UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PRARANCANGAN PABRIK PARASETAMOL DARI P-NITROKLOROBENZENA DENGAN KAPASITAS 3000 TON/TAHUN
Muhammad Radithya Akmal Rasheed, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ..... **iii**
PRAKATA ..... **iv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xvi**
DAFTAR TABEL ..... **xviii**
DAFTAR KODE DAN STANDAR ..... **xxiii**
INTISARI ..... **xxiv**
ABSTRACT ..... **xxv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tinjauan Pustaka 2
1.2.1 P-Nitroklorobenzena 3
1.2.2 p-Nitrophenol 4
1.2.3 p-Aminophenol 5
1.2.4 Parasetamol (Asetiaminophenol) 6
1.3 Analisis Pasar 7
1.3.1 Potensi bahan Baku Utama 8
1.3.2 Potensi Pasar 8
1.3.3 Kapasitas Pabrik Existing 9
1.3.4 Kapasitas Produksi Optimum 9
1.3.5 Lokasi Pabrik 10
BAB II URAIAN PROSES **11**
2.1 Proses Pembentukan p-Nitrofenol dari p-Nitroklorobenzena 11
2.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku 11
2.1.2 Tahap Hidrolisis Basa p-Nitroklorobenzena 11
2.1.3 Tahap Pemekatan Larutan s-PNP 13
2.1.4 Tahap Asidifikasi 13
2.1.5 Tahap Ekstraksi 13
2.1.6 Tahap Kristalisai dan Sentrifugasi 14
2.1.7 Tahap Pengeringan 14
2.2 Proses Pembentukan p-Aminofenol dari p-Nitrofenol 15
2.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku 15
2.2.2 Tahap Hidrogenasi 15
2.2.3 Tahap Separasi Solven 15

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PRARANCANGAN PABRIK PARASETAMOL DARI P-NITROKLOROBENZENA DENGAN KAPASITAS 3000 TON/TAHUN
Muhammad Radithya Akmal Rasheed, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.4 Tahap Purifikasi 16
2.2.5 Tahap Pengeringan 17
2.3 Proses Pembentukan Parasetamol dari p-Aminofenol 17
2.3.1 Tahap Asetilasi 17
2.3.2 Tahap Kristalisasi Pertama 18
2.3.3 Tahap Pemisahan Pertama 18
2.3.4 Tahap Adsorpsi 19
2.3.5 Tahap Kristalisasi Kedua 20
2.3.6 Tahap Pemisahan Kedua 20
2.3.7 Tahap Pengeringan 21
BAB III . SPESIFIKASI BAHAN 23
3.1 Spesifikasi Bahan Baku 23
3.1.1 p-Nitroklorobenzena 23
3.2 Spesifikasi Produk Antara 23
3.2.1 p-Nitrofenol 23
3.2.2 p-Aminofenol 23
3.3 Spesifikasi Produk 24
3.3.1 Parasetamol 24
3.4 Spesifikasi Bahan Pendukung 24
3.4.1 Etanol 96% 24
3.4.2 Asam Sulfat 98% 24
3.4.3 Toluena 24
3.4.4 Natrium Hidroksida 24
3.4.5 Hidrogen 25
3.4.6 Acetic Anhydride 25
3.4.7 Katalis Pt/C 25
BAB IV GANTT CHART PROSES 26
BAB V BLOK FLOW DIAGRAM (BFD) DAN PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PEFD) 29
BAB VI NERACA MASSA 34
6.1 Mixer (M-101) 34
6.2 Reaktor (R-101) 34
6.3 Cooler (C-101) 34
6.4 Cooler (C-102) 35
6.5 Evaporator (EV-101) 35
6.6 Reaktor Asidifikasi (R-102) 35
6.7 Ekstraktor (E-101) 36

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PRARANCANGAN PABRIK PARASETAMOL DARI P-NITROKLOROBENZENA DENGAN KAPASITAS 3000 TON/TAHUN
Muhammad Radithya Akmal Rasheed, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

