



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b> .....	<b>ii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>CODE AND STANDARD</b> .....	<b>xxi</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xxii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Pemilihan Proses</b> .....	<b>2</b>
1.2.1. Gasifikasi.....	2
1.2.2. Desulfurisasi.....	7
1.2.3. <i>Shift Conversion</i> .....	8
1.2.4. <i>CO<sub>2</sub> Removal</i> .....	8
1.2.5. Metanasi .....	10
1.2.6. Sintesis Amonia.....	11
1.2.7. Sistem Refrigerasi .....	12
<b>1.3. Analisis Pasar</b> .....	<b>13</b>
1.3.1. Potensi Pasar .....	13
1.3.2. Permintaan Pasar .....	14
1.3.3. Kapasitas Pabrik yang Telah Ada .....	17
<b>1.4. Pemilihan Lokasi</b> .....	<b>17</b>
<b>BAB II URAIAN PROSES</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1. Persiapan Batubara</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2. Persiapan <i>Steam</i> dan Oksigen</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3. Gasifikasi</b> .....	<b>20</b>
<b>2.4. Desulfurisasi</b> .....	<b>21</b>
<b>2.5. <i>Shift Conversion</i></b> .....	<b>21</b>
<b>2.6. <i>CO<sub>2</sub> Removal</i></b> .....	<b>22</b>
<b>2.7. Metanasi</b> .....	<b>23</b>



<b>2.8. Sintesis Amonia</b> .....	<b>23</b>
<b>2.9. Sistem Refrigerasi Amonia</b> .....	<b>23</b>
<b>BAB III SPESIFIKASI BAHAN</b> .....	<b>25</b>
<b>BAB IV DIAGRAM ALIR</b> .....	<b>29</b>
<b>BAB V NERACA MASSA</b> .....	<b>33</b>
<b>5.1. Neraca Massa Overall</b> .....	<b>33</b>
<b>5.2. Neraca Massa di Gasifier (R-101)</b> .....	<b>34</b>
<b>5.3. Neraca Massa di Cyclone (CY-101)</b> .....	<b>34</b>
<b>5.4. Neraca Massa di Knock Out Drum (V-101)</b> .....	<b>35</b>
<b>5.5. Neraca Massa di Wet Scrubber (T-101)</b> .....	<b>35</b>
<b>5.6. Neraca Massa di Desulfurizer (T-201)</b> .....	<b>36</b>
<b>5.7. Neraca Massa di HTSC (R-201)</b> .....	<b>36</b>
<b>5.8. Neraca Massa di LTSC (R-202)</b> .....	<b>37</b>
<b>5.9. Neraca Massa di Knock Out Drum (V-201)</b> .....	<b>37</b>
<b>5.10. Neraca Massa di Absorber (T-202)</b> .....	<b>38</b>
<b>5.11. Neraca Massa di Stripper (T-203)</b> .....	<b>38</b>
<b>5.12. Neraca Massa di Methanator (R-301)</b> .....	<b>39</b>
<b>5.13. Neraca Massa di Knock Out Drum (V-301)</b> .....	<b>39</b>
<b>5.14. Neraca Massa di Mixing Point Syngas 1</b> .....	<b>40</b>
<b>5.15. Neraca Massa di Mixing Point Syngas 2</b> .....	<b>40</b>
<b>5.16. Neraca Massa di Ammonia Converter (R-302)</b> .....	<b>41</b>
<b>5.17. Neraca Massa di Knock Out Drum (V-401)</b> .....	<b>41</b>
<b>5.18. Neraca Massa di Pressure Swing Adsorber (PSA-401)</b> .....	<b>42</b>
<b>BAB VI NERACA PANAS</b> .....	<b>43</b>
<b>BAB VII SPESIFIKASI ALAT</b> .....	<b>52</b>
<b>7.1. Unit Persiapan Batubara</b> .....	<b>52</b>
7.1.1. Gudang Batubara (G-101).....	52
7.1.2. Belt Conveyor (BC-101).....	52
7.1.3. Ball Mill (BM-101) .....	52
7.1.4. Screener (SC-101).....	53
7.1.5. Hopper (FH-101).....	53
7.1.6. Screw Conveyor Feeder (SF-101).....	53
<b>7.2. Kompresor</b> .....	<b>54</b>
7.2.1. Kompresor O <sub>2</sub> (C-101).....	54



7.2.2.	Kompresor N <sub>2</sub> (C-301) .....	54
7.2.3.	Kompresor <i>Syngas</i> (C-302) .....	54
7.2.4.	Kompresor <i>Recycle</i> (C-303) .....	55
<b>7.3.</b>	<b><i>Cyclone</i></b> .....	<b>55</b>
7.3.1.	<i>Cyclone</i> (CY-101) .....	55
<b>7.4.</b>	<b><i>Heat Exchanger</i></b> .....	<b>56</b>
7.4.1.	<i>Waste Heat Boiler</i> (E-101) .....	56
7.4.2.	<i>Cooler</i> (E-102) .....	57
7.4.3.	<i>Cooler</i> (E-103) .....	58
7.4.4.	<i>Heater</i> (E-104) .....	59
7.4.5.	<i>Heater</i> (E-105) .....	60
7.4.6.	<i>Heater</i> (E-106) .....	60
7.4.7.	<i>Waste Heat Boiler</i> (E-201) .....	61
7.4.8.	<i>Cooler</i> (E-202) .....	62
7.4.9.	<i>Waste Heat Boiler</i> (E-203) .....	63
7.4.10.	<i>Cooler</i> (E-204) .....	64
7.4.11.	<i>Cooler</i> (E-205) .....	65
7.4.12.	<i>Heater</i> (E-206) .....	66
7.4.13.	<i>Heater</i> (E-207) .....	67
7.4.14.	<i>Heater</i> (E-208) .....	68
7.4.15.	<i>Cooler</i> (E-209 A/B) .....	69
7.4.16.	<i>Heat Integration Exchanger</i> (E-301) .....	70
7.4.17.	<i>Condenser</i> (E-302) .....	71
7.4.18.	<i>Heater</i> (E-303) .....	72
7.4.19.	<i>Heater</i> (E-304) .....	73
7.4.20.	<i>Waste Heat Boiler</i> (E-401) .....	74
7.4.21.	<i>Cooler</i> (E-402) .....	75
7.4.22.	<i>Heat Integration Exchanger</i> (E-403) .....	76
7.4.23.	<i>Chiller</i> (E-404) .....	77
<b>7.5.</b>	<b><i>Expansion Valve</i></b> .....	<b>78</b>
7.5.1.	<i>Expansion Valve</i> (EV-201) .....	78
7.5.2.	<i>Expansion Valve</i> (EV-202) .....	79
7.5.3.	<i>Expansion Valve</i> (EV-401) .....	79
7.5.4.	<i>Expansion Valve</i> (EV-402) .....	79



