

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM FORMAT DARI METANOL MELALUI
PROSES KARBONILASI DAN HIDROLISIS METIL FORMAT DENGAN
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**



**Dibuat untuk memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan
Seminar Tugas Akhir pada Jurusan S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri
Sekolah Vokasi, Uniersitas Diponegoro**

Disusun oleh:

Akbar Arsyadani

40040122650024

**PROGRAM STUDI 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 Gajahmungkur
Kampus Universitas Diponegoro
Semarang 50132
Telp: (0291) 8473174
Email: info@univ-diponegoro.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM FORMAT DARI METANOL MELALUI PROSES
KARBONILASI DAN HIDROLISIS METIL FORMAT DENGAN KAPASITAS 30.000
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**

Diusun Oleh :

AKBAR ARSYADANI

NIM. 40040122650024

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 10 Juni 2026

Dosen Pembimbing

Set Rindhiyanti Nuswantari S.Tr.T., M.T.

NIP. 199711102024062001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Akbar Arsyadani

NIM : 40040122650024

Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Asam Format dari Metanol melalui Proses Karbonilasi dan Hidrolisis Metil Format dengan Kapasitas 30.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S.Ti Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya saya Akbar Arsyadani dan Partner Saya Azelia Anisa Rahma 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 tanpa ada paksaan dari siapapun.



Semarang, 10 Juni 2026



Akbar Arsyadani

NIM. 40040122650024

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan Judul “Prarancangan Pabrik Asam Format Dari Metanol Melalui Proses Karbonilasi Dan Hidrolisis Metil Format Dengan Kapasitas 30.000 Ton/Tahun”.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi Mata Kuliah Tugas Akhir mahasiswa S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri Universitas Diponegoro.

Tugas akhir ini tidak dapat selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri Universitas Diponegoro
2. Ibu Sri Risdhiyanti, S.Tr.T. M.T. selaku dosen pembimbing penelitian terapan
3. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri atas bimbingan, dorongan, dan ilmu yang bermanfaat
4. Mama Ratminatun, Ayah Muchtadi dan Nabil yakni keluarga penulis yang memberikan doa dan dukungan untuk menyelesaikan proposal penelitian terapan ini
5. Bismillah calon partner hidup saya Firda Cahya Salbina terima kasih yaa dino.
6. Manusia Silver, Teman-teman dan seluruh pihak terkait yang mendukung penulis dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini yang namanya tidak dapat penyusun sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal ini masih banyak kekurangan. Penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan proposal ini. Penulis berharap semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, 5 Juni 2026



Penulis

RINGKASAN

Tugas akhir ini merancang pabrik asam format (HCOOH) dengan kapasitas 30.000 ton/tahun dan kemurnian produk 85% yang direncanakan berlokasi di Kawasan Industri Maspion, Gresik, Jawa Timur, serta beroperasi selama 330 hari/tahun. Proses produksi menggunakan metode karbonilasi metanol yang dilanjutkan dengan hidrolisis metil format, di mana metanol bereaksi dengan karbon monoksida dalam reaktor bubble column pada suhu 86°C dan tekanan 45 bar menggunakan katalis natrium metoksida untuk membentuk metil format, yang selanjutnya dihidrolisis dalam reaktor CSTR pada suhu 90°C dan tekanan 1,5 bar menjadi asam format dan metanol yang didaur ulang. Unit pendukung proses meliputi pengadaan air (kebutuhan pendingin $30,26 \text{ m}^3/\text{jam}$), penyediaan steam dari water tube boiler ($34.546 \text{ kg}/\text{jam}$), listrik dari PLN dan generator cadangan 200 kW, serta pengolahan limbah. Perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan 162 karyawan dan menerapkan standar keselamatan ISO 45001:2018. Hasil analisis ekonomi menunjukkan ROI sebelum pajak 40,52%, POT setelah pajak 3,17 tahun, IRR 17,55%, dan BEP 34,41%. Seluruh indikator kelayakan berada dalam batasan yang ditetapkan, sehingga pabrik asam format ini dinyatakan layak untuk direalisasikan.