6.8 Crystallizer (CR-101).....36
6.9 Centrifuge (CF-101).....36
6.10 Dryer (D-101).....37
6.11 Mixer (M-201).....37
6.12 Reaktor (R-201).....37
6.13 Filter (F-201).....38
6.14 Flash Drum (FD-201).....38
6.15 Reaktor Asidifikasi (R-202).....38
6.16 Ekstraktor (E-201).....39
6.17 Netralizer (N-201).....39
6.18 Centrifuge (CF-201).....39
6.19 Dryer (D-201).....40
6.20 Menara Distilasi (MD-201).....40
6.21 Reaktor Asetilasi (R-301).....41
6.22 Crystallizer (CR-301).....41
6.23 Centrifuge (CF-301).....41
6.24 Evaporator (EV-301).....42
6.25 Mixer (M-301).....42
6.26 Adsorber (AD-301).....43
6.27 Crystallizer (CR-302).....43
6.28 Centrifuge (CF-302).....44
6.29 Splitter (S-301).....44
6.30 Dryer (D-301).....44
BAB VII NERACA PANAS.....46
7.1 Mixer (M-101).....46
7.2 Reaktor Hidrolisis (R-101).....47
7.3 Cooler (C-101).....47
7.4 Cooler (C-102).....47
7.5 Evaporator (EV-101).....48
7.6 Reaktor Asidifikasi (R-102).....48
7.7 Crystallizer (CR-102).....48
7.8 Dryer (D-101).....48
7.9 Mixer (M-201).....49
7.10 Reaktor Hidrogenasi (R-201).....49
7.11 Flash Drum (FD-201).....49
7.12 Cooler (C-201).....50
7.13 Reaktor Asidifikasi (R-202).....50

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PRARANCANGAN PABRIK PARASETAMOL DARI P-NITROKLOROBENZENA DENGAN KAPASITAS 3000 TON/TAHUN
Muhammad Radithya Akmal Rasheed, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

7.14 Netralizer (N-201) 50
7.15 Dryer (D-201) 51
7.16 Heater (H-201) 51
7.17 Cooler C-202 51
7.18 Reaktor Asetilasi (R-301) 51
7.19 Crystallizer (CR-301) 52
7.20 Centrifuge (CF-301) 52
7.21 Evaporator (EV-301) 52
7.22 Mixer (M-301) 52
7.23 Adsorber (AD-301) 53
7.24 Crystallizer (CR-302) 53
7.25 Centrifuge (CF-302) 53
7.26 Dryer (D-301) 53
BAB VIII SPESIFIKASI ALAT 55
8.1 Daftar Alat Pabrik 55
8.2 Spesifikasi Tangki Penyimpanan 59
8.2.1 Tangki Penyimpanan Air Minum 59
8.2.2 Tangki Penyimpanan Air Reaktan 60
8.2.3 Tangki Penyimpanan Make-Up Water 60
8.2.4 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat 60
8.2.5 Tangki Penyimpanan Toluene 61
8.2.6 Tangki Penyimpanan Etanol 61
8.2.7 Tangki Penyimpanan Acetic Anhydride 62
8.2.8 Tangki Penyimpanan Hidrogen 62
8.2.9 Tangki Penyimpanan Nitrogen 63
8.2.10 Tangki Penyimpanan NaCl Regenerator 64
8.2.11 Tangki Penyimpanan Hydrazine 64
8.2.12 Silo Penyimpanan NaOH 65
8.2.13 Silo Penyimpanan PNCB 65
8.2.14 Silo Katalis 1% Pt/C 66
8.3 Spesifikasi Alat Transport 66
8.3.1 Screw Conveyor (SC-101) 66
8.3.2 Screw Conveyor (SC-102) 67
8.3.3 Screw Conveyor (SC-201) 67
8.3.4 Screw Conveyor (SC-202) 67
8.3.5 Screw Conveyor (SC-301) 68
8.3.6 Screw Conveyor (SC-302) 68

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PRARANCANGAN PABRIK PARASETAMOL DARI P-NITROKLOROBENZENA DENGAN KAPASITAS 3000 TON/TAHUN
Muhammad Radithya Akmal Rasheed, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

