UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

EXECUTIVE SUMMARY i
LEMBAR PENGESAHAN iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR TABEL STANDAR xxiii
INTISARI xxv
ABSTRACT xxvi
BAB I PENDAHULUAN 1
I.1. Latar Belakang 1
I.2. Pemilihan Proses 2
I.3. Analisis Pasar 7
I.4. Pemilihan Lokasi 13
BAB II URAIAN PROSES 18
BAB III SPESIFIKASI BAHAN 23
III.1. Bahan Baku 23
III.2. Bahan Pendukung 24
III.3. Bahan Antara 25
III.4. Bahan Produk 26
BAB IV DIAGRAM BLOK DAN *PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM* 27
IV.1. Diagram Alir Kualitatif 27
IV.2. Diagram Alir Kuantitatif 28
IV.3. Process Engineering Flow Diagram 29
BAB V NERACA MASSA 30
V.1. Neraca Massa Overall 30
V.2. Neraca Massa Alat 31

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB VI NERACA PANAS 42
VI.1. Neraca Panas Desulfurizer V-101 42
VI.2. Neraca Panas Heater E-102 42
VI.3. Neraca Panas Heater E-103 42
VI.4. Neraca Panas Primary Reformer (R-101) 43
VI.5. Neraca Panas Secondary Reformer (R-102) 43
VI.6. Neraca Panas Condenser (E-104) 44
VI.7. Neraca Panas Cooler (E-105) 44
VI.8. Neraca Panas Hydroformylation Reactor (R-401) 44
VI.9. Neraca Panas Hydroformylation Reactor (R-402) 45
VI.10. Neraca Panas Hydroformylation Reactor (R-403) 45
VI.11. Neraca Panas Separator (V-401) 46
VI.12. Neraca Panas Separator (V-402) 46
VI.13. Neraca Panas Condenser (E-401) 46
VI.14. Neraca Panas Oxidation Reactor (R-501) 47
VI.15. Neraca Panas Oxidation Reactor (R-502) 47
VI.16. Neraca Panas Oxidation Reactor (R-503) 47
VI.17. Neraca Panas Condensor (V-501) 48
VI.18. Neraca Panas Menara Distilasi (T-501) 48
BAB VII SPESIFIKASI ALAT 49
VII.1. Alat Proses 49
VII.2. Alat Utilitas 80
BAB VIII UTILITAS 89
VIII.1. Unit Pengolahan Air 89
VIII.2. Unit Penyedia *Steam* 100
VIII.3. Unit Penyedia Udara 105
VIII.4. Unit Pembangkit dan Pendistribusian Tenaga Listrik 110
VIII.5. Unit Pengolahan Limbah 113
BAB IX TATA LETAK PABRIK 120
IX.1. Tata Letak Umum Pabrik 120
IX.2. Identifikasi Hazard pada Tata Letak Pabrik dan Lokasi Proses 121

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

IX.3. Tata Letak Pabrik Asam Propionat 127
BAB X SISTEM MANAJAMEN *SAFETY, HEALTH, AND ENVIRONMENT (SHE)* 130
X.1. Kebijakan Manajemen Safety, Health, and Environment (SHE)..... 130
X.2. Pertimbangan Aspek Keselamatan Pabrik (*Plant Safety Aspect*) 142
X.3. Pertimbangan Aspek Keselamatan dan Kesehatan (*Safety and Health Aspect*) 239
X.4. Pertimbangan Aspek Lingkungan (*Environmental Aspect*)..... 254
X.5. Studi HAZOP (Hazard And Operability)..... 260
X.6. Studi LOPA (Layer of Protection) 277
X.7. Analisis Gas Dispersi 286
X.8. Klasifikasi Area *Hazardous* 289
X.9. Analisis Layout Terhadap Zona Risiko 291
BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN 293
XI.1. Bentuk Perusahaan 293
XI.2. Struktur Organisasi 293
XI.3. Tugas dan Wewenang 296
XI.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan 299
XI.5. Perhitungan Kebutuhan Jumlah Operator 301
XI.6. Penggolongan Gaji Karyawan..... 302
XI.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan..... 303
XI.8. Manajemen Produksi..... 306
BAB XII EVALUASI EKONOMI 309
XII.1. Perhitungan Indeks Harga..... 309
XII.2. Modal Tetap (Fixed Capital Investment)..... 312
XII.3. Biaya Sales..... 325
XII.4. Biaya Produksi (Manufacturing Cost) 325
XII.5. Modal Kerja (Working Capital)..... 326
XII.6. Pengeluaran Umum (*General Expenses*) 327
XII.7. Total Product Cost 327
XII.8. Analisis Profitabilitas..... 327