Kata kunci: asam format, karbonilasi, hidrolisis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Kapasitas Rancangan | 4 |
| 1.2.1 Prediksi Kebutuhan Asam Format di Indonesia | 4 |
| 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku..... | 9 |
| 1.3 Penentuan Lokasi Pabrik | 10 |
| 1.3.1 Letak Pabrik dengan Sumber Bahan Baku..... | 13 |
| 1.3.2 Sarana dan Transportasi..... | 14 |
| 1.3.3 Letak Pabrik dengan Daerah Pemasaran | 14 |
| 1.3.4 Tenaga Kerja..... | 14 |
| 1.3.5 Utilitas | 14 |
| 1.3.6 Perluasan Area Pabrik | 15 |
| 1.3.7 Kondisi Tanah dan Daerah | 15 |
| 1.3.8 Kebijakan Pemerintah..... | 15 |
| 1.4 Tinjauan Proses..... | 18 |
| 1.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan Asam Format | 18 |
| 1.4.3 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 Produk Utama | 26 |
| 2.1.3 Spesifikasi Produk Samping..... | 26 |
| 2.2 Konsep Proses..... | 27 |

| | | |
|-----------------------------------|---|----|
| 2.2.1 | Dasar Reaksi..... | 27 |
| 2.2.2 | Mekanisme Reaksi..... | 27 |
| 2.2.3 | Fase Reaksi..... | 29 |
| 2.2.4 | Kondisi Operasi | 29 |
| 2.2.5 | Tinjauan Thermodinamika | 30 |
| 2.3 | Langkah Proses | 36 |
| 2.3.1 | Preparasi Bahan Baku..... | 36 |
| 2.3.2 | Reaksi Pembentukan Metil Format | 36 |
| 2.3.3 | Hidrolisis Metil Format | 37 |
| 2.3.4 | Pemisahan Pada Kolom Distilasi..... | 37 |
| 2.4 | Neraca Massa | 38 |
| 2.5 | Neraca Panas | 39 |
| 2.6 | Tata Letak Pabrik dan Pemetaan | 41 |
| 2.6.1 | Lay out Pabrik | 41 |
| 2.6.2 | Lay out Peralatan Proses..... | 43 |
| 2.7 | Diagram Alir (Flowsheet) | 45 |
| BAB III SPESIFIKASI ALAT | | 46 |
| 3.1 | Tangki Penyimpanan | 46 |
| 3.1.1 | Tangki Methanol | 46 |
| 3.1.2 | Tangki Asam Format | 47 |
| 3.1.3 | Tangki Metil Format..... | 47 |
| 3.2 | Heat Exchanger..... | 48 |
| 3.3 | Pompa | 51 |
| 3.4 | Reaktor..... | 57 |
| 3.5 | Distilasi | 59 |
| BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES..... | | 63 |
| 4.1 | Unit Pengadaan dan Pengolahan Air | 64 |
| 4.1.1 | Unit Pengadaan Air | 64 |
| 4.1.2 | Unit Pengolahan Air | 69 |

| | | |
|---|--|------------|
| 4.1.3 | Kebutuhan Air | 74 |
| 4.2 | Unit Penyedia Steam..... | 76 |
| 4.3 | Unit Penyedia Bahan Bakar | 78 |
| 4.4 | Unit Penyedia Udara Bertekanan..... | 78 |
| 4.5 | Unit Penyedia Listrik..... | 79 |
| 4.5.1 | Penyediaan Listrik | 79 |
| 4.5.2 | Kebutuhan Listrik..... | 80 |
| 4.6 | Unit Pengolahan Limbah | 86 |
| 4.7 | Laboratorium | 88 |
| 4.7.1 | Laboratorium Fisik dan Analitik | 89 |
| 4.7.2 | Laboratorium Penelitian dan Pengembangan | 89 |
| 4.7.3 | Analisa Air..... | 89 |
| 4.8 | Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup | 90 |
| 4.9 | SMK3 Standar ISO 45001:2018 | 92 |
| 4.10 | Fasilitas Pelayanan Kesehatan | 93 |
| 4.11 | Potensi Bahaya Disekitar Pabrik | 95 |
| 4.12 | Faktor Bahaya Disekitar Pabrik | 96 |
| 4.13 | Sistem Keamanan Kerja | 97 |
| 4.14 | Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)..... | 100 |
| BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN | | 103 |
| 5.1 | Bentuk Perusahaan..... | 103 |
| 5.2 | Struktur Organisasi | 105 |
| 5.3 | Tugas dan Wewenang | 107 |
| 5.3.1 | Pemegang Saham..... | 107 |
| 5.3.2 | Dewan Komisaris | 107 |
| 5.3.3 | Dewan Direksi | 108 |
| 5.3.4 | Sekertaris | 109 |
| 5.3.5 | Kepala Bagian..... | 109 |
| 5.3.6 | Kepala Seksi | 112 |

