



DAFTAR ISI

<i>EXECUTIVE SUMMARY</i>	ii
LEMBAR PENGESAHAN	v
PERNYATAAN.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xvi
INTISARI.....	xix
<i>ABSTRACT</i>	xx
BAB I PENGANTAR.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tinjauan Pustaka	2
1.3. Analisis Pasar	6
BAB II URAIAN PROSES.....	11
2.1. Persiapan Bahan Baku.....	11
2.2. Unit Sintesa	11
2.3. Unit Finishing.....	14
BAB III SPESIFIKASI BAHAN DAN PRODUK.....	16
3.1. Bahan Baku Utama.....	16
3.2. Bahan Penunjang	16
3.3. Produk	17
BAB IV DIAGRAM BLOK DAN PEFD.....	18
BAB V NERACA MASSA	21
5.1. Neraca Massa Total	21
5.2. Neraca Massa Tiap Alat	21
BAB VI NERACA PANAS.....	26
BAB VII SPESIFIKASI ALAT	31
BAB VIII UTILITAS.....	64



8.1.	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	64
8.2.	Unit Pembangkit Steam.....	87
8.3.	Unit Penyedia Udara	89
8.4.	Unit Pengelolaan Limbah.....	98
8.5.	Unit Penyedia Listrik.....	100
8.6.	Spesifikasi Coolig Tower	103
BAB IX TATA LETAK PABRIK.....		104
BAB X SAFETY, HEALTH, AND ENVIRONMENT (SHE).....		107
10.1.	<i>Element of Process Safety Management</i>	108
10.2.	<i>Environmental Management System</i>	114
10.3.	Struktur Organisasi Manajemen SHE.....	119
10.4.	Identifikasi <i>Hazard</i> Bahan dan Potensi Paparan Bahan Kimia	121
10.5.	Identifikasi Hazard Limbah	129
10.6.	Identifikasi Hazard Proses	131
BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN		158
11.1.	Struktur Organisasi	159
11.2.	Tugas dan Wewenang.....	162
11.3.	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	168
11.4.	Perhitungan Kebutuhan Jumlah Operator.....	170
11.5.	Penggolongan Gaji Karyawan	171
11.6.	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	171
11.7.	Manajemen Produksi	173
BAB XII EVALUASI EKONOMI		176
12.1.	Perhitungan Indeks Harga.....	176
12.2.	Perhitungan Harga Alat Proses dan Utilitas	178
12.3.	Perhitungan Biaya <i>Raw Materials</i> , <i>Sales</i> , dan Bahan Utilitas.....	185
12.4.	Perhitungan Biaya Pekerja Pembangunan Pabrik.....	187



12.5.	Perhitungan Penggajian Karyawan Operator.....	188
12.6.	Perhitungan Harga Tanah dan Bangunan	188
12.7.	Perhitungan <i>Fixed capital</i>	188
12.8.	Perhitungan <i>Manufacturing Cost</i>	191
12.9.	Perhitungan <i>Working Capital</i>	193
12.10.	Perhitungan <i>General Expenses</i>	193
12.11.	Perhitungan <i>Profit</i>	194
12.12.	Perhitungan Kelayakan <i>Profitability</i>	194
12.13.	<i>Sensitivity Analysis</i>	199
BAB XIII KESIMPULAN		202
DAFTAR PUSTAKA		203
LAMPIRAN.....		208



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Perbandingan Antara Proses Petrokimia dan Proses Fermentasi.....	6
Tabel 1. 2. Data Impor Asam Fumarat di Indonesia.....	7
Tabel 1. 3. Data Impor Asam Fumarat di Beberapa Negara.....	8
Tabel 5. 1. Neraca Massa Total.....	21
Tabel 5. 2. Neraca Massa di VP-01.....	21
Tabel 5. 3. Neraca Massa di SD-01.....	22
Tabel 5. 4. Neraca Massa di R-01.....	22
Tabel 5. 5. Neraca Massa di ABS-01.....	22
Tabel 5. 6. Neraca Massa di MD-01.....	23
Tabel 5. 7. Neraca Massa di MD-02.....	23
Tabel 5. 8. Neraca Massa di R-02.....	23
Tabel 5. 9. Neraca Massa di M-01.....	24
Tabel 5. 10. Neraca Massa di CR-01.....	24
Tabel 5. 11. Neraca Massa di CF-01.....	24
Tabel 5. 12. Neraca Massa di RD-01 & RC-01.....	25
Tabel 6. 1. Neraca Panas di VP-01.....	26
Tabel 6. 2. Neraca Panas di FR-01.....	26
Tabel 6. 3. Neraca Panas di R-01.....	26
Tabel 6. 4. Neraca Panas di HE-01.....	27
Tabel 6. 5. Neraca Panas di HE-02.....	27
Tabel 6. 6. Neraca Panas di HE-03.....	27
Tabel 6. 7. Neraca Panas di MD-01.....	28
Tabel 6. 8. Neraca Panas di MD-02.....	28
Tabel 6. 9. Neraca Panas di HE-04.....	28
Tabel 6. 10. Neraca Panas di R-02.....	29
Tabel 6. 11. Neraca Panas di HE-05.....	29
Tabel 6. 12. Neraca Panas di HE-06.....	29
Tabel 6. 13. Neraca Panas di RD-01.....	30
Tabel 6. 14. Neraca Panas di RC-01.....	30
Tabel 8. 1. Kebutuhan Air untuk Keperluan Umum.....	64



