

**PRA-RANCANGAN PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE)  
DARI *ETYLENE* DAN *BUTENE* DENGAN KAPASITAS 125.000 TON  
PER TAHUN**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi Dan Seminar  
Skripsi Pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi,  
Universitas Diponegoro**

**Disusun oleh:**

**Fitesa Nur Firdasti      40040122650060**

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG**

**2026**

## HALAMAN PENGESAHAN

PRA-RANCANG PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI  
*ETHYLENE* DAN *BUTENE* DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 125.000 TON PER  
TAHUN

## SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik

Disusun oleh:

**Fitesa Nur Firdasti      40040122650060**

Disetujui dan Disahkan sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 25 Mei 2026

Dosen Pembimbing,



**Abdullah Malik Islam Filardli, S.T., M.T.**

NIP. 19960815202406100

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama penyusun : Fitesa Nur Firdasti

NIM Penyusun 40040122650060

Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Perancangan Pabrik *High Density Polyethylene* (HDPE) dari Etilen dan Butene dengan Kapasitas 125.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/STr. Teknologi Rekayasa Kimia  
Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya Fitesa Nur Firdasti Bersama partner saya Fidy Aulia Rachma didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditentukan 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 dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Semarang, 2 Juni 2026



Fitesa Nur Firdasti

NIM 40040122650060

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir (skripsi) yang berjudul “Pra-Rancang Pabrik *High Density Polyethylene* (HDPE) dari *Ethylene* dan *Butene* dengan Kapasitas Produksi 125.000 ton per tahun.” dengan baik dan tepat waktu.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, saudara kandung, dan keluarga tercinta yang senantiasa mendoakan, mendukung, dan memberikan motivasi baik secara moral maupun material, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik.
2. Dr. M. Endy Julianto, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
3. Abdullah Malik Islam Filardli, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dukungan, serta mengarahkan.
4. Seluruh dosen dan staff Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan kelancaran selama menjalani perkuliahan.
5. Fidyaa Aulya Rachma rekan seperjuangan dalam tugas akhir, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikirannya untuk bersama-sama menjalankan dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Aisyah Ayaa Mumtazah, Lu’luil Maknun, Rizky Hanifah Putri Herman, Farichatun Nisak, Najwa Nabila, Discania Martiani Samsudin, Billal Maula Pandhya, sebagai support sistem selama pengerjaan tugas akhir berlangsung.
7. Fresceed TRKI 2022 sebagai rekan seperjuangan dalam menempuh studi di Universitas Diponegoro.
8. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung ikut serta membantu dalam penyusunan tugas akhir ini dari awal hingga akhir, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penyusun menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih memiliki berbagai keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga dapat bermanfaat untuk kedepannya.

Semarang, 25 Mei 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	2
1.2.1 Proyeksi Kebutuhan HDPE di Indonesia.....	2
1.2.2 Kapasitas Produksi Komersial yang Sudah Berdiri.....	4
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku.....	6
1.3 Lokasi Pabrik.....	7
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	7
1.3.2 Letak Pasar.....	8
1.3.3 Utilitas.....	9
1.3.4 Transportasi.....	14
1.3.5 Tenaga Kerja.....	16
1.3.6 Letak Geografis.....	21
1.4 Tinjauan Proses.....	25
1.4.1 Jenis-Jenis Proses Pembuatan HDPE.....	25
1.4.1.1 Proses <i>Autoclave</i> .....	25
1.4.1.2 Proses <i>Tubular</i> .....	26
1.4.1.3 Proses <i>Slurry</i> .....	26
1.4.1.4 Proses Fase Gas.....	27
1.4.1.5 Proses Fase Larutan.....	27
1.4.2 Pemilihan Proses.....	29
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	30
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	30
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	30

