

**PRA-RANCANGAN PABRIK *VINYL CHLORIDE MONOMER* (VCM)
MENGUNAKAN *THERMAL CRACKING* DENGAN KAPASITAS
70.000 TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

**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:

Shofiana Norlaili

40040122650078

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

HALAMAN PENGESAHAN

Pra-Perancangan Pabrik *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) Menggunakan *Thermal Cracking* dengan Kapasitas 70.000 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 :

SHOFIANA NORLAILI

NIM. 40040122650078

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir

Semarang, 26 Juni 2026

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Fahmi Arifan S. T., M.Eng., M.M., IPM., ASEAN Eng.

NIP. 198002202005011001

HALAMAN INTRGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Shofiana Norlaili

NIM : 40040122650078

Judul Tugas Akhir : Pra-Rancangan Pabrik *Vinyl Chloride Monomer* (VCM)
Menggunakan *Thermal Cracking* dengan Kapasitas 70.000 ton/tahun

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

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya Shofiana Norlaili dan Partner Saya Rhasna Wiritanaya Witrisonanti 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 tanpa ada paksaan dari siapapun.



Semarang, 26 Juni 2026



Shofiana Norlaili

NIM. 40040122650078

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas Rahmat dan Karunia-Nya Karena tugas akhir dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Laporan tugas akhir ini ditunjukkan untuk memenuhi salah satu persyaratan program sarjana terapan di program studi S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Tugas akhir ini disusun berdasarkan pengarahan, penjelasan dan pengamatan. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Mohammad Endy Julianto, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro dan selaku dosen wali yang telah memberikan segala arahan serta bantuan selama ini di perkuliahan.
2. Dr. Ir. Fahmi Arifan S.T., M.Eng., M.M., IPM., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dengan baik hingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen beserta tendik Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri tanpa terkecuali yang telah memberikan kelancaran selama masa perkuliahan, terima kasih atas segala didikan, bantuan dan kebaikan Bapak dan Ibu selama ini, sehingga penulis dapat menjadi pribadi yang lebih baik dari segi akademik ataupun personal.
4. Orang tua penulis tercinta, Ibu Harwati dan Bapak Muzazid yang selalu mendoakan dan memotivasi untuk senantiasa bersemangat dan tak mengenal kata putus asa. Terima kasih atas segala cinta, kasih sayang, doa dan pengorbanan yang tiada pernah berhenti. Terima kasih, telah menjadi sumber kekuatan terbesar dalam hidup penulis, yang terus memberi dukungannya, baik secara material maupun spiritual hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.
5. Keluarga penulis tersayang, Akhmad Fairuza, S.E., Try Wulandari, S.Psi., Roichatul Jannah dan Fayza. Terima kasih sudah menjadi saudara dan keluarga yang saling menguatkan, memberi perhatian, motivasi, perlindungan dan selalu memiliki keyakinan yang begitu besar terhadap setiap pilihan dan mimpi yang penulis.
6. Rhasna Wiritanaya Witrisnanti selaku rekan tim tugas akhir berjuang bersama, memberikan semangat, meluangkan waktu dan tenaga dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih, telah menjadi bagian dari proses perjalanan hidup penulis dalam

menyusun tugas akhir ini. Terima kasih, sudah berkontribusi baik tenaga, waktu dan mampu saling menguatkan hingga penyusunan laporan tugas akhir ini selesai.

7. Teman-teman penulis, Fadia, Nita, Rina, Afifah, Amalia, Jeni, Tiur, Nuy, dan semua teman dekat penulis tanpa terkecuali, yang telah memberikan informasi, semangat, dukungan, serta doa dalam menyelesaikan laporan ini. Perjumpaan kita adalah anugerah yang tidak pernah penulis duga. Terima kasih, telah hadir dalam setiap fase perjalanan hidup penulis. Terima kasih untuk setiap tawa yang menguatkan, cerita yang menemani, dan kebersamaan yang membuat semua terasa lebih ringan. Kehadiran kalian meninggalkan jejak hangat yang akan selalu penulis ingat, terima kasih atas segala cerita, suka dan duka yang kita ciptakan bersama selama ini. Semoga pertemanan ini tetap terjaga, melampaui jarak, waktu, dan kesibukan yang akan datang.
8. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri yang telah berjuang dan bertahan selama menjalani perkuliahan. Berbagai tantangan, baik akademik maupun kehidupan, telah menjadi bagian dari perjalanan yang tidak mudah untuk dilalui. Penulis bersyukur dapat melewati setiap proses, termasuk berbagai kesedihan, kesulitan, tekanan, serta pengalaman yang memberikan pelajaran berharga selama masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini. Seluruh suka dan duka yang telah dilalui akan selalu menjadi kenangan yang tidak terlupakan dan menjadi bagian penting dalam membentuk pribadi penulis yang lebih kuat, dewasa, dan bijaksana hingga saat ini. Semoga pengalaman tersebut dapat menjadi bekal berharga dalam menapaki perjalanan kehidupan selanjutnya.

