UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Polietilen Tereftalat (PET) dari Asam Tereftalat dan Etilen Glikol dengan Kapasitas 110.000 Ton/Tahun
Muhammad Bahjatu Qolby, Dr. Eng. Mukmin Sapto Pamungkas, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **i**
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ..... **ii**
KATA PENGANTAR ..... **iii**
DAFTAR ISI ..... **iv**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xxi**
DAFTAR PEMBAGIAN KERJA ..... **xxvii**
DAFTAR KODE DAN STANDAR ..... **xxviii**
INTISARI ..... **xxix**
ABSTRACT ..... **xxx**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tinjauan Pustaka 2
1.2.1 Polietilen Tereftalat (PET) 2
1.2.2 Asam Tereftalat 4
1.2.3 Etilen Glikol 5
1.3 Analisis Pasar 6
1.3.1 Potensi Pasar PET 6
1.3.2 Produksi PET di Indonesia 7
1.3.3 Penentuan Kapasitas Pabrik 8
1.4 Penentuan Lokasi 9
1.4.1 Ketersediaan Bahan Baku dan Transportasi 10
1.4.2 Pemasaran Produk 12
1.4.3 Ketersediaan Air dan Energi 13
1.4.4 Ketersediaan Teanaga Kerja (*Manpower*) 14
1.4.5 Iklim dan Bencana Alam 15
1.4.6 Faktor Ekonomi, Sosial, dan Hukum 17
BAB II URAIAN PROSES **19**
2.1 Pemilihan Katalis 19
2.2 Pemilihan Proses Esterifikasi 21
2.3 Uraian Proses Produksi PET 25

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Polietilen Tereftalat (PET) dari Asam Tereftalat dan Etilen Glikol dengan Kapasitas 110.000 Ton/Tahun
Muhammad Bahjatu Qolby, Dr. Eng. Mukmin Sapto Pamungkas, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.3.1 Tahap Esterifikasi Langsung 25
2.3.2 Tahap Polikondensasi Leleh 25
2.3.3 Tahap *Solid-State Polycondensation* (SSP) 26
BAB III SPESIFIKASI BAHAN 28
3.1 Spesifikasi Produk Utama 28
3.1.1 Polietilen Tereftalat (PET) 28
3.2 Spesifikasi Produk Intermediet 28
3.2.1 *Bis(2-Hydroxyethyl Terephthalate)* (BHET) 28
3.3 Spesifikasi Bahan Baku 29
3.3.1 Etilen Glikol (EG) 29
3.3.2 *Purified Terephthalic Acid* (PTA) 29
3.4 Spesifikasi Bahan Pendukung 30
3.4.1 Antimoni Trioksida 30
3.4.2 Trifenil Fosfat 30
3.5 Spesifikasi Produk Samping 31
3.5.1 Air 31
3.5.2 Asetaldehida 31
BAB IV DIAGRAM KUALITATIF, KUANTITATIF, DAN PEFD 32
BAB V NERACA MASSA 35
5.1 Neraca Massa *Overall* 35
5.2 Neraca Massa per Alat 36
BAB VI NERACA PANAS 46
6.1 Neraca Panas Setiap Alat 46
BAB VII SPESIFIKASI ALAT 56
7.1 Spesifikasi Alat Proses 56
BAB VIII UTILITAS 94
8.1 Pengantar Utilitas 94
8.2 Unit Penyedia dan Pengolahan Air 97
8.2.1 Kebutuhan Air Pabrik 98
8.2.2 Sumber Air 100
8.2.3 Process Flow Diagram Pengolahan Air 101
8.2.4 Proses Pengolahan Air 102
8.3 Unit Pembangkit *Steam* 106

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Polietilen Tereftalat (PET) dari Asam Tereftalat dan Etilen Glikol dengan Kapasitas 110.000 Ton/Tahun
Muhammad Bahjatu Qolby, Dr. Eng. Mukmin Sapto Pamungkas, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