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

XII.9. Analisis Kelayakan 328
XII.10. Analisis Sensitivitas 336
BAB XIII KESIMPULAN 338
DAFTAR PUSTAKA 339
LAMPIRAN 344
LAMPIRAN ALAT PROSES 344
HEAT EXCHANGER 344
DESULFURIZER 379
REAKTOR 402
SEPARATOR 439
FLASH DRUM 454
MENARA DISTILASI 460
ACCUMULATOR 477
ABSORBER 483
STRIPPER 506
PRESSURE SWING ABSORBER 526
TANGKI PENYIMPANAN 542
KOMPRESSOR 546
POMPA 551
LAMPIRAN ALAT DETAIL 562
REAKTOR PRIMARY REFORMER (R-101) 562
REAKTOR SLURRY BUBBLE (R-401) 618
REAKTOR SLURRY BUBBLE (R-501) 668
ABSORBER (T-201) 717
MENARA DISTILASI (T-501) 754
LAMPIRAN ALAT UTILITAS 801
SCREENER (SC-01) 813
KOLAM EKUALISASI (EK-01) 815
KOLAM SEDIMENTASI (EK-02) 816
DEAERATOR (DA-01) 818
MIXER-01 (MU-01) 821

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

MIXER-02 (MU-02) 826
MIXER-03 (M-03) 827
CARBON FILTER (F-01) 828
SEAWATER REVERSE OSMOSIS (RO-01) 830
KATION *EXCHANGER* (X-01 A/B) 832
ANION *EXCHANGER* (X-102 A/B) 838
TANGKI PENYIMPAN HCl (TU-03) 843
TANGKI PENYIMPAN NaOCl (TU-01) 849
TANGKI PENYIMPAN $NaHSO_3$ (TU-02) 850
TANGKI PENYIMPAN NaOH (TU-04) 851
TANGKI PENYIMPAN *HYDRAZINE* (TU-05) 852
TANGKI DESALINASI (TU-06) 853
TANGKI SANITASI (TU-07) 854
TANGKI PENYIMPAN *HYDRANT* (TU-08) 855
COLD BASIN (B-01) 856
HOT BASIN (B-02) 858
COOLING TOWER (CT-01) 859
PERHITUNGAN DAYA FAN 874

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Propionic Acid..... 1
Gambar 2. Kebutuhan Asam Propionat berdasarkan Komoditi di Dunia 2024 (Mordor Intelligence, 2025)..... 8
Gambar 3. Kebutuhan Pasar Global Asam Propionat Berdasarkan Aplikasi Pada Tahun 2024 (Mordor Intelligence, 2025)..... 10
Gambar 4. Pertumbuhan Pasar Asam Propienat di Dunia (Mordor Intelligence, 2025) 10
Gambar 5. Peta Rupa Bumi Kecamatan Cinangka,Kabupaten Serang, Banten.... 14
Gambar 6. Jarak Lokasi Rencana Pabrik dengan Produsen Etilen 15
Gambar 7. Diagram Alir Kualitatif 27
Gambar 8. Diagram Alir Kuantitatif 28
Gambar 9. *Process Engineering* Flow Diagram 29
Gambar 10. *Proses Flow Diagram* Unit Pengolahan Air 99
Gambar 11. Ilustrasi Pembuatan *Steam* di Boiler 100
Gambar 12. Tata Letak Pabrik Asam Propionat 127
Gambar 13. Tata Letak Alat dalam Area Proses..... 128
Gambar 14. Tata Letak Alat dalam Area Tangki Penyimpanan 129
Gambar 15. Bagan Struktur Organisasi Manajemen SHE..... 141
Gambar 16. *Symbolic Diagram Primary Reformer* (R-101) dan *Heater* (E-103) sebelum studi HAZOP 261
Gambar 17. *Symbolic Diagram Primary Reformer* (R-101) dan *Heater* (E-103) setelah studi HAZOP 276
Gambar 18. Hasil Simulasi *Threat Zone* di ALOHA..... 287
Gambar 19. Klasifikasi Area Hazardous Pabrik Asam Propionat 291
Gambar 20. Analisis Layout terhadap Zona Risik..... 291
Gambar 21. Struktur Organisasi Perusahaa 295
Gambar 22. Grafik CEP 2010-2024..... 310
Gambar 23. Grafik Hasil Analisis BEP dan SDP 336
Gambar 24. *Plot Sensitivity Analysis* 336
Gambar 25. Skema E-103 344
Gambar 26. Grafik Faktor Friksi *Shell Side*..... 351
Gambar 27. Grafik Faktor Friksi *Tube Side*..... 352
Gambar 28. Skema *Ellipsoidal Heads* 354
Gambar 29. Skema E-505 359
Gambar 30. Skema E-504 367
Gambar 31. Skema E-403 374
Gambar 32. Skema Desulfurizer..... 380
Gambar 33. Skema Elemen Volume dalam Desulfurizer 381
Gambar 34. Grafik Perubahan Suhu terhadap Ketinggian *Desulfurizer*..... 401
Gambar 35. Grafik Perubahan Konsentrasi terhadap Ketinggian Desulfurizer.. 401
Gambar 36. Grafik Perubahan Tekanan terhadap Ketinggian Desulfurizer 402
Gambar 37. Skema *Secondary Reformer* 403
Gambar 38. Elemen Volume di Steam Methane Reformer 406
Gambar 39. Skema Ellipsoidal *Head*s 413

