

SKRIPSI
PRA-RANCANGAN PABRIK *MONOETHANOLAMINE* (MEA) BERBASIS AMONIA
DAN ETILEN OKSIDA DENGAN PROSES KATALITIK KAPASITAS 14.000
TON/TAHUN DI GRESIK, JAWA TIMUR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Studi pada Program Studi
Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro Semarang



Disusun Oleh:

SHERVAYA LATIFFA

NIM. 40040122650068

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 Gubernur Mochtar
Kampus Universitas Diponegoro
Tembalang Semarang Kode Pos 50275
Telepon/Faksimile (024) 7471379
Laman vokasi@liveundip.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA-RANCANGAN PABRIK *MONOETHANOLAMINE (MEA)* BERBASIS AMONIA
DAN ETILEN OKSIDA DENGAN PROSES KATALITIK KAPASITAS 14.000
TON/TAHUN DI GRESIK, JAWA TIMUR**

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**

Disusun Oleh :


Shervaya Latiffa

NIM. 40040122650068

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 2 Juni 2026

Dosen Pembimbing


Dr. Heny Kusumayanti, S.T., M.T
NIP. 197210291995122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Shervaya Latiffa

NIM : 40040122650068

Judul Tugas Akhir : Pra-Rancangan Pabrik *Monoethanolamine* (MEA) Berbasis Amonia dan Etilen Oksida dengan Proses Katalitik Kapasitas 14.000 Ton/Tahun di Gresik, Jawa Timur

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

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya saya Shervaya Latiffa dan Partner Diana Mufiidah 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, 2 Juni 2026



Shervaya Latiffa

NIM. 40040122650068

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (skripsi) yang berjudul “Pra-Rancangan Pabrik *Monoethanolamine* (MEA) Berbasis Amonia dan Etilen Oksida dengan Proses Katalitik Kapasitas 14.000 Ton/Tahun di Gresik, Jawa Timur” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan, doa, dukungan, serta semangat dari berbagai pihak yang senantiasa hadir selama proses penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin menyampaikan apresiasi kepada:

1. Dr. Heny Kusumayanti, S.T., M. selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar membimbing, memberikan ilmu, arahan, serta dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini hingga dapat terselesaikan dengan baik.
2. Dr. Endy Julianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri sekaligus dosen wali penulis yang telah memberikan arahan, perhatian, serta dukungan selama penulis menempuh pendidikan dan menyelesaikan studi.
3. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan pembelajaran yang sangat berarti selama penulis menempuh pendidikan.
4. Kepada kedua orang tua tercinta, yang menjadi rumah bagi penulis untuk pulang di setiap lelah. Terima kasih atas segala doa yang tidak pernah putus, kasih sayang yang tidak pernah berkurang, serta perjuangan yang sering kali tidak sempat penulis balas dengan kata-kata. Terima kasih karena selalu percaya bahwa penulis mampu menyelesaikan perjalanan ini hingga akhir.
5. Kepada Syaifudin Latif, yang telah menjadi tempat penulis berbagi cerita selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah hadir, mendengarkan segala keluh kesah, memberikan semangat, perhatian, waktu, serta dukungan yang membuat penulis mampu bertahan melewati berbagai proses selama penyusunan laporan ini.

6. Kepada partner skripsi penulis, Diana Mufiidah, yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas kerja sama, waktu, tenaga, pikiran, serta semangat yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi rekan bertukar pendapat, saling menguatkan, dan bersama-sama melewati berbagai tantangan hingga akhirnya laporan ini dapat terselesaikan.
7. Kepada Angelia Callista Adams, sahabat penulis yang meskipun terpisah jarak yang sangat jauh, tetap selalu hadir memberikan dukungan, semangat, perhatian, serta menjadi tempat penulis berbagi cerita selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih karena selalu menemani penulis dalam berbagai keadaan dan menjadi salah satu alasan penulis mampu bertahan hingga sampai pada titik ini.
8. Kepada teman seperjuangan dan sahabat-sahabat tercinta yang telah kebersamaan masa perkuliahan penulis. Terima kasih atas tawa, cerita, bantuan, serta kenangan yang membuat perjalanan ini terasa lebih ringan untuk dijalani.
9. Serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, dukungan, maupun doa kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Terakhir, kepada diri penulis sendiri. Terima kasih telah mampu bertahan, berjuang, dan tidak menyerah hingga sampai pada titik ini. Terima kasih telah melalui berbagai proses, tekanan, rasa lelah, serta keraguan selama perjalanan penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga segala usaha, doa, dan perjuangan yang telah dilewati dapat menjadi langkah awal menuju hal-hal baik di masa mendatang.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat serta menjadi tambahan pengetahuan bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Semarang, 2 Juni 2026