8.3.1 Kebutuhan *Steam* 107
8.3.2 Persiapan *Boiler Feed Water* (BFW) 108
8.3.3 Perhitungan *Boiler* (BR-501) 115
8.4 Unit Penyedia Udara 117
8.4.1 Gambaran Umum Unit Penyedia Udara 118
8.4.2 Udara Instrumentasi 118
8.4.3 Udara Proses, *Boiler*, dan *Furnace* 120
8.4.4 Perancangan Alat Pengolahan Udara 121
8.5 Unit Pembangkit dan Distribusi Listrik 126
8.5.1 Kebutuhan Listrik Proses 126
8.5.2 Kebutuhan Listrik Utilitas 127
8.5.3 Kebutuhan Listrik Total 127
8.5.4 Pembangkit Listrik 128
8.6 Unit Pengolahan *Dowtherm* 128
8.6.1 Kebutuhan *Dowtherm* 129
8.6.2 Perhitungan *Furnace* (FU-501) 130
8.7 Unit Pengolahan Limbah 132
8.7.1 Gambaran Umum Unit Pengolahan Limbah 133
8.7.2 Limbah Gas 135
8.7.3 Limbah Cair 140
8.7.4 Limbah Padat 146
BAB IX TATA LETAK PABRIK 149
9.1 Tata Letak Umum Pabrik 149
9.2 Studi Dispersi (Kebocoran Kritis) 154
BAB X ASPEK *SAFETY, HEALTH, AND ENVIRONMENT* (SHE) 166
10.1 Konsep *Safety, Health, and Environment* (SHE) 166
10.2 *Process Safety Management* (PSM) 169
10.3 *Environmental Management System* (EMS) 176
10.4 Struktur Organisasi Manajemen SHE 182
10.5 Identifikasi Hazard Bahan Kimia 185
10.6 Identifikasi Potensi Paparan Bahan Kimia 206
10.7 Identifikasi Potensi Paparan Fisis 213
10.8 Identifikasi Hazard Proses dan Utilitas 218

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Polietilen Tereftalat (PET) dari Asam Tereftalat dan Etilen Glikol dengan Kapasitas 110.000 Ton/Tahun
Muhammad Bahjatu Qolby, Dr. Eng. Mukmin Sapto Pamungkas, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

10.9 Identifikasi *Hazard* Plant Layout dan Lokasi Pabrik 265
10.10 Identifikasi Hazard Limbah Pabrik PET 274
10.11 Process Hazard Analysis dengan HAZOP 281
10.11.1 Pemilihan Peralatan 281
10.11.2 Studi HAZOP 285
10.12 *Layer of Protection Analysis* (LOPA) 328
10.12.1 Analisis Proteksi Berlapis 328
10.12.2 Matriks LOPA dan Risiko Residual 332
BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN 336
11.1 Bentuk Perusahaan 336
11.2 Struktur Organisasi 337
11.3 Tugas dan Wewenang 339
11.4 Perhitungan Jumlah Operator 357
11.5 Penentuan Jam Kerja Karyawan 360
11.6 Penggolongan Gaji Karyawan 362
11.7 Kesejahteraan Sosial 363
11.8 Manajemen Produksi 366
BAB XII EVALUASI EKONOMI 370
12.1 Perhitungan Indeks Harga 370
12.2 Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*) 373
12.3 Biaya Produksi (Manufacturing Cost) 394
12.4 Modal Kerja (*Working Capital*) 395
12.5 Pengeluaran Umum (*General Expenses*) 396
12.6 Analisis Keuntungan 397
12.7 Analisis Kelayakan (*Feasibility Study*) 398
12.8 Analisis Sensitivitas 407
BAB XIII KESIMPULAN 410
DAFTAR PUSTAKA 411
LAMPIRAN I *QUICK CALCULATION DESIGN EQUIPMENT PROCESS* 421
Tangki Penyimpanan Etilen Glikol (TK-101) 424
Silo Purified Terephthalic Acid (S-101) 431
Bin Antimoni Trioksida (B-101) 436
Bin Trifenil Fosfat (B-102) 437