Tabel 8. 2. Kebutuhan Air Pendingin.....	65
Tabel 8. 3. Kebutuhan Air Proses	66
Tabel 8. 4. Kandungan Air Laut.....	68
Tabel 8. 5. Kandungan Ion Air Laut	68
Tabel 8. 6. Tabel III. Kualitas Air Desalinasi	70
Tabel 8. 7. Daftar Spesifikasi Pompa Utilitas	75
Tabel 8. 8. Parameter untuk <i>Steam</i>	88
Tabel 8. 9. Reaksi di <i>Burner</i>	89
Tabel 8. 10. Kebutuhan Udara Reaktan	90
Tabel 8. 11. Kebutuhan Udara Pengering	90
Tabel 8. 12. Kebutuhan Udara Instrumen	91
Tabel 8. 13. Kebutuhan Udara	92
Tabel 8. 14. Kebutuhan Udara Kering	93
Tabel 8. 15. Bejana Pengering	94
Tabel 8. 16. Baku Mutu Udara Ambien.....	98
Tabel 8. 17. Baku Mutu Air Limbah.....	99
Tabel 8. 18. Massa tiap Komponen Limbah Cair	100
Tabel 8. 19. Kebutuhan Listrik Proses	101
Tabel 8. 20. Kebutuhan Listrik Utilitas.....	101
Tabel 11. 1. Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	169
Tabel 11. 2. Penentuan Kebutuhan Jumlah Operator.....	170
Tabel 11. 3. Penggolongan Gaji Karyawan	171
Tabel 12. 1. Data <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> 1963-2020.....	176
Tabel 12. 2. Hasil Perhitungan Ekstrapolasi <i>CEP cost Index</i>	177
Tabel 12. 3. Tabel Perhitungan Harga Alat Proses	179
Tabel 12. 4. Tabel Perhitungan Harga Alat Utilitas.....	182
Tabel 12. 5. Perhitungan Fixed Capital.....	189
Tabel 12. 6. Perhitungan <i>Manufacturing Cost</i>	192
Tabel 12. 7. Perhitungan <i>Working Capital</i>	193
Tabel 12. 8. Perhitungan <i>General Expensess</i>	193
Tabel 12. 9. Perhitungan <i>Profit</i>	194



Tabel L. 1. Komposisi Gas Masuk Absorber	209
Tabel L. 2. Berat Molekul Komponen ABS-01	211
Tabel L. 3. Konstanta Kritis Komponen ABS-01	211
Tabel L. 4. Data untuk Densitas Komponen ABS-01	212
Tabel L. 5. Viskositas Komponen ABS-01.....	213
Tabel L. 6. Nilai Difusivitas Tiap Komponen Gas ABS-01	220
Tabel L. 7. Nilai Koefisien Difusivitas Maleat Anhidrat Melalui Campuran Gas ABS-01.....	220
Tabel L. 8. Konstanta Perhitungan Densitas AC-01	227
Tabel L. 9. Data Perhitungan Densitas Cairan AC-01	228
Tabel L. 10. Konstanta Perhitungan Densitas AC-02	232
Tabel L. 11. Data Perhitungan Densitas Cairan AC-02.....	232
Tabel L. 12. Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CF-101).....	243
Tabel L. 13. Hasil Perhitungan <i>Centrifuge</i> CF-101	249
Tabel L. 14. Neraca Massa di Sekitar CD-01	251
Tabel L. 15. Konstanta Perhitungan Panas Sensibel Liquid CD-01	251
Tabel L. 16. Konstanta Perhitungan Panas Sensibel Gas CD-01.....	252
Tabel L. 17. Konstanta dan Suhu Kritis Perhitungan H_{vap} di CD-01.....	252
Tabel L. 18. Perhitngan Neraca Panas di CD-01	252
Tabel L. 19. <i>Summary</i> CD-01	258
Tabel L. 20. <i>Summary</i> CD-02	259
Tabel L. 21. Data Kelarutan Pada Suhu 25°C.....	262
Tabel L. 22. Perhitungan Massa Jenis Campuran, CR-01	263
Tabel L. 23. Komponen Masuk V-01	266
Tabel L. 24. Data Sifat Fisis Arus Masuk V-01.....	266
Tabel L. 25. Data <i>Vapor Pressure</i> Komponen di V-01	267
Tabel L. 26. Hasil Perhitungan Suhu <i>Bubble Outlet</i> V-01.....	267
Tabel L. 27. Data C_p Komponen FR-01	270
Tabel L. 28. <i>Summary</i> HE-01	297
Tabel L. 29. <i>Summary</i> HE-02	298
Tabel L. 30. <i>Summary</i> HE-03	299
Tabel L. 31. <i>Summary</i> HE-04	306



