

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
PRAKATA	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL STANDAR	viii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pemilihan Alternatif Produksi.....	4
1.3 Analisis Pasar	9
1.4 Lokasi Pabrik	15
BAB II URAIAN PROSES.....	20
2.1 Pre-Treatment Batubara.....	20
2.2 Ekstraksi Batubara Pertama	20
2.3 Oksidasi Batubara	20
2.4 Ekstraksi Batubara Kedua	21
2.5 Persiapan Asam Humat (Presipitasi).....	21
BAB III SPESIFIKASI BAHAN	23
3.1 Bahan Baku Utama.....	23
3.2 Bahan Baku Pendukung.....	23
3.3 Produk Utama	25
BAB IV DIAGRAM ALIR KUALITATIF, KUANTITATIF, DAN PFD	26
BAB V NERACA MASSA	29
5.1 Neraca Massa Total	44
BAB VI NERACA PANAS.....	45
BAB VII SPESIFIKASI ALAT	72

7.1	Tangki Penyimpanan KOH (T-101)	72
7.2	Tangki Penyimpanan H₂O₂ (T-102)	72
7.3	Tangki Penyimpanan HCl (T-103)	73
7.4	Hopper 1 (H-101)	74
7.5	Hopper 2 (H-102)	74
7.6	Hopper 3 (H-103)	75
7.7	Cone Crusher (CC-101)	76
7.8	Ball Mill (G-101)	76
7.9	Screener (S-101)	77
7.10	Belt Conveyor 1 (BC-101)	77
7.11	Belt Conveyor 2 (BC-102)	78
7.12	Belt Conveyor 3 (BC-103)	79
7.13	Belt Conveyor 4 (BC-104)	80
7.14	Belt Conveyor 5 (BC-105)	80
7.15	Screw Conveyor 1 (SC-101)	81
7.16	Screw Conveyor 2 (SC-102)	82
7.17	Mixer Tank 1 (M-101)	83
7.18	Mixer Tank 2 (M-102)	84
7.19	Mixer Tank 3 (M-103)	84
7.20	Reaktor Ekstraksi 1 (R-101)	85
7.21	Reaktor Oksidasi (R-102)	86
7.22	Reaktor Ekstraksi 2 (R-103)	88
7.23	Reaktor Presipitasi (R-104)	89
7.24	Heat Exchanger 1 (HE-101)	90
7.25	Heat Exchanger 2 (HE-102)	90
7.26	Heat Exchanger 3 (HE-103)	91
7.27	Heat Exchanger 4 (HE-104)	92
7.28	Heat Exchanger 5 (HE-105)	93
7.29	Rotary Drum Vacuum Filter (RF-101)	94
7.30	Rotary Drum Vacuum Filter (RF-102)	95
7.31	Rotary Drum Vacuum Filter (RF-103)	95

7.32	<i>Rotary Dryer (RD-101)</i>	96
7.33	Pompa 1 (P-101)	97
7.34	Pompa 2 (P-102)	98
7.35	Pompa 3 (P-103)	99
7.36	Pompa 4 (P-104)	100
7.37	Pompa 5 (P-105)	101
7.38	Pompa 6 (P-106)	102
7.39	Pompa 7 (P-107)	103
7.40	Pompa 8 (P-108)	104
7.41	Pompa 9 (P-109)	104
7.42	Pompa 10 (P-110)	105
7.43	Pompa 11 (P-111)	106
7.44	Pompa 12 (P-112)	106
7.45	Pompa 13 (P-113)	107
7.46	Pompa 14 (P-114)	108
BAB VIII UTILITAS		109
8.1	Unit Utilitas	109
8.2	Unit Pembangkitin <i>Steam</i> dan Bahan Bakar	118
8.3	Unit Penyedia Udara	124
8.4	Unit Penyedia dan Pendistribusian Listrik	129
8.5	Unit Pengolahan Limbah	133
BAB IX TATA LETAK PABRIK		136
9.1	Layout Pabrik Keseluruhan	136
9.2	Layout Alat Proses	137
BAB X ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN		138
10.1.	Safety, Health, and Environment (SHE) Management	138
10.2.	Struktur Organisasi Manajemen SHE	151
10.3.	Identifikasi <i>Hazard</i> Bahan dan Potensi Terhadap Paparan Bahan Kimia	154
10.4.	Identifikasi <i>Hazard</i> Proses	173