<b>7.6. Furnace</b> .....	<b>80</b>
7.6.1. <i>Furnace</i> (F-101) .....	80
<b>7.7. Pompa</b> .....	<b>80</b>
7.7.1. Pompa <i>Wet Scrubber</i> (P-101).....	80
7.7.2. Pompa <i>MDEA Make-up</i> (P-201 A/B).....	81
7.7.3. Pompa <i>MDEA Recycle</i> (P-202) .....	81
7.7.4. Pompa Amonia (P-401).....	82
<b>7.8. Pressure Swing Adsorber</b> .....	<b>82</b>
7.8.1. <i>Pressure Swing Adsorber</i> (PSA-401).....	82
<b>7.9. Reaktor</b> .....	<b>83</b>
7.9.1. <i>Gasifier</i> (R-101) .....	83
7.9.2. <i>High Temperature Shift Converter</i> (R-201).....	84
7.9.3. <i>Low Temperature Shift Converter</i> (R-202) .....	84
7.9.4. <i>Methanator</i> (R-301) .....	84
7.9.5. <i>Ammonia Converter</i> (R-302).....	85
<b>7.10. Kolom Pemisahan</b> .....	<b>85</b>
7.10.1. <i>Wet Scrubber</i> (T-101).....	85
7.10.2. <i>Desulfurizer</i> (T-201) .....	86
7.10.3. <i>Absorber</i> (T-202).....	86
7.10.4. <i>Stripper</i> (T-203) .....	86
<b>7.11. Tangki</b> .....	<b>87</b>
7.11.1. Tangki <i>MDEA</i> (TK-201) .....	87
7.11.2. Tangki Amonia (TK-401 A/B/C/D/E/F).....	87
<b>7.12. Vessel</b> .....	<b>88</b>
7.12.1. <i>Knock Out Drum</i> (V-101) .....	88
7.12.2. <i>Knock Out Drum</i> (V-201) .....	88
7.12.3. <i>Knock Out Drum</i> (V-301) .....	88
7.12.4. <i>Knock Out Drum</i> (V-401) .....	89
<b>BAB VIII UTILITAS</b> .....	<b>90</b>
<b>8.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air</b> .....	<b>90</b>
8.1.1. Kebutuhan Air Pabrik.....	90
8.1.2. Sumber Air .....	92
8.1.3. Proses Pengolahan Air .....	93
<b>8.2. Unit Pembangkit Steam</b> .....	<b>97</b>



8.2.1.	Perhitungan <i>Boiler</i> .....	97
<b>8.3.</b>	<b>Unit Penyedia Udara .....</b>	<b>100</b>
8.3.1.	Kebutuhan Udara.....	100
8.3.2.	Kebutuhan Silika dan Dimensi Bejana Pengering .....	101
8.3.3.	Perhitungan Kompresor.....	104
8.3.4.	Perhitungan Udara Proses .....	107
8.3.5.	Perhitungan <i>Fan</i> .....	109
<b>8.4.</b>	<b>Unit Penyedia Listrik .....</b>	<b>110</b>
8.4.1.	Kebutuhan Listrik.....	110
8.4.2.	Diesel Emergency Generator .....	115
<b>8.5.</b>	<b>Unit Refrigerasi.....</b>	<b>116</b>
<b>8.6.</b>	<b>Unit Pengelolaan Limbah.....</b>	<b>119</b>
8.6.1.	Limbah Gas .....	119
8.6.2.	Limbah Cair.....	119
8.6.3.	Limbah Padat.....	122
<b>BAB IX</b>	<b>TATA LETAK PABRIK .....</b>	<b>123</b>
<b>BAB X</b>	<b>SAFETY, HEALTH, AND ENVIRONMENT (SHE) .....</b>	<b>128</b>
<b>10.1.</b>	<b>Konsep <i>Safety, Health, and Environment</i> (SHE) .....</b>	<b>128</b>
10.1.1.	<i>Safety</i> .....	128
10.1.2.	<i>Health</i> .....	128
10.1.3.	<i>Environment</i> .....	129
<b>10.2.</b>	<b><i>Process Safety Management</i>.....</b>	<b>129</b>
10.2.1.	<i>Process Safety Information</i> .....	129
10.2.2.	<i>Process Hazard Analysis</i> .....	130
10.2.3.	<i>Operating Procedure</i> .....	131
10.2.4.	<i>Employee Participation</i> .....	131
10.2.5.	<i>Training</i> .....	132
10.2.6.	<i>Contractor</i> .....	132
10.2.7.	<i>Pre-startup Safety Review</i> .....	132
10.2.8.	<i>Mechanical Integrity</i> .....	133
10.2.9.	<i>Hot Work Permit</i> .....	133
10.2.10.	<i>Management of Change</i> .....	133
10.2.11.	<i>Incident Investigation</i> .....	134
10.2.12.	<i>Emergency Planning and Response</i> .....	134



