

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pemilihan Proses	2
a. Bahan Baku dan Produk	2
b. Proses Sintesis	5
c. Kesimpulan Pemilihan Proses	7
1.3. Analisis Pasar	7
a. Ketersediaan Bahan Baku	7
b. Permintaan Monoetanolamin	10
c. Pabrik Monoetanolamin di Dunia	11
d. Harga Bahan Baku dan Produk	12
e. Lokasi Pabrik.....	13
BAB II URAIAN PROSES.....	18
BAB III SPESIFIKASI BAHAN	20
3.1. Bahan Baku	20
a. Amonia	20
b. Etilen Oksida	20
3.2. Produk Utama.....	21
3.3. Produk Samping	22

a. Dietanolamin	22
b. Trietanolamin	22
3.4. Bahan Baku Pendukung	23
BAB IV FLOW DIAGRAM	24
4.1. Diagram Blok Kualitatif	24
4.2. Diagram Blok Kuantitatif	25
4.3. <i>Process Engineering Flow Diagram</i>	26
BAB V NERACA MASSA	27
5.1. Neraca Massa <i>Overall</i>	27
5.2. Neraca Massa Setiap Alat	27
a. Reaktor R-01	27
b. Flash Drum FD-01	28
c. Flash Drum FD-02	28
d. Menara Distilasi MD-01	29
e. Menara Distilasi MD-02	29
BAB VI NERACA PANAS	30
6.1. Neraca Panas Overall	30
6.2. Neraca Panas Tiap Alat	31
a. Reaktor R-01	31
b. Menara Distilasi MD-01	32
c. Menara Distilasi MD-02	32
d. Heat Exchanger HE-01	33
e. Heat Exchanger HE-02	33
f. Heat Exchanger HE-03	34
g. Heat Exchanger HE-04	34
h. Heat Exchanger HE-05	35
i. Condenser CD-01	35
j. Condenser CD-02	36
k. Vaporizer VAP-01	36
l. Vaporizer VAP-02	37

BAB VII SPESIFIKASI ALAT	38
7.1. Tangki Penyimpan.....	38
a. Tangki Penyimpan Amonia (TP-01)	38
b. Tangki Penyimpan Etilen Oksida (TP-02)	38
c. Tangki Penyimpan Monoetanolamin (TP-03).....	39
d. Tangki Penyimpan Dietanolamin (TP-04)	39
e. Tangki Penyimpan Trietanolamin (TP-05)	40
7.2. Reaktor (R-01).....	40
7.3. <i>Flash Drum</i>	41
a. Flash Drum – 01 (FD-01)	41
b. Flash Drum – 02 (FD-02)	41
7.4. Menara Distilasi	42
a. Menara Distilasi – 01 (MD-01)	42
b. Menara Distilasi - 02 (MD-02).....	43
7.5. <i>Accumulator</i>	43
a. <i>Accumulator</i> 01 (AC-01).....	43
b. <i>Accumulator</i> – 02 (AC-02).....	44
7.6. <i>Condenser</i>	44
a. Condenser – 01 (CD-01)	44
b. Condenser – 02 (CD-02)	46
c. Condenser – 03 (CD-03)	47
d. Condenser – 04 (CD-04)	48
7.7. <i>Heat Exchanger</i>	49
a. Heat Exchanger – 01 (HE-01).....	49
b. Heat Exchanger – 02 (HE-02)	51
c. Heat Exchanger – 03 (HE-03)	52
d. Heat Exchanger – 04 (HE-04)	53
e. Heat Exchanger – 05 (HE-05)	54
7.8. Reboiler	55
a. Reboiler – 01 (RB-01).....	55

