

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	2
PERNYATAAN	3
PRAKATA.....	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR TABEL.....	8
DAFTAR GAMBAR.....	13
DAFTAR STANDAR DAN KODE PADA ALAT PROSES.....	16
<i>EXECUTIVE SUMMARY</i>	17
INTISARI	21
<i>ABSTRACT</i>	22
BAB I PENDAHULUAN.....	23
1.1. Latar Belakang	23
1.2. Tinjauan Pustaka.....	24
1.3 Analisis Pasar.....	36
1.4 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	41
BAB II URAIAN PROSES	44
BAB III SPESIFIKASI BAHAN.....	46
3.1. Bahan Baku.....	46
3.2. Bahan Pendukung	47
3.3. Produk.....	48
BAB IV <i>PROCESS FLOW DIAGRAM</i>	50
4.1. <i>Process Flow Diagram</i>	50
4.2. Diagram Kualitatif	51

4.3. Diagram Kuantitatif	52
BAB V NERACA MASSA	53
5.1. Neraca Massa Total.....	53
5.2. Neraca Massa Tiap Alat.....	53
BAB VI NERACA PANAS.....	59
BAB VII SPESIFIKASI ALAT	64
BAB VIII UTILITAS	83
8.1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air.....	83
8.2. Unit Pembangkit <i>Steam</i>	118
8.3. Unit Penyedia Udara.....	125
8.4. Unit Penyedia dan Pendistribusian Listrik	132
8.5. Unit Pemanas Reaktor	136
8.6. Unit Pengolahan Limbah	137
BAB IX TATA LETAK PABRIK.....	143
BAB X KESELAMATAN, KESEHATAN, DAN LINGKUNGAN.....	147
10.1.Manajemen Keselamatan, Kesehatan, dan Lingkungan	147
10.2.Struktur Organisasi Manajemen SHE	165
10.3.Identifikasi <i>Hazard</i> dan Potensi Paparan Bahan Kimia.....	167
10.4.Identifikasi <i>Hazard</i> Proses	187
10.5.Identifikasi <i>Hazard</i> Limbah	204
10.6. <i>Hazard and Operability Study</i> (HAZOP)	208
BAB XI STRUKTUR ORGANISASI.....	222
11.1. Bentuk Perusahaan	222
11.2. Struktur Organisasi	222
11.3. Tugas dan Wewenang.....	225



11.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	239
11.5. Perhitungan Kebutuhan Jumlah Operator.....	242
11.6. Penggolongan Gaji Karyawan	244
11.7. Kesejahteraan Sosial Bagi Karyawan.....	245
11.8. Manajemen Produksi	247
BAB XII EVALUASI EKONOMI.....	249
12.1. Perhitungan Indeks Harga	249
12.2. Perhitungan Harga Alat Proses dan Alat Utilitas (<i>Purchased Equipment Cost and Utility Equipment Cost</i>)	252
12.3. Perhitungan Bahan <i>Raw Materials</i> , Bahan Utilitas, dan <i>Sales</i>	259
12.4. Perhitungan Biaya Pekerja Pembangunan Pabrik	262
12.5. Perhitungan Gaji Karyawan.....	264
12.6. Perhitungan Harga Tanah dan Bangunan	266
12.7. Perhitungan <i>Fixed Capital</i>	267
12.8. Perhitungan Biaya Produksi (<i>Manufacturing Cost</i>)	271
12.9. Modal Kerja (<i>Working Capital</i>)	274
12.10. Pengeluaran Umum (<i>General Expenses</i>)	276
12.11. Analisis Keuntungan	277
12.12. Analisis Kelayakan.....	278
12.13. Analisis Sensitivitas	286
BAB XIII KESIMPULAN.....	289
DAFTAR PUSTAKA	290
LAMPIRAN PERHITUNGAN DETAIL ALAT	293

