

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM FENIL ASETAT METODE HIDROLISIS
BENZIL SIANIDA DENGAN ASAM SULFAT KAPASITAS 16.000 TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan Seminar
Tugas Akhir pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri,
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

Adhilni Aulia Syahputri

NIM. 40040122650082

**PROGRAM STUDI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

PRARANCANGAN PABRIK ASAM FENIL ASETAT METODE HIDROLISIS BENZIL

SIANIDA DENGAN ASAM SULFAT KAPASITAS 16.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan Seminar

Tugas Akhir pada Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri,

Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Disusun Oleh :

ADHILNI AULIA SYAHPUTRI

NIM. 40040122650082

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir

Semarang, 11 Juni 2026

Dosen Pembimbing


Anggun Puspitaning Siswanto S.T., Ph.D., I.P.P.
NIP. H.7.198803152018072001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Adhilni Aulia Syahputri
NIM : 40040122650082
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Asam Fenil Asetat Metode
Hidrolisis Benzil Sianida Dengan Asam Sulfat
Kapasitas 16.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Zefania Sinaringtyas Widuri didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Semarang, 11 Juni 2026



Adhilni Aulia Syahputri
NIM. 40040122650082

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Swt. atas segala rahmat, taufik, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Prarancangan Pabrik Asam Fenil Asetat Metode Hidrolisis Benzil Sianida dengan Asam Sulfat Kapasitas 16.000 Ton/Tahun" dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad saw., beserta keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya hingga akhir zaman.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, serta memperoleh gelar Sarjana Terapan.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa penyelesaiannya tidak terlepas dari rahmat Allah Swt. serta doa, dukungan, bimbingan, bantuan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Mohammad Endy Yulianto, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri dan dosen wali kelas B angkatan 2022 yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan di program studi ini.
2. Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D., IPP. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan Tugas Akhir ini hingga sidang akhir.
3. Kedua orang tua tercinta serta kakak-kakak penulis, yang senantiasa memberikan doa yang tiada henti, kasih sayang, dukungan, motivasi, serta pengorbanan yang luar biasa. Terima kasih atas segala cinta, kepercayaan, kesabaran, dan ketulusan yang selalu menjadi sumber kekuatan bagi penulis dalam menghadapi setiap proses hingga mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Zefania Sinaringtyas Widuri selaku selaku partner dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang telah bersama-sama berjuang, saling mendukung, dan bekerja sama dengan baik dari awal hingga akhir penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman terdekat penulis, yaitu Pengungsian (Jeni, Nara, Dascha, Kinan, Tiur, Ilma, dan Refa) yang telah menemani perjalanan penulis selama masa perkuliahan dengan canda, tawa, dukungan, serta kebersamaan yang begitu berarti. Martabak

(Balqis, Anis, Khansa, Diena, dan Okta) yang senantiasa memberikan semangat, perhatian, dan doa sejak masa sekolah menengah atas hingga saat ini. Serta Maen (Salsa, Sekar, Marsa, dan Lola) yang telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis sejak masa sekolah dasar dan selalu memberikan dukungan, kebersamaan, serta persahabatan yang tulus. Terima kasih atas setiap doa, perhatian, motivasi, dan kenangan indah yang telah menjadi penyemangat bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Diri penulis sendiri, yang telah berusaha dengan penuh kesabaran, ketekunan, dan semangat dalam menghadapi setiap tantangan selama menempuh pendidikan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terima kasih karena telah memilih untuk tetap bertahan, bangkit dari setiap kesulitan, terus belajar, dan tidak menyerah hingga mampu menyelesaikan salah satu pencapaian penting dalam kehidupan ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari para pembaca maupun pihak terkait sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi penulis, pembaca, serta dunia industri kimia pada umumnya.

Semarang, 10 Juni 2026

Penyusun

RINGKASAN

Pabrik asam fenil asetat direncanakan beroperasi pada tahun 2030 dengan kapasitas 16.000 ton/tahun menggunakan proses hidrolisis benzil sianida dengan asam sulfat. Bahan baku utama dari pabrik ini adalah benzil sianida dan asam sulfat. Benzil sianida diimpor dari Sheetal Chemicals, Mumbai, India, sedangkan asam sulfat diperoleh dari PT Petrokimia Gresik. Pabrik ini akan didirikan di Gresik, Jawa Timur, dengan pertimbangan kedekatan terhadap sumber bahan baku, akses pelabuhan Tanjung Perak, ketersediaan utilitas, dan tenaga kerja produktif.