b. Reboiler – 02 (RB-02)	56
7.9. Vaporizer	58
a. Vaporizer – 01 (VAP-01)	58
b. Vaporizer – 02 (VAP-02)	59
7.10. Expansion Valve	60
a. Expansion Valve – 01 (EV-01)	60
b. Expansion Valve – 02 (EV-02)	60
7.11. Kompresor – 01 (C-01)	60
7.12. Pompa	61
a. Pompa – 01 (P-01)	61
b. Pompa – 02 (P-02)	61
c. Pompa – 03 (P-03)	62
d. Pompa – 04 (P-04)	62
e. Pompa – 05 (P-05)	62
f. Pompa – 06 (P-06)	63
g. Pompa – 07 (P-07)	63
BAB VIII UTILITAS	64
8.1. Unit Pengolahan Air	64
a. Kebutuhan Air Pabrik	64
b. Sumber Air	67
c. Deskripsi Proses Pengolahan Air Laut	68
8.2. Perhitungan Spesifikasi Alat Pengolahan Air	74
8.3. Unit Penyedia Steam	112
a. Perhitungan Boiler	113
b. Kebutuhan Bahan Bakar	114
c. Kebutuhan Udara Boiler	115
8.4. Unit Penyedia Udara Tekan	116
i. Kebutuhan Udara pada Proses	117
ii. Kebutuhan Udara dari Lingkungan	117
iii. Perhitungan Kompresor Udara Tekan	118

iv. Perhitungan Bejana Pengering	119
v. <i>Flow Diagram</i> Unit Penyedia Udara	120
8.5. Unit Pembangkit dan Distribusi Listrik	120
a. Kebutuhan Listrik Proses	120
b. Kebutuhan Listrik Utilitas	120
c. Kebutuhan Instrumentasi	121
d. Kebutuhan Lain-lain	121
e. Kebutuhan Total Pabrik	121
f. <i>Diesel Emergency Generator</i>	121
8.6. Unit Pengolahan Limbah	122
a. Limbah Gas	122
b. Limbah Cair	123
c. Limbah Padat	127
8.7. Perhitungan Cooling Tower	127
BAB IX TATA LETAK PABRIK	137
BAB X PERTIMBANGAN ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN	141
10.1. Manajemen Safety, Health, and Environment	141
10.2. Identifikasi Hazard Bahan	161
10.3. Identifikasi Potensi Paparan Bahan Kimia	166
10.4. Identifikasi Potensi Paparan Fisis	168
10.5. Identifikasi <i>Hazard</i> Peralatan Proses	169
10.6. Identifikasi <i>Hazard</i> Alat Utilitas	172
10.7. Identifikasi <i>Hazard</i> Tata Letak Alat Proses dan Utilitas	174
10.8. Identifikasi <i>Hazard</i> Lokasi Pabrik	177
10.9. Identifikasi <i>Hazard</i> Limbah Cair	178
10.10. Identifikasi <i>Hazard</i> Limbah Gas	179
10.11. Identifikasi <i>Hazard</i> Limbah Padat	180
10.12. <i>Process Hazard Analysis</i> Metode HAZOP	181
a. HAZOP Reaktor	182

b. HAZOP Boiler.....	189
BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN	195
11.1. Bentuk Perusahaan.....	195
11.2. Struktur Organisasi	196
11.3. Tugas dan Wewenang.....	199
11.4. Pembagian Jam Kerja	206
11.5. Perhitungan Kebutuhan Jumlah Operator Alat.....	208
11.6. Penggolongan Gaji Karyawan	210
11.7. Kesejahteraan Sosial	211
11.8. Manajemen Produksi	213
BAB XII ANALISIS EKONOMI.....	216
12.1. Perhitungan Indeks Harga.....	216
12.2. Perhitungan Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>)	218
12.3. Biaya Produksi (<i>Manufacturing Cost</i>)	228
12.4. Modal Kerja (<i>Working Capital</i>).....	230
12.5. Pengeluaran Umum (<i>General Expenses</i>).....	230
12.6. Analisis <i>Profit</i>	231
12.7. Analisis Kelayakan	231
BAB XIII KESIMPULAN.....	240
DAFTAR PUSTAKA	241
LAMPIRAN PERHITUNGAN ALAT UTAMA	244
REAKTOR – 01	245
MENARA DISTILASI - 01	278
LAMPIRAN PERHITUNGAN ALAT LAIN	330
MENARA DISTILASI - 02	331
HEAT EXCHANGER - 03	346
HEAT EXCHANGER - 01	357
HEAT EXCHANGER - 02	360
HEAT EXCHANGER - 04	370
HEAT EXCHANGER - 05	372