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 40. Profile Suhu pada Zona Pembakaran 438
Gambar 41. Profile Suhu pada Zona Katalitik 438
Gambar 42. Profile Laju Alir Molar pada Zona Pembakaran 439
Gambar 43. Profile Laju Alir Molar pada Zona Katalitik 439
Gambar 44. Skema Separator V-102 440
Gambar 45. Skema Ellipsoidal Heads 447
Gambar 46. Skema V-501 449
Gambar 47. Skema Ellipsoidal *Head*s 453
Gambar 48. Skema V-401 454
Gambar 49. Faktor Kecepatan Uap Desain untuk Pemisah Uap-Cair Vertikal pada 85% Flooding 459
Gambar 50. Skema T-501 460
Gambar 51. Grafik Hubungan Koefisien Aktivitas dengan Fraksi Mol Asam Propionat 462
Gambar 52. Ilustrasi *rectifying section* 468
Gambar 53. Ilustrasi stage 1 470
Gambar 54. Ilustrasi Stripping Section 473
Gambar 55. Ilustrasi Stage m 474
Gambar 56. Skema AC-501 478
Gambar 57. *Skema Dimensi Ellipsoidal Head* 482
Gambar 58. Skema *Absorber* T-201 484
Gambar 59. Skema *Absorber* 489
Gambar 60. Skema Stripper T-202 507
Gambar 61. Skema Neraca Massa *Stripper* 510
Gambar 62. Skema *Pressure Swing Adsorption* V-301 526
Gambar 63. Algoritma Mencari Nilai *superficial velocity* (V_s) 531
Gambar 64. Skema *Ellipsoidal Heads* 534
Gambar 65. Simulasi Fase Adsorpsi dan Fase Desorpsi Pressure Swing Adsorption V-301 540
Gambar 66. Skema TK-501 542
Gambar 67. Skema C-501 547
Gambar 68. Grafik untuk Menentukan Jenis Kompresor 548
Gambar 69. Skema Alat P-201 552
Gambar 70. Grafik penentu jenis pompa *(Figure* 5.6 Sinnott, 1999) 556
Gambar 71. Skema *Primary Reformer* 562
Gambar 72. Elemen Volume di *Steam Methane Reformer* 564
Gambar 73. Profil Suhu pada Dinding Reaktor 578
Gambar 74. Grafik Hubungan Persentase Heat Loss terhadap Tebal Isolasi 581
Gambar 75. Grafik Hubungan Flowrate Terhadap Panjang Tube 614
Gambar 76. Grafik Hubungan Konversi CH4 Terhadap Panjang Tube 614
Gambar 77. Grafik Hubungan Suhu Reaksi Terhadap Panjang Tube 615
Gambar 78. Grafik Hubungan Tekanan Terhadap Panjang Tube 615
Gambar 79. Tampak depan Primary Reformer (Lanjutan) 616
Gambar 80. Tampak Bagian Dalam Primary Reformer (Lanjutan) 617
Gambar 81. Skema Alat R-401 618

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 82. Mekanisme Perpindahan Massa Reaktan dari Fase Gas Menuju Fase Cair 619
Gambar 83. Hubungan Jumlah Reaktor Alir Berpengaduk (n) terhadap 631
Gambar 84. Skema R-401 Tampak Depan 657
Gambar 85. Skema R-401 Tampak Atas 658
Gambar 86. Skema R-401 Tampak Bawah 658
Gambar 87. Skema Ring Sparger R-401 (Tampak Atas) 659
Gambar 88. Skema Alat R-501 668
Gambar 89. Mekanisme Perpindahan Massa Oksigen dari Fase Gas Menuju Fase Cair 670
Gambar 90. Tabel 11 Kern 690
Gambar 91. Tabel 11 Kern 693
Gambar 92. Tabel 11 Kern 696
Gambar 93. Tampak Bawah Reaktor Slurry Bubble R-501 711
Gambar 94. Grafik Panjang *Weir* 778
Gambar 95. Skema *Screener* SC-01 813
Gambar 96. Skema Kolam Ekualisasi K-01 815
Gambar 97. Skema Kolam Sedimentasi K-02 816
Gambar 98. Skema Dearator DA-01 818
Gambar 99. Skema Mixer Klorinasi (MU-01) 821
Gambar 100. Skema Pengaduk pada Mixer 824
Gambar 101. Skema Mixer Klorinasi MU-02 826
Gambar 102. Skema Mixer Klorinasi MU-03 827
Gambar 103. Skema Carbon Filter F-01 828
Gambar 104. Skema Mixer Klorinasi RO-01 830
Gambar 105. Neraca Massa pada SWRO 831
Gambar 106. Skema *Cation Exchanger* X-01 A/B 832
Gambar 107. Skema *Anion Exchanger* X-02 A/B 838
Gambar 108. Skema Tangki Penyimpan HCl TU-03 843
Gambar 109. Model Tutup Tangki 847
Gambar 110. Skema Tangki Penyimpan NaOCl TU-01 849
Gambar 111. Skema Tangki Penyimpan $NaHSO_3$ TU-02 850
Gambar 112. Skema Tangki Penyimpan NaOH TU-04 851
Gambar 113. Skema Tangki Penyimpan *Hydrazine* TU-05 852
Gambar 114. Skema Tangki Desalinasi TU-06 853
Gambar 115. Skema Tangki Sanitasi TU-07 854
Gambar 116. Skema Tangki Penyimpan *Hydrant* TU-08 855
Gambar 117. Skema *Cold Basin* B-01 856
Gambar 118. Skema *Hot Basin* B-02 858
Gambar 119. Skema *Cooling tower* CT-01 859
Gambar 120. Elemen Volume di *Cooling Tower* 862
Gambar 121. Ilustrasi Transfer Massa di *Cooling Tower* 862
Gambar 122. Ilustrasi Transfer Massa di *Cooling Tower* 864
Gambar 123. Grafik Garis Kesetimbangan vs Garis Operasi 868
Gambar 124. Grafik 12-8c *Sizing Cooling Tower* (Perry, 2008) 869
Gambar 125. Grafik Penentuan Daya *Fan* (Perry, 2008) 874