Penulis menyadari adanya keterbatasan dan kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, oleh karena itu penulis sangat terbuka untuk kritik serta saran yang bersifat membangun sehingga dapat bermanfaat bagi penulis untuk menyempurnakan laporan tugas akhir ini, sehingga dapat memberikan banyak manfaat untuk para pembaca.

Semarang, 13 Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN INTRGRITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik	2
1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Pasar	2
1.2.2 Penentuan Kapasitas Produksi	3
1.2.3 Kapasitas Minimum Pabrik Sejenis	8
1.2.4 Ketersediaan Bahan Baku	9
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	11
1.4 Tinjauan Proses	18
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	21
2.1 Spesifikasi Bahan.....	21
2.2 Spesifikasi Produk	22
2.3 Konsep Proses	24
2.4 Langkah Proses	27
2.5 Diagram Blok.....	31
2.6 Neraca Massa dan Neraca Panas.....	33
2.7 Tata Letak dan Pemetaan	53
BAB III SPESIFIKASI ALAT	57
3.1 Tangki Penyimpanan EDC	57
3.2 Pompa	58
3.3 Mixer.....	59
3.4 Reaktor.....	60
3.5 Quench Tower.....	61
3.6 Flash Separator.....	62
3.7 Heat Exchanger.....	63

3.8	Menara Distilasi	65
BAB IV UTILITAS		67
4.1	Unit Penyediaan Steam	67
4.2	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	68
4.3	Unit Pengadaan Udara Tekan	74
4.4	Unit Pengadaan Listrik	75
4.5	Unit Pengadaan Bahan Bakar	80
4.6	Unit Laboratorium	82
4.7	Unit Pengolahan Limbah	85
4.8	Instrumentasi.....	90
4.9	Sistem Keamanan Kerja.....	91
4.10	Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH)	94
4.11	Fasilitas Pelayanan Kesehatan	96
4.12	Faktor Bahaya di Pabrik.....	98
4.13	Potensi Bahaya di Pabrik	98
4.14	Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL)	99
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN		101
5.1	Bentuk Perusahaan.....	101
5.2	Struktur Organisasi	105
5.3	Tugas dan Wewenang	110
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	116
5.5	Sistem Penggajian Karyawan	117
5.6	Penggolongan Jabatan.....	123
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	125
5.8	Manajemen Produksi	127
5.9	<i>Corporate Social Responsibility</i>	130
BAB VI TROUBLESHOOTING		132
6.1	Analisa HAZOP pada Unit Penyimpanan.....	134
6.2	Analisa HAZOP pada Unit Persiapan Bahan Baku	138
6.3	Analisa HAZOP pada Unit Pembentukan Produk.....	142
6.4	Analisa HAZOP pada Unit Pemisahan dan Pemurnian Produk	145
BAB VII ANALISA EKONOMI		147
DAFTAR PUSTAKA		182

LAMPIRAN A PERHITUNGAN NERACA MASSA	185
LAMPIRAN B PERHITUNGAN NERACA PANAS	195
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT	336
LAMPIRAN D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	464

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Regresi Linier Imor VCM.....	4
Gambar 1.2 Grafik Regresi Linier Eskpor VCM	4
Gambar 1.3 Grafik Regresi Linier Produksi VCM	4
Gambar 1.4 Grafik Regresi Linier Konsumsi VCM	5
Gambar 1.5 Jarak PT Asahimas Chemical Menuju Rencana Lokasi Pabrik	13
Gambar 1.6 Jarak PT Sulfindo Adiusaha Menuju Rencana Lokasi Pabrik.....	14
Gambar 1.7 Jarak Pelabuhan Merak Menuju Rencana Lokasi Pabrik	15
Gambar 1.8 Jarak Pelabuhan Banten Ciwandan Menuju Rencana Lokasi Pabrik.....	15
Gambar 2.1 Diagram Blok Proses Produksi <i>Vinyl Chloride Monomer</i>	31
Gambar 2. 2 Diagram Alir Proses Produksi <i>Vinyl Chloride Monomer</i>	32
Gambar 2.3 Diagram Alir Massa Produksi VCM	41
Gambar 2.4 Tata Letak Pabrik <i>Vinyl Chloride Monomer</i>	53
Gambar 2.5 Layout Peralatan Proses	56
Gambar 4.1 Diagram alir pengolahan limbah cair.....	88
Gambar 5.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	109
Gambar 5.2 Grafik Process Labor Requirements for Chemical Industries	120
Gambar 7.1 Grafik <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i>	151
Gambar 7.2 Grafik Kelayakan Ekonomi	180