Proses reaksi bersifat eksotermis dan irreversible. Proses yang digunakan yaitu reaktor tangki berpengaduk kontinu (CSTR) dengan mereaksikan benzil sianida dan asam sulfat pada suhu operasi 105°C dan tekanan 1,5 bar, dengan konversi benzil sianida mencapai 90%. Produk berupa larutan asam fenil asetat yang keluar dari reaktor akan dibawa menuju unit evaporator dan crystallizer untuk proses pemekatan dan kristalisasi. Selanjutnya dilakukan pemisahan padat-cair menggunakan rotary drum vacuum filter (RD-101), kemudian produk dikeringkan di flash dryer. Produk samping berupa ammonium sulfat juga diproseskan secara terpisah melalui jalur yang serupa. Produk asam fenil asetat yang dihasilkan memiliki kemurnian 99% berat. Kebutuhan energi pabrik ini dipenuhi dari PLN, dengan air proses berasal dari Sungai Bengawan Solo.

Bentuk perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi line and staff, dan total karyawan sebanyak 103 orang. Dari perhitungan neraca massa dan neraca panas, pabrik ini beroperasi secara kontinu selama 330 hari/tahun. Pada desain proyek pabrik asam fenil asetat ini, analisa kelayakan ekonomi menunjukkan nilai Break Even Point (BEP) sebesar 25,63%, Pay Out Time (POT) setelah pajak selama 4,5 tahun, Return on Investment (ROI) setelah pajak sebesar 58,53%, Internal Rate of Return (IRR) sebesar 30,26%, dan Shut Down Point (SDP) sebesar 9,41%. Berdasarkan seluruh parameter tersebut, pabrik asam fenil asetat dinyatakan layak untuk didirikan.

SUMMARY

The phenylacetic acid plant is planned to begin operations in 2030 with a production capacity of 16,000 tons/year using the benzyl cyanide hydrolysis process with sulfuric acid. The primary raw materials are benzyl cyanide, imported from Sheetal Chemicals, Mumbai, India, and sulfuric acid sourced from PT Petrokimia Gresik. The plant will be established in Gresik, East Java, selected for its proximity to raw material sources, access to Tanjung Perak port, adequate utility infrastructure, and a productive local workforce.

The reaction process is exothermic and irreversible. The process utilizes a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR), reacting benzyl cyanide with sulfuric acid at an operating temperature of 105°C and pressure of 1.5 bar, achieving a benzyl cyanide conversion of 90%. The product stream exiting the reactor is directed to evaporator and crystallizer units for concentration and crystallization. Solid-liquid separation is then performed using a rotary drum vacuum filter (RD-101), followed by drying in a flash dryer. A by-product, ammonium sulfate, is simultaneously processed through a parallel treatment line. The final phenylacetic acid product achieves a purity of 99 wt%. Plant energy requirements are supplied by the national electricity grid (PLN), while process water is sourced from the Bengawan Solo River.

The planned company form is a Limited Liability Company (PT) with a line and staff organizational structure, employing a total of 103 personnel. Mass and energy balances confirm continuous plant operation at 330 days/year. Based on the economic feasibility analysis of this plant design, the Break Even Point (BEP) is 25.63%, the after-tax Pay Out Time (POT) is 4.5 years, the after-tax Return on Investment (ROI) is 58.53%, the Internal Rate of Return (IRR) is 30.26%, and the Shut Down Point (SDP) is 9.41%. Based on all these parameters, the phenylacetic acid plant is concluded to be economically and technically feasible.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	ii
KATA PENGANTAR	iii
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan	1
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	6
1.4 Tinjauan Proses	11
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	16
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	16
2.2 Konsep Proses	20
2.3 Langkah Proses	26
2.4 Process Flow Diagram Asam Fenil Asetat.....	33
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas.....	34
2.6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan	45
BAB III SPESIFIKASI ALAT	55
3.1 Unit Penyimpanan.....	55
3.2 Unit Reaksi.....	58
3.3 Unit Kristalisasi dan Pemisahan Produk Utama	60
3.4 Unit pendukung proses utama.....	65
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES	78
4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	78
4.2 Unit Pengadaan Steam	84
4.3 Unit Pengadaan Udara Tekan.....	85
4.4 Unit Pengadaan Listrik	85
4.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar	93

