

"HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) MENGGUNAKAN ETILEN, 1-BUTENA, SIKLOHEKSANA, DAN HIDROGEN DENGAN PROSES SOLUTION"

PRA RANCANGAN PABRIK

**Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Program Studi Teknik Kimia**



DISUSUN OLEH:
ALDILA LAKSMI NURMALITASARI
NPM. 20031010004

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR
SURABAYA
2025**

Pra Rencana Pabrik

"Pabrik *High Density Polyethylene* (HDPE) Menggunakan Etilen, 1-Butena, Sikloheksana, Dan Hidrogen Dengan Proses Solution"

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK
"HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) MENGGUNAKAN ETILEN, 1-BUTENA, SIKLOHEKSANA, DAN HIDROGEN DENGAN PROSES SOLUTION"

Disusun oleh :

ALDILA LAKSMI NURMALITASARI
NPM. 20031010004

Telah Dipertahankan dan Diterima Dihadapkan oleh Tim Penguji
Pada tanggal : 22 Juli 2025

Tim Penguji

Pembimbing

1.

1.

Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T
NIP. 19660621 199203 2 001

Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T
NIP. 19650731 199203 2 001

2.

2.

Ir. Ketut Sumada, M.S
NIP. 19620118 198803 1 001

Nove Kartika Erliyanti, ST, MT
NIP. 19861123 202421 2030

3.

Prof. Dr. T. Ir. Dyah Suci P., M.T
NIP. 19661130 199203 2 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P
NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Pra Rencana Pabrik

"Pabrik *High Density Polyethylene* (HDPE) Menggunakan Etilen, 1-Butena, Sikloheksana, Dan Hidrogen Dengan Proses Solution"

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK

"PABRIK HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) MENGGUNAKAN ETILEN, 1-BUTENA, SIKLOHEKSANA, DAN HIDROGEN DENGAN PROSES SOLUTION"

Disusun Oleh :

ALDILA LAKSMI NURMALITASARI

20031010004

Laporan Pra Rancangan Pabrik Ini Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT
NIP. 19650731 199203 2 001

Nove Kartika Erliyanti, ST, MT
NIP. 19861123 202421 2030



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aldila Laksmi Nurmalitasari
NPM : 20031010004
Fakultas/Program Studi : Teknik & Sains/Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir : Pabrik *High Density Polyethylene* (HDPE) Menggunakan Etilen, 1-Butena, Sikloheksana, Dan Hidrogen Dengan Proses Solution

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi Pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 24 Juli 2025

Yang menyatakan



(Aldila Laksmi Nurmalitasari)



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60294 Telp. (031) 872179 Fax. (031) 872257

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini :

Nama : Aldila Laksmi Nurmalitasari

NPM : 20031010004

Program Studi : Teknik Kimia / ~~Teknik Industri~~ / ~~Teknologi Pangan~~ /

~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~

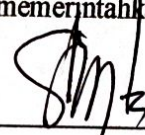
Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~*) PRA RANCANGAN (DESAIN) PABRIK /
SKRIPSI/ TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode V, Semester Genap, Tahun Ajaran 2024/2025.

Dengan Judul :

**PRA RANCANGAN PABRIK PENTAERITRITOL DARI FORMALDEHIDA,
ASETALDEHIDA, DAN NATRIUM HIDROKSIDA SEBAGAI MEDIA ALKALI**

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

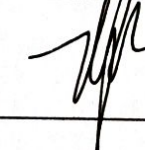
1. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.
NIP. 19660621 199203 2 001

()

2. Ir. Ketut Sumada, M.S.
NIP. 19620118 198803 1 001

()

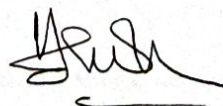
3. Prof. Dr. T. Ir. Dyah Suci Perwitasari, M.T.
NIP. 19661130 199203 2 001

()

Surabaya, 22 Juli 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

()

(Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.)
NIP. 19650731 199203 2 001

Catatan : *) coret yang tidak perlu



KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun mengucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir Pra Rencana Pabrik dengan judul: “Pabrik *High Density Polyethylene* (HDPE) Menggunakan Etilena, Butana, Heksana Dan Hidrogen Dengan Proses *Solution*” ini bisa diselesaikan dengan baik. Laporan Tugas Akhir pra rencana pabrik ini merupakan salah satu hal yang menjadi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Strata 1 di program studi Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur. Dengan selesainya Proposal Pra Rencana Pabrik ini, tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Dr. Ir. Sintha Soraya S, MT, selaku Koordinator Program Studi Jurusan Teknik Kimia, UPN “Veteran” Jawa Timur
3. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT., selaku dosen pembimbing I tugas akhir pra rencana pabrik Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Nove Kartika Erliyanti, ST, MT., selaku dosen pembimbing II tugas akhir pra rencana pabrik Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
6. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa.
7. Teman dekat saya dan partner penelitian saya, Maya Angelina yang telah memberikan dukungan dan doa.
8. Teruntuk sahabat sedari kecil saya, Karunia Putri Z.S dan orang tua dari Karunia yang senantiasa menyemangati, menghibur, dan mendukung saya selama proses pengerjaan tugas akhir.