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel I. Perbandingan proses pengolahan gas etilen menjadi asam propionat 4
Tabel II. Data Impor Asam Propionat di Indonesia (2020-2024) (Badan Pusat Statistik, 2025) 9
Tabel III. Data Produksi Asam Propionat Tahun 2006 (www.icis.com) 11
Tabel IV. Neraca Massa Total 30
Tabel V. Neraca Massa *Primary Reformer* (R-101) 31
Tabel VI. Neraca Massa *Secondary Reformer* (R-102) 31
Tabel VII. Neraca Massa Separator (V-102) 31
Tabel VIII. Neraca Massa *Absorber* (T-201) 32
Tabel IX. Neraca Massa *Stripper* (T-202) 32
Tabel X. Neraca Massa *Pressure Swing Adsorption* (V-301 dan V-302) 33
Tabel XI. Neraca Massa *Hydroformulation Reactor* (R-401) 33
Tabel XII. Neraca Massa *Hydroformulation Reactor* (R-402) 34
Tabel XIII. Neraca Massa *Hydroformulation Reactor* (R-403) 35
Tabel XIV. Neraca Massa *Flash Drum* (V-401) 35
Tabel XV. Neraca Massa *Flash Drum* (V-402) 36
Tabel XVI. Neraca Massa *Mixer* (MIX-401) 36
Tabel XVII. Neraca Massa Mixer (MIX-402) 37
Tabel XVIII. Neraca Massa *Splitter* (S-401) 38
Tabel XIX. Neraca Massa Kompressor (C-401) 38
Tabel XX. Neraca Massa *Oxidation Reactor* 1 (R-501) 39
Tabel XXI. Neraca Massa *Oxidation Reactor* 2 (R-502) 39
Tabel XXII. Neraca Massa *Oxidation Reactor* 3 (R-503) 40
Tabel XXIII. Neraca Massa *Separator* (V-501) 40
Tabel XXIV. Neraca Massa *Separator* (V-502) 40
Tabel XXV. Neraca Massa Menara Distilasi (T-501) 41
Tabel XXVI. Neraca Massa Accumulator (AC-501) 41
Tabel XXVII. Neraca Massa Reboiler (E-506) 41
Tabel XXVIII. Neraca Panas Desulfurizer V-101 42
Tabel XXIX. Neraca Panas Heater E-102 42
Tabel XXX. Neraca Panas Heater E-103 42
Tabel XXXI. Neraca Panas *Primary Reformer* (R-101) 43
Tabel XXXII. Neraca Panas *Secondary Reformer* (R-102) 43
Tabel XXXIII. Neraca Panas *Condenser* (E-104) 44
Tabel XXXIV. Neraca Panas *Cooler* (E-105) 44
Tabel XXXV. Neraca Panas *Hydroformylation Reactor* (R-401) 44
Tabel XXXVI. Neraca Panas *Hydroformylation Reactor* (R-402) 45
Tabel XXXVII. Neraca Panas *Hydroformylation Reactor* (R-403) 45
Tabel XXXVIII. Neraca Panas *Separator* (V-401) 46
Tabel XXXIX. Neraca Panas *Separator* (V-402) 46
Tabel XL. Neraca Panas *Condenser (*E-401) 46
Tabel XLI. Neraca Panas *Oxidation Reactor* (R-501) 47
Tabel XLII. Neraca Panas *Oxidation Reactor* (R-502) 47
Tabel XLIII. Neraca Panas *Oxidation Reactor* (R-503) 47