10.2.13. <i>Compliance Audits</i> .....	135
10.2.14. <i>Trade Secrets</i> .....	136
<b>10.3. Environmental Management System (EMS)</b> .....	<b>137</b>
10.3.1. <i>Environmental Policy</i> .....	137
10.3.2. <i>Environmental Aspects</i> .....	137
10.3.3. <i>Legal and Other Requirements</i> .....	138
10.3.4. <i>Objectives, target, and Programmes</i> .....	140
10.3.5. <i>Resources, Roles, Responsibilities, and Authority</i> .....	141
10.3.6. <i>Competence, Training, and Awareness</i> .....	142
10.3.7. <i>Communication</i> .....	143
10.3.8. <i>Documentation</i> .....	144
10.3.9. <i>Control of Documents</i> .....	144
10.3.10. <i>Operational Control</i> .....	145
10.3.11. <i>Emergency Preparedness and Response</i> .....	145
10.3.12. <i>Monitoring and Measurement</i> .....	146
10.3.13. <i>Evaluation of Compliance</i> .....	146
10.3.14. <i>Nonconformity, Corrective Action, and Preventive Action</i> .....	146
10.3.15. <i>Control of Records</i> .....	146
10.3.16. <i>Internal Audit</i> .....	147
10.3.17. <i>Management Review</i> .....	147
<b>10.4. Struktur Organisasi Sistem Manajemen SHE</b> .....	<b>148</b>
<b>10.5. Identifikasi Hazard Bahan</b> .....	<b>149</b>
<b>10.6. Identifikasi Hazard Limbah</b> .....	<b>177</b>
<b>10.7. Identifikasi Hazard Proses dan Peralatan</b> .....	<b>181</b>
<b>10.8. Process Hazard Analysis: HAZOP</b> .....	<b>220</b>
<b>10.9. Process Hazard Identification: LOPA</b> .....	<b>228</b>
<b>BAB XI ORGANISASI DAN MANAJEMEN</b> .....	<b>232</b>
11.1. <b>Bentuk Perusahaan</b> .....	<b>232</b>
11.2. <b>Struktur Organisasi</b> .....	<b>233</b>
11.3. <b>Kualifikasi dan Pembagian Tugas Karyawan</b> .....	<b>234</b>
11.4. <b>Perhitungan Jumlah Operator</b> .....	<b>254</b>
11.5. <b>Pembagian Jam Kerja</b> .....	<b>256</b>
11.6. <b>Klasifikasi Gaji Karyawan</b> .....	<b>258</b>
<b>BAB XII EVALUASI EKONOMI</b> .....	<b>260</b>



12.1. Perhitungan Index Harga .....	260
12.2. Perhitungan <i>Fixed Capital</i> .....	261
12.3. Perhitungan <i>Working Capital</i> .....	275
12.4. Perhitungan <i>Manufacturing Cost</i> .....	276
12.5. Perhitungan <i>General Expenses</i> .....	277
12.6. Perhitungan <i>Sales and Profit</i> .....	277
12.7. Analisis Profitabilitas .....	278
12.8. Analisis Sensitivitas .....	285
BAB XIII KESIMPULAN.....	287
DAFTAR PUSTAKA.....	288
LAMPIRAN PERHITUNGAN ALAT PROSES .....	292
GUDANG BATUBARA (G-101) .....	293
<i>BELT CONVEYOR</i> (BC-101) .....	295
<i>BALL MILL</i> (BM-101) .....	298
<i>SCREENER</i> (SC-101).....	299
<i>HOPPER</i> (FH-101) .....	301
<i>SCREW CONVEYOR FEEDER</i> (SF-101) .....	303
KOMPRESOR O <sub>2</sub> (C-101) .....	305
KOMPRESOR N <sub>2</sub> (C-301) .....	318
KOMPRESOR <i>SYNGAS</i> (C-302) .....	322
KOMPRESOR <i>RECYCLE</i> (C-303) .....	323
<i>CYCLONE</i> (CY-101) .....	324
<i>WASTE HEAT BOILER</i> (E-101).....	330
<i>COOLER</i> (E-102).....	336
<i>COOLER</i> (E-103).....	342
<i>HEATER</i> (E-104).....	343
<i>HEATER</i> (E-105).....	344
<i>HEATER</i> (E-106).....	345
<i>WASTE HEAT BOILER</i> (E-201).....	346
<i>COOLER</i> (E-202).....	347
<i>WASTE HEAT BOILER</i> (E-203).....	348
<i>COOLER</i> (E-204).....	349
<i>COOLER</i> (E-205).....	350
<i>HEATER</i> (E-206).....	351



<b>HEATER (E-207)</b> .....	352
<b>HEATER (E-208)</b> .....	353
<b>COOLER (E-209 A/B)</b> .....	354
<b>HEAT INTEGRATION EXCHANGER (E-301)</b> .....	355
<b>CONDENSER (E-302)</b> .....	356
<b>HEATER (E-303)</b> .....	362
<b>HEATER (E-304)</b> .....	363
<b>WASTE HEAT BOILER (E-401)</b> .....	364
<b>COOLER (E-402)</b> .....	365
<b>HEAT INTEGRATION EXCHANGER (E-403)</b> .....	366
<b>CHILLER (E-404)</b> .....	367
<b>EXPANSION VALVE (EV-201)</b> .....	368
<b>EXPANSION VALVE (EV-202)</b> .....	373
<b>EXPANSION VALVE (EV-401)</b> .....	374
<b>EXPANSION VALVE (EV-402)</b> .....	375
<b>FURNACE (F-101)</b> .....	376
<b>POMPA WET SCRUBBER (P-101)</b> .....	385
<b>POMPA MDEA MAKE-UP (P-201 A/B)</b> .....	395
<b>POMPA MDEA RECYCLE (P-202)</b> .....	396
<b>POMPA AMONIA (P-401)</b> .....	397
<b>PRESSURE SWING ADSORBER (PSA-401)</b> .....	398
<b>GASIFIER (R-101)</b> .....	416
<b>HIGH TEMPERATURE SHIFT CONVERTER (R-201)</b> .....	453
<b>LOW TEMPERATURE SHIFT CONVERTER (R-202)</b> .....	465
<b>METHANATOR (R-301)</b> .....	477
<b>AMMONIA CONVERTER (R-302)</b> .....	496
<b>WET SCRUBBER (T-101)</b> .....	524
<b>DESULFURIZER (T-201)</b> .....	540
<b>ABSORBER (T-202)</b> .....	557
<b>STRIPPER (T-203)</b> .....	595
<b>TANGKI MDEA (TK-201)</b> .....	613
<b>TANGKI AMONIA (TK-401 A/B/C/D/E/F)</b> .....	617
<b>KNOCK OUT DRUM (V-101)</b> .....	618
<b>KNOCK OUT DRUM (V-201)</b> .....	631