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	1
1.2.1 Kebutuhan MEA di Indonesia.....	2
1.2.2 Kapasitas Pabrik MEA yang Sudah Beroperasi.....	3
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku.....	4
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	6
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	8
1.3.2 Daerah Pemasaran.....	8
1.3.3 Sarana Transportasi.....	9
1.3.4 Utilitas.....	9
1.3.5 Ketersediaan Tenaga Kerja.....	9
1.3.6 Pembuangan Limbah.....	10
1.3.7 Geografis.....	10
1.4 Tinjauan Proses.....	10
1.4.1 Macam-Macam Proses Pembuatan MEA.....	10
1.4.2 Tinjauan Proses Secara Umum.....	16
BAB II DESKRIPSI PROSES	17
2.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	17
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku Utama.....	17
2.1.2 Spesifikasi Katalis.....	18
2.1.3 Spesifikasi Produk.....	19
2.2 Konsep Proses.....	21
2.2.1 Dasar Reaksi Pembentukan MEA, DEA, dan TEA.....	21
2.2.2 Mekanisme Reaksi.....	22
2.2.3 Kondisi Operasi.....	23
2.2.4 Tinjauan Termodinamika.....	23
2.2.5 Tinjauan Kinetika.....	26
2.3 Langkah Proses.....	28
2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku.....	29
2.3.2 Tahap Pembentukan Produk (Reaksi).....	29

2.3.3 Tahap Separasi dan <i>Recycle</i>	30
2.3.4 Tahap Pemurnian Produk (Distilasi)	30
2.4 Diagram Alir	32
2.4.1 Diagram Alir Neraca Massa	32
2.4.2 Diagram Alir Neraca Panas	33
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas	34
2.5.1 Neraca Massa	34
2.5.2 Neraca Panas	36
2.6 Tata Letak Pabrik dan Peralatan	47
2.6.1 Tata Letak Pabrik	47
2.6.2 Tata Letak Peralatan	50
BAB III SPESIFIKASI ALAT	53
3.1 Unit Penyimpanan	53
3.2 Unit Pemisah	54
3.2.1 Menara Distilasi (MD-401)	54
3.2.2 Flash Kolom (FC-301)	56
3.3 Unit Penukar Panas	57
3.4 Unit Pemindah	59
3.5 Unit Pereaksi	60
3.6 Unit Pencampuran	61
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES	64
4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	64
4.1.1 Pengadaan Air	64
4.1.2 Pengolahan Air	70
4.2 Unit <i>Power Station</i> (Penyediaan Tenaga Listrik)	75
4.2.1 Listrik untuk Kegiatan Produksi	75
4.2.2 Listrik untuk Kegiatan Operasional	77
4.3 Unit Penyediaan Steam	79
4.3.1 Kebutuhan Steam	79
4.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar	79
4.4.1 Perhitungan Kapasitas Boiler	80
4.4.2 Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar	80
4.5 Unit Penyediaan Udara Tekan	82
4.5.1 <i>Plant Air</i>	82
4.5.2 <i>Instrument Air</i>	82
4.6 Unit Laboratorium	83
4.6.1 Peranan Laboratorium	83

4.6.2 Bagian-Bagian Laboratorium.....	84
4.6.3 Alat-Alat Utama yang Digunakan di Laboratorium.....	84
4.7 Unit Pengolahan Limbah	85
4.7.1 Pengolahan Limbah Cair.....	85
4.7.2 Pengolahan Limbah Gas	86
4.7.3 Pengolahan Limbah Padat.....	86
4.8 Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	86
4.8.1 Fasilitas Pelayanan Kesehatan	87
4.8.2 Potensi Bahaya di Sekitar Pabrik	88
4.8.3 Faktor Bahaya di Sekitar Pabrik	88
4.8.4 Sistem Keamanan Kerja.....	89
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	91
5.1 Bentuk Perusahaan.....	91
5.2 Struktur Organisasi	92
5.3 Tugas dan Wewenang.....	96
5.4 Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan.....	99
5.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	101
5.5.1 Penggolongan Jabatan.....	101
5.5.2 Jumlah Karyawan dan Gaji	103
5.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	109
5.7 Corporate Social Responsibility (CSR)	111
BAB VI TROUBLESHOOTING	113
6.1 <i>Troubleshooting</i> pada Tangki Penyimpanan Bahan Baku dan Produk	115
6.2 <i>Troubleshooting</i> pada Pompa Sentrifugal	118
6.3 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas.....	120
6.4 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pencampuran	122
6.5 <i>Troubleshooting</i> pada Menara Distilasi dan <i>Flash Column</i>	124
BAB VII ANALISA EKONOMI	127
7.1 Perkiraan Harga Peralatan.....	127
7.2 Dasar Perhitungan.....	130
7.2.1 Kapasitas Produksi.....	130
7.2.2 Ketentuan Bahan Baku dan Produksi Bahan Baku	130
7.2.3 Harga Bahan Baku dan Produk.....	130
7.3 Perhitungan Biaya.....	131
7.3.1 Penafsiran Modal Industri (<i>Total Capital Investment</i>).....	131
7.3.2 Biaya Produksi Total (<i>Total Operating Expenses</i>)	136
7.4 Analisa Kelayakan	140