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan Proses dalam Pembuatan Melamin	31
Tabel 2. Data ΔH°_f dan ΔG°_f tiap Komponen	32
Tabel 3. Kapasitas Produksi Perusahaan Melamin di Dunia	37
Tabel 4. Kapasitas Hasil Pabrik Produsen Urea di Indonesia Tahun 2022	38
Tabel 5. Data Impor Melamin di Indonesia	38
Tabel 6. Data Ekspor Melamin di Indonesia.....	40
Tabel 7. Perhitungan Neraca Massa Total Proses	4
Tabel 8. Neraca Massa Melter.....	4
Tabel 9. Neraca Massa Mixer	5
Tabel 10. Neraca Massa Reaktor.....	5
Tabel 11. Neraca Massa Kondensor.....	6
Tabel 12. Neraca Massa Knock Out Drum	6
Tabel 13. Neraca Massa Scrubber.....	7
Tabel 14. Neraca Massa Separator Drum.....	7
Tabel 15. Neraca Massa Splitter Arus 12.....	8
Tabel 16. Neraca Massa Furnace	8
Tabel 18. Neraca Massa Prilling Tower.....	9
Tabel 19. Neraca Massa Pneumatic Conveyor.....	9
Tabel 20. Neraca Panas Melter	10
Tabel 21. Neraca Panas Reaktor	10
Tabel 22. Neraca Panas Mixing Tank	11
Tabel 23. Neraca Panas Condensor.....	11
Tabel 24. Neraca Panas Scrubber.....	12
Tabel 25. Neraca Panas P.....	12
Tabel 26. Neraca Panas Furnace	13
Tabel 27. Neraca Massa Separator Drum.....	13
Tabel 28. Neraca Panas Pneumatic Conveyor	14
Tabel 29. Spesifikasi CD-01	24
Tabel 30. Jumlah Kebutuhan Air Keperluan Umum.....	35



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Prarancangan Pabrik Melamin dari Urea Kapasitas 50.000 Ton/Tahun
BAGAS NUR HIDAYANTO, Ir. Rochim Bakti Cahyono, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Tabel 31. Jumlah Kebutuhan Air BFW	36
Tabel 32. Kebutuhan Air Pabrik Total	36
Tabel 33. Kebutuhan Air Sungai	37
Tabel 34. Parameter Kualitas Air Demineralisasi	43
Tabel 35. Parameter untuk Steam	69
Tabel 36. Komposisi Gas Alam.....	73
Tabel 37. Reaksi Komponen Gas Alam dengan O ₂	74
Tabel 38. Data Kebutuhan O ₂ Dalam Reaksi Pembakaran	75
Tabel 39. Kebutuhan Udara Pengeriing	77
Tabel 40. Kebutuhan Udara Instrumen	78
Tabel 41. Kebutuhan Udara Total	80
Tabel 42. Kebutuhan Listrik Penggerak Alat Proses	83
Tabel 43. Kebutuhan Listrik Penggerak Alat Utilitas	84
Tabel 44. Kebutuhan Listrik Total	85
Tabel 45. <i>Baku Mutu Udara</i>	89
Tabel 46. Baku Mutu Air Limbah Domestik	91
Tabel 47. Jadwal Kerja Karyawan Shift.....	18
Tabel 48. Penentuan Kebutuhan Jumlah Operator	19
Tabel 49. Penentuan Kebutuhan Jumlah Operator.....	21
Tabel 50. Data Chemical Engineering Plant Cost Index Tahun 1967-2022	26
Tabel 51. Hasil Perhitungan Ekstrapolasi CEP	29
Tabel 52. Perhitungan Harga Alat Proses	30
Tabel 53. Perhitungan Harga Alat Utilitas	32
Tabel 54. Perhitungan Harga Bahan Baku	36
Tabel 55. Perhitungan Harga Bahan Penunjang Utilitas.....	37
Tabel 56. Perhitungan Harga Produk	38
Tabel 57. Biaya Labor	41
Tabel 58. Penetuan Kebutuhan Jumlah Operator.....	42
Tabel 59. Hasil Perhitungan Fixed Capital (FC).....	44
Tabel 60. Perhitungan Manufacturing Cost	49
Tabel 61. Perhitungan Working Capital.....	52