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel XLIV. Neraca Panas *Condensor* (V-501) 48
Tabel XLV. Neraca Panas Menara Distilasi (T-501) 48
Tabel XLVI. Spesifikasi Alat Reboiler (E-505) 51
Tabel XLVII. Spesifikasi Alat Kondensor (E-403) 52
Tabel XLVIII. Spesifikasi Alat Kondensor Menara Distilasi (E-504) 53
Tabel XLIX. Spesifikasi Alat Kondensor (E-501) 54
Tabel L. Spesifikasi Alat Kondensor (E-501) 55
Tabel LI. Spesifikasi Alat *Heat Exchanger* (E-101) 56
Tabel LII. Spesifikasi Alat *Heat Exchanger* (E-103) 57
Tabel LIII. Spesifikasi Alat *Heat Exchanger* (E-102) 58
Tabel LIV. Spesifikasi Alat *Heat Exchanger* (E-401) 59
Tabel LV. Spesifikasi Alat *Heat Exchanger* (E-402) 60
Tabel LVI. Spesifikasi Alat *Heat Exchanger* (E-502) 61
Tabel LVII. Spesifikasi Alat *Heat Exchanger* (E-201) 62
Tabel LVIII. Spesifikasi Alat *Desulfurizer* (V-101) 63
Tabel LIX.Spesifikasi Alat *Desulfurizer* (V-101) 64
Tabel LX. Spesifikasi Alat Reaktor Secondary Reformer (R-102) 65
Tabel LXI. Spesifikasi Alat Reaktor Slurry Bubble (R-401) 65
Tabel LXII. Spesifikasi Alat Reaktor Slurry Bubble (R-402) 66
Tabel LXIII. Spesifikasi Alat Reaktor Slurry Bubble (R-403) 67
Tabel LXIV. Spesifikasi Alat Reaktor Slurry Bubble (R-501) 68
Tabel LXV. Spesifikasi Alat Reaktor Slurry Bubble (R-502) 68
Tabel LXVI. Spesifikasi Alat Reaktor Slurry Bubble (R-503) 69
Tabel LXVII. Spesifikasi Alat Separator (V-102) 70
Tabel LXVIII. Spesifikasi Alat Separator (V-501) 70
Tabel LXIX. Spesifikasi Alat Kompressor (C-401) 72
Tabel LXX. Spesifikasi Alat Kompressor Udara (C-501) 73
Tabel LXXI. Spesifikasi Alat Absorber (T-201) 73
Tabel LXXII. Spesifikasi Alat Stripper (T-202) 74
Tabel LXXIII. Flowrate Kebutuhan Air 89
Tabel LXXIV. Kebutuhan Air Pendingin 90
Tabel LXXV. Kebutuhan Air untuk Steam 91
Tabel LXXVI. Baku Mutu Air Laut di Pantai Sambolo Banten 92
Tabel LXXVII. Kebutuhan *Steam* 100
Tabel LXXVIII. Komposisi Komponen dalam Gas Alam 103
Tabel LXXIX. Reaksi yang Terjadi dalam Burner 104
Tabel LXXX. Hasil Perhitungan Kebutuhan Oksigen 104
Tabel LXXXI. Data Kebutuhan Udara Instrumentasi 105
Tabel LXXXII. Data Kandungan Unsur Udara dalam Sistem Boiler 107
Tabel LXXXIII. Data Kandungan Unsur Udara dalam Sistem Boiler 107
Tabel LXXXIV. Kebutuhan Listrik Proses 110
Tabel LXXXV. Kebutuhan Listrik Utilitas 111
Tabel LXXXVI. Nilai Ambang Batas Limbah Gas 114
Tabel LXXXVII. Komposisi Limbah Gas yang Dihasilkan dari Unit Proses 115
Tabel LXXXVIII. Nilai Ambang Batas Limbah Cair 116
Tabel LXXXIX. Komposisi Limbah Cair yang Dihasilkan dari Unit Proses 117

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel XC. Komposisi Limbah Cair yang Dihasilkan dari Unit Utilitas 118
Tabel XCI. Identifikasi Hazard pada Tata Letak Pabrik dan Lokasi Proses..... 121
Tabel XCII. Identifikasi Hazard Bahan Kimia dalam Proses 142
Tabel XCIII. Alat Pelindung Diri..... 178
Tabel XCIV. Identifikasi Hazard pada Peralatan Proses 185
Tabel XCV. Identifikasi Hazard pada Peralatan Proses Utilitas..... 229
Tabel XCVI. Identifikasi Hazard Paparan Kimia 239
Tabel XCVII. Identifikasi Hazard Paparan Fisik..... 251
Tabel XCVIII. Identifikasi Hazard Emisi Gas dalam Proses..... 254
Tabel XCIX. Identifikasi Hazard Limbah Cair dalam Proses..... 256
Tabel C. Identifikasi Hazard Limbah Padat dalam Proses..... 259
Tabel CI. Studi HAZOP pada Heat Exchanger E-103..... 262
Tabel CII. Studi HAZOP pada *Primary Reformer* (R-101)..... 264
Tabel CIII. Skenario Bahaya *Heat Exchanger* (E-103) dan Reaktor Primary Reformer (R-101)..... 278
Tabel CIV. Nilai Frekuensi Inisiasi dan Skenario Bahaya 280
Tabel CV. Identifikasi Independent Protection Layer 281
Tabel CVI. Perhitungan Risiko Residual (Crowl and Louvar, 2019)..... 281
Tabel CVII. Matriks Risiko Awal dan Risiko Residual Analisis LOPA 283
Tabel CVIII. Ringkasan Skenario LOPA 284
Tabel CIX. Rekomendasi Tindakan Tambahan..... 285
Tabel CX. Data Meterologi Lokasi Pabrik 286
Tabel CXI. Data Detail Pelepasan Hidrogen 286
Tabel CXII. Hasil Simulasi Threat Zone 287
Tabel CXIII. Pembagian Jadwal Karyawan Shift..... 300
Tabel CXIV. Perhitungan Jumlah Kebutuhan Operator Unit Proses..... 301
Tabel CXV. Perhitungan Jumlah Kebutuhan Operator Unit Utilitas..... 302
Tabel CXVI. Pembagian Gaji Karyawan..... 303
Tabel CXVII. Data CEP Index pada Beberapa Tahun Terakhir..... 309
Tabel CXVIII. Data CEP Index pada Tahun 2025-2033 311
Tabel CXIX. Kriteria Pabrik Menurut Resikonya 311
Tabel CXX. Perhitungan Harga Alat Proses..... 314
Tabel CXXI. Perhitungan Harga Alat Unit Utilitas..... 317
Tabel CXXII. Perhitungan Harga Bahan Baku Utama 320
Tabel CXXIII. Perhitungan Harga Bahan Pendukung..... 321
Tabel CXXIV. Perhitungan Harga *Raw Material Utility*..... 321
Tabel CXXV. Perhitungan Harga Listrik..... 322
Tabel CXXVI. Fixed Capital 324
Tabel CXXVII. Perhitungan Sales..... 325
Tabel CXXVIII. Perhitungan Manufacturing Cost..... 325
Tabel CXXIX. Perhitungan Working Capital..... 326
Tabel CXXX. Perhitungan General Expense..... 327
Tabel CXXXI. Annual Cash Flow Perusahaan..... 333
Tabel CXXXII. Perhitungan BEP dan SDP..... 334
Tabel CXXXIII. Densitas Fluida Panas pada E-103..... 345
Tabel CXXXIV. Densitas Fluida Dingin pada E-103..... 345