10.5.	Identifikasi <i>Hazard Plant Layout</i> dan Lokasi Pabrik	192
10.6.	Identifikasi <i>Hazard Limbah</i>	202
10.7.	<i>Hazard and Operability Study (HAZOPS)</i>	209
BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN		220
11.1.	Bentuk Perusahaan	220
11.2.	Struktur Organisasi	221
11.3.	Tugas dan Wewenang	224
11.4.	Pembagian Jam Kerja Karyawan	225
11.5.	Perhitungan Kebutuhan Jumlah Operator	226
11.6.	Sistem Gaji Karyawan	228
11.7.	Kesejahteraan Sosial Karyawan dan Keluarga	230
11.8.	Manajemen Produksi	232
BAB XII EVALUASI EKONOMI		234
12.1	Perhitungan Indeks Harga	234
12.2	Perhitungan Harga Alat Proses dan Utilitas	237
12.3	Perhitungan Biaya <i>Raw Materials, Sales</i> , dan Bahan Utilitas	243
12.4	Perhitungan Biaya Pekerja Pembangunan Pabrik	246
12.5	Perhitungan Penggajian Karyawan Operator	247
12.6	Perhitungan Harga Tanah, Bangunan, dan Listrik	254
12.7	Perhitungan <i>Fixed Cost</i>	255
12.8	Perhitungan <i>Manufacturing Cost</i>	256
12.9	Perhitungan <i>Working Capital</i>	257
12.10	Perhitungan <i>General Expenses</i>	258
12.11	Perhitungan Profit	258
12.12	Analisis Kelayakan <i>Profitability</i>	259
12.13	<i>Sensitivity Analysis</i>	260
BAB XIII KESIMPULAN		262
DAFTAR PUSTAKA		263
LAMPIRAN		266
POMPA (P-01)		267
COOLER (HE-04)		278

ROTARY DRYER (RD-01)	288
HEAT EXCHANGER 1 (HE-01)	311
POMPA SENTRIFUGAL VIII (P-08)	322
REAKTOR I (R-01)	328
TANGKI PENYIMPANAN (T-01)	336
TANGKI PENYIMPANAN 2 (T-02)	338
TANGKI PENYIMPANAN 3 (T-03)	343
HOPPER 1 (H-01)	347
HOPPER 2 (H-02)	350
HOPPER 3 (H-03)	351
CONE CRUSHER (CC-01)	352
SCREENER (S-01)	354
BELT CONVEYOR 1 (BC-01)	358
BELT CONVEYOR 2 (BC-02)	362
BELT CONVEYOR 3 (BC-03)	363
BELT CONVEYOR 4 (BC-04)	364
BELT CONVEYOR 5 (BC-05)	365
POMPA SENTRIFUGAL I (P-01)	366
POMPA SENTRIFUGAL II (P-02)	382
POMPA SENTRIFUGAL III (P-03)	398
POMPA SENTRIFUGAL IV (P-04)	413
POMPA SENTRIFUGAL V (P-05)	429
POMPA SENTRIFUGAL VI (P-06)	445
POMPA SENTRIFUGAL VII (P-07)	461
COOLER (HE-04)	477
SCREW CONVEYOR I (SC-01)	483
SCREW CONVEYOR II (SC-02)	485
MIXER TANK I (M-01)	488
MIXER TANK II (M-02)	493
MIXER TANK III (M-03)	500
REAKTOR I (R-01)	506