Tabel 62. Perhitungan General Expenses (GE).....	53
Tabel 63. Perhitungan Profit	54
Tabel 64. Perhitungan Cumulative Cash Flow	59
Tabel 65. Nilai Variabel Perhitungan BEP dan SDP	61
Tabel 66. Hasil Perhitungan Sensitivitas	64
Tabel 67. Laju Alir Umpan Kondensor (CD-01)	72
Tabel 68. Hasil Perhitungan Dew Point	74
Tabel 69. Hasil Perhitungan Trial-Error Bubble Point	74
Tabel 70. Hasil Perhitungan Kesetimbangan pada Suhu Akhir Pengembunan	75
Tabel 71. Hasil Perhitungan untuk Suhu 667,24 K.....	76
Tabel 72. Hasil Perhitungan untuk Suhu antara 650,44 K.....	76
Tabel 73. Hasil Perhitungan Entalpi Tahap Desuperheating	77
Tabel 74. Perhitungan Entalpi Tahap Kondensasi	78
Tabel 75. Nilai LMTD Tahap Desuperheating	80
Tabel 76. Nilai LMTD Tahap Kondensasi.....	80
Tabel 77. Spesifikasi Layout Kondensor	81
Tabel 78. Nilai Koefisien Transfer Panas Tahap Desuperheating	83
Tabel 79. Nilai Koefisien Transfer Panas Tahap Kondensasi.....	85
Tabel 80. Pressure Drop CD-01	89
Tabel 81. Neraca Massa PT-01	94
Tabel 82. Spesifikasi Pipa Pompa (P-01).....	131
Tabel 83. Total Head Pompa (P-01).....	134
Tabel 84. Neraca Massa Furnace (F-01)	139
Tabel 85. Data Konstanta Perhitungan Koefisien Panas.....	139
Tabel 86. Perhitungan Beban Panas CO ₂ dan NH ₃	140
Tabel 87. Jumlah Oksigen Required	141
Tabel 88. Rasio Rectangular Furnace	143
Tabel 89. Perhitungan LMTD Furnace untuk CO ₂ dan NH ₃	146
Tabel 90. Perhitungan LMTD Furnace untuk Molten Salt	146
Tabel 91. Neraca Massa Reaktor Fluidized Bed	157
Tabel 92. Fraksi Mol Setiap Komponen di Reaktor.....	157



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Prarancangan Pabrik Melamin dari Urea Kapasitas 50.000 Ton/Tahun
BAGAS NUR HIDAYANTO, Ir. Rochim Bakti Cahyono, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Tabel 93. Viskositas Setiap Komponen di Reaktor.....	158
Tabel 94. Perhitungan Penguapan Molten Urea.....	175
Tabel 95. Konstanta Panas Gas NH_3 dan CO_2	176
Tabel 96. Data ΔH_f dan Mol Komponen	177
Tabel 97. Perhitungan Total Panas Masuk Reaktor	178
Tabel 98. Neraca Panas Keluar Reaktor.....	178
Tabel 99. Nilai LMTD Pemanas Reaktor.....	179
Tabel 100. Komposisi Fluidizing Gas Masuk Reaktor	186
Tabel 101. Komposisi Fluidizing Gas Keluar Reaktor	186
Tabel 102. Neraca Massa SL-01	194
Tabel 103. Neraca Massa SL-02	202
Tabel 104. Spesifikasi Pipa Pompa (P-02).....	213
Tabel 105. Total Head Pompa (P-02).....	215
Tabel 106. Spesifikasi P-02.....	217
Tabel 107. Spesifikasi Pipa Pompa (P-03).....	221
Tabel 108. Total Head Pompa (P-03).....	223
Tabel 109. Spesifikasi P-03.....	225
Tabel 110. Spesifikasi Pipa Pompa (P-04).....	229
Tabel 111. Total Head Pompa (P-04).....	231
Tabel 112. Spesifikasi P-04.....	233
Tabel 113. Hasil Perhitungan Viskositas (P-05)	234
Tabel 114. Hasil Perhitungan Tekanan Uap (P-05)	235
Tabel 115. Hasil Perhitungan Densitas (P-05)	235
Tabel 116. Spesifikasi Pipa Pompa (P-05).....	237
Tabel 117. Total Head Pompa (P-03).....	239
Tabel 118. Spesifikasi P-05.....	242
Tabel 119. Hasil Perhitungan Viskositas (P-06)	243
Tabel 120. Hasil Perhitungan Tekanan Uap (P-05)	244
Tabel 121. Hasil Perhitungan Densitas (P-06)	245
Tabel 122. Spesifikasi Pipa Pompa (P-06).....	246
Tabel 123. Total Head Pompa (P-06).....	248