Tabel L. 32. <i>Summary</i> HE-05	307
Tabel L. 33. <i>Summary</i> HE-06	308
Tabel L. 34. Komposisi Umpan C-01	309
Tabel L. 35. Konstanta Cp komponen pada C-01	310
Tabel L. 36. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-01	353
Tabel L. 37. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-02.....	354
Tabel L. 38. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-03.....	355
Tabel L. 39. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-04.....	356
Tabel L. 40. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-05.....	357
Tabel L. 41. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-06.....	358
Tabel L. 42. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-07.....	359
Tabel L. 43. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-08.....	360
Tabel L. 44. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-09.....	361
Tabel L. 45. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-10.....	362
Tabel L. .Data Kapasitas Panas Komponen R-01	367
Tabel L. . Data Viskositas untuk Komponen R-01	367
Tabel L. 48. Data Kapasitas Panas Komponen R-02.....	402
Tabel L. 49. Data Viskositas untuk Komponen R-02	402
Tabel L. 50. Data Massa Jenis untuk Komponen R-02.....	402
Tabel L. 51. Konstanta Perhitungan Panas Sensibel Liquid RB-01	410
Tabel L. 52. Konstanta Perhitungan Panas Sensibel Gas RB-01	410
Tabel L. 53. Konstanta dan Suhu Kritis Perhitungan H_{vap} di RB-01	411
Tabel L. 54. Neraca Panas di RB-01.....	411
Tabel L. 55. <i>SUMMARY</i> RB-01	415
Tabel L. 56. <i>Summary</i> Reboiler 02	417
Tabel L. 57. Komposisi Umpan Total Masuk Flash Drum.....	438
Tabel L. 58. Profil Ketebalan Minimum <i>Shell</i> Pada Berbagai Ketinggian pada T-01.....	444
Tabel L. 59. Nilai-Nilai Konstanta Densitas Pada T-02	447
Tabel L. 60. Densitas Komponen Pada T-02	447
Tabel L. 61. Profil Ketebalan Minimum <i>Shell</i> Pada Berbagai Ketinggian pada T-02.....	449



Tabel L. 62. Nilai-Nilai Konstanta Densitas Pada T-03	452
Tabel L. 63. Densitas Setiap Komponen Pada T-03	453
Tabel L. 64. Profil Ketebalan Minimum <i>Shell</i> Pada Berbagai Ketinggian pada T-03.....	455
Tabel L. 65. <i>Summary Lay Out</i> VP-01	469
Tabel L. 66. Spesifikasi <i>Coarse Screen (Bar Racks)</i>	471
Tabel L. 67. Desain <i>Vessel</i> untuk <i>Carbon Filter</i>	481
Tabel L. 68. Desain <i>Vessel</i> untuk <i>Mixer</i> M-202	482
Tabel L. 69. Desain <i>Vessel</i> untuk <i>Mixer</i> M-203	483
Tabel L. 70. Kandungan Ion Air Laut (Lenntech, 2016)	485
Tabel L. 71. Spesifikasi Membran <i>Reverse Osmosis</i> (Lenntech, 2016)	486
Tabel L. 72. Desain Tangki untuk TK-207	489
Tabel L. 73. Desain Tangki untuk TK-208	490
Tabel L. 74. Desain <i>Vessel</i> untuk <i>Cation Exchanger</i>	495
Tabel L. 75. Desain <i>Vessel</i> untuk <i>Anion Exchanger</i>	498
Tabel L. 76. Desain Tangki untuk TK-211	507
Tabel L. 77. Desain Tangki untuk TK-212.....	508
Tabel L. 78. Desain Tangki untuk TK-201	509
Tabel L. 79. Desain Tangki untuk TK-202.....	510
Tabel L. 80. Desain Tangki untuk TK-203	511
Tabel L. 81. Desain Tangki untuk TK-204.....	512
Tabel L. 82. Desain Tangki untuk TK-205	514
Tabel L. 83. Data Perhitungan Entalpi Udara	517
Tabel L. 84. Kebutuhan Air <i>Make up</i> di CT-01	522