| | | |
|-------------------------------|--|-----|
| 5.4 | Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan | 113 |
| 5.4.1 | Pembagian Jam Kerja | 114 |
| 5.4.2 | Perincian Jumlah Karyawan | 116 |
| 5.5 | Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji..... | 118 |
| 5.5.1 | Penggolongan Jabatan | 118 |
| 5.5.2 | Jumlah karyawan total | 119 |
| 5.5.3 | Penggolongan gaji menurut jabatan | 121 |
| 5.6 | Kesejahteraan Sosial Karyawan..... | 123 |
| 5.7 | Corporate Social Responsibility (CSR) | 126 |
| BAB VI TROUBLESHOOTING..... | | 128 |
| 6.1 | Unit penyimpanan..... | 128 |
| 6.2 | Unit Pemindahan..... | 131 |
| 6.3 | Unit Penukar Panas | 133 |
| 6.4 | Unit Reaksi | 135 |
| 6.5 | Unit Pemisah..... | 139 |
| 6.6 | Mitigasi Risiko..... | 142 |
| 6.7 | Tinjauan HSE (Health, Safety, and Environment) | 142 |
| BAB VII ANALISA EKONOMI | | 144 |
| 7.1 | Penaksiran Harga Peralatan..... | 144 |
| 7.2 | Dasar Perhitungan..... | 147 |
| 7.2.1 | Kapasitas Produksi..... | 147 |
| 7.2.2 | Harga Bahan Baku dan Produk Harga | 147 |
| 7.3 | Perhitungan Biaya | 147 |
| 7.3.1 | Capital Investment..... | 147 |
| 7.3.2 | Manufacturing Cost | 150 |
| 7.3.3 | General Expanse | 152 |
| 7.4 | Analisa Kelayakan | 153 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 157 |
| LAMPIRAN | | 161 |