Tabel 124. Spesifikasi P-06.....	251
Tabel 125. Hasil Perhitungan Densitas (MT-01)	286
Tabel 126. Hasil Perhitungan Viskositas (MT-01)	287
Tabel 127. Konstanta Antoine Komponen KD-01	292
Tabel 128. Hasil Perhitungan Vapor Pressure KD-01	293
Tabel 129. Hasil Perhitungan Penentuan Kondisi Umpan KD-01	293
Tabel 130. Hasil Perhitungan Fraksi Tiap Komponen KO-01	294
Tabel 131. Hasil Perhitungan Laju Massa tiap Komponen KO-01.....	295
Tabel 132. Densitas Komponen Campuran Gas	296
Tabel 133. Nilai Densitas Setiap Komponen Masuk Scrubber	304
Tabel 134. Kapasitas Panas Campuran Gas	310
Tabel 136. Hasil Perhitungan Densitas Cairan (SD-01)	314
Tabel 137. Hasil Perhitungan Densitas Gas (SD-01).....	315
Tabel 138. Spesifikasi Coarse Screener (Bar Racks).....	335
Tabel 139. Hasil Perhitung Nilai Hs dan H Setiap Inkremen Suhu Air.....	381
Tabel 140. Data dan Perhitungan Pompa Utilitas 01 (PU-01)	387
Tabel 141. Perhitungan Head Pompa Utilitas 01 (PU-01).....	388
Tabel 142. Hasil Perhitungan Pompa Utilitas	390

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Urea	24
Gambar 2. Struktur Melamin.....	25
Gambar 3. Mekanisme Reaksi Pembuatan Melamin	26
Gambar 4. Grafik Impor Melamin Indonesia.....	39
Gambar 5. Grafik Ekspor Melamin Indonesia	40
Gambar 6. Rencana Lokasi Pabrik	43
Gambar 7. Struktur Urea	46
Gambar 8. Struktur Alumina.....	47
Gambar 9. Struktur Amonia	47
Gambar 10. Struktur Karbon Dioksida.....	48
Gambar 11. Struktur Melamin.....	48
Gambar 12. Process Flow Diagram Pabrik Melamin.....	1
Gambar 13. Process Flow Diagram Kualitatif	2
Gambar 14. Process Flow Diagram Kuantitatif	3
Gambar 15. Jarak Pabrik Melamin dengan Sumber Air	38
Gambar 16. Process Flow Diagram Utilitas	46
Gambar 17. Skema Boiler	71
Gambar 18. Unit Penyedia Udara.....	76
Gambar 19. Proses Pembuatan Amonium Karbonat.....	89
Gambar 20. SO ₂ Removal Process	90
Gambar 21. Proses Pengolahan Sludge	93
Gambar 22. Layout Pabrik Keseluruhan (Skala 1:730)	95
Gambar 23. Layout Unit Proses (Skala 1:250).....	1
Gambar 24. Layout Unit Tangki Penyimpanan (Skala 1:250).....	1
Gambar 25. Struktur Organisasi Manajemen SHE	20
Gambar 26. Studi Node Unit Reaktor	64
Gambar 27. Skema Reaktor berdasarkan Rekomendasi HAZOP	76
Gambar 28. Struktur Organisasi Perusahaan.....	1
Gambar 29. Grafik Hubungan Tahun Terhadap Indeks CEP.....	28