8.4 Spesifikasi Alat Proses 1 69
8.4.1 Mixer (M-101) 69
8.4.2 Buffer Tank (BT-101) 69
8.4.3 Reaktor Hidrolisis (R-101 A/B) 70
8.4.4 Buffer Tank (BT-102) 71
8.4.5 Evaporator (EV-101) 71
8.4.6 Buffer Tank (BT-103) 72
8.4.7 Reaktor Asidifikasi (R-102) 72
8.4.8 Buffer Tank (BT-104) 73
8.4.9 Ekstraktor (E-101) 73
8.4.10 Crystallizer 74
8.4.11 Centrifuge (CF-101) 74
8.4.12 Dryer (D-101) 75
8.5 Spesifikasi Alat Proses 2 76
8.5.1 Mixer (M-201) 76
8.5.2 Buffer Tank (BT-201) 76
8.5.1 Reaktor Hidrogenasi (R-201) 77
8.5.1 Catalyst Filter (F-201) 78
8.5.1 Expansion Valve (EX-201 A) 78
8.5.1 Expansion Valve (EX-201 B) 79
8.5.2 Buffer Tank (BT-202) 79
8.5.3 Flash Drum (FD-201) 79
8.5.1 Reaktor Asidifikasi (R-202) 80
8.5.1 Ekstraktor (E-201) 80
8.5.2 Netralizer (N-201) 81
8.5.3 Buffer Tank (BT-203) 82
8.5.4 Centrifuge (CF-201) 83
8.5.5 Buffer Tank (BT-204) 84
8.5.6 Dryer (D-201) 84
8.5.7 Menara Distilasi (MD-201) 85
8.6 Spesifikasi Alat Proses 3 86
8.6.1 Reaktor Asetilasi (R-301) 86
8.6.2 Buffer Tank (BT-301) 87
8.6.3 Buffer Tank (BT-302) 88
8.6.4 Crystallizer (CR-301) 88
8.6.5 Buffer Tank (BT-303) 89
8.6.6 Centrifuge (CF-301) 89

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PRARANCANGAN PABRIK PARASETAMOL DARI P-NITROKLOROBENZENA DENGAN KAPASITAS 3000 TON/TAHUN
Muhammad Radithya Akmal Rasheed, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

8.6.7 Buffer Tank (BT-304) 90
8.6.8 Evaporator (EV-301) 90
8.6.9 Buffer Tank (BT-305) 91
8.6.10 Mixer (M-301) 92
8.6.11 Adsorber (AD-301) 92
8.6.12 Crystallizer (CR-302) 93
8.6.13 Buffer Tank (BT-306) 94
8.6.14 Centrifuge (CF-302) 94
8.6.15 Buffer Tank (BT-307) 95
8.6.16 Buffer Tank (BT-308) 95
8.6.17 Dryer (D-301) 96
8.7 Spesifikasi Heat Exchanger 96
8.7.1 Cooler (C-101) 96
8.7.2 Cooler (C-102) 97
8.7.3 Cooler (C-201) 98
8.7.4 Cooler (C-202) 99
8.7.5 Cooler (C-301) 100
8.7.6 Cooler (C-302) 101
8.7.7 Heater (H-201) 102
8.7.8 Heater (H-301) 104
8.7.9 Heater (H-302) 105
BAB IX . UTILITAS 107
9.1 Unit Penyedia Air 107
9.1.1 Kebutuhan Air 107
9.1.2 Sumber Air 109
9.1.3 Proses Pengolahan Air 111
9.2 Unit Pembangkitan Steam 116
9.3 Unit Pembangkit Listrik 119
9.3.1 Kebutuhan Listrik 119
9.4 Unit Refrigerasi 124
9.4.1 Kebutuhan Chiller 124
9.4.2 Beban Pendinginan 124
9.4.3 Neraca Massa refrigerant 125
9.4.4 Neraca Panas Evaporator (Sisi PG 30%) 125
9.4.5 Neraca Panas Kompresor 125
9.4.6 Neraca Panas Sisi Kondensor 126
9.4.7 Spesifikasi Unit Refrigerasi 126

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PRARANCANGAN PABRIK PARASETAMOL DARI P-NITROKLOROBENZENA DENGAN KAPASITAS 3000 TON/TAHUN
Muhammad Radithya Akmal Rasheed, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