7.5 Hasil Perhitungan.....	142
7.5.1 <i>Total Capital Investment</i>	142
7.5.2 <i>Total Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	144
7.5.3 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	146
7.5.4 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	146
7.5.5 <i>Total Manufacturing Cost</i>	147
7.5.6 <i>General Expense</i>	147
7.5.7 Total Biaya Administrasi.....	148
7.5.8 <i>Total General Expense</i>	148
7.5.9 Total Biaya Produksi.....	149
7.5.10 Analisa Kelayakan.....	149
DAFTAR PUSTAKA	155
LAMPIRAN.....	158

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Monoethanolamine (MEA) di Indonesia.....	2
Tabel 1.2 Pabrik Monoethanolamine yang Telah Beroperasi (<i>Independent Commodity Intelligence Services</i> (ICIS), 2023	3
Tabel 1.3 Matriks Penentuan Lokasi Pabrik.....	6
Tabel 1.4 Perbandingan Proses Proses Pembuatan Ethanolamine	14
Tabel 2.1 Harga Konstanta Kesetimbangan (K).....	26
Tabel 2.2 Harga Konstanta Kecepatan Reaksi (k).....	28
Tabel 2.3 Neraca Massa Mixer.....	34
Tabel 2.4 Neraca Massa Pipa Pencampuran.....	34
Tabel 2.5 Neraca Massa Reaktor	34
Tabel 2.6 Neraca Massa Flash Kolom I.....	35
Tabel 2.7 Neraca Massa Flash Kolom II	35
Tabel 2.8 Neraca Massa Distilasi I.....	35
Tabel 2.9 Neraca Massa Distilasi II.....	36
Tabel 2.10 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-201).....	36
Tabel 2.11 Neraca Panas Mixer (M-101)	37
Tabel 2.12 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-204).....	38
Tabel 2.13 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-205).....	38
Tabel 2.14 Neraca Panas Heat Exchanger (E-4310).....	39
Tabel 2.15 Neraca Panas Kondensor 1 (E-301).....	40
Tabel 2.16 Neraca Panas Kondensor 2 (E-302).....	40
Tabel 2.17 Neraca Panas Kondensor 3 (E-303).....	41
Tabel 2.18 Neraca Panas Kondensor 4 (E-304).....	42
Tabel 2.19 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-202).....	42
Tabel 2.20 Neraca Panas Pipa Pencampuran.....	43
Tabel 2.21 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-401).....	44
Tabel 2.22 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-402).....	45
Tabel 2.23 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-203).....	45
Tabel 2.24 Neraca Panas R-201.....	46
Tabel 2.25 Rincian Penggunaan Lahan	48
Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	53
Tabel 3.2 Spesifikasi Menara Distilasi	55
Tabel 3.3 Spesifikasi Flash Kolom.....	56
Tabel 3.4 Spesifikasi Heat Exchanger	58
Tabel 3.5 Spesifikasi Pompa.....	59