REAKTOR II (R-02)	514
REAKTOR III (R-03)	522
REAKTOR IV (R-04)	530
HEAT EXCHANGER I (HE-01)	538
HEAT EXCHANGER II (HE-02)	541
HEAT EXCHANGER III (HE-03)	544
ROTARY FILTER 2 (RF-02)	548
ROTARY FILTER 3 (RF-03)	553
COOLING TOWER	554
HOT BASIN	559
COLD BASIN	560
SCREENER	562
KOLAM EKUALISASI	562
KOLAM SEDIMENTASI	564
CLARIFIER	565
SAND FILTER	567
CARBON FILTER	569
TANGKI PENAMPUNG I (FILTERED WATER)	571
TANGKI KLOMINASI	572
TANGKI KLOMINASI II	578
TANGKI PENYIMPANAN AIR	585
TANGKI AIR HYDRANT	588
CATION EXCHANGER (CE-01)	591
ANION EXCHANGER (AE-01)	595
TANGKI PENYIMPANAN AIR DEMINERALISASI	599
TANGKI PENYIMPANAN HCl	602
TANGKI PENYIMPANAN NaOH	605
TANGKI PENYIMPANAN BOILER FEED WATER	608
DEAERATOR	611
TANGKI PENAMPUNG KONDENSAT	615
TANGKI PENYIMPANAN HYDRAZINE	618

TANGKI PENYIMPANAN ALUM/TAWAS ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$).....	621
TANGKI PENYIMPANAN KAPORIT (NaClO)	624
POMPA UTILITAS 1 (PU-01).....	627
POMPA UTILITAS 2 (PU-02).....	632
POMPA UTILITAS 3 (PU-03).....	638
POMPA UTILITAS 4 (PU-04).....	644
POMPA UTILITAS 5 (PU-05).....	649
POMPA UTILITAS 6 (PU-06).....	655
POMPA UTILITAS 7 (PU-07).....	660
<i>POMPA VIII (P-08)</i>	667
<i>POMPA IX (P-09)</i>	673
<i>POMPA X (P-10).....</i>	679
<i>POMPA XI (P-11)</i>	685
<i>POMPA XII (P-12)</i>	691
<i>POMPA XIII (P-13)</i>	697
<i>POMPA XIV (P-14)</i>	703

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Progam Pengembangan Batubara untuk Asam Humat	3
Tabel 2. Hasil Analisis Kadar C, H, N, O, S, GCV	5
Tabel 3. Parameter Proses Pembuatan Asam Humat	7
Tabel 4. Perhitungan Gross Profit	7
Tabel 5. Perhitungan Decision Matrix.....	8
Tabel 6. Data Volume Penjualan, Produksi, dan Kekurangan Pupuk Urea Tahun 2018-2022	10
Tabel 7. Linearisasi dengan Pendekatan Metode Least Square untuk Kapasitas Produksi Pupuk Urea	11
Tabel 8. Linearisasi dengan Pendekatan Metode Least Square untuk Volume Penjualan Pupuk Urea	11
Tabel 9. Data Volume Penjualan, Produksi, dan Kekurangan Pupuk Urea Tahun 2023-2027	13
Tabel 10. Data Volume Impor Asam Humat Tahun 2023-2027	13
Tabel 11. Data Produsen dan Kapasitas Produksi Asam Humat.....	14
Tabel 12. Data Angkatan Kerja terhadap Penduduk Usia Kerja Provinsi.....	18
Tabel 13. Neraca Massa Cone Crusher	29
Tabel 14. Neraca Massa Ball Mill	30
Tabel 15. Neraca Massa VS	31
Tabel 16. Neraca Massa Mixer-01	32
Tabel 17. Data Komponen.....	32
Tabel 18. Neraca Massa Reaktor I	33
Tabel 19. Neraca Massa Mixer-02	34
Tabel 20. Neraca Massa Separator I.....	35
Tabel 21. Neraca Massa Oksidator.....	36
Tabel 22. Data Komponen.....	37
Tabel 23. Neraca Massa Reaktor 3.....	37
Tabel 24. Neraca Massa Separator 2	38