9.5 Unit Penyedia Udara 127
9.5.1 Kebutuhan Udara 127
9.5.2 Perhitungan kebutuhan Udara 129
9.6 Unit Pengolahan Limbah 130
9.6.1 Identifikasi Aliran Limbah Proses 1 130
9.6.2 Identifikasi Aliran Limbah dari Proses 2 dan 3 131
9.6.3 Blok Diagram Pengolahan Limbah 132
BAB X TATA LETAK PABRIK 134
BAB XI PERTIMBANGAN ASPEK K3L 139
11.1 Sistem Manajemen SHE 139
11.1.1 Safety 139
11.1.2 Health 140
11.1.3 Environmental 140
11.2 Process Safety Management (PSM) 141
11.2.1 Process Safety Information 141
11.2.2 Process Hazard Analysis 142
11.2.3 Operating Procedure 142
11.2.4 Employee Participation 143
11.2.5 Training 143
11.2.6 Contractors 143
11.2.7 Pre-Startup Safety Review 144
11.2.8 Mechanical Integrity 144
11.2.9 Hot Work Permit 144
11.2.10 Manegement of Change 145
11.2.11 Incident Investigation 145
11.2.12 Emergency Planning and Response 145
11.2.13 Compliance Audit 145
11.2.14 Trade Secret Protection 145
11.3 Environmental Management System (EMS) 146
11.4 Struktur Oganisasi SHE 149
11.5 Hazard Bahan 150
11.6 Hazard Alat dan Proses 166
11.7 Hazard Limbah 191
11.8 Process Hazard Analysis (HAZOP) 194
11.9 Layer of Protection Analysis 213
11.9.1 Risk Matrix 213
11.9.2 Inherently Safer Design 216

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PRARANCANGAN PABRIK PARASETAMOL DARI P-NITROKLOROBENZENA DENGAN KAPASITAS 3000 TON/TAHUN
Muhammad Radithya Akmal Rasheed, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

11.9.3 Perhitungan LOPA 218
11.10 Studi Dispersion ALOHA 226
BAB XII ORGANISASI PERUSAHAAN 236
12.1 Bentuk Perusahaan 236
12.2 Struktur Organisasi Perusahaan 237
12.3 Tugas dan Wewenang 238
12.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan 240
12.5 Perhitungan Kebutuhan Operator Alat 241
12.6 Penggolongan Gaji Karyawan 241
12.7 Kesejahteraan Sosial 242
12.8 Manajemen Produksi 243
BAB XIII ANALISIS EKONOMI 245
13.1 Perhitungan Indeks Harga 245
13.2 Perhitungan Harga Alat 248
13.3 Perhitungan Fixed Capital 258
13.4 Perhitungan Manufacturing Cost 261
13.5 Perhitungan Working Capital 262
13.6 Perhitungan General Expense (GE) 262
13.7 Analisis Keuntungan 263
13.8 Analisis Kelayakan 263
13.8.1 Perhitungan Faktor Lang 263
13.8.2 Perhitungan Rate of Return on Investment 264
13.8.3 Perhitungan Payback Period 265
13.8.4 Perhitungan Discounter Cash Flow Return Rate 265
13.8.5 Perhitungan Analisis Cost-Volume-Profit (CVP) 266
BAB XIV ANALISIS EKONOMI : EVALUASI SKENARIO PABRIK 269
14.1 Evaluasi Ekonomi – Skenario Base Case 269
14.2 Analisis Break Even Capacity 271
14.2.1 Definisi dan Tujuan Analisis BEC 271
14.2.2 Metodologi Penentuan BEC 271
14.2.3 Prosedur Perhitungan BEC 272
14.2.4 Analisis Profitabilitas 273
14.3 Skenario Alternatif 275
14.4 Perbandingan Keempat Skenario 276
BAB XV REKOMENDASI DAN KESIMPULAN 278
15.1 Perbandingan Keempat Skenario 278
15.2 Perbandingan Keempat Skenario 278