<b><i>KNOCK OUT DRUM (V-301)</i></b> .....	633
<b><i>KNOCK OUT DRUM (V-401)</i></b> .....	635
<b>LAMPIRAN PERHITUNGAN ALAT UTILITAS</b> .....	637
<b><i>PRESSURE SWING ADSORBER</i></b> .....	638
<b><i>SCREENER (SC-501)</i></b> .....	652
<b>KOLAM EKUALISASI (B-501)</b> .....	653
<b><i>MIXER DISINFECTAN (MX-501)</i></b> .....	654
<b><i>MIXER KOAGULAN (MX-502)</i></b> .....	658
<b><i>CLARIFIER (CL-501)</i></b> .....	663
<b><i>SAND FILTER (V-501)</i></b> .....	668
<b><i>CARBON FILTER (V-502)</i></b> .....	669
<b><i>MIXER ANTISCALANT (MX-503)</i></b> .....	670
<b><i>SEA WATER REVERSE OSMOSIS (RO-501)</i></b> .....	674
<b><i>COLD BASIN (B-502)</i></b> .....	676
<b><i>HOT BASIN (B-503)</i></b> .....	677
<b><i>COOLING TOWER (CT-501)</i></b> .....	678
<b><i>CATION EXCHANGER (V-503)</i></b> .....	688
<b><i>ANION EXCHANGER (V-504)</i></b> .....	691
<b>DEAERATOR (V-505)</b> .....	694
<b>TANGKI PENYIMPANAN KAPORIT (TK-501)</b> .....	697
<b>SILO ALUMINIUM SULFAT (SL-501)</b> .....	698
<b>TANGKI PENYIMPANAN <i>ANTISCALANT</i> (TK-502)</b> .....	699
<b>TANGKI PENYIMPANAN AIR KEBUTUHAN UMUM (TK-503)</b> .....	700
<b>TANGKI PENYIMPANAN <i>HYDRANT</i> (TK-504)</b> .....	701
<b>TANGKI PENYIMPANAN HCl (TK-505)</b> .....	702
<b>TANGKI PENYIMPANAN NaOH (TK-506)</b> .....	703
<b>TANGKI PENYIMPANAN <i>HYDRAZINE</i> (TK-507)</b> .....	704
<b>TANGKI PENYIMPANAN <i>BOILER FEED WATER</i> (TK-508)</b> .....	705
<b>POMPA UTILITAS (PU-501 – PU-525)</b> .....	706



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel I.</b> Kelebihan dan Kekurangan Moving-bed Gasifier.....	4
<b>Tabel II.</b> Kelebihan dan Kekurangan Fluidized-bed Gasifier.....	6
<b>Tabel III.</b> Tipe-tipe Entrained-flow Gasifier (Higman dan Burgt, 2003).....	6
<b>Tabel IV.</b> Perbandingan Larutan Benfield dan Larutan MDEA (Appl, 1999) .....	9
<b>Tabel V.</b> Perbandingan Teknologi Proses Sintesis Amonia.....	11
<b>Tabel VI.</b> Kelebihan dan Kekurangan Teknologi Proses Sintesis Amonia (Appl, 1999).....	11
<b>Tabel VII.</b> Negara Importir Amonia Beserta Nilai Pasarnya (Worldbank, 2024).....	14
<b>Tabel VIII.</b> Negara Eksportir Amonia Beserta Nilai Pasarnya (Worldbank, 2024).....	15
<b>Tabel IX.</b> Data Ekspor Amonia Konvensional serta Persentase Masing-Masing Pertumbuhan (BPS, 2024).....	16
<b>Tabel X.</b> Industri, Lokasi, dan Kapasitas Produksi Amonia dari Batubara dan Nitrogen di Dunia (National Energy Technology Laboratory).....	17
<b>Tabel XI.</b> Neraca Massa Overall.....	33
<b>Tabel XII.</b> Neraca Massa di Gasifier (R-101).....	34
<b>Tabel XIII.</b> Neraca Massa di Cyclone (CY-101).....	34
<b>Tabel XIV.</b> Neraca Massa di Knock Out Drum (V-101).....	35
<b>Tabel XV.</b> Neraca Massa di Wet Scrubber (T-101).....	35
<b>Tabel XVI.</b> Neraca Massa di Desulfurizer (T-201) .....	36
<b>Tabel XVII.</b> Neraca Massa di HTSC (R-201) .....	36
<b>Tabel XVIII.</b> Neraca Massa di LTSC (R-202) .....	37
<b>Tabel XIX.</b> Neraca Massa di Knock Out Drum (V-201).....	38
<b>Tabel XX.</b> Neraca Massa di Absorber (T-202).....	38
<b>Tabel XXI.</b> Neraca Massa di Stripper (T-203) .....	39
<b>Tabel XXII.</b> Neraca Massa di Methanator (R-301) .....	39
<b>Tabel XXIII.</b> Neraca Massa di Knock Out Drum (V-301).....	40
<b>Tabel XXIV.</b> Neraca Massa di Mixing Point Syngas 1 .....	40
<b>Tabel XXV.</b> Neraca Massa di Mixing Point Syngas 2.....	40
<b>Tabel XXVI.</b> Neraca Massa di Ammonia Converter (R-302) .....	41
<b>Tabel XXVII.</b> Neraca Massa di Knock Out Drum (V-401) .....	41
<b>Tabel XXVIII.</b> Neraca Massa di Pressure Swing Adsorber (PSA-401).....	42
<b>Tabel XXIX.</b> Rincian Kebutuhan Umum Air .....	90
<b>Tabel XXX.</b> Kebutuhan Air Pendingin .....	91