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel CXXXV. Viskositas Gas Fluida Panas pada E-103 345
Tabel CXXXVI. Viskositas Gas Fluida Dingin pada E-103 346
Tabel CXXXVII. Konduktivitas Panas Gas Fluida Panas pada E-103 346
Tabel CXXXVIII. Konduktivitas Dingin Gas Fluida Panas pada E-103 346
Tabel CXXXIX. Kapasitas Panas Gas Fluida Panas pada E-103 346
Tabel CXL. Kapasitas Dingin Gas Fluida Panas pada E-103 347
Tabel CXLI. Neraca Panas pada Fluida Dingin 347
Tabel CXLII. Spesifikasi Shell and Tube pada E-103 349
Tabel CXLIII. Data dan Hasil Perhitungan Parameter E-103 349
Tabel CXLIV. Kesimpulan Alat *Heater* E-103 358
Tabel CXLV. Data Kapasitas Panas Komponen Cair *Reboiler* E-504 360
Tabel CXLVI. Data Beban Panas *Feed* Menara Distilasi 361
Tabel CXLVII. Data Beban Panas Distilat Menara Distilasi 361
Tabel CXLVIII. Data Beban Panas *Bottom* Menara Distilasi 361
Tabel CXLIX. Kesimpulan Reboiler E-504 366
Tabel CL. Neraca Massa Kondenser E-503 368
Tabel CLI. Data Panas Laten Kondenser E-504 369
Tabel CLII. Beban Panas Laten Kondenser E-504 369
Tabel CLIII. Data Kapasitas Panas Komponen Cair Kondensor 369
Tabel CLIV. Data Kapasitas Panas Kondensor 369
Tabel CLV. Data Kapasitas Panas Pendingin Kondenser E-503 370
Tabel CLVI. Design Rancangan Kondenser E-503 371
Tabel CLVII. Kesimpulan Kondesor E-504 373
Tabel CLVIII. Neraca Massa Kondenser E-403 374
Tabel CLIX. Perhitungan Panas Sensibel Kondenser E-403 375
Tabel CLX. Data Panas Laten Komponen Kondenser E-403 375
Tabel CLXI. Beban Panas Kondenser E-403 375
Tabel CLXII. Kapasitas Panas Pendingin Kondenser E-403 376
Tabel CLXIII. Desain Kondenser E-403 377
Tabel CLXIV. Kesimpulan Kondesor E-403 379
Tabel CLXV. Neraca Massa Total pada Inkremen Volume Desulfurizer 382
Tabel CLXVI. Hasil Akhir Perhitungan Desulfurizer (V-101) 387
Tabel CLXVII. Neraca Massa di Separator V-102 440
Tabel CLXVIII. Hasil Perhitungan Densitas Cairan Pada V-102 441
Tabel CLXIX. Hasil Perhitungan BM_{mix} *Vapor* Pada V-102 442
Tabel CLXX. Hasil Perhitungan Densitas Cairan Pada V-501 450
Tabel CLXXI. Hasil Perhitungan Densitas Cairan Pada V-501 450
Tabel CLXXII. Konstanta Tekanan Uap 456
Tabel CLXXIII. Perhitungan Konstanta Kesetimbangan 456
Tabel CLXXIV. Perhitungan Flash Isotermal (Metode Rachford-Rice) 456
Tabel CLXXV. Neraca Massa Campuran 457
Tabel CLXXVI. Konstanta Densitas (Yaws) 458
Tabel CLXXVII. Perhitungan Densitas Campuran 458
Tabel CLXXVIII. Distribusi Komponen Menara Distilasi T-501 462
Tabel CLXXIX. Konsatnta Perhitungan Tekanan Uap 463
Tabel CLXXX. Kondisi *Feed* Menara Distilasi T-501 463