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PRARANCANGAN PABRIK PARASETAMOL DARI P-NITROKLOROBENZENA DENGAN KAPASITAS 3000 TON/TAHUN
Muhammad Radithya Akmal Rasheed, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB XVI LAMPIRAN II : *CALCULATION OF ALL EQUIPMENT* 279
16.1 Mixer (M-101) 279
16.2 Mixer (M-201) 284
16.3 Mixer (M-301) 293
16.4 Reaktor Hidrolisis (R-101) 303
16.5 Reaktor Hidrogenasi (R-201).....327
16.6 Reaktor Asetilasi (R-301) 362
16.7 Adsorber (AD-301).....371
16.7.1 Skema Alat.....371
16.7.2 Data Neraca Massa 371
16.7.3 Perhitungan Parameter Kapasitas Adsorpsi 372
16.7.4 Perhitungan Dimensi dan Kapasitas Alat 372
16.8 Evaporator (EV-101) 376
16.9 Reaktor Asidifikasi (R-102).....384
16.10 Reaktor Asidifikasi (R-202).....393
16.11 Netralizer (N-201).....395
16.12 Ekstraktor (E-201) 397
16.13 Crystallizer (CR-301).....409
16.14 Centrifuge (CF-301).....416
16.15 Flash Drum (FD-201) 420
16.16 Cooler (C-101).....427
16.17 Cooler (C-201).....434
16.18 Dryer (D-201) 444
16.19 Menara Distilasi (MD-201).....454
16.20 Perhitungan Buffer Tank.....465
16.21 Screw Conveyor (SC-101).....466
16.22 Storage Tank H_2O (TK-401).....471
16.23 Storage Tank H_2SO_4 (TK-402) 472
16.24 Storage Tank Acetic Anhydride.....473
16.25 Storage Etanol (TK-403).....474
16.26 Storage Hidrogen (TK-404).....475
16.27 Storage Tank Hydrazine 476
16.28 Pompa (P-401) 477
16.29 Pompa (P-402) 478
16.30 Pompa (P-403) 479
16.31 Pompa (P-404) 480
16.32 Pompa (P-405) 481

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PRARANCANGAN PABRIK PARASETAMOL DARI P-NITROKLOROBENZENA DENGAN KAPASITAS 3000 TON/TAHUN
Muhammad Radithya Akmal Rasheed, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

16.33 Pompa (P-406) 482
16.34 Pompa (P-407) 483
16.35 Pompa (P-408) 484
16.36 Pompa (P-409) 485
16.37 Pompa (P-101) 486
16.38 Pompa (P-102) 493
16.39 Pompa (P-103) 494
16.40 Pompa (P-104) 495
16.41 Pompa (P-105) 496
16.42 Pompa (P-106) 497
16.43 Pompa (P-107) 498
16.44 Pompa (P-108) 499
16.45 Pompa (P-109) 500
16.46 Pompa (P-110) 501
16.47 Pompa (P-111) 503
16.48 Pompa (P-201) 504
16.49 Pompa (P-202) 504
16.50 Pompa (P-203) 505
16.51 Pompa (P-204) 506
16.52 Pompa (P-205) 507
16.53 Pompa (P-206) 508
16.54 Pompa (P-207) 509
16.55 Pompa (P-208) 510
16.56 Pompa (P-209) 511
16.57 Pompa (P-210) 512
16.58 Pompa (P-301) 513
16.59 Pompa (P-302) 514
16.60 Pompa (P-303) 515
16.61 Pompa (P-304) 516
16.62 Pompa (P-305) 517
16.63 Pompa (P-306) 518
16.64 Pompa (P-307) 519
16.65 Pompa (P-308) 520
16.66 Pompa (P-309) 521
16.67 Pompa (P-310) 522
16.68 Pompa (P-311) 523
16.69 Pompa (P-312) 524

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PRARANCANGAN PABRIK PARASETAMOL DARI P-NITROKLOROBENZENA DENGAN KAPASITAS 3000 TON/TAHUN
Muhammad Radithya Akmal Rasheed, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

16.70 Pompa (P-313) 525
16.71 Pompa (P-314) 526
16.72 Pompa (P-315) 527
16.73 Pompa (P-316) 528
BAB XVII LAMPIRAN III : UTILITAS 530
DAFTAR PUSTAKA.....562