<b>Tabel XXXI.</b> Kebutuhan Steam Proses.....	91
<b>Tabel XXXII.</b> Spesifikasi Kandungan Air Laut Selat Makassar .....	92
<b>Tabel XXXIII.</b> Spesifikasi Kandungan Mineral dan Ion Air Laut Selat Makassar.....	92
<b>Tabel XXXIV.</b> Standar Baku Mutu Pengolahan Air (Permenkes RI No. 2, 2023) .....	93
<b>Tabel XXXV.</b> Standar Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri .....	120
<b>Tabel XXXVI.</b> Contoh Sasaran Untuk Pabrik Amonia .....	140
<b>Tabel XXXVII.</b> Struktur Organisasi Lingkungan.....	141
<b>Tabel XXXVIII.</b> Identifikasi Hazard Bahan.....	149
<b>Tabel XXXIX.</b> Identifikasi Paparan dalam Proses Produksi .....	164
<b>Tabel XL.</b> Identifikasi Dampak Akibat Paparan Bahan Kimia .....	167
<b>Tabel XLI.</b> Identifikasi Hazard Limbah Gas .....	177
<b>Tabel XLII.</b> Identifikasi Hazard Limbah Cair .....	179
<b>Tabel XLIII.</b> Identifikasi Hazard Limbah Padat .....	180
<b>Tabel XLIV.</b> Identifikasi Hazard Proses dan Peralatan.....	181
<b>Tabel XLV.</b> Analisis LOPA.....	231
<b>Tabel XLVI.</b> Daftar Kualifikasi Jabatan Kerja .....	245
<b>Tabel XLVII.</b> Jumlah Operator Tiap Alat Pada Tiap Shift .....	255
<b>Tabel XLVIII.</b> Jadwal dan Jam Kerja Karyawan Reguler .....	257
<b>Tabel XLIX.</b> Jam Kerja Karyawan Shift .....	257
<b>Tabel L.</b> Pembagian Jadwal Karyawan Shift.....	258
<b>Tabel LI.</b> Klasifikasi Gaji Karyawan.....	258
<b>Tabel LII.</b> Perkiraan Nilai Purchased Equipment Cost .....	262
<b>Tabel LIII.</b> Perkiraan Nilai Utility Equipment Cost.....	267
<b>Tabel LIV.</b> Perkiraan Biaya Bahan Baku Proses.....	271
<b>Tabel LV.</b> Perkiraan Biaya Bahan Baku Utilitas .....	271
<b>Tabel LVI.</b> Perkiraan Harga Penjualan Produk .....	272
<b>Tabel LVII.</b> Hasil Perhitungan Nilai Fixed Capital.....	273
<b>Tabel LVIII.</b> Hasil Perhitungan Nilai Working Capital .....	275
<b>Tabel LIX.</b> Hasil Perhitungan Nilai Manufacturing Cost.....	276
<b>Tabel LX.</b> Hasil Perhitungan Nilai General Expenses.....	277
<b>Tabel LXI.</b> Hasil Perhitungan Nilai Sales dan Profit.....	277
<b>Tabel LXII.</b> Hasil Perhitungan Cashflow dan Nilai DCFRR .....	281
<b>Tabel LXIII.</b> Hasil Perhitungan Variabel Penentuan Break Even Point dan Shutdown Point .....	283



<b>Tabel LXIV.</b> Analisis Sensitivitas Terhadap Perubahan DCFRR .....	285
<b>Tabel LXXV.</b> Komposisi Gas Masuk Kompresor C-101 .....	305
<b>Tabel LXXVI.</b> Spesifikasi Kompresi Tiap Stage .....	306
<b>Tabel LXXVII.</b> Data Hasil Perhitungan Kapasitas Panas Gas .....	308
<b>Tabel LXXVIII.</b> Data Variabel Perhitungan Faktor Kompresibilitas Gas .....	311
<b>Tabel LXIX.</b> Data Hasil Perhitungan Faktor Kompresibilitas Gas .....	311
<b>Tabel LXX.</b> Spesifikasi Kompresor C-101 Stage 1 .....	313
<b>Tabel LXXI.</b> Spesifikasi Intercooler Kompresor C-101 Stage 1 .....	313
<b>Tabel LXXII.</b> Spesifikasi Kompresor C-101 Stage 2 .....	314
<b>Tabel LXXIII.</b> Spesifikasi Intercooler Kompresor C-101 Stage 2 .....	315
<b>Tabel LXXIV.</b> Spesifikasi Kompresor C-101 Stage 3 .....	315
<b>Tabel LXXV.</b> Spesifikasi Intercooler Kompresor C-101 Stage 3 .....	316
<b>Tabel LXXVI.</b> Spesifikasi Kompresor C-101 Stage 4 .....	317
<b>Tabel LXXVII.</b> Spesifikasi Kompresor C-301 Stage 1 .....	318
<b>Tabel LXXVIII.</b> Spesifikasi Intercooler Kompresor C-301 Stage 1 .....	318
<b>Tabel LXXIX.</b> Spesifikasi Kompresor C-301 Stage 2 .....	319
<b>Tabel LXXX.</b> Spesifikasi Intercooler Kompresor C-301 Stage 2 .....	319
<b>Tabel LXXXI.</b> Spesifikasi Kompresor C-301 Stage 3 .....	320
<b>Tabel LXXXII.</b> Spesifikasi Intercooler Kompresor C-301 Stage 3 .....	321
<b>Tabel LXXXIII.</b> Spesifikasi Kompresor C-302 .....	322
<b>Tabel LXXXIV.</b> Spesifikasi Kompresor C-303 .....	323
<b>Tabel LXXXV.</b> Komposisi Solven Masuk EV-201 .....	368
<b>Tabel LXXXVI.</b> Data Hasil Perhitungan Densitas Solven .....	369
<b>Tabel LXXXVII.</b> Data Hasil Perhitungan Viskositas Gas .....	370
<b>Tabel LXXXVIII.</b> Spesifikasi Expansion Valve EV-201 .....	372
<b>Tabel LXXXIX.</b> Spesifikasi Expansion Valve EV-202 .....	373
<b>Tabel XC.</b> Spesifikasi Expansion Valve EV-401 .....	374
<b>Tabel XCI.</b> Spesifikasi Expansion Valve EV-402 .....	375
<b>Tabel XCII.</b> Neraca Massa Furnace (F-101) .....	376
<b>Tabel XCIII.</b> Data Konstanta Perhitungan Koefisien Panas .....	376
<b>Tabel XCIV.</b> Hasil Perhitungan Beban Panas O <sub>2</sub> dan Steam .....	377
<b>Tabel XCV.</b> Jumlah Kebutuhan Oksigen .....	378
<b>Tabel XCVI.</b> Data Dimensi Furnace .....	379
<b>Tabel XCVII.</b> Perhitungan Head Pompa P-101 .....	391