Tabel 25. Neraca Massa Mixer-03	39
Tabel 26. Data Komponen.....	40
Tabel 27. Neraca Massa Reaktor 4.....	41
Tabel 28. Neraca Massa Separator 3	42
Tabel 29. Neraca Massa Rotary Dryer (Wet Basis)	42
Tabel 30. Neraca Massa Rotary Dryer (Dry Basis).....	43
Tabel 31. Neraca Massa Evaporator.....	43
Tabel 32. Data Heat Capacity	45
Tabel 33. Data Enthalpy of Formation	45
Tabel 34. Data Mr	46
Tabel 35. Data Daya Pengaduk dari Perhitungan Alat.....	46
Tabel 36. Spesifikasi Tangki Penyimpanan KOH (T-101)	72
Tabel 37. Spesifikasi Tangki Penyimpanan 2	73
Tabel 38. Spesifikasi Tangki Penyimpanan 3	73
Tabel 39. Kesimpulan Spesifikasi Alat Hopper 1 (H-01)	74
Tabel 40. Kesimpulan Spesifikasi Alat Hopper 2 (H-02)	75
Tabel 41. Kesimpulan Spesifikasi Alat Hopper 3 (H-03)	75
Tabel 42. Spesifikasi Cone Crusher	76
Tabel 43. Kesimpulan Spesifikasi Alat Ball Mill (G-01 A/B/C)	77
Tabel 44. Kesimpulan Spesifikasi Alat Screener 1 (S-01).....	77
Tabel 45. Kesimpulan Spesifikasi Alat Belt Conveyor 1 (BC-01)	78
Tabel 46. Kesimpulan Spesifikasi Alat Belt Conveyor 2 (BC-02)	78
Tabel 47. Kesimpulan Spesifikasi Alat Belt Conveyor 1 (BC-01)	79
Tabel 48. Kesimpulan Spesifikasi Alat Belt Conveyor 4 (BC-04)	80
Tabel 49. Kesimpulan Spesifikasi Alat Belt Conveyor 1 (BC-01)	81
Tabel 50. Spesifikasi Screw Conveyor I (SC-01)	81
Tabel 51. Spesifikasi Screw Conveyor II (SC-02)	82
Tabel 52. Spesifikasi Mixer Tank I (M-01).....	83
Tabel 53. Spesifikasi Mixer Tank II (M-02)	84
Tabel 54. Spesifikasi Mixer Tank III (M-03).....	85
Tabel 55. Spesifikasi Reaktor I (R-01).....	86

Tabel 56. Spesifikasi Reaktor II (R-02)	87
Tabel 57. Spesifikasi Reaktor III (R-03)	88
Tabel 58. Spesifikasi Reaktor IV (R-04)	89
Tabel 59. Spesifikasi Heat Echanger 1	90
Tabel 60. Spesifikasi Heat Echanger II	90
Tabel 61. Spesifikasi Heat Echanger III	91
Tabel 62. Kesimpulan Spesifikasi Alat Pendingin (HE-04)	92
Tabel 63. Kesimpulan Spesifikasi Alat Pendingin (HE-05)	93
Tabel 64. Kesimpulan Spesifikasi Alat Rotary Drum Vacuum Filter 1	94
Tabel 65. Kesimpulan Spesifikasi Alat Rotary Drum Vacuum Filter 2	95
Tabel 66. Kesimpulan Spesifikasi Alat Rotary Drum Vacuum Filter 3	96
Tabel 67. Kesimpulan Spesifikasi Alat Rotary Dryer (RD-01)	96
Tabel 68. Kesimpulan Spesifikasi Alat Pompa 1 (P-01)	97
Tabel 69. Kesimpulan Spesifikasi Alat Pompa 2 (P-02)	98
Tabel 70. Kesimpulan Spesifikasi Alat Pompa 3 (P-03)	99
Tabel 71. Kesimpulan Spesifikasi Alat Pompa 4 (P-04)	100
Tabel 72. Kesimpulan Spesifikasi Alat Pompa 5 (P-05)	101
Tabel 73. Kesimpulan Spesifikasi Alat Pompa 6 (P-06)	102
Tabel 74. Kesimpulan Spesifikasi Alat Pompa 7 (P-07)	103
Tabel 75. Spesifikasi Pompa VIII	104
Tabel 76. Spesifikasi Pompa IX	104
Tabel 77. Spesifikasi Pompa X	105
Tabel 78. Spesifikasi Pompa XI	106
Tabel 79. Spesifikasi Pompa XII	106
Tabel 80. Spesifikasi Pompa XIII	107
Tabel 81. Spesifikasi Pompa XIV	108
Tabel 82. Kebutuhan Listrik untuk Penggerak Alat Proses	130
Tabel 83. Kebutuhan Listrik untuk Utilitas	131
Tabel 84. CEPCI	235
Tabel 85. Hasil perhitungan Annual Index	236
Tabel 86. Perhitungan Harga Alat Proses	237