CONDENSER-01	374
CONDENSER-02	376
CONDENSER-03	378
CONDENSER-04	380
REBOILER-01	382
REBOILER-02	384
VAPORIZER-01	386
VAPORIZER-02	388
TANGKI PENYIMPAN - 01	390
TANGKI PENYIMPAN - 02	395
TANGKI PENYIMPAN - 03	401
TANGKI PENYIMPAN - 04	406
TANGKI PENYIMPAN - 05	412
FLASH DRUM - 01	418
FLASH DRUM - 02	427
POMPA – 03	434
POMPA – 01	442
POMPA – 02	443
POMPA – 04	444
POMPA – 05	445
POMPA – 06	446
POMPA – 07	447
ACCUMULATOR – 01	448
ACCUMULATOR – 02	455
COMPRESSOR – 01	460
EXPANSION VALVE - 01	464
EXPANSION VALVE - 02	466

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Rumus bangun Monoetanolamin (chemicalbook.com)	2
Gambar 2 Rumus bangun Amonia (chemicalbook.com)	3
Gambar 3 Rumus bangun Etilen Oksida (chemicalbook.com)	4
Gambar 4 Data Impor Monoetanolamin Indonesia tahun 2012 hingga 2020	10
Gambar 5 Lokasi Pendirian Pabrik Monoetanolamin	14
Gambar 6 Peta Pelayaran Bahan Baku Etilen Oksida	15
Gambar 7 Diagram Blok Kualitatif	24
Gambar 8 Diagram Blok Kuantitatif	25
Gambar 9 <i>Process Engineering Flow Diagram</i>	26
Gambar 10 <i>Process Flow Diagram</i> Unit Pengolahan Air	73
Gambar 11 Neraca Massa RO-01	85
Gambar 12 Pembacaan Figure 11.44 (Sinnott, 1999)	95
Gambar 13 <i>Flow Diagram</i> Unit Penyedia Udara	120
Gambar 14 <i>Flow Diagram</i> Pengolahan Limbah Cair	126
Gambar 15 Perhitungan Garis Singgung <i>Cooling Tower</i> CT-01	130
Gambar 16 Grafik Konsentrasi Air <i>Cooling Tower</i> CT-01	131
Gambar 17 Tabel 6.4 Treybal (1980)	132
Gambar 18 Persamaan Raschig ring dan Berl saddle	133
Gambar 19 Tabel 6.3 Treybal (1980)	133
Gambar 20 Tabel 6.5x Treybal (1980)	134
Gambar 21 Perhitungan <i>Fan Power Cooling Tower</i> CT-01	136
Gambar 22 Tata Letak Alat Proses	139
Gambar 23 Tata Letak Pabrik	140
Gambar 24 Struktur Manajemen SHE	159
Gambar 25 Skema R-01 Sebelum Identifikasi HAZOP	182
Gambar 26 Reaktor R-01 Setelah Rekomendasi HAZOP	187
Gambar 27 Skema BO-01 Sebelum Identifikasi HAZOP	189
Gambar 28 Rekomendasi HAZOP untuk Boiler BO-01	194

Gambar 29 Struktur Organisasi Perusahaan	198
Gambar 30 Linearisasi CEPCI tahun 1963-2021	217
Gambar 31 Analisis BEP dan SDP	236
Gambar 32 Grafik Sensitivitas	239

DAFTAR TABEL

Tabel I Sifat Fisis Bahan dan Produk.....	4
Tabel II Data Impor Etilen Oksida di Indonesia	8
Tabel III Data Impor Monoetanolamin di Indonesia	10
Tabel IV Kapasitas Pabrik Etanolamin	11
Tabel V Ukuran Pasar Bahan Baku dan Produk	12
Tabel VI Neraca Massa dan Keuangan Sederhana	13
Tabel VII Data Perhitungan Neraca Massa <i>Overall</i>	27
Tabel VIII Neraca Massa Reaktor R-01.....	27
Tabel IX Neraca Massa FD-01	28
Tabel X Neraca Massa FD-02.....	28
Tabel XI Neraca Massa MD-01	29
Tabel XII Neraca Massa MD-02.....	29
Tabel XIII Data Perhitungan Neraca Panas <i>Overall</i>	30
Tabel XIV Neraca Panas Reaktor R-01	31
Tabel XV Neraca Panas Menara Distilasi MD-01	32
Tabel XVI Neraca Panas Menara Distilasi MD-02.....	32
Tabel XVII Neraca Panas Heat Exchanger HE-01	33
Tabel XVIII Neraca Panas Heat Exchanger HE-02	33
Tabel XIX Neraca Panas Heat Exchanger HE-03.....	34
Tabel XX Neraca Panas Heat Exchanger HE-04.....	34
Tabel XXI Neraca Panas Heat Exchanger HE-05.....	35
Tabel XXII Neraca Panas <i>Condenser</i> CD-01	35
Tabel XXIII Neraca Panas <i>Condenser</i> CD-02	36
Tabel XXIV Neraca Panas <i>Vaporizer</i> VAP-01.....	36
Tabel XXV Neraca Panas <i>Vaporizer</i> VAP-02.....	37
Tabel XXVI Spesifikasi <i>Condenser</i> CD-01	45
Tabel XXVII Spesifikasi <i>Condenser</i> CD-02	46
Tabel XXVIII Spesifikasi <i>Condenser</i> CD-03	47