2.2 Konsep Proses .....	34
2.2.1 Dasar Reaksi .....	34
2.2.2 Sifat Reaksi .....	36
2.2.2.1 Tinjauan Termodinamika .....	36
2.2.2.2 Tinjauan Kinetika.....	38
2.3.1 Tahap Aktivasi Katalis .....	39
2.3.2 Tahap Pre-Polimerisasi .....	39
2.3.3 Tahap Polimerisasi .....	40
2.3.4 Tahap Pemurnian Polimer.....	41
2.3.5 Tahap Pembentukan dan Penambahan Zat Additiv.....	41
2.3.6 Tahap Pengemasan.....	42
2.5 Neraca Massa dan Panas .....	44
2.5.1 Neraca Massa .....	44
2.6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan .....	63
2.6.1 Tata Letak Pabrik .....	63
2.6.2 Tata Letak Peralatan Proses .....	67
<b>BAB III SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>70</b>
3.1 Unit Penyimpanan.....	70
3.2 Unit Pencampuran.....	73
3.3 Unit Reaksi.....	75
3.4 Unit Pemisah.....	77
3.6 Unit Pemindahan/Transportasi.....	81
<b>BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES .....</b>	<b>82</b>
4.5 Unit Pengadaan Udara Tekan.....	106
4.6 Laboratorium.....	110
4.7 Unit Pengolahan Limbah .....	113
4.8 K3 & Lingkungan Hidup .....	119
4.9 Instrumentasi.....	124
<b>BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....</b>	<b>127</b>
5.1. Bentuk Perusahaan .....	127
5.2. Struktur Organisasi .....	129
5.3. Tugas dan Wewenang.....	132
5.4. Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan .....	133
5.4.1 Status Karyawan .....	134

5.4.2 Sistem Pengupahan .....	134
5.4.3 Sistem <i>Shift</i> .....	135
5.5. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji .....	136
5.6. Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	140
5.7. <i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i> .....	144
BAB VI <i>TROUBLESHOOTING</i> .....	146
BAB VII ANALISA EKONOMI .....	155
7.1 Perkiraan Harga Peralatan.....	155
7.2 Dasar Perhitungan.....	157
7.3 Perhitungan Biaya.....	157
7.3.1 <i>Capital Investment</i> .....	157
7.3.2 <i>Production Cost</i> .....	161
7.4 Analisa Kelayakan .....	164
7.5 Hasil Perhitungan.....	166
BAB VIII LCA .....	171
BAB IX DAFTAR PUSTAKA .....	186

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kebutuhan HDPE di Indonesia .....	2
Tabel 1.2 Produksi HDPE yang Sudah ada di Indonesia .....	4
Tabel 1.3 Produksi HDPE yang Sudah ada di Dunia .....	4
Tabel 1.4 Data Rata-Rata Ekspor Bahan Baku Utama HDPE .....	6
Tabel 1.5 Ketersediaan Bahan Baku Pembuatan HDPE .....	7
Tabel 1.6 Industri pengguna HDPE di Indonesia .....	8
Tabel 1.7 Jumlah Perusahaan Air Bersih Pada Masing-Masing Provinsi .....	9
Tabel 1.8 Sungai Terpanjang Di Indonesia .....	12
Tabel 1.9 Kapasitas Pembangkit Listrik Terbesar Menurut Provinsi .....	13
Tabel 1.10 Daftar Pelabuhan Internasional di Indonesia. ....	14
Tabel 1.11 Jarak Kawasan Industri Menuju Pelabuhan Utama .....	15
Tabel 1.12 Kondisi Jalan dan Akses Tol di Wilayah Jakarta, Cilegon, dan Batam .....	16
Tabel 1.13 Persen Pengangguran di Pulau Jawa dan Pulau Sumatera Tahun 2025 .....	17
Tabel 1.14 Presentase Penduduk Usia Produktif .....	19
Tabel 1.15 Data Jumlah Bencana Alam di Masing-Masing Provinsi .....	21
Tabel 1.16 Penilaian Alternatif Lokasi Pabrik .....	23
Tabel 1.17 Pemilihan Proses Pembentukan HDPE .....	29
Tabel 2.1 Tinjauan Termodinamika .....	35
Tabel 2.2 Neraca Massa Prepolimerisasi <i>Reactor</i> .....	43
Tabel 2.3 Neraca Massa <i>Prepoly Dryer</i> .....	44
Tabel 2.4 Neraca Massa <i>Prepolymer Bin</i> .....	44
Tabel 2.5 Komposisi <i>Fluidized bed Reactor</i> .....	46
Tabel 2.6 Neraca Massa <i>Fluidized bed Reactor</i> .....	48
Tabel 2.7 Neraca Massa <i>Cyclone</i> .....	48
Tabel 2.8 Neraca Massa <i>Primary Degasser</i> .....	49
Tabel 2.9 Neraca Massa <i>Secondary Degasser</i> .....	49
Tabel 2.10 Neraca Massa <i>Final Degasser</i> .....	50
Tabel 2.11 Neraca Massa <i>Virgin powder Bin</i> .....	50
Tabel 2.12 Neraca Massa <i>Blending Machine</i> .....	50
Tabel 2.13 Neraca Massa <i>Extruder</i> .....	51
Tabel 2.14 Neraca Massa <i>Overall</i> .....	51
Tabel 2.15 Data Kapasitas Panas .....	53