| | | |
|-----|---|-----|
| A. | NERACA MASSA | 161 |
| 1. | Reaktor Hidrolisis 1 (R-201)..... | 163 |
| 2. | Distilasi I (Kolom Distilasi Metil Format dan Metanol)..... | 164 |
| 3. | Reaktor II (Hidrolisa Metil Format) | 166 |
| 4. | Distilasi II (Kolom Distilasi Asam Fomiat) | 167 |
| | OVERALL NERACA MASSA | 170 |
| B. | NERACA PANAS..... | 171 |
| 1. | Heat Exchanger Metanol (E-101)..... | 174 |
| 2. | Reaktor I Karbonilasi Metanol (R-201)..... | 176 |
| 3. | Cooler Metil Format (E-201)..... | 178 |
| 4. | Distilasi I (D-301)..... | 179 |
| 5. | Heater E-401 | 186 |
| 6. | Heater E-402..... | 187 |
| 7. | Reaktor Hidrolisa Metil Format (R-501)..... | 189 |
| 8. | Heater Asam Format (E-501) | 191 |
| 9. | Distilasi II Asam Format (D-601) | 193 |
| 10. | Cooler Asam Format (E-603) | 200 |
| 11. | Distilasi III Pemurnian Produk Asam Format (D-602)..... | 202 |
| 12. | Cooler IV (Cooler Produk asam Format) (E-606)..... | 207 |
| | Tabel D.13 Neraca Massa Overall..... | 208 |
| C. | SPESIFIKASI ALAT | 211 |
| D. | EKONOMI..... | 249 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----|
| Tabel 1. 1 Konsentrasi Asam Format | 1 |
| Tabel 1. 2 Tabel Ekspor Impor | 6 |
| Tabel 1. 3 Kapasitas Pabrik Asam Format | 10 |
| Tabel 1. 4 Matriks Pemilihan Tempat | 12 |
| Tabel 1. 5 Daerah Pemasaran Jawa Timur | 15 |
| Tabel 1. 6 Daerah Pemasaran Jawa Barat..... | 16 |
| Tabel 1. 7 Daerah Pemasaran Sumatera | 17 |
| Tabel 1. 8 Proses Asam Format..... | 22 |
| Tabel 2. 1 Harga ΔH_f Masing-Masing Komponen Reaksi (Yaws, 1999)..... | 30 |
| Tabel 2. 2 Harga ΔG_f Masing-Masing Komponen Reaksi (Yaws, 1999)..... | 31 |
| Tabel 2. 3 Neraca Massa..... | 38 |
| Tabel 2. 4 Neraca Panas | 39 |
| Tabel 4. 1 Kualitas Air Pendingin Sistem Once Through | 65 |
| Tabel 4. 2 Persyaratan Air Umpan Boiler (ASME, 2015)..... | 67 |
| Tabel 4. 3 Tabel Spesifikasi Air Demineralisasi | 73 |
| Tabel 4. 4 Kebutuhan Air Pendingin | 74 |
| Tabel 4. 5 Kebutuhan Steam..... | 76 |
| Tabel 4. 6 total Kebutuhan Air Boiler | 77 |
| Tabel 4. 7 Kebutuhan Listrik untuk Alat – Alat Proses..... | 80 |
| Tabel 4. 8 Kebutuhan Listrik Peralatan Utilitas | 81 |
| Tabel 4. 9 Kebutuhan Lumen Penerangan Pabrik | 82 |
| Tabel 4. 10 Kebutuhan Listrik Pendingin Udara..... | 84 |
| Tabel 4. 11 Persyaratan Air Baku..... | 100 |
| Tabel 4. 12 Baku Mutu Air Sungai Brantas | 101 |
| Tabel 6. 1 Tabel Identifikasi Permasalahan Unit Penyimpanan..... | 128 |
| Tabel 6. 2 Tabel Hazop Analisis Unit Penyimpanan..... | 129 |
| Tabel 6. 3 Identifikasi Masalah Unit Pemindahan | 131 |
| Tabel 6. 4 Hazop Analisis Unit Pemindahan..... | 132 |
| Tabel 6. 5 Identifikasi Permasalahan Unit Penukar Panas | 133 |
| Tabel 6. 6 Hazop Analisis Unit Penukar Panas | 134 |
| Tabel 6. 7 Identifikasi Masalah Unit Reaksi | 135 |
| Tabel 6. 8 Hazop Analisis Unit Reaksi | 137 |
| Tabel 6. 9 Identifikasi Masalah Unit Pemisah..... | 139 |
| Tabel 6. 10 Hazop Analisis Unit Pemisah..... | 141 |
| Tabel 6. 11 Kesimpulan Analisa Kelayakan..... | 156 |
| Tabel 7. 1 Indeks CEP dari Tahun 2001-2023 | 145 |
| Tabel 7. 2 Fixed Capital Investment (FCI)..... | 148 |
| Tabel 7. 3 Working Capital Investment..... | 150 |
| Tabel 7. 4 Manufacturing Cost..... | 151 |
| Tabel 7. 5 General Expose..... | 153 |
| Tabel 7. 6 Analisa Kelayakan..... | 155 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-----|
| Gambar 1. 1 Data Impor Asam Format di Indonesia | 8 |
| Gambar 1. 2 Data Ekspor Asam Format di Indonesia..... | 8 |
| Gambar 1. 3 Peta Lokasi..... | 13 |
| Gambar 2. 1 Layout Pabrik | 42 |
| Gambar 2. 2 Process Flow Diagram..... | 45 |
| Gambar 3. 1 Tangki Penyimpanan | 46 |
| Gambar 3. 2 Heat Exchanger..... | 48 |
| Gambar 3. 3 Pompa | 51 |
| Gambar 3. 4 Gambar Pompa Reciprocating..... | 54 |
| Gambar 3. 5 Gambar Reaktor Bubble Coloumn | 57 |
| Gambar 3. 6 Reaktor CSTR..... | 58 |
| Gambar 3. 7 Distilasi | 59 |
| Gambar 4. 1 Tahapan pengolahan air..... | 70 |
| Gambar 7. 1 Nilai CEP Indeks dari Tahun 2001 - 2023 | 146 |