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Produksi, Ekspor, Impor, dan Konsumsi VCM 2018 – 2025 dalam kg/tahun.	3
Tabel 1.2 Pertumbuhan Rata-Rata Impor VCM (BPS,2025).....	6
Tabel 1.3 Pertumbuhan Rata-Rata Ekpor VCM (BPS,2025).....	6
Tabel 1.4 Pertumbuhan Rata-Rata Produksi VCM (BPS,2025)	7
Tabel 1.5 Pertumbuhan Rata-Rata Konsumsi VCM (BPS,2025)	7
Tabel 1.6 Kapasitas Produksi Pabrik VCM di Dunia (Uhde, T., 2025).....	8
Tabel 1.7 Ketersediaan EDC di Indonesia	9
Tabel 1.8 Matriks Pemilihan Lokasi Pabrik.....	11
Tabel 1.9 Perbandingan macam-macam proses	19
Tabel 2.1 Nilai Panas Pembentukan Standar.....	25
Tabel 2.2 Nilai Energi Bebas Gibbs.....	26
Tabel 2.3 Neraca masa Pada Mixer.....	33
Tabel 2.4 Neraca masa Pada Furnace.....	34
Tabel 2.5 Neraca masa Pada Furnace.....	35
Tabel 2.6 Neraca masa Pada Flash Separator	35
Tabel 2.7 Neraca masa Pada Absorber.....	36
Tabel 2.8 Neraca masa Pada Tee valve.....	37
Tabel 2.9 Neraca masa Pada Menara Distilasi	38
Tabel 2.10 Neraca massa Pada Refluks Akumulator	39
Tabel 2.11 Neraca massa Pada Reboiler	39
Tabel 2.12 Neraca Massa Overall	40
Tabel 2.13 Neraca Panas Pada Mixer.....	42
Tabel 2.14 <i>Neraca Panas Pada Vaporizer</i>	43
Tabel 2.15 Neraca Panas Pada Kompresor	44
Tabel 2.16 Neraca Panas Pada Furnace	44
Tabel 2.17 Neraca Panas Pada Heat Exchanger 1	45
Tabel 2.18 Neraca Panas input Pada Quench Tower	46
Tabel 2.19 Neraca Panas Output Pada Quench Tower	46
Tabel 2.20 Neraca Panas Pada Kondensor.....	47
Tabel 2.21 Neraca Panas Pada Flash Separator	48
Tabel 2.22 Neraca Panas Pada Kondensor.....	48

Tabel 2.23 Neraca Panas Pada Heat Exchanger 2.....	49
Tabel 2. 24 Neraca Panas Pada Menara Distilasi.....	50
Tabel 2.25 Neraca Panas Overall	51
Tabel 2.26 Rincian Penggunaan Luas Tanah Bangunan <i>Indoor dan Outdoor</i>	54
Tabel 4.1 Kebutuhan Steam.....	67
Tabel 4.2 Kelebihan dan Kekurangan Water Tube Boiler	67
Tabel 4.3 Unit Kontrol yang Digunakan di Industri	69
Tabel 4.4 Parameter Fisik Air Sanitasi.....	69
Tabel 4.5 Parameter Biologi Air Sanitasi.....	70
Tabel 4.6 Parameter Kimia Air Sanitasi.....	70
Tabel 4.7 Kebutuhan Air Pendingin Proses	71
Tabel 4.8 Syarat Air Demineralisasi	72
Tabel 4.9 Parameter Air Umpan <i>Boiler</i>	74
Tabel 4.10 Kebutuhan Air untuk Air Umpan Boiler.....	74
Tabel 4. 11 Kebutuhan Listrik untuk Proses Industri.....	75
Tabel 4.12 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas Industri	76
Tabel 4.13 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Penerangan Pabrik.....	77
Tabel 4.14 Area Bangunan yang memakai AC	78
Tabel 4.15 Kebutuhan listrik total yang diperlukan Industri	79
Tabel 4.16 Program Kerja Laboratorium Analisa	84
Tabel 4.17 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Industri	86
Tabel 5.1 Perbandingan antara PT, CV, Persero, Firma.....	101
Tabel 5.2 Jadwal Kerja Karyawan Shift.....	116
Tabel 5.3 Rincian Jumlah Karyawan Proses Metode Villbrant	118
Tabel 5.4 Rincian Jumlah Karyawan Proses	121
Tabel 5.5 Rincian Jumlah Karyawan Proses Utilitas	122
Tabel 5.6 Rincian Jumlah Karyawan Beserta Gaji Tiap Bulan.....	122
Tabel 5.7 Pembagian Jabatan Berdasarkan Pendidikan	123
Tabel 6.1 Analisa HAZOP pada Unit Penyimpanan.....	134
Tabel 6.2 Analisa HAZOP pada Unit Persiapan Bahan Baku	138
Tabel 6.3 Analisa HAZOP pada Unit Pembentukan Pabrik	142
Tabel 6.4 Analisa HAZOP pada Unit Pemisahan dan Pemurnian Produk	145
Tabel 7.1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> Tahun 2002-2024.....	150