Tabel XXIX Spesifikasi <i>Condenser</i> CD-04	48
Tabel XXX Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> HE-01	50
Tabel XXXI Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> HE-02	51
Tabel XXXII Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> HE-03	52
Tabel XXXIII Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> HE-04	53
Tabel XXXIV Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> HE-05	54
Tabel XXXV Spesifikasi <i>Reboiler</i> -01 (RB-01)	56
Tabel XXXVI Spesifikasi <i>Reboiler</i> -02 (RB-02)	57
Tabel XXXVII Spesifikasi <i>Vaporizer</i> -01 (VAP-01)	58
Tabel XXXVIII Spesifikasi <i>Vaporizer</i> -01 (VAP-01)	59
Tabel XXXIX Kebutuhan Air Keperluan Umum	65
Tabel XL Kebutuhan Air Pendingin	65
Tabel XLI Kebutuhan <i>Steam</i>	66
Tabel XLII Komposisi Air Laut (lenntech.com)	67
Tabel XLIII Spesifikasi <i>Screener</i> (Metcalf dan Eddy, 2003)	74
Tabel XLIV Spesifikasi <i>Mixer</i> MU-01	77
Tabel XLV Spesifikasi <i>Mixer</i> MU-02	79
Tabel XLVI Spesifikasi <i>Mixer</i> MU-03	81
Tabel XLVII Komposisi Air Laut (lenntech.com)	84
Tabel XLVIII Spesifikasi Membran <i>Reverse Osmosis</i> (lenntech.com)	85
Tabel XLIX Neraca Massa Komposisi Ion Garam	85
Tabel L Spesifikasi Pipa PU-01	107
Tabel LI Perhitungan Head Pompa PU-01	108
Tabel LII Data Daya Total Pompa Utilitas	111
Tabel LIII Spesifikasi Gas Alam (Perry, 1997)	114
Tabel LIV Reaksi Pembakaran Gas Alam pada Boiler	115
Tabel LV Kebutuhan Udara Boiler	116
Tabel LVI Spesifikasi Bahan Bakar (Perry, 1997)	122
Tabel LVII Perhitungan Garis Singgung <i>Cooling Tower</i> CT-01	129

Tabel LVIII Perhitungan Tinggi <i>Cooling Tower</i> CT-01	135
Tabel LIX Estimasi Kebutuhan Operator (Ulrich, 1984).....	209
Tabel LX Penggolongan Gaji Karyawan	210
Tabel LXI Indeks CEPCI 1963-2021	216
Tabel LXII Ekstrapolasi CEPCI.....	218
Tabel LXIII Perhitungan Harga Alat Proses	219
Tabel LXIV Perhitungan Harga Alat Utilitas	220
Tabel LXV Harga Bahan Baku	224
Tabel LXVI Harga Bahan Katalis	224
Tabel LXVII Harga Produk	224
Tabel LXVIII Harga Bahan Utilitas.....	225
Tabel LXIX Perhitungan <i>Fixed Capital</i>	227
Tabel LXX Perhitungan <i>Fixed Capital</i>	229
Tabel LXXI Perhitungan Modal Kerja	230
Tabel LXXII Perhitungan Pengeluaran Umum.....	230
Tabel LXXIII Perhitungan Sensitivitas.....	238