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel CLXXXI. Kondisi Distilat Menara Distilasi T-501 464
Tabel CLXXXII. Kondisi *Bottom* Menara Distilasi T-501 464
Tabel CLXXXIII. Data Viskositas Komponen Cair Menara Distilasi T-501 467
Tabel CLXXXIV. Parameter Persamaan Yaws Densitas Cairan 479
Tabel CLXXXV. Hasil Perhitungan Densitas Cairan 479
Tabel CLXXXVI. Data Arus Masuk Absorber 485
Tabel CLXXXVII. Data Perhitungan Viskositas Gas Arus Masuk *Absorber* 485
Tabel CLXXXVIII. Data Konstanta Untuk Perhitungan Densitas Gas Arus *Absorber* 487
Tabel CLXXXIX. Data Perhitungan Densitas Gas Arus Masuk *Absorber* 488
Tabel CXC. Data Perhitungan Berat Molekul Gas Arus Masuk *Absorber* 488
Tabel CXCI. Data Difusivitas CO_2 terhadap Senyawa Lain dalam Gas 495
Tabel CXCII. Hasil Perhitungan Difusivitas Gas 496
Tabel CXCIII. Kesimpulan Spesifikasi Absorber 502
Tabel CXCIV. Data Neraca Massa Stripper 508
Tabel CXCV. Data Perhitungan Viskositas Cair Arus Masuk *Stripper* 508
Tabel CXCVI. Data Konstanta Untuk Perhitungan Densitas Cair Arus Masuk *Stripper* 509
Tabel CXCVII. Data Perhitungan Densitas Cair Arus Masuk *Stripper* 509
Tabel CXCVIII. Data Difusivitas CO_2 terhadap Senyawa Lain dalam Gas 516
Tabel CXCIX. Kesimpulan Spesifikasi Stripper 522
Tabel CC. Neraca Massa PSA V-301, V-302 527
Tabel CCI. Fraksi Mol *Input* V-301, V-302 527
Tabel CCII. Kesimpulan Perancangan V-301 541
Tabel CCIII. Neraca Massa Input Penyimpanan Asam Propionat 543
Tabel CCIV. Parameter Persamaan Yaws Densitas Cairan 543
Tabel CCV. Perhitungan Densitas Campuran Tangki Penyimpanan TK-501 543
Tabel CCVI. Perhitungan Tebal *Shell* Tangki Penyimpanan TK-501 545
Tabel CCVII. Data CP Udara 548
Tabel CCVIII. Ringkasan Spesifikasi Kompresor C-501 551
Tabel CCIX. Flowrate Komponen Pompa-201 553
Tabel CCX. Perhitungan Densitas Cairan 553
Tabel CCXI. Hasil Perhitungan Viskositas Cairan 554
Tabel CCXII. Spesifikasi Pipa pada P-201 555
Tabel CCXIII. Perhitungan *Head* Pompa P-201 555
Tabel CCXIV. Data Konstanta Antoine tiap Komponen 559
Tabel CCXV. Spesifikasi Desain P-201 560
Tabel CCXVI. Korelasi *Coulburn* Hubungan Dp/ID terhadap hw/h 568
Tabel CCXVII. Spesifikasi Pipa Gas Proses 575
Tabel CCXVIII. Spesifikasi Pipa Fuel 576
Tabel CCXIX. Data Tebal dan Konduktivitas Isolator 580
Tabel CCXX. Nilai $\boldsymbol{Ki}$ di reaktor 622
Tabel CCXXI. Neraca Massa R-401 627
Tabel CCXXII. Laju alir molar di R-401 628
Tabel CCXXIII. Fraksi molar komponen di R-401 628
Tabel CCXXIV. Fraksi molar komponen di R-401 629