9. Teruntuk sahabat selama perkuliahan saya, Fara Zabrina, Gladys Irianti, Santa Kristi, Fildzah, Tiffani, Hijria Putri yang senantiasa selalu menyemangati dan membantu saya selama perkuliahan.
10. Teruntuk sahabat SMA saya, Nevyta dan Vivia yang senantiasa menemani saya dan selalu menyemangati saya serta telah menjadi pendengar yang baik
11. Teruntuk orang terdekat saya, Ahmad Nauval Labib, yang telah membantu meluangkan seluruh waktu dan tenaganya untuk membantu saya dalam perkuliahan ini serta mendengarkan keluh kesah saya.
12. Teruntuk teman pararel saya, Adinda Putri C., Annisa Rachma M., Indah Dwi A., Riza Amanda, yang telah menemani dan menyemangati saya agar segera lulus.
13. Semua pihak yang telah membantu, memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Saya menyadari bahwa tugas akhir ini belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun saya harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini. Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Teknik Kimia.

Surabaya, 24 Juli 2025

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KETERANGAN REVISI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
BAB II URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES.....	II-1
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V-1
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VI-1
BAB VII UTILITAS.....	VII-1
BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK	VIII-1
BAB IX STRUKTUR ORGANISASI.....	IX-1
BAB X ANALISA EKONOMI	X-1
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN	XI-1
DAFTAR PUSTAKA	DP-1
APPENDIX A NERACA MASSA.....	APP A-1
APPENDIX B NERACA PANAS.....	APP B-1
APPENDIX C SPESIFIKASI ALAT	APP C-1
APPENDIX D ANALISA EKONOMI	APP D-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Grafik Data Impor HDPE di Indonesia.....	I-6
Gambar I.2 Grafik Data Ekspor HDPE di Indonesia	I-7
Gambar I.3 Lokasi Pendirian Pabrik di Cilegon, Banten.....	I-12
Gambar II.1 Diagram Alir Proses Tekanan Tinggi.....	II-2
Gambar II.2 Diagram Alir Proses Tekanan Tinggi Turbular.....	II-3
Gambar II.3 Diagram Alir Proses Slurry	II-4
Gambar II.4 Diagram Alir Proses Gas	II-5
Gambar II.5 Diagram Alir Fase Larutan.....	II-6
Gambar II.6 Reaksi Pembentukan Katalis Aktif.....	II-7
Gambar II.7 Reaksi Tahap Inisiasi.....	II-8
Gambar II.8 Reaksi Tahap Propagasi	II-8
Gambar II.9 Reaksi Tahap Terminasi	II-9
Gambar II.10 Blok Diagram HDPE	II-14
Gambar VIII.1 Lokasi Pendirian Pabrik di Cilegon, Banten	VIII-1
Gambar VIII.2 Plant Lay Out Pabrik High Density Polyethylene.....	VIII-5
Gambar VIII.3 Lay Out Ruang Proses Pabrik High Density Polyethylene	VIII-7
Gambar IX.1 Diagram Sistem Organisasi Karyawan Pabrik.....	IX-11



DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Impor HDPE di Indonesia Tahun 2020-2024	I-4
Tabel I.2 Data Ekspor HDPE di Indonesia Tahun 2020-2024.....	I-4
Tabel I.3 Data Kebutuhan Impor HDPE di Dunia	I-5
Tabel I.4 Ketersediaan Bahan Baku Etilen	I-5
Tabel I.5 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri	I-6
Tabel II.1 Perbandingan Berbagai Proses	II-10
Tabel II.2 Kelebihan dan Kekurangan Berbagai Proses	II-11
Tabel VI.1 Alat Instrumentasi Pada Pabrik	VI-5
Tabel VI.2 Jenis dan Jumlah Fire Extinguisher	VI-7
Tabel VII.1 Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan	VII-103
Tabel VII.2 Kebutuhan Listrik Untuk Lampu Merkuri	VII-104
Tabel VIII.1 Luas Lokasi Pabrik.....	VIII-6
Tabel VIII.2 Keterangan Lay Out Ruang Proses	VIII-8
Tabel IX.1 Jadwal Kerja Karyawan Proses	IX-7
Tabel IX.2 Perincian Jumlah Tenaga Kerja	IX-9