Tabel 87. Perhitungan Harga Alat Utilitas	240
Tabel 88. Harga Bahan Proses.....	243
Tabel 89. Harga Bahan Utilitas	244
Tabel 90. Harga Produk.....	245
Tabel 91. Penggolongan Karyawan.....	247
Tabel 92. Gaji Karyawan.....	252
Tabel 93. Perhitungan Fixed Cost	255
Tabel 94. Perhitungan Manufacturing Cost	256
Tabel 95. Perhitungan Working Capital.....	257
Tabel 96. Perhitungan General Expenses	258
Tabel 97. Kesimpulan Spesifikasi Alat Pompa 1 (P-01).....	277
Tabel 98. Kesimpulan Spesifikasi Alat Pendingin (HE-04).....	286
Tabel 99. Kesimpulan Spesifikasi Alat Rotary Dryer (RD-01)	309
Tabel 100. Spesifikasi Heat Exchanger I	321
Tabel 101. Data dari Neraca Massa.....	322
Tabel 102. Spesifikasi Pump VIII	327
Tabel 103. Data Neraca Massa Reaktor	328
Tabel 104. Spesifikasi Reaktor I (R-01).....	334
Tabel 105. Spesifikasi Silo (T-01)	338
Tabel 106. Spesifikasi Tangki Penyimpanan 2	341
Tabel 107. Spesifikasi Tangki Penyimpanan 3	346
Tabel 108. Kesimpulan Spesifikasi Alat Hopper 1 (H-01)	349
Tabel 109. Kesimpulan Spesifikasi Alat Hopper 2 (H-02)	350
Tabel 110. Kesimpulan Spesifikasi Alat Hopper 3 (H-03)	351
Tabel 111. Spesifikasi Cone Crusher	353
Tabel 112. Kesimpulan Spesifikasi Alat Screener 1 (S-01).....	357
Tabel 113. Kesimpulan Spesifikasi Alat Belt Conveyor 1 (BC-01)	361
Tabel 114. Kesimpulan Spesifikasi Alat Belt Conveyor 2 (BC-02)	362
Tabel 115. Kesimpulan Spesifikasi Alat Belt Conveyor 3 (BC-03)	363
Tabel 116. Kesimpulan Spesifikasi Alat Belt Conveyor 4 (BC-04)	364
Tabel 117. Kesimpulan Spesifikasi Alat Belt Conveyor 5 (BC-05)	365

Tabel 118. Data Fluida pada Pompa Sentrifugal I	366
Tabel 119. Data Fluida pada Pompa Sentrifugal II	382
Tabel 120. Data Fluida pada Pompa Sentrifugal III.....	398
Tabel 121. Data Fluida pada Pompa Sentrifugal IV.....	413
Tabel 122. Data Fluida pada Pompa Sentrifugal V	429
Tabel 123. Data Fluida pada Pompa Sentrifugal VI	445
Tabel 124. Data Fluida pada Pompa Sentrifugal VII	461
Tabel 125. Spesifikasi Screw Conveyor I (SC-01)	484
Tabel 126. Spesifikasi Screw Conveyor II (SC-02)	486
Tabel 127. Data Neraca Massa Mixer Tank I.....	488
Tabel 128. Spesifikasi Mixer Tank I (M-01).....	493
Tabel 129. Data Neraca Massa Mixer Tank II	494
Tabel 130. Spesifikasi Mixer Tank II (M-02)	499
Tabel 131. Data Neraca Massa Mixer Tank III.....	500
Tabel 132. Spesifikasi Mixer Tank III (M-03).....	505
Tabel 133. Data Neraca Massa Reaktor I.....	506
Tabel 134. Spesifikasi Reaktor I (R-01).....	512
Tabel 135. Data Neraca Massa Reaktor II.....	514
Tabel 136. Spesifikasi Reaktor II (R-02)	520
Tabel 137. Data Neraca Massa Reaktor III	522
Tabel 138. Spesifikasi Reaktor III (R-03)	528
Tabel 139. Data Neraca Massa Reaktor IV	530
Tabel 140. Spesifikasi Reaktor IV (R-04)	536
Tabel 141. Spesifikasi Heat Exchanger 1	540
Tabel 142. Spesifikasi Heat Exchanger 1I	544
Tabel 143. Spesifikasi Heat Echanger III.....	547
Tabel 144. Perhitungan Viskositas Campuran Filtrat.....	551
Tabel 145. Kesimpulan Spesifikasi Alat Rotary Drum Vacuum Filter 2.....	552
Tabel 146. Kesimpulan Spesifikasi Alat Rotary Drum Vacuum Filter 3.....	553
Tabel 147. Spesifikasi Cooling Tower	558
Tabel 148. Spesifikasi Hot Basin	560