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel CCXXV. Hasil perhitungan volume reaktor pada berbagai konfigurasi .. 630
Tabel CCXXVI. Data nilai $\Delta H°f$ tiap komponen R-401 634
Tabel CCXXVII. Nilai Kapasitas Panas Komponen R-401 634
Tabel CCXXVIII. Nilai ΔHin tiap komponen R-401 635
Tabel CCXXIX. Nilai $\Delta Hout$ tiap komponen R-401 635
Tabel CCXXX. Spesifikasi R-401 659
Tabel CCXXXI. Hasil perhitungan volume reaktor pada berbagai konfigurasi. 673
Tabel CCXXXII. Neraca Massa Komponen di R-501..... 676
Tabel CCXXXIII. Laju alir molar di R-501..... 677
Tabel CCXXXIV. Data vapor pressure dan konstanta kesetimbangan komponen 678
Tabel CCXXXV. Fraksi molar komponen di 679
Tabel CCXXXVI. Fraksi molar komponen di R-501 681
Tabel CCXXXVII. Perhitungan Kapasitas Panas Air Pendingin 685
Tabel CCXXXVIII. Perhitungan Viskositas Propanal..... 691
Tabel CCXXXIX. Perhitungan Viskositas Udara..... 694
Tabel CCXL. Perhitungan Viskositas Propanal..... 697
Tabel CCXLI. Spesifikasi R-501 707
Tabel CCXLII. Data Arus Masuk Absorber 718
Tabel CCXLIII. Data Perhitungan Viskositas Gas Arus Masuk *Absorber*..... 719
Tabel CCXLIV. Data Konstanta Untuk Perhitungan Densitas Gas Arus *Absorber* 720
Tabel CCXLV. Data Perhitungan Densitas Gas Arus Masuk *Absorber*..... 721
Tabel CCXLVI. Data Perhitungan Berat Molekul Gas Arus Masuk *Absorber*.. 721
Tabel CCXLVII. Data Difusivitas CO_2 terhadap Senyawa Lain dalam Gas..... 729
Tabel CCXLVIII. Hasil Perhitungan Difusivitas Gas 729
Tabel CCXLIX. Kesimpulan Spesifikasi Absorber..... 736
Tabel CCL. Dimensi Standar *Internal Distributor* Tipe *Trough* 740
Tabel CCLI. Distribusi Komponen Menara Distilasi T-501..... 755
Tabel CCLII. Konsatnta Perhitungan Tekanan Uap 757
Tabel CCLIII. Kondisi *Feed* Menara Distilasi T-501..... 757
Tabel CCLIV. Kondisi Distilat Menara Distilasi T-501..... 758
Tabel CCLV. Kondisi *Bottom* Menara Distilasi T-501 758
Tabel CCLVI. Data Viskositas Komponen Cair Menara Distilasi T-501 761
Tabel CCLVII. Konsatnta Perhitungan Densitas Cairan 771
Tabel CCLVIII. Densitas Cairan *Top* Menara Distilasi..... 771
Tabel CCLIX. Densitas Cairan *Bottom* Menara Distilasi..... 772
Tabel CCLX. Berat Molekul *Top* Menara Distilasi..... 772
Tabel CCLXI. Berat Molekul *Bottom* Menara Distilasi 772
Tabel CCLXII. Spesifikasi *Plate* T-501 Menara Distilasi..... 786
Tabel CCLXIII. Perhitungan Densitas Cairan 802
Tabel CCLXIV. Hasil Perhitungan Viskositas Cairan..... 803
Tabel CCLXV. Spesifikasi Pipa pada P-01 803
Tabel CCLXVI. Perhitungan Head Pompa (P-01)..... 804
Tabel CCLXVII. Data Konstanta Antoine tiap Komponen..... 808
Tabel CCLXVIII. Spesifikasi Pompa 810

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel CCLXIX. Spesifikasi Alat SWRO 831
Tabel CCLXX. Data perhitungan jumlah ion yang harus ditukar (N_{ek}) 834
Tabel CCLXXI. Kandungan Anion pada Air Desalinasi 839
Tabel CCLXXII. Hasil Perhitungan Entalpi untuk Garis Kesetimbangan 868
Tabel CCLXXIII. Hasil Perhitungan Integral dengan Metode Simpson 872
Tabel CCLXXIV. Hasil Total Kebutuhan *Make-Up water* 874

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL STANDAR

Nama Alat	Jenis	Jumlah	Standar yang digunakan
Reaktor	Fixed Bed Adsorber	1	ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) Section VIII • ASME Section I
	Fixed Bed Multitube	1	• ASME Section VIII Div II • API Standard 660
	Fixed Bed Adiabatic	1	• ASTM (American Society for Testing and Materials) • ASME Section VIII Div II
	Slurry Bubble	6	• ASME BPVC Section VIII Division 1 • ASME Section II • API Standard 660
Menara Distilasi	Md-Tray	1	• ASME Section VIII Div. 1
Kompresor	Reciprocating	2	• API Srandard 618
Flash Drum	-	3	• ASME Section VIII Div. 1
	Kondensor	4	• TEMA (Tubular Exchanger Manufacturers Association) • ASME Section VIII Div. 1
	Heater	4	• ASME Section II

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Propionat dari Gas Etilen dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun
Naufal Hakim, Ir. Sofiyah, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Nama Alat	Jenis	Jumlah	Standar yang digunakan
	Reboiler	1	• TEMA (Tubular Exchanger Manufacturers Association) • ASME Section VIII Div. 1
Absorber	-	1	• ASME Section VIII Div. 1 • ASME Section II Part D
Stripper	-	1	• ASME Section VIII Div. 1 • ASME Section II Part D
Storage Tank	Ellipsoidal Tank	3	• ASME Section VIII Div. 1
	Cylindrical Tank	1	• API 650 • ASME Section II Part D
Pressure Swing Adsorption	-	1	• ASME Section VIII Div. 1
Pompa	Sentrifugal	8	• API 610 • ASME B73.1
Akumulator	*Cylindrical Tank*	1	• ASME BPVC