INTISARI

Pabrik High Density Polyethylene (HDPE) didirikan demi memenuhi kebutuhan domestik yang terus naik dan mengurangi ketergantungan pada impor. HDPE digunakan secara luas, seperti untuk pipa, botol, kemasan, dan pelapis, karena sifatnya yang tahan panas, tahan air, dan kuat. Bahan baku yang digunakan yaitu etilene, 1-butena, sikloheksana, dan hidrogen, sedangkan proses pembuatannya menggunakan teknologi solution dengan katalis Ziegler-Natta. Kapasitas pabrik ditetapkan 50.000 ton/tahun, dan Cilegon, Banten dipilih sebagai lokasi pabrik karena dekat sumber bahan baku, tersedia utilitas, dan infrastruktur yang lengkap. Pabrik High Density Polyethylene (HDPE) ini menggunakan Proses Solution Polymerization. Dalam proses ini, monomer etilene, 1-butena, dan hidrogen direaksikan secara homogenous (larut) di dalam pelarut sikloheksana. Polimerisasi terjadi di reaktor tangki berpengaduk (CSTR) pada suhu sekitar 150°C dan tekanan 50 atm. Katalis Ziegler-Natta, yaitu kombinasi TiCl_4 dan triethylaluminium (TEAL), digunakan sebagai inisiator. Hidrogen ditambahkan untuk mengontrol ukuran molekul dan distribusi berat molekul polimer. Setelah reaksi, produk keluar dari reaktor dan kemudian dipisahkan dari monomer dan produk. Proses dilanjutkan dengan flash drum, dimana padatan produk akan terpisahkan dengan sisa bahan yang tidak bereaksi kemudian di recycle kembali. Setelah itu, resin HDPE dicetak menjadi pellet, kemudian dikeringkan dan disimpan. Proses solution dipilih karena dapat memberikan ukuran molekul dan densitas yang seragam, sesuai spesifikasi produk, dan dapat menggunakan Ziegler-Natta yang murah dan tersedia secara luas.

Ketentuan pendirian pabrik asam nitrat yang telah direncanakan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. Kapasitas Produksi | : 50.000 ton/tahun |
| 2. Bentuk Perusahaan | : Perseroan Terbatas (PT) |
| 3. Sistem Organisasi | : Garis dan Staff |
| 4. Jumlah Karyawan | : 144 orang |
| 5. Waktu operasi | : 330 hari/tahun; 24 jam/hari |
| 6. Lokasi Pabrik | : Kawasan Industri PT. Krakatau Industrial Estate Cilegon (KIEC), Banten |



7. Luas Pabrik : 8.800 m²
8. Bahan Baku :
 - a. Etilen : 6.110,47 kg/jam
 - b. 1-Butena : 665,799 kg/jam
 - c. Hidrogen : 6.312,18 kg/jam
 - d. Sikloheksana : 189,394 kg/jam
 - e. Katalis Ziegler-Natta : 210,438 kg/jam
 - f. Zat Aditif PTFE : 122,428 kg/jam
9. Produk HDPE:
 - a. HDPE : 6.121,382 kg/jam
10. Utilitas :
 - a. Kebutuhan steam : 114.694,87 kg/jam
 - b. Kebutuhan air : 1.151,436 m³ /hari
 - c. Kebutuhan listrik : 1.276.773,696 kWh/hari
11. Analisa Ekonomi :
 - a. Masa Kontruksi : 2 tahun
 - b. Umur Pabrik : 10 tahun
 - c. Fixed Capital Investment (FCI) : Rp 1.641.131.918.864
 - d. Work Capital Investment (WCI) : Rp 682.450.596.330
 - e. Total Capital Investment (TCI) : Rp 2.323.582.515.194
 - f. Biaya Bahan Baku(per tahun) : Rp 959.838.101.445
 - g. Biaya utilitas (per tahun) : Rp 2.101.005.290.602
 - h. Biaya produksi (TPC) : Rp 2.323.582.515.194
 - i. Hasil Penjualan : Rp 1.476.463.759.908
 - j. Bunga Pinjaman Bank : 7,21% Pertahun
 - k. Rate of Investment (sebelum pajak): 92 %
 - l. Rate of Investment (setelah pajak) : 640 %
 - m. Pay Back Period : 2 Tahun 6 bulan
 - n. Internal Rate of Return : 15 %
 - o. Break Even Point (BEP) : 39 %