

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	88
8.3.	Unit Penyedia Udara.....	90
8.4.	Unit Pengelolaan Limbah.....	99
8.5.	Unit Penyedia Listrik.....	101
8.6.	Spesifikasi Coolig Tower.....	104
BAB IX TATA LETAK PABRIK		105
BAB X <i>SAFETY, HEALTH, AND ENVIRONMENT</i> (SHE)		108
10.1.	<i>Element of Process Safety Management</i>	109
10.2.	<i>Environmental Management System</i>	115
10.3.	Struktur Organisasi Manajemen SHE	120
10.4.	Identifikasi <i>Hazard</i> Bahan dan Potensi Paparan Bahan Kimia	122
10.5.	Identifikasi Hazard Limbah	131
10.6.	Identifikasi Hazard Proses	133
BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN		160
11.1.	Struktur Organisasi.....	161
11.2.	Tugas dan Wewenang	164
11.3.	Pembagian Jam Kerja Karyawan	170
11.4.	Perhitungan Kebutuhan Jumlah Operator	172
11.5.	Penggolongan Gaji Karyawan	173
11.6.	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	173
11.7.	Manajemen Produksi.....	175
BAB XII EVALUASI EKONOMI.....		178
12.1.	Perhitungan Indeks Harga	178
12.2.	Perhitungan Harga Alat Proses dan Utilitas	180
12.3.	Perhitungan Biaya <i>Raw Materials, Sales</i> , dan Bahan Utilitas.....	187
12.4.	Perhitungan Biaya Pekerja Pembangunan Pabrik.....	189



12.5.	Perhitungan Penggajian Karyawan Operator.....	190
12.6.	Perhitungan Harga Tanah dan Bangunan	190
12.7.	Perhitungan <i>Fixed capital</i>	190
12.8.	Perhitungan <i>Manufacturing Cost</i>	193
12.9.	Perhitungan <i>Working Capital</i>	195
12.10.	Perhitungan <i>General Expensess</i>	195
12.11.	Perhitungan <i>Profit</i>	196
12.12.	Perhitungan Kelayakan <i>Profitability</i>	196
12.13.	<i>Sensitivity Analysis</i>	201
BAB XIII KESIMPULAN		204
DAFTAR PUSTAKA		205
LAMPIRAN		210



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	76
Tabel 8. 8. Parameter untuk <i>Steam</i>	89
Tabel 8. 9. Reaksi di <i>Burner</i>	90
Tabel 8. 10. Kebutuhan Udara Reaktan	91
Tabel 8. 11. Kebutuhan Udara Pengering	91
Tabel 8. 12. Kebutuhan Udara Instrumen.....	92
Tabel 8. 13. Kebutuhan Udara.....	93
Tabel 8. 14. Kebutuhan Udara Kering	94
Tabel 8. 15. Bejana Pengering.....	95
Tabel 8. 16. Baku Mutu Udara Ambien.....	99
Tabel 8. 17. Baku Mutu Air Limbah	100
Tabel 8. 18. Massa tiap Komponen Limbah Cair.....	101
Tabel 8. 19. Kebutuhan Listrik Proses.....	102
Tabel 8. 20. Kebutuhan Listrik Utilitas	102
Tabel 11. 1. Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	171
Tabel 11. 2. Penentuan Kebutuhan Jumlah Operator	172
Tabel 11. 3. Penggolongan Gaji Karyawan.....	173
Tabel 12. 1. Data <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> 1963-2020.....	178
Tabel 12. 2. Hasil Perhitungan Ekstrapolasi <i>CEP cost Index</i>	179
Tabel 12. 3. Tabel Perhitungan Harga Alat Proses.....	181
Tabel 12. 4. Tabel Perhitungan Harga Alat Utilitas	184
Tabel 12. 5. Perhitungan Fixed Capital	191
Tabel 12. 6. Perhitungan <i>Manufacturing Cost</i>	194
Tabel 12. 7. Perhitungan <i>Working Capital</i>	195
Tabel 12. 8. Perhitungan <i>General Expensess</i>	195
Tabel 12. 9. Perhitungan <i>Profit</i>	196



