktur Organisasi	103
Gambar 6.1 <i>Overview Step Quantitative Risk Analysis Method</i> (Arendt & Lorenzo, 2000). 125	
Gambar 7.1 Nilai CEP Indeks dari tahun 2001-2023	150
Gambar 7.2 Grafik Analisa Ekonomi	164

INTISARI

Asam format (CH_2O_2) ialah suatu senyawa turunan pertama dari asam karboksilat yang memiliki nama lain asam metanoat. Penggunaan asam format sangat luas mencakup industri pewarnaan (cat), tekstil, kulit, karet, pupuk, dan zat antara dalam proses kimia maupun farmasi. Pendirian pabrik asam format sebagai bentuk upaya pemenuhan kebutuhan asam format dalam dan luar negeri dan menambah devisa negara. Pendirian pabrik direncanakan berkapasitas 12.000 ton/tahun di Gresik, Jawa Timur yang dijadwalkan beroperasi pada tahun 2029.

Pada proses pembuatan produk terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap reaksi, dan tahap pemurnian. Dalam pembuatan asam format pabrik ini menggunakan metode hidrolisis metil format, dimana bahan yang digunakan berupa metil format dan air yang dioperasikan pada suhu 80°C dan tekanan 3 atm. Pada tahap pemurnian untuk mencapai kemurnian asam format 99% digunakan distilasi ekstraktif dengan ekstrakten berupa sulfolane ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2\text{S}$). Dalam keberjalanan proses dilengkapi utilitas seperti unit pengadaan dan pengolahan air, unit penyedia steam, unit pengadaan udara tekan, unit penyediaan tenaga listrik, unit penyediaan bahan bakar, unit laboratorium, dan unit pengolahan limbah.

Pabrik asam format direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) terbuka (Tbk) sehingga dalam pengumpulan modal berasal dari penjualan saham. Pra rancang pabrik asam format ini dievaluasi kelayakannya meliputi POS, ROI, POT, IRR, BEP, dan SDP. Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan didapatkan bahwa *Percent Profit on Sales* sebelum pajak sebesar 26% sedangkan setelah pajak sebesar 20%, *Return On Investment* sebelum pajak sebesar 31% sedangkan setelah pajak sebesar 23%, *Pay Out Time* sebelum pajak selama 3,30 tahun sedangkan setelah pajak selama 4,23 tahun, *Internal Rate of Return* sebesar 14%, *Break Event Point* sebesar 28%, dan *Shut Down Point* sebesar 14%. Dari hasil evaluasi kelayakan, pabrik asam format kapasitas 12.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

Kata kunci: asam format, sulfolan, autokatalis, hidrolisis