Tabel 2.16 Data Kapasitas Panas .....	53
Tabel 2.17 Data Kapasitas Panas .....	54
Tabel 2.18 Data Kapasitas Panas .....	54
Tabel 2.19 Data Kapasitas Panas .....	54
Tabel 2.20 Data Pembentukan Panas Tiap Bahan.....	54
Tabel 2.21 Neraca Panas Prepolimerisasi Reaktor.....	55
Tabel 2.22 Neraca Panas Prepolimerisasi <i>Dryer</i> .....	56
Tabel 2.23 Neraca Panas Prepolimer <i>Bin</i> .....	57
Tabel 2.24 Neraca Panas <i>Fluidized bed Reactor</i> .....	59
Tabel 2.25 Neraca Panas <i>Overhead Cyclone</i> .....	60
Tabel 2.26 Neraca Panas <i>Degassing Unit</i> .....	61
Tabel 2.27 Neraca Panas <i>Virgin powder Bin</i> .....	61
Tabel 2.28 Neraca Panas <i>Blending Machine</i> .....	62
Tabel 2.29 Neraca Panas Extruder .....	63
Tabel 2.30 Ukuran bangunan Pabrik.....	65
Tabel 4.1 Spesifikasi <i>Cooling water</i> .....	83
Tabel 4.2 Baku Mutu Air Limbah .....	86
Tabel 4.3 Syarat Air Sanitasi.....	89
Tabel 4.4 Jumlah Kebutuhan Air .....	91
Tabel 4.5 Karakteristik Air Laut .....	91
Tabel 4.6 Baku Mutu Air Produk.....	97
Tabel 4.7 Kebutuhan Listrik Proses dan Utilitas.....	98
Tabel 4.8 Kebutuhan Listrik Unit Utilitas.....	98
Tabel 4.9 Kebutuhan Listrik Penerangan <i>Indoor</i> .....	100
Tabel 4.10 Kebutuhan Listrik Penerangan <i>Outdoor</i> .....	100
Tabel 4.11 Spesifikasi Biosolar B40 .....	105
Tabel 4.12 Jenis-Jenis <i>Plant Air</i> .....	107
Tabel 4.13 Jenis-Jenis <i>Instrument Air</i> .....	108
Tabel 4.14 Identifikasi Limbah .....	114
Tabel 4.15 Baku Mutu Limbah Cair .....	115
Tabel 4.16 Baku Mutu Limbah Gas .....	116
Tabel 4.17 HIRAC .....	122
Tabel 5.1 Kelebihan Antara Perusahaan Terbukan Dan Tertutup .....	127
Tabel 5.2 Jadwal <i>Shift</i> .....	136

Tabel 5.3 Jabatan Dan Persyaratan Karyawan.....	137
Tabel 5.4 Rincian Kebutuhan Tenaga Kerja .....	138
Tabel 5.5 Gaji Karyawan .....	140
Tabel 6.1 <i>Troubleshooting</i> Pada Tiap Unit.....	146
Tabel 7.1 CEPCI .....	156
Tabel 7.2 Harga Bahan Baku .....	157
Tabel 7.3 <i>Phycial Plant Cost</i> .....	166
Tabel 7.4 <i>Fixed Capital Investment</i> .....	166
Tabel 7.5 <i>Working Capital Investment</i> .....	166
Tabel 7.6 <i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	167
Tabel 7.7 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	168
Tabel 7.8 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	168
Tabel 7.9 <i>Total Manufacturing Cost</i> .....	168
Tabel 7.10 <i>General Expense</i> .....	169
Tabel 7.11 <i>Total Production Cost</i> .....	169
Tabel 7.12 <i>Resume Kelayakan</i> .....	170
Tabel 8.1 Inventori Data .....	176
Tabel 8.2 Hasil Analisa <i>Reaction Unit Metode CML-IA Baseline</i> .....	178
Tabel 8.3 Hasil Analisa <i>Separation Unit Metode CML-IA Baseline</i> .....	179
Tabel 8.4 Hasil Analisa <i>Physical and Handing Unit Metode CML-IA Baseline</i> .....	180
Tabel 8.5 Hasil Analisa <i>Reaction Unit Metode ILCD 2011 Midpoint+</i> .....	181
Tabel 8.6 Hasil Analisa <i>Separation Unit Metode ILCD 2011 Midpoint+</i> .....	182
Tabel 8.7 Hasil Analisa <i>Physical and Handling Unit Metode ILCD 2011 Midpoint+</i> .....	183
Tabel 9.1 Neraca Massa <i>Prepolimerisasi Reactor</i> .....	193
Tabel 9.2 Neraca Massa <i>Prepolymer Bin</i> .....	194
Tabel 9.3 Komposisi <i>Fluidized bed Reactor</i> .....	194
Tabel 9.4 Neraca Massa <i>Primary Degasser</i> .....	197
Tabel 9.5 Neraca Massa <i>Secondary Degasser</i> .....	197
Tabel 9.6 Neraca Massa <i>Final Degasser</i> .....	198
Tabel 9.7 Neraca Massa <i>Virgin powder Bin</i> .....	198
Tabel 9.8 Neraca Massa <i>Blending Machine</i> .....	198
Tabel 9.9 Neraca Massa <i>Extruder</i> .....	199
Tabel 9.10 Neraca Massa <i>Overall</i> .....	199
Tabel 9.11 Data Kapasitas Panas (Cp) Bahan Fasa Gas .....	201