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Struktur Molekul Asam Fumarat	1
Gambar 1. 2. Reaksi Hidrolisis Maleat Anhidrat	3
Gambar 1. 3. Reaksi Isomerisasi Asam Maleat	4
Gambar 1. 4. Siklus Sitrat	5
Gambar 4. 1. Diagram Blok Kualitatif Prarancangan Pabrik Asam Fumarat dari Butena dengan Kapasitas 55.000 Ton/Tahun.....	18
Gambar 4. 2. Diagram Blok Kuantitatif Prarancangan Pabrik Asam Fumarat dari Butena dengan Kapasitas 55.000 Ton/Tahun.....	19
Gambar 4. 3. <i>Process Flow Diagram</i> Prarancangan Pabrik Asam Fumarat dari Butena dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun.....	20
Gambar 8. 1. PEFD Pengolahan Air.....	74
Gambar 9. 1. Layout Pabrik Keseluruhan.....	104
Gambar 9. 2. Layout Tangki dan Alat Proses	105
Gambar 9. 3. Layout Bagian Alat Proses	106
Gambar 10. 1. Struktur Organisasi Departemen SHE	119
Gambar 10. 2. Penentuan <i>Node</i> pada <i>Boiler</i> untuk Analisis HAZOP.....	147
Gambar 10. 3. Hasil Rekomendasi HAZOP untuk Boiler	156
Gambar 11. 1. Diagram Organisasi Pabrik Asam Fumarat.....	161
Gambar 12. 1. Hubungan Tahun terhadap <i>CEP Cost Index</i>	177
Gambar 12. 2. Hubungan <i>Cost</i> dengan Kapasitas Produksi	199
Gambar 12. 3. Hubungan Perubahan Variabel terhadap Perubahan DCFRR.....	200
Gambar L. 1. Jenis Isian <i>Packing</i>	216
Gambar L. 2. <i>Head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i>	230
Gambar L. 3. Referensi Kapasitas Maksimum Belt Conveyor	237
Gambar L. 4. Referensi <i>Belt Conveyor</i> (Brown, 1950).....	238
Gambar L. 5. Porositas Kueh (Brown, 1950).....	245
Gambar L. 6. Skema Basket.....	246
Gambar L. 7. Skema <i>Crystallizer</i>	261
Gambar L. 8. Skema Tangki <i>Crystallizer</i>	264



Gambar L. 9. Sketsa Furnace jenis <i>Fire Box</i>	269
Gambar L. 10. Penentuan Flue Gas	272
Gambar L. 11. Grafik 1.18 Evans	275
Gambar L. 12. Tekanan Parsial CO ₂ dan H ₂ O	277
Gambar L. 13. Grafik 1.8 Evans Hubungan Emissivity dengan PL	278
Gambar L. 14. Grafik 1.9 Evans	278
Gambar L. 15. Grafik 1.10 Evans	279
Gambar L. 16. Grafik koefisien Flue Gas Convection.....	282
Gambar L. 17. Grafik <i>Gas Radiation Coefficient</i>	283
Gambar L. 18. Skema HE-01	286
Gambar L. 19. Ilustrasi MD <i>Packing</i>	312
Gambar L. 20. Hubungan F _{LV} dan K ₄	327
Gambar L. 21. Skema Perpindahan Panas pada Dinding Menara	336
Gambar L. 22. <i>Mechanical Design</i> MD-01	340
Gambar L. 23. Ilustrasi Mixer M-01	343
Gambar L. . Skema Neraca Massa R-01	364
Gambar L. . Penampang Samping R-01	377
Gambar L. . Penampang Bawah R-01	377
Gambar L. . Susunan Pipa dalam R-01	378
Gambar L. . Penampang Pipa dan Katalis dalam R-01	378
Gambar L. 29. Skema Rotary Dryer	418
Gambar L. 30. Skema Rotary Cooler	430
Gambar L. 31. Skema Perancangan Tangki Penyimpanan	442
Gambar L. 32. Skema Perancangan Tangki Penyimpanan Asam Fumarat	457
Gambar L. 33. Skema Preheater Zone dan Vaporization Zone	461
Gambar L. 34. Ilustrasi Mixer M-201	475
Gambar L. 35. Ilustrasi SWRO <i>Spiral Wound Module</i>	484
Gambar L. 36. Sketsa Perancangan <i>Head (Conical Roof)</i>	488
Gambar L. 37. <i>Generalized Pressure Drop Correlation</i>	501
Gambar L. 38. Desain Tangki untuk TK-210	506
Gambar L. 39. Grafik Suhu terhadap Entalpi di CT-01	518
Gambar L. 40. <i>Sizing Cooling tower</i>	518



Gambar L. 41. *Horsepower Chart for Induced-draft Cooling tower*..... 522