Tabel L. 1. Komposisi Gas Masuk Absorber	211
Tabel L. 2. Berat Molekul Komponen ABS-01	213
Tabel L. 3. Konstanta Kritis Komponen ABS-01	213
Tabel L. 4. Data untuk Densitas Komponen ABS-01.....	214
Tabel L. 5. Viskositas Komponen ABS-01.....	215
Tabel L. 6. Nilai Difusivitas Tiap Komponen Gas ABS-01	222
Tabel L. 7. Nilai Koefisien Difusivitas Maleat Anhidrat Melalui Campuran Gas ABS-01.....	222
Tabel L. 8. Konstanta Perhitungan Densitas AC-01.....	229
Tabel L. 9. Data Perhitungan Densitas Cairan AC-01.....	230
Tabel L. 10. Konstanta Perhitungan Densitas AC-02.....	234
Tabel L. 11. Data Perhitungan Densitas Cairan AC-02.....	234
Tabel L. 12. Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CF-101).....	245
Tabel L. 13. Hasil Perhitungan Centrifuge CF-101.....	251
Tabel L. 14. Neraca Massa di Sekitar CD-01	253
Tabel L. 15. Konstanta Perhitungan Panas Sensibel Liquid CD-01.....	253
Tabel L. 16. Konstanta Perhitungan Panas Sensibel Gas CD-01	254
Tabel L. 17. Konstanta dan Suhu Kritis Perhitungan H_{vap} di CD-01	254
Tabel L. 18. Perhitngan Neraca Panas di CD-01.....	254
Tabel L. 19. <i>Summary</i> CD-01	260
Tabel L. 20. <i>Summary</i> CD-02	261
Tabel L. 21. Data Kelarutan Pada Suhu 25°C	264
Tabel L. 22. Perhitungan Massa Jenis Campuran, CR-01	265
Tabel L. 23. Komponen Masuk V-01	268
Tabel L. 24. Data Sifat Fisis Arus Masuk V-01	268
Tabel L. 25. Data <i>Vapor Pressure</i> Komponen di V-01	269
Tabel L. 26. Hasil Perhitungan Suhu <i>Bubble Outlet</i> V-01.....	269
Tabel L. 27. Data Cp Komponen FR-01.....	272
Tabel L. 28. <i>Summary</i> HE-01.....	299
Tabel L. 29. <i>Summary</i> HE-02.....	300
Tabel L. 30. <i>Summary</i> HE-03.....	301
Tabel L. 31. <i>Summary</i> HE-04.....	308



Tabel L. 32. <i>Summary</i> HE-05.....	309
Tabel L. 33. <i>Summary</i> HE-06.....	310
Tabel L. 34. Komposisi Umpan C-01.....	311
Tabel L. 35. Konstanta Cp komponen pada C-01	312
Tabel L. 36. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-01	355
Tabel L. 37. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-02	356
Tabel L. 38. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-03	357
Tabel L. 39. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-04	358
Tabel L. 40. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-05	359
Tabel L. 41. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-06	360
Tabel L. 42. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-07	361
Tabel L. 43. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-08	362
Tabel L. 44. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-09	363
Tabel L. 45. <i>Summary</i> Spesifikasi Pompa P-10	364
Tabel L. .Data Kapasitas Panas Komponen R-01	369
Tabel L. . Data Viskositas untuk Komponen R-01.....	369
Tabel L. 48. Data Kapasitas Panas Komponen R-02.....	404
Tabel L. 49. Data Viskositas untuk Komponen R-02.....	404
Tabel L. 50. Data Massa Jenis untuk Komponen R-02	404
Tabel L. 51. Konstanta Perhitungan Panas Sensibel Liquid RB-01	412
Tabel L. 52. Konstanta Perhitungan Panas Sensibel Gas RB-01	412
Tabel L. 53. Konstanta dan Suhu Kritis Perhitungan H_{vap} di RB-01.....	413
Tabel L. 54. Neraca Panas di RB-01	413
Tabel L. 55. <i>SUMMARY</i> RB-01	417
Tabel L. 56. <i>Summary</i> Reboiler 02.....	419
Tabel L. 57. Komposisi Umpan Total Masuk Flash Drum.....	440
Tabel L. 58. Profil Ketebalan Minimum <i>Shell</i> Pada Berbagai Ketinggian pada T-01	446
Tabel L. 59. Nilai-Nilai Konstanta Densitas Pada T-02	449
Tabel L. 60. Densitas Komponen Pada T-02	449
Tabel L. 61. Profil Ketebalan Minimum <i>Shell</i> Pada Berbagai Ketinggian pada T-02	451



Tabel L. 62. Nilai-Nilai Konstanta Densitas Pada T-03	454
Tabel L. 63. Densitas Setiap Komponen Pada T-03.....	455
Tabel L. 64. Profil Ketebalan Minimum <i>Shell</i> Pada Berbagai Ketinggian pada T-03	457
Tabel L. 65. <i>Summary Lay Out</i> VP-01	471
Tabel L. 66. Spesifikasi <i>Coarse Screen (Bar Racks)</i>	473
Tabel L. 67. Desain <i>Vessel</i> untuk <i>Carbon Filter</i>	483
Tabel L. 68. Desain <i>Vessel</i> untuk <i>Mixer</i> M-202.....	484
Tabel L. 69. Desain <i>Vessel</i> untuk <i>Mixer</i> M-203.....	485
Tabel L. 70. Kandungan Ion Air Laut (Lenntech, 2016).....	487
Tabel L. 71. Spesifikasi Membran <i>Reverse Osmosis</i> (Lenntech, 2016).....	488
Tabel L. 72. Desain Tangki untuk TK-207	491
Tabel L. 73. Desain Tangki untuk TK-208.....	492
Tabel L. 74. Desain <i>Vessel</i> untuk <i>Cation Exchanger</i>	497
Tabel L. 75. Desain <i>Vessel</i> untuk <i>Anion Exchanger</i>	500
Tabel L. 76. Desain Tangki untuk TK-211	509
Tabel L. 77. Desain Tangki untuk TK-212.....	510
Tabel L. 78. Desain Tangki untuk TK-201	511
Tabel L. 79. Desain Tangki untuk TK-202.....	512
Tabel L. 80. Desain Tangki untuk TK-203	513
Tabel L. 81. Desain Tangki untuk TK-204.....	514
Tabel L. 82. Desain Tangki untuk TK-205.....	516
Tabel L. 83. Data Perhitungan Entalpi Udara	519
Tabel L. 84. Kebutuhan Air <i>Make up</i> di CT-01	524