<b>Tabel XCVIII.</b> Spesifikasi Pompa P-201 .....	395
<b>Tabel XCIX.</b> Spesifikasi Pompa P-202 .....	396
<b>Tabel C.</b> Spesifikasi Pompa P-401 .....	397
<b>Tabel CI.</b> Data Variabel Perhitungan Kapasitas Panas .....	423
<b>Tabel CII.</b> Data Variabel Perhitungan Densitas Gas .....	424
<b>Tabel CIII.</b> Data Variabel Perhitungan Viskositas Gas .....	425
<b>Tabel CIV.</b> Komposisi Arus Keluar Gasifier .....	432
<b>Tabel CV.</b> Neraca Massa Gasifier .....	433
<b>Tabel CVI.</b> Data Variabel Perhitungan Entalpi .....	456
<b>Tabel CVII.</b> Data Variabel Perhitungan Viskositas .....	456
<b>Tabel CVIII.</b> Data Variabel Perhitungan Entalpi .....	467
<b>Tabel CIX.</b> Data Variabel Perhitungan Viskositas Gas .....	468
<b>Tabel CX.</b> Data Variabel Perhitungan Kapasitas Panas .....	479
<b>Tabel CXI.</b> Data Variabel Perhitungan Kapasitas Panas .....	480
<b>Tabel CXII.</b> Data Variabel Perhitungan Viskositas .....	481
<b>Tabel CXIII.</b> Data Variabel Perhitungan Kapasitas Panas .....	496
<b>Tabel CXIV.</b> Data Variabel Perhitungan Viskositas Gas .....	497
<b>Tabel CXV.</b> Komposisi Arus Gas Masuk Wet Scrubber .....	524
<b>Tabel CXVI.</b> Data Variabel Perhitungan Densitas Gas .....	526
<b>Tabel CXVII.</b> Data Hasil Perhitungan Densitas Gas .....	526
<b>Tabel CXVIII.</b> Data Hasil Perhitungan Viskositas Gas .....	527
<b>Tabel CXIX.</b> Data Hasil Perhitungan Densitas Solven .....	528
<b>Tabel CXX.</b> Data Hasil Perhitungan Viskositas Solven .....	529
<b>Tabel CXXI.</b> Data Variabel Koefisien Volume Difusi Tiap Komponen .....	535
<b>Tabel CXXII.</b> Data Perhitungan Integrasi Trapezoidal .....	538
<b>Tabel CXXIII.</b> Komposisi Arus Gas Masuk Absorber .....	557
<b>Tabel CXXIV.</b> Data Variabel Perhitungan Densitas Gas .....	559
<b>Tabel CXXV.</b> Data Hasil Perhitungan Densitas Gas .....	559
<b>Tabel CXXVI.</b> Data Hasil Perhitungan Viskositas Gas .....	560
<b>Tabel CXXVII.</b> Komposisi Solven MDEA .....	560
<b>Tabel CXXVIII.</b> Data Hasil Perhitungan Densitas Solven .....	561
<b>Tabel CXXIX.</b> Data Hasil Perhitungan Viskositas Solven .....	562
<b>Tabel CXXX.</b> Data Hasil Perhitungan Berat Molekul Solven .....	562
<b>Tabel CXXXI.</b> Data Variabel Koefisien Volume Difusi Tiap Komponen .....	571