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Polietilen Tereftalat (PET) dari Asam Tereftalat dan Etilen Glikol dengan Kapasitas 110.000 Ton/Tahun
Muhammad Bahjatu Qolby, Dr. Eng. Mukmin Sapto Pamungkas, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Hydraulic Conveyor (HC-301) 438
Mixer 1 (M-101) 442
Mixer 2 (M-102) 453
Melting Tank (MT-101) 454
Reaktor Esterifikasi (R-201) 464
Reaktor Esterifikasi (R-202) 483
Reaktor Polikondensasi (R-203) 484
Reaktor Polikondensasi (R-204) 501
Disc Ring Reactor (DRR-201) 502
Disc Ring Reactor (DRR-202) 517
Reaktor *Solid-State Polymerization* (MBR-301) 518
Menara Distilasi (MD-401) 522
Mixing Chamber (MC-201) 531
Mixing Chamber (MC-202) 538
Mixing Chamber (MC-203) 539
Pelletizer (PE-301) 540
Centrifuge (CE-301) 547
Crystallizer Hopper Dryer (CR-301) 550
Adsorber (ADS-401) 561
Hopper (H-101) 574
Hopper (H-301) 578
Hopper (H-302) 579
Hopper (H-303) 580
Kondenser (C-201) 581
Kondenser (C-202) 588
Kondenser (C-203) 589
Kondenser (C-401) 590
Knock Out Drum (KO-201) 591
Knock Out Drum (KO-202) 605
Knock Out Drum (KO-203) 606
Knock Out Drum (KO-401) 607
Kompresor (K-401) 608
Heat Exchanger (HE-101) 616

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Polietilen Tereftalat (PET) dari Asam Tereftalat dan Etilen Glikol dengan Kapasitas 110.000 Ton/Tahun
Muhammad Bahjatu Qolby, Dr. Eng. Mukmin Sapto Pamungkas, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Heat Exchanger (HE-301) 623
Heat Exchanger (HE-401) 624
Reboiler (RB-401) 633
Pompa Sentrifugal (P-102 A/B) 634
Pompa Sentrifugal (P-203 A/B) 644
Pompa Sentrifugal (P-204 A/B) 645
Pompa Sentrifugal (P-205 A/B) 646
Pompa Sentrifugal (P-206 A/B) 647
Pompa Sentrifugal (P-401 A/B) 648
Pompa *Rotary* (P-201 A/B) 649
Pompa *Rotary* (P-103 A/B) 659
Pompa *Rotary* (P-104 A/B) 660
Pompa *Rotary* (P-202 A/B) 661
Vacuum Jet Ejector (VE-201) 662
Belt Conveyor (BC-101) 673
Belt Conveyor (BC-301) 678
Belt Conveyor (BC-302) 679
Belt Conveyor (BC-303) 680
Screw Feeder (SF-101) 681
Screw Feeder (SF-102) 686
Tripper (TR-301) 687
Warehouse (W-301) 692
LAMPIRAN II *DETAIL CALCULATION*..... 696
Reaktor Polikondensasi (R-203) 697
Menara Distilasi (MD-401) 736
Disc Ring Reactor (DRR-201) 764
Adsorber (ADS-401) 787
Heat Exchanger (HE-101) 811
Heat Exchanger (HE-401) 820
Kondenser (C-203) 833
Kondenser (C-401) 851
Pompa Sentrifugal (P-203 A/B) 862
Pompa Sentrifugal (P-204 A/B) 873

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Polietilen Tereftalat (PET) dari Asam Tereftalat dan Etilen Glikol dengan Kapasitas 110.000 Ton/Tahun
Muhammad Bahjatu Qolby, Dr. Eng. Mukmin Sapto Pamungkas, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Pompa *Rotary* (P-103 A/B) 884
Pompa *Rotary* (P-201 A/B) 894
LAMPIRAN III *QUICK CALCULATION DESIGN UTILITY* 905
Tangki Penyimpanan Larutan NaOCl (TK-501) 906
Tangki Penyimpanan Larutan $NaHSO_3$ (TK-502) 912
Tangki Penyimpanan *Antiscalant* (TK-503) 913
Tangki Penyimpanan Larutan HCl (TK-504) 914
Tangki Penyimpanan Larutan NaOH (TK-505) 916
Tangki Penyimpanan Air Demineralisasi (TK-506) 918
Screener (SR-501) 920
Bak Ekualisasi (KU-501) 921
Clarifier (CL-501) 922
Sand Filter (F-501) 925
Carbon Filter (F-502) 927
SWRO (RO-501) 931
BWRO (RO-501) 933
Bak Air Desalinasi (KU-502) 935
Cation Exchanger (IE-501) 936
Anion Exchanger (IE-502) 939
Cooling Tower (CT-501) 942
Mixer Larutan HCl (M-501) 949
Mixer Larutan NaOH (MU-502) 950
Deaerator (DE-501) 951
Boiler (BR-501) 952
Furnace (FU-501) 953