4.6 Laboratorium.....	94
4.7 Unit Pengolahan Limbah	96
4.8 Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	98
4.9 Instrumentasi.....	99
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	101
5.1 Bentuk Perusahaan.....	101
5.2 Struktur Organisasi	102
5.3 Tugas dan Wewenang.....	104
5.4 Pembagian Jam Kerja	108
5.5 Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan	110
5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	110
5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	115
5.8 Corporate Social Responsibility (CSR)	118
BAB VI TROUBLESHOOTING	120
6.1 Troubleshooting pada Unit Penyimpanan Bahan Baku	120
6.2 Troubleshooting pada Unit Reaksi.....	124
6.3 Troubleshooting pada Unit Kristalisasi dan Pemisahan Produk	126
6.4 Troubleshooting pada Unit Pendukung Proses	128
BAB VII ANALISA EKONOMI.....	131
7.1 Perkiraan Harga Peralatan.....	133
7.2 Dasar Perhitungan.....	134
7.3 Perhitungan Biaya.....	135
7.4 Analisis Kelayakan.....	141
7.5 Hasil Perhitungan.....	143
7.6 Kesimpulan	148
DAFTAR PUSTAKA.....	150
LAMPIRAN A NERACA MASSA	155
LAMPIRAN B NERACA PANAS	165
LAMPIRAN C PERANCANGAN ALAT	178
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI.....	208

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Asam Fenil Asetat (BPS, 2025).....	2
Tabel 1.2 Pabrik Asam Fenil Asetat di Dunia (Chemical Research, 2024).....	5
Tabel 1.3 Industri Pengguna Asam Fenil Asetat di Indonesia (BPS, 2024)	5
Tabel 1.4 Perbandingan Pemilihan Lokasi Pabrik (BPS, 2024).....	8
Tabel 1.5 Parameter Pemilihan Lokasi Pabrik (Kasmir, 2014)	10
Tabel 1.6 Perbandingan Proses Pembuatan Asam fenil Asetat (L. Ronchin, 1997).....	13
Tabel 2.1 Spesifikasi Benzil Sianida (Sheetal Chemicals, 2016).....	16
Tabel 2.2 Spesifikasi Asam Sulfat (Satona, 2025).	16
Tabel 2.3 Spesifikasi Asam Fenil Asetat (Sheetal Chemicals, 2016).....	17
Tabel 2.4 Spesifikasi Ammonium Sulfat (PT. Petrokimia Gresik, 2021).....	17
Tabel 2.5 Nilai $\Delta H^{\circ}f$ dan $\Delta G^{\circ}f$ (Green & Southard, 2019).....	23
Tabel 2.6 Data Atomic Volume (Treybal, 1980).....	24
Tabel 2.7 Data Energi Ikatan (Smith, 1970).....	25
Tabel 2.8 Neraca Massa Reaktor (R-101)	34
Tabel 2.9 Neraca Massa <i>Crystallizer</i> (CR-101)	35
Tabel 2.10 Neraca Massa Rotary Drum (RD-101).....	35
Tabel 2.11 Neraca Massa <i>Flash Dryer</i> (FD-101)	35
Tabel 2.12 Neraca Massa <i>Crystallizer</i> (CR-102)	36
Tabel 2.13 Neraca Massa Rotary Drum (RD-102).....	36
Tabel 2.14 Neraca Massa <i>Flash Dryer</i> (FD-102).....	36
Tabel 2.15 Neraca Massa Separator (V-101).....	37
Tabel 2.16 Neraca Massa Overall.....	38
Tabel 2.17 Neraca Panas Reaktor (R-101)	39
Tabel 2.18 Neraca Massa di Evaporator (EV-101).....	40
Tabel 2.19 Neraca Panas <i>Crystallizer</i> (CR-101)	40
Tabel 2.20 Neraca Panas Rotary Drum (RD-101).....	40
Tabel 2.21 Neraca Panas <i>Flash Dryer</i> (FD-101).....	41
Tabel 2.22 Neraca Panas di Evaporator (EV-102).....	41
Tabel 2.23 Neraca Panas <i>Crystallizer</i> (CR-102)	41
Tabel 2.24 Neraca Panas Rotary Drum (RD-102).....	42
Tabel 2.25 Neraca Panas <i>Flash Dryer</i> (FD-102).....	42