<b>Tabel CXXXII.</b> Data Hasil Perhitungan Koefisien Difusivitas Gas .....	571
<b>Tabel CXXXIII.</b> Data Perhitungan Integrasi <i>Trapezoidal</i> .....	576
<b>Tabel CXXXIV.</b> Data Hasil Perhitungan Diameter Optimum Pipa .....	579
<b>Tabel CXXXV.</b> Ukuran Grid Plate .....	592
<b>Tabel CXXXVI.</b> Komposisi Arus Gas Masuk <i>Stripper</i> .....	595
<b>Tabel CXXXVII.</b> Data Hasil Perhitungan Densitas Solven .....	596
<b>Tabel CXXXVIII.</b> Data Hasil Perhitungan Viskositas Gas .....	597
<b>Tabel CXXXIX.</b> Data Perhitungan Integrasi <i>Trapezoidal</i> .....	612
<b>Tabel CXL.</b> Komposisi Solven MDEA .....	613
<b>Tabel CXLI.</b> Data Hasil Perhitungan Densitas Solven.....	614
<b>Tabel CXLII.</b> Data Hasil Perhitungan Tebal Tangki .....	615
<b>Tabel CXLIII.</b> Spesifikasi Tangki TK-201 .....	616
<b>Tabel CXLIV.</b> Spesifikasi Tangki TK-401 .....	617
<b>Tabel CXLV.</b> Komposisi Arus Masuk Knock Out Drum V-101 .....	618
<b>Tabel CXLVI.</b> Nilai Konstanta A,B,C,D, dan E (Yaws, 1999).....	619
<b>Tabel CXLVII.</b> Komposisi Arus Keluar Knock Out Drum V-01 .....	620
<b>Tabel CXLVIII.</b> Data Variabel Perhitungan Densitas Gas (Van Ness, 2001).....	621
<b>Tabel CXLIX.</b> Data Hasil Perhitungan Faktor Kompresibilitas.....	622
<b>Tabel CL.</b> Data Hasil Perhitungan Densitas Gas .....	622
<b>Tabel CLI.</b> Nilai Konstanta A, B, Tc, dan n (Yaws, 1999) .....	623
<b>Tabel CLII.</b> Hasil Perhitungan Densitas Cairan .....	623
<b>Tabel CLIII.</b> Spesifikasi Knock Out Drum V-101 .....	629
<b>Tabel CLIV.</b> Komposisi Arus Masuk Knock Out Drum V-201.....	631
<b>Tabel CLV.</b> Spesifikasi Knock Out Drum V-201.....	631
<b>Tabel CLVI.</b> Komposisi Arus Masuk Knock Out Drum V-301.....	633
<b>Tabel CLVII.</b> Spesifikasi <i>Knock Out Drum</i> V-301 .....	633
<b>Tabel CLVIII.</b> Komposisi Arus Masuk Knock Out Drum V-401 .....	635
<b>Tabel CLIX.</b> Spesifikasi <i>Knock Out Drum</i> V-401 .....	635
<b>Tabel CLX.</b> Hasil Perhitungan Salinitas Pada SWRO .....	675
<b>Tabel CLXI.</b> Hasil Perhitungan Entalpi Udara Jenuh .....	680
<b>Tabel CLXII.</b> Hasil Integrasi Trapezoidal untuk Penentuan Tinggi Cooling Tower .....	685
<b>Tabel CLXIII.</b> Rangkuman Perhitungan Total <i>Head</i> Pompa Utilitas (PU-501).....	710
<b>Tabel CLXIV.</b> Hasil Perhitungan Pompa Utilitas .....	713



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Skema Proses Lurgi Dry Ash (Higman dan Burgt, 2003).....	3
<b>Gambar 2.</b> Profil Suhu pada Proses Lurgi Dry Ash (Higman dan Burgt, 2003).....	3
<b>Gambar 3.</b> Skema Proses dan Profil Suhu pada Fluidized-bed Gasifier (Higman dan Burgt, 2003) .....	5
<b>Gambar 4.</b> Tipe-tipe Fluidized-bed Gasifier (Higman dan Burgt, 2003).....	5
<b>Gambar 5.</b> Segmentasi Pasar Amonia di Dunia Tahun 2022 (Chemanalyst, 2023) .....	13
<b>Gambar 6.</b> Prediksi Segmentasi Pasar Amonia di Dunia Tahun 2030 (Chemanalyst, 2023) .....	14
<b>Gambar 7.</b> Peta Persebaran Pasar Amonia di Dunia (OEC, 2024).....	15
<b>Gambar 8.</b> Prediksi Laju Pertumbuhan Pasar Global Amonia (S&P Global's, 2023) .....	16
<b>Gambar 9.</b> Rencana Lokasi Pabrik Amonia (Google Maps, 2024).....	18
<b>Gambar 10.</b> Diagram Alir Proses Pengolahan Air Laut.....	96
<b>Gambar 11.</b> Skema Pressure Swing Adsorber.....	107
<b>Gambar 12.</b> Tata Letak Area Pabrik (Skala 1:2000) .....	124
<b>Gambar 13.</b> Tata Letak Area Proses I (Skala 1:300).....	125
<b>Gambar 14.</b> Tata Letak Area Proses II (Skala 1:325) .....	126
<b>Gambar 15.</b> Tata Letak Area Tank Farm (Skala 1:1000).....	127
<b>Gambar 16.</b> Struktur Organisasi Manajemen SHE .....	148
<b>Gambar 17.</b> Skema dan Study Node Reaktor Gasifier (R-101) .....	220
<b>Gambar 18.</b> Pemasangan Alat Kontrol Pada R-101 .....	227
<b>Gambar 19.</b> Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik Amonia dari Batubara.....	234
<b>Gambar 20.</b> Kebutuhan Operator Pada Tiap Alat Proses .....	255
<b>Gambar 21.</b> Skema Diagram Cashflow Pada Tiap Tahun.....	282
<b>Gambar 22.</b> Penentuan Titik BEP dan SDP Secara Grafis .....	284
<b>Gambar 23.</b> Grafik Analisis Sensitivitas Terhadap Nilai DCFRR.....	285
<b>Gambar 24.</b> Grafik Analisis Sensitivitas Terhadap Persentase Perubahan Nilai DCFRR... ..	286
<b>Gambar 25.</b> Spesifikasi Belt Conveyor (Sinnott, 2005).....	295
<b>Gambar 26.</b> Spesifikasi Ball Mill (Sinnott, 2005).....	298
<b>Gambar 27.</b> Skema Hopper .....	301
<b>Gambar 28.</b> Spesifikasi Screw Conveyor (Brown, 1950) .....	303
<b>Gambar 29.</b> Grafik Pemilihan Jenis Kompresor (Coulson, 2005) .....	307
<b>Gambar 30.</b> Grafik Penentuan Efisiensi Politropis (Coulson, 2005) .....	309
<b>Gambar 31.</b> Perkiraan Efisiensi Motor Listrik (Tabel 3.1 Coulson, 2005).....	313