Tabel 9.12 Data Kapasitas Panas (Cp) Bahan Fasa Gas .....	201
Tabel 9.13 Data Kapasitas Panas (Cp) Fasa <i>Liquid</i> .....	202
Tabel 9.14 Data Kapasitas Panas (Cp) Fasa <i>Liquid</i> .....	202
Tabel 9.15 Data Kapasitas Panas (Cp) Setiap Bahan .....	202
Tabel 9.16 Data Pembentukan Panas Tiap Bahan .....	203
Tabel 9.17 Data Pembentukan Panas Tiap Bahan .....	203
Tabel 9.18 Neraca Panas <i>Prepolimerisasi Dryer</i> .....	205
Tabel 9.19 Neraca Panas <i>Prepolimer Bin</i> .....	205
Tabel 9.20 Neraca Panas <i>Fluidized bed Reactor</i> .....	208
Tabel 9.21 Neraca Panas <i>Overhead Cyclone</i> .....	208
Tabel 9.22 Neraca Panas <i>Degassing Unit</i> .....	209
Tabel 9.23 Neraca Panas <i>Virgin powder Bin</i> .....	210
Tabel 9.24 Neraca Panas <i>Blending Machine</i> .....	211
Tabel 9.25 Neraca Panas <i>Extruder</i> .....	211
Tabel 9.26 Harga Alat Luar Negeri .....	236
Tabel 9.27 Harga Alat Dalam Negeri .....	237
Tabel 9.28 Luas Tanah dan Bangunan.....	239
Tabel 9.29 PPC .....	242
Tabel 9.30 <i>Raw Material</i> .....	244
Tabel 9.31 <i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	246
Tabel 9.32 Gaji Bulanan dan Jabatan .....	246
Tabel 9.33 <i>General Expenses</i> .....	250
Tabel 9.34 <i>Cashflow</i> .....	254
Tabel 9.35 <i>Cummulative Cashflow</i> .....	256
Tabel 9.36 <i>Internal Rate of Return</i> .....	258
Tabel 9.37 <i>Break Even Point</i> dan <i>Shut Down Point</i> .....	258
Tabel 9.38 <i>Variabel Cost</i> .....	259
Tabel 9.39 <i>Regulated Cost</i> .....	259

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram <i>Import</i> HDPE .....	3
Gambar 1.2 Lokasi Pabrik .....	24
Gambar 1.3 Lokasi Pabrik .....	25
Gambar 2.1 Proses Inisiasi.....	34
Gambar 2.2 Proses Propagasi .....	35
Gambar 2.3 Proses Terminasi .....	36
Gambar 2.4 Gambar Diagram Alir Proses .....	43
Gambar 2.5 Tata Letak Bangunan.....	67
Gambar 2.6 Denah Alat.....	69
Gambar 4.1 Proses Pengolahan Air .....	94
Gambar 9.1 <i>Storage Bin</i> .....	212
Gambar 9.2 <i>Degasser</i> .....	216
Gambar 9.3 Reaktor .....	219
Gambar 9.4 <i>Blending Machine</i> .....	229
Gambar 9.5 <i>Heat exchanger</i> .....	231
Gambar 9. 6 Analisa Ekonomi .....	260