Tabel 2.26 Neraca Panas di <i>Heat Exchanger</i> (E-101).....	42
Tabel 2. 27 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (E-102).....	43
Tabel 2.28 Neraca Panas <i>Condenser Partial</i> (E-103)	43
Tabel 2.29 Neraca Panas Furnace (H-101).....	43
Tabel 2.30 Neraca Panas Overall	44
Tabel 2.31 Keterangan Bagian Pabrik.....	49
Tabel 2.32 Perincian Penggunaan Tanah Bagian Indoor.....	49
Tabel 2.33 Perincian Penggunaan Tanah Bagian Outdoor	50
Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	55
Tabel 3.2 Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	57
Tabel 3.3 Spesifikasi Reaktor.....	58
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Evaporative Crystallizer</i>	60
Tabel 3.5 Spesifikasi Rotary Drum	63
Tabel 3.6 Spesifikasi <i>Flash Dryer</i>	64
Tabel 3.7 Spesifikasi Furnace.....	65
Tabel 3.8 Spesifikasi <i>Exhaust Fan</i>	67
Tabel 3.9 Spesifikasi Belt Conveyor	67
Tabel 3.10 Spesifikasi Screw Conveyor.....	68
Tabel 3.11 Spesifikasi Bucket Elevator	70
Tabel 3.12 Spesifikasi Silo	71
Tabel 3.13 Spesifikasi Kondenser Parsial	72
Tabel 3.14 Spesifikasi Separator	73
Tabel 3.15 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	74
Tabel 3.16 Spesifikasi Pompa	76
Tabel 4.1 Parameter dalam Standar Baku Mutu Air.....	78
Tabel 4.2 Kebutuhan Air Konsumsi dan Sanitasi.....	80
Tabel 4.3 Kebutuhan Air Pendingin	80
Tabel 4.4 Spesifikasi Cooling Tower.....	81
Tabel 4.5 Standar Mutu Air untuk Umpan Boiler dan Bahan Baku.....	82
Tabel 4.6 Kebutuhan Total Air	83
Tabel 4.7 Spesifikasi Boiler.....	84
Tabel 4.8 Spesifikasi Kompresor Utilitas.....	85
Tabel 4.9 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dalam 1 tahun	86
Tabel 4.10 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas dalam 1 tahun.....	87

Tabel 4.11 Jumlah Lampu berdasarkan Luas Bangunan	88
Tabel 4.12 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dalam 1 Tahun (lanjutan)	89
Tabel 4.13 Kebutuhan Listrik di Pabrik dalam 1 Tahun.....	92
Tabel 4.14 Spesifikasi Generator.....	92
Tabel 4.15 Kebutuhan Bahan Bakar Keseluruhan.....	94
Tabel 4.16 Analisis Laboratorium	94
Tabel 4.17 Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Ketel Uap	97
Tabel 4.18 Nilai Ambang Batas (NAB) Zat Kimia di Udara	97
Tabel 5.1 Jadwal Kerja untuk Setiap Regu.....	109
Tabel 5.2 Jabatan dan Pendidikan	110
Tabel 5.3 Rincian Jumlah Karyawan Proses Produksi	112
Tabel 5.4 Rincian Jumlah Karyawan Utilitas	112
Tabel 5.5 Rincian Jumlah Karyawan HSE, Laboratorium, dan Maintenance.....	113
Tabel 5.6 Rincian Karyawan Nonoperasional	113
Tabel 5.7 Jumlah Karyawan dan Rincian gaji Karyawan	114
Tabel 6.1 Analisa HAZOP pada Unit Penyimpanan Bahan Baku	120
Tabel 6.2 Analisa HAZOP pada Unit Reaksi	124
Tabel 6.3 Analisa HAZOP pada Unit Kristalisasi dan Pemisahan Produk.....	126
Tabel 6.4 Analisa HAZOP pada Unit Pendukung Proses.....	128
Tabel 7.1 Indeks CEPCI pada Tahun 2001-2024	133
Tabel 7.2 Total Biaya <i>Physical Plant Cost</i> (PPC).....	143
Tabel 7.3 Total Biaya <i>Direct Plant Cost</i> (DPC)	143
Tabel 7.4 Total <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI).....	144
Tabel 7.5 Total <i>Working Capital Investment</i> (WCI).....	144
Tabel 7.6 <i>Plant Start Up</i>	144
Tabel 7.7 Total Capital Investment (TCI).....	144
Tabel 7.8 Total Biaya <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC).....	145
Tabel 7.9 Total Biaya <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC).....	145
Tabel 7.10 Total Biaya <i>Fixed Manufacturing</i> (FMC)	146
Tabel 7.11 Total Biaya <i>Manufacturing Cost</i> (MC).....	146
Tabel 7.12 Total Biaya <i>General Expense</i> (GE)	146
Tabel 7.13 Total Biaya Produksi (Production Cost)	146
Tabel 7.14 Analisa Kelayakan Ekonomi	148

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Pertumbuhan Impor Asam Fenil Asetat di Indonesia	3
Gambar 1.2 Lokasi Pabrik	11
Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Asam Fenil Asetat	33
Gambar 2.2 Diagram Alir Neraca Massa	34
Gambar 2.3 Diagram Alir Neraca Panas	39
Gambar 2.4 Layout Pabrik	48
Gambar 2.5 Tata Letak Peralatan	54
Gambar 5.1 Struktur Organisasi	103
Gambar 7.1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)</i>	134
Gambar 7.2 Grafik Analisa BEP dan SDP	147