Tabel 149. Spesifikasi Cold Basin.....	561
Tabel 150. Spesifikasi Screener	562
Tabel 151. Kolam Ekualisasi.....	563
Tabel 152. Kolam Sedimentasi	565
Tabel 153. Spesifikasi Clarifier.....	567
Tabel 154. Spesifikasi Sand Filter.....	569
Tabel 155. Spesifikasi Carbon Filter	571
Tabel 156. Tangki Penampung 1	572
Tabel 157. Spesifikasi Tangki Klorinasi	578
Tabel 158. Spesifikasi Tangki Klorinasi II	584
Tabel 159. Spesifikasi Pompa Utilitas I	632
Tabel 160. Spesifikasi Pompa Utilitas II.....	638
Tabel 161. Spesifikasi Pompa Utilitas III	643
Tabel 162. Spesifikasi Pompa Utilitas IV	649
Tabel 163. Spesifikasi Pompa Utilitas V.....	654
Tabel 164. Spesifikasi Pompa Utilitas VI	660
Tabel 165. Spesifikasi Pompa Utilitas VII.....	665
Tabel 166. Data dari Neraca Massa Pompa VIII.....	667
Tabel 167. Spesifikasi Pump VIII	672
Tabel 168. Data dari Neraca Massa Pompa IX	673
Tabel 169. Spesifikasi Pump IX.....	678
Tabel 170. Data dari Neraca Massa Pompa X.....	679
Tabel 171. Spesifikasi Pump X	684
Tabel 172. Data dari Neraca Massa Pompa XI	685
Tabel 173. Spesifikasi Pump XI.....	690
Tabel 174. Data dari Neraca Massa Pompa XII	691
Tabel 175. Spesifikasi Pump XII	696
Tabel 176. Data dari Neraca Massa Pompa XIII.....	697
Tabel 177. Spesifikasi Pump XIII	702
Tabel 178. Data dari Neraca Massa Pompa XIV	703
Tabel 179. Spesifikasi Pompa XIV	708

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Data Produksi Kualitas Batu Bara di Indonesia	1
Gambar 2. Proses LHAp Industri Asam Humat	6
Gambar 3. Pertumbuhan Pasar Asam Humat pada Tahun 2022-2027	9
Gambar 4. Grafik Proyeksi Volume Produksi dan Penjualan Pupuk Urea Tahun 2023-2027	12
Gambar 5. Struktur Organisasi Manajemen SHE.....	151
Gambar 6. Skema Reaktor	328
Gambar 7. Silo KOH (T-01).....	336
Gambar 8. Grafik Friction Angle vs Hopper Angle	336
Gambar 9. Skema Tangki Penyimpanan Hidrogen Peroksida	339
Gambar 10. Skema Tangki Penyimpanan Asam Klorida.....	343
Gambar 11. Skema Mixer Tank I	488
Gambar 12. Skema Mixer Tank II.....	494
Gambar 13. Skema Mixer Tank III	500
Gambar 14. Skema Reaktor I	506
Gambar 15. Skema Reaktor II	514
Gambar 16. Skema Reaktor III.....	522
Gambar 17. Skema Reaktor IV	530
Gambar 18. Skema Clarifier	566
Gambar 19. Skema Tangki Klorinasi	573
Gambar 20. Skema Tangki Klorinasi II	579