Gambar 30.	Grafik Hubungan BEP dan SDP Pabrik Melamin.....	63
Gambar 31.	Grafik Hubungan Perubahan Variabel Terhadap Perubahan DCFRR	64
Gambar 33.	Skema Prilling Tower.....	93
Gambar 34.	Profil Padatan pada Berbagai Ketinggian.....	108
Gambar 35.	Profil Suhu Udara pada Berbagai Ketinggian	109
Gambar 36.	Perpindahan Panas pada Prilling Tower.....	114
Gambar 37.	Skema Pompa	132
Gambar 38.	Hasil Penentuan Jenis Pompa Sentrifugal	135
Gambar 39.	Skema Furnace	138
Gambar 40.	Model Reaktor Fluidized Bed	153
Gambar 41.	Skema Bubble.....	163
Gambar 42.	Skema Reaktor Fluidized Bed Model Plug Flow	164
Gambar 43.	Ilustrasi kecepatan naik gelembung.....	165
Gambar 44.	Ilustrasi Transfer Massa	167
Gambar 45.	Skema Elemen Volume di Reaktor	170
Gambar 46.	Grafik TDH	173
Gambar 47.	Perpindahan Panas dengan Isolasi.....	187
Gambar 48.	Dimensi Silo	195
Gambar 49.	Hasil Pembacaan API Standard 12 C	197
Gambar 50.	Ilustrasi Torispherical Head	199
Gambar 51.	Ilustrasi Conical Bottom.....	201
Gambar 52.	Dimensi Silo 2	203
Gambar 53.	Hasil Pembacaan API Standard 12 C (S-02).....	205
Gambar 54.	Ilustrasi Torispherical Head (S-02)	207
Gambar 55.	Ilustrasi Conical Bottom (S-02).....	209
Gambar 56.	Hasil Penentuan Jenis Pompa.....	240
Gambar 57.	Hasil Penentuan Jenis Pompa.....	249
Gambar 58.	Dimensi Standard Cyclone (CY-01)	259
Gambar 59.	N_s versus Velocity	260
Gambar 60.	Pembacaan Grafik d_{pi}/D_{pth} versus E_o.....	261
Gambar 61.	Performance Curves	262



Gambar 62. Dimensi Standard Cyclone (CY-02)	265
Gambar 63. N_s versus Velocity	266
Gambar 64. Pembacaan Grafik d_{pi}/D_{pth} versus E_o	267
Gambar 65. Performance Curves	268
Gambar 66. Dimensi Standard Cyclone (CY-03)	271
Gambar 67. N_s versus Velocity	272
Gambar 68. Pembacaan Grafik d_{pi}/D_{pth} versus E_o	273
Gambar 69. Performance Curves	274
Gambar 70. Skema Pengaduk MT-01	290
Gambar 71. Penentuan Nilai Design Vapor Velocity Factor (Evans, 1974)	297
Gambar 72. Skema Venturi Scrubber	302
Gambar 73. Skema Venturi Scrubber dengan Separator	302
Gambar 74. Grafik Pressure Drop dan Power Scrubber	305
Gambar 75. Skema Venturi Scrubber	306
Gambar 76. Grafik Throat Velocity Scrubber	307
Gambar 78. Grafik K vs K_v	316
Gambar 79. Nomograph 1	321
Gambar 80. Nomograph 2	322
Gambar 81. Nomograph 3	323
Gambar 82. Nomograph 4	324
Gambar 83. Nomograph 5	325
Gambar 84. Skema Pengaduk	342
Gambar 85. Algoritma Pengerjaan Cooling Tower	375
Gambar 86. Kurva Perhitungan Cooling Tower	377
Gambar 87. Grafik untuk Menentukan Nilai L'	378
Gambar 88. Grafik untuk menentukan Nilai Horsepower	382
Gambar 89. Korelasi Pressure Drop dengan nilai K_4	385