Tabel 7.2 Daftar Harga Alat dari Dalam Negeri (Matche, 2014)	152
Tabel 7.3 Daftar Harga Alat dari Luar Negeri (Matche, 2014).....	153
Tabel 7.4 <i>Purcased Equipment Cost</i> Dalam Negeri	154
Tabel 7.5 <i>Purcased Equipment Cost</i> Luar Negeri.....	154
Tabel 7.6 Total Luas Tanah Bangunan Indoor.....	158
Tabel 7.7 Total Luas Tanah Bangunan <i>Outdoor</i>	158
Tabel 7.8 <i>Physical Plant Cost</i>	160
Tabel 7.9 Fixed Capital Investment	161
Tabel 7.10 <i>Total Working Capital Investment</i>	163
Tabel 7.11 Biaya Pembelian Bahan Baku	163
Tabel 7.12 Biaya Membayar Karyawan dalam Proses Produksi	163
Tabel 7.13 Biaya Membayar Supervisi dalam Proses Produksi.....	164
Tabel 7.14 <i>Total Direct Manufacturing Cost</i>	165
Tabel 7.15 <i>Total Indirect Manufacturing Cost</i>	167
Tabel 7.16 <i>Total Fix Manufacturing Cost</i>	168
Tabel 7.17 <i>Total Manufacturing Cost</i>	168
Tabel 7.18 Biaya Management Salaries	169
Tabel 7.19 General Expense.....	172
Tabel 7.20 Total Biaya Produksi.....	172
Tabel 7.21 <i>Cash Flow</i>	174
Tabel 7.22 <i>Cumulative Cash Flow</i>	176
Tabel 7.23 <i>Net Present Value</i>	178
Tabel 7.24 Evaluasi Kelayakan Pabrik	181

INTISARI

Vinyl Chloride Monomer (VCM) merupakan bahan baku utama *polyvinyl chloride* (PVC) yang kebutuhan nasionalnya masih sebagian dipenuhi melalui impor. Pra-perancangan pabrik VCM ini dirancang dengan kapasitas produksi 70.000 ton/tahun melalui proses *thermal cracking Ethylene Dichloride* (EDC), berlokasi di Desa Kosambironyok, Kecamatan Anyar, Kabupaten Serang, Banten. Proses produksi melibatkan unit-unit utama berupa *static mixer*, *vaporizer*, kompresor, *furnace* (reaktor *cracking*), *heat exchanger*, *quench tower*, kondensor parsial, *flash separator*, *absorber*, dan menara distilasi, dengan konversi reaksi EDC menjadi VCM sebesar 55%. Berdasarkan hasil perhitungan neraca massa, diperoleh efisiensi produksi sebesar 98,62% dan kemurnian produk VCM sebesar 99,87%. Hasil neraca panas keseluruhan menunjukkan total aliran panas sebesar 28.051.647,23 kJ/jam, dengan panas hilang (*Q loss*) terbesar terjadi pada unit *furnace* sebesar 44.877,88 kJ/jam dan menara distilasi sebesar 31.540,50 kJ/jam. Analisis potensi bahaya dan *troubleshooting* pada unit penyimpanan, persiapan bahan baku, pembentukan produk, serta pemisahan dan pemurnian produk dilakukan menggunakan metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP) untuk mengidentifikasi kondisi tidak normal beserta langkah pengendaliannya. Evaluasi kelayakan ekonomi menunjukkan *Purchased Equipment Cost* (PEC) sebesar US\$4.899.441,85, *Fixed Capital Investment* (FCI) sebesar US\$29.491.340,77, dan *Working Capital Investment* (WCI) sebesar US\$50.550.150,61, sehingga *Total Capital Investment* (TCI) mencapai US\$80.041.491,38. Hasil penjualan produk sebesar US\$108.780.000 per tahun menghasilkan profit sebelum dan sesudah pajak masing-masing sebesar US\$30.201.887,45 (*Profit on Sales* 27,76%) dan US\$22.651.415,59 (*Profit on Sales* 20,82%), dengan *Return on Investment* (ROI) sebelum dan sesudah pajak masing-masing sebesar 37,73% dan 28,30%. Berdasarkan hasil tersebut, pabrik VCM ini dinyatakan layak untuk didirikan.