<b>Gambar 32.</b> Penentuan Dimensi Cyclone (Sinnott, 2005) .....	327
<b>Gambar 33.</b> Penentuan Pressure Drop Factor (Coulson, 2005) .....	329
<b>Gambar 34.</b> Hubungan Antara Jenis Valve dan Panjang Ekuivalen (Brown, 1950).....	372
<b>Gambar 35.</b> Dimensi Pipa Standar (Kern, 1965).....	387
<b>Gambar 36.</b> Penentuan Spesifikasi Pompa (Sinnott, 2005).....	392
<b>Gambar 37.</b> Penentuan Efisiensi Pompa (Sinnott, 2005) .....	392
<b>Gambar 38.</b> Skema Proses Pressure Swing Adsorption .....	399
<b>Gambar 39.</b> Profil Flowrate Batubara Sepanjang Reaktor .....	433
<b>Gambar 40.</b> Profil Flowrate O <sub>2</sub> Sepanjang Reaktor .....	434
<b>Gambar 41.</b> Profil Flowrate CO <sub>2</sub> Sepanjang Reaktor.....	434
<b>Gambar 42.</b> Profil Flowrate H <sub>2</sub> O Sepanjang Reaktor .....	435
<b>Gambar 43.</b> Profil Flowrate CO Sepanjang Reaktor.....	436
<b>Gambar 44.</b> Profil Flowrate CH <sub>4</sub> Sepanjang Reaktor.....	436
<b>Gambar 45.</b> Profil Konversi Batubara Sepanjang Reaktor.....	437
<b>Gambar 46.</b> Profil Temperatur Sepanjang Reaktor .....	437
<b>Gambar 47.</b> Profil Jari-jari Partikel Sepanjang Reaktor.....	438
<b>Gambar 48.</b> Model Elemen Volume HTSC .....	453
<b>Gambar 49.</b> Profil Molar Flowrate Sepanjang Reaktor.....	463
<b>Gambar 50.</b> Profil Temperatur Sepanjang Reaktor .....	464
<b>Gambar 51.</b> Profil Konversi CO Sepanjang Reaktor .....	464
<b>Gambar 52.</b> Model Elemen Volume LTSC.....	465
<b>Gambar 53.</b> Profil Molar Flowrate Sepanjang Reaktor.....	475
<b>Gambar 54.</b> Profil Suhu Sepanjang Reaktor .....	476
<b>Gambar 55.</b> Profil Konversi CO Sepanjang Reaktor .....	476
<b>Gambar 56.</b> Skema Model Methanator .....	479
<b>Gambar 57.</b> Profil Konstanta Laju Reaksi Terhadap Suhu .....	493
<b>Gambar 58.</b> Profil Konversi di Sepanjang Reaktor .....	511
<b>Gambar 59.</b> Profil Suhu di Sepanjang Reaktor .....	511
<b>Gambar 60.</b> Profil Tekanan di Sepanjang Reaktor.....	512
<b>Gambar 61.</b> Hubungan Nilai K dan Flooding Line (Shuchen, 2016).....	533
<b>Gambar 62.</b> Model Elemen Volume Desulfurizer.....	542
<b>Gambar 63.</b> Profil Penyerapan H <sub>2</sub> S Sepanjang Reaktor.....	546
<b>Gambar 64.</b> Profil Temperatur Sepanjang Reaktor .....	547
<b>Gambar 65.</b> Profil Tekanan Sepanjang Reaktor .....	547



<b>Gambar 66.</b> Skema Elliptical Dished Head.....	549
<b>Gambar 67.</b> Hubungan Nilai FLV dan Flooding Line (Treybal, 1981) .....	566
<b>Gambar 68.</b> Hubungan Nilai FLV dan Flooding Line (Treybal, 1981) .....	569
<b>Gambar 69.</b> Dimensi Pipa Standar (Kern, 1965).....	579
<b>Gambar 70.</b> Skema Ellipsoidal Dished Head (Brownell, 1979) .....	581
<b>Gambar 71.</b> Dimensi Straight Flange Untuk Ellipsoidal Dished Head (Brownell, 1979) ...	583
<b>Gambar 72.</b> Skema Weir-Trough Type Distributor (Sinnott, 2005) .....	591
<b>Gambar 73.</b> Skema Grid Type Support Plate (Ludwig, 1995).....	592
<b>Gambar 74.</b> Gambar Teknik Menara Absorber .....	594
<b>Gambar 75.</b> Hubungan Nilai FLV dan <i>Flooding Line</i> (Treybal, 1981) .....	602
<b>Gambar 76.</b> Hubungan Nilai FLV dan <i>Flooding Line</i> (Treybal, 1981) .....	605
<b>Gambar 77.</b> Skema Dimensi Ellipsoidal Head.....	628
<b>Gambar 78.</b> Dimensi Straight Flange (Brownell, 1959) .....	629
<b>Gambar 79.</b> <i>Layout</i> Skema Pengaduk .....	655
<b>Gambar 80.</b> Penentuan Nilai <i>Power Number</i> pada Pengaduk (Rase, 1977) .....	657
<b>Gambar 81.</b> <i>Layout</i> Skema Pengaduk .....	659
<b>Gambar 82.</b> Penentuan Nilai <i>Power Number</i> pada Pengaduk (Rase, 1977) .....	661
<b>Gambar 83.</b> Skema <i>Layout Clarifier</i> .....	663
<b>Gambar 84.</b> <i>Layout</i> Skema Pengaduk .....	671
<b>Gambar 85.</b> Penentuan Nilai <i>Power Number</i> pada Pengaduk (Rase, 1977) .....	673
<b>Gambar 86.</b> Grafik Psychrometric Chart untuk Sistem Udara-Air .....	678
<b>Gambar 87.</b> Kurva Keseimbangan Sistem Udara-Air.....	681
<b>Gambar 88.</b> Grafik Penentuan Daya Fan.....	686
<b>Gambar 89.</b> Penentuan Panjang Ekuivalen <i>Valve</i> dan <i>Fitting</i> Pompa Utilitas (PU-01).....	708
<b>Gambar 90.</b> Penentuan <i>Relative Roughness</i> Pompa Utilitas (PU-01).....	709
<b>Gambar 91.</b> Penentuan Faktor Friksi Pompa Utilitas (PU-01).....	709
<b>Gambar 92.</b> Pemilihan Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-01) .....	711