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.....	75
Gambar 9. 1. Layout Pabrik Keseluruhan.....	105
Gambar 9. 2. Layout Tangki dan Alat Proses	106
Gambar 9. 3. Layout Bagian Alat Proses.....	107
Gambar 10. 1. Struktur Organisasi Departemen SHE	120
Gambar 10. 2. Penentuan <i>Node</i> pada <i>Boiler</i> untuk Analisis HAZOP	149
Gambar 10. 3. Hasil Rekomendasi HAZOP untuk Boiler	158
Gambar 11. 1. Diagram Organisasi Pabrik Asam Fumarat.....	163
Gambar 12. 1. Hubungan Tahun terhadap <i>CEP Cost Index</i>	179
Gambar 12. 2. Hubungan <i>Cost</i> dengan Kapasitas Produksi.....	201
Gambar 12. 3. Hubungan Perubahan Variabel terhadap Perubahan DCFRR.....	202
Gambar L. 1. Jenis Isian <i>Packing</i>	218
Gambar L. 2. <i>Head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i>	232
Gambar L. 3. Referensi Kapasitas Maksimum Belt Conveyor	239
Gambar L. 4. Referensi <i>Belt Conveyor</i> (Brown, 1950)	240
Gambar L. 5. Porositas Kueh (Brown, 1950).....	247
Gambar L. 6. Skema Basket.....	248
Gambar L. 7. Skema <i>Crystallizer</i>	263
Gambar L. 8. Skema Tangki <i>Crystallizer</i>	266



Gambar L. 9. Sketsa Furnace jenis <i>Fire Box</i>	271
Gambar L. 10. Penentuan Flue Gas	274
Gambar L. 11. Grafik 1.18 Evans.....	277
Gambar L. 12. Tekanan Parsial CO ₂ dan H ₂ O	279
Gambar L. 13. Grafik 1.8 Evans Hubungan Emissivity dengan PL.....	280
Gambar L. 14. Grafik 1.9 Evans.....	280
Gambar L. 15. Grafik 1.10 Evans.....	281
Gambar L. 16. Grafik koefisien Flue Gas Convection	284
Gambar L. 17. Grafik <i>Gas Radiation Coefficient</i>	285
Gambar L. 18. Skema HE-01	288
Gambar L. 19. Ilustrasi MD <i>Packing</i>	314
Gambar L. 20. Hubungan F _{LV} dan K ₄	329
Gambar L. 21. Skema Perpindahan Panas pada Dinding Menara.....	338
Gambar L. 22. <i>Mechanical Design</i> MD-01	342
Gambar L. 23. Ilustrasi Mixer M-01.....	345
Gambar L. . Skema Neraca Massa R-01.....	366
Gambar L. . Penampang Samping R-01	379
Gambar L. . Penampang Bawah R-01	379
Gambar L. . Susunan Pipa dalam R-01.....	380
Gambar L. . Penampang Pipa dan Katalis dalam R-01	380
Gambar L. 29. Skema Rotary Dryer	420
Gambar L. 30. Skema Rotary Cooler	432
Gambar L. 31. Skema Perancangan Tangki Penyimpanan.....	444
Gambar L. 32. Skema Perancangan Tangki Penyimpanan Asam Fumarat	459
Gambar L. 33. Skema Preheater Zone dan Vaporization Zone.....	463
Gambar L. 34. Ilustrasi Mixer M-201.....	477
Gambar L. 35. Ilustrasi SWRO <i>Spiral Wound Module</i>	486
Gambar L. 36. Sketsa Perancangan <i>Head (Conical Roof)</i>	490
Gambar L. 37. <i>Generalized Pressure Drop Correlation</i>	503
Gambar L. 38. Desain Tangki untuk TK-210	508
Gambar L. 39. Grafik Suhu terhadap Entalpi di CT-01.....	520
Gambar L. 40. <i>Sizing Cooling tower</i>	520



Gambar L. 41. *Horsepower Chart for Induced-draft Cooling tower* 524