Tabel 3.6 Spesifikasi Reaktor	60
Tabel 3.7 Spesifikasi Reaktor	62
Tabel 4.1 Syarat Air Pendingin (ASME Water Quality Standard, 1994).....	64
Tabel 4.2 Kebutuhan Air untuk Pendingin	65
Tabel 4.3 Syarat Air Umpan Boiler	66
Tabel 4.4 Kebutuhan Air Umpan.....	66
Tabel 4.5 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu untuk Air Sanitasi (PERMENKES Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017).....	67
Tabel 4.6 Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu untuk Air Sanitasi (PERMENKES Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017).....	68
Tabel 4.7 Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu untuk Air Sanitasi (PERMENKES Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017).....	68
Tabel 4.8 Spesifikasi Air Desalinasi (Hernández, 2021).....	72
Tabel 4.9 Kebutuhan Listrik Unit Proses	75
Tabel 4.10 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas	76
Tabel 4.11 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan.....	77
Tabel 4.12 Luas Ruang yang Memerlukan AC.....	78
Tabel 4.13 Kebutuhan Steam.....	79
Tabel 4.14 Data Lower Heating Value (Arthur J. Kidney, 2004).....	80
Tabel 4.15 Perhitungan Lower Heating Value Natural Gas.....	81
Tabel 4.16 Kualitas Udara Instrumen (Broughton, 1994).....	82
Tabel 5.1 Jadwal Kerja untuk Setiap Regu.....	101
Tabel 5.2 Jabatan dan Pendidikan.....	102
Tabel 5.3 Perincian Jumlah Karyawan Proses	104
Tabel 5.4 Perincian Jumlah Karyawan Proses	105
Tabel 5.5 Perincian Jumlah Karyawan Utilitas	106
Tabel 5.6 Perincian Jumlah Karyawan HSE Lingkungan, Lab, dan Maintenance.....	106
Tabel 5.7 Jumlah Karyawan dan Rincian Gaji Karyawan.....	107
Tabel 6.1 Troubleshooting pada Tangki Penyimpan Bahan Baku dan Produk.....	115
Tabel 6.2 Troubleshooting pada Pompa Sentrifugal.....	118
Tabel 6.3 Troubleshooting pada Heat Exchanger dan Kondensor (Vimalasari, 2016).....	120
Tabel 6.4 Troubleshooting pada Reaktor dan Mixer	122
Tabel 6.5 Troubleshooting pada Menara Distilasi dan Flash Column.....	124
Tabel 7.1 Chemical Engineering Plant Cost Index Tahun 2001-2025 (Chemical Engineering Magazine, 2025)	128
Tabel 7.2 Luas Tanah Pabrik Monoethanolamine	134
Tabel 7.3 Total Capital Investment.....	142

Tabel 7.4 Total Direct Cost (Physical Plant Cost)	143
Tabel 7.5 Total Indirect Plant Cost	143
Tabel 7.6 Total Fixed Capital Investment.....	143
Tabel 7.7 Total Working Capital Investment	144
Tabel 7.8 Total Direct Manufacturing Cost	144
Tabel 7.9 Total Pendapatan Hasil Penjualan per Tahun.....	145
Tabel 7.10 Total Biaya Bahan Baku dan Katalis	145
Tabel 7.11 Total Biaya Supervisi.....	145
Tabel 7.12 Total Operating Labor Cost	145
Tabel 7.13 Total Indirect Manufacturing Cost.....	146
Tabel 7.14 Total Fixed Manufacturing Cost.....	146
Tabel 7.15 Total Manufacturing Cost	147
Tabel 7.16 Management Salary	147
Tabel 7.17 Total Biaya Administrasi	148
Tabel 7.18 Total General Expense	148
Tabel 7.19 Total Biaya Produksi.....	149
Tabel 7.20 Cumulative Cashflow & Net Present Value.....	151
Tabel 7.21 Total Manufacturing Cost (Fa)	152
Tabel 7.22 Total Variable Cost (Va).....	152
Tabel 7.23 Total Regulated Cost (Ra)	152
Tabel 7.24 Data Shut Down Point	153
Tabel 7.25 Resume Kelayakan Pabrik Monoethanolamine Kapasitas 14.000 Ton/Tahun	153

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Data Impor monoethanolamine di Indonesia.....	3
Gambar 1.2	Diagram Alir Biokimia Fermentasi pada Produksi Ethanolamine.....	11
Gambar 1.3	Reaksi Proses Katalitik Pembuatan Ethanolamine	12
Gambar 1.4	Blok Diagram Produksi MEA Proses Katalitik	12
Gambar 1.5	Reaksi Proses Non-Katalitik Pembuatan Ethanolamine	13
Gambar 1.6	Blok Diagram Produksi MEA Proses Non-Katalitik	14
Gambar 2.1	Diagram Alir Neraca Massa.....	32
Gambar 2.2	Diagram Alir Neraca Panas	33
Gambar 2.3	Pembagian Area Pabrik Monoethanolamine	50
Gambar 2.4	Tata Letak Peralatan Proses	52
Gambar 4.1	Pengolahan Air Laut (Veera, 2018).	70
Gambar 4.2	Skema Sederhana Desalinasi menggunakan RO (Reverse Osmosis) (Veera, 2018).....	72
Gambar 4.3	Blok Diagram Pengolahan Udara Tekan.....	83
Gambar 5.1	Bagan Struktur Organisasi	95
Gambar 5.2	Process Labour Requirements (Ummah, 2019).....	104
Gambar 7.1	Grafik Hubungan Tahun dengan Plant Cost Index.....	129
Gambar 7.2	Analisis Pay Out Time	149
Gambar 7.3	Grafik % Produksi terhadap Sales, Operating Expenses, dan Fixed Expenses.....	153