# Pra-Perancangan Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida melalui Tahapan Reaksi Metatesis dan Kristalisasi Kapasitas 237.600 Ton/Tahun

**TUGAS AKHIR**

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan Seminar Tugas Akhir pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

**Disusun Oleh :**


**MUHAMMAD BAYU RIFANI** **40040122650067**

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI**

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI**

**SEKOLAH VOKASI**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**


**2026**

# HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

**HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

| | |
|---|---|
| Nama | : Putri Sekar Kinanti |
| NIM | : 40040122650050 |
| Judul Skripsi | : Pra-Perancangan Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida melalui Tahapan Reaksi Metatesis dan Kristalisasi Kapasitas 237.600 Ton/Tahun |
| Fakultas/Jurusan | : Sekolah Vokasi/Teknologi Rekayasa Kimia Industri |

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil karya saya Putri Sekar Kinanti dan partner di dampingi pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.

Semarang, 20 Juli 2026

Putri Sekar Kinanti

NIM. 40040122650050



Scanned with CamScanner

# HALAMAN PENGESAHAN

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

Jalan Gubernur Mochtar
Kampus Universitas Diponegoro
Tembalang Semarang Kode Pos 50275
Telepon/Faksimile (024) 7471379
Laman: vokasi@liveundip.ac.id

## HALAMAN PENGESAHAN

**Pra-Perancangan Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida melalui Tahapan Reaksi Metatesis dan Kristalisasi Kapasitas 237.600 Ton/Tahun**

**TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan Seminar Tugas Akhir pada Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

**Disusun Oleh :**

**PUTRI SEKAR KINANTI** **NIM. 40040122650050**

**Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir**

**Semarang, 20 Juli 2026**

Dosen Pembimbing

**Teguh Riyanto, S.T., M.T.**
NIP. 199508242024061002

Scanned with CamScanner

# KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan dari semua pihak. Untuk itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof Dr. Ir. Budiyono, M. Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
2. Dr. M. Endy Yulianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi dan dosen wali Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Teguh Riyanto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dorongan motivasi hingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik.
4. Bapak dan ibu dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.
6. Terakhir kepada diri saya sendiri, terima kasih telah menjadi pribadi yang mampu melewati semua hal dengan penuh semangat, tidak pernah menyerah, selalu yakin akan kemampuan diri serta terus berkembang hingga menjadi versi terbaikmu hari ini, semoga senantiasa menjadi pribadi yang terus belajar dan memperbaiki kekurangan. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi sempurnanya skripsi ini.

Semarang, Juli 2026

Penyusun

# DAFTAR ISI

**HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS**.....ii

**HALAMAN PENGESAHAN**..... iii

**KATA PENGANTAR**.....iv

**DAFTAR ISI**.....v

**DAFTAR TABEL**.....x

**DAFTAR GAMBAR**.....xii

**INTISARI** ..... xiii

**PENDAHULUAN** .....1

**1.1. Latar Belakang**.....1

**1.2. Kapasitas Rancangan** .....2

**1.2.1. Perkiraan Kebutuhan Amonium Klorida di Indonesia**.....3

**1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku**.....6

**1.2.3. Kapasitas Pabrik Amonium Klorida yang Beroperasi**.....7

**1.3. Penentuan Lokasi Pabrik**.....8

**1.3.1. Faktor Primer**.....10

**1.3.2. Faktor Sekunder** .....11

**1.4. Tinjauan Proses**.....12

**1.4.1. Macam-macam Proses Pembuatan Amonium Klorida** .....12

**1.4.2. Alasan Pemilihan Proses** .....13

**BAB II** .....15

**DESKRIPSI PROSES** .....15

**2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk**.....15

**2.1.2. Spesifikasi Produk** .....15

**2.1.3. Spesifikasi Produk Samping** .....16

**2.2.1 Dasar Reaksi**.....16

**2.2.2 Sifat Reaksi** ..... 17
**2.2.3 Tinjauan Termodinamika** ..... 17
**2.2.4 Tinjauan Kinetika** ..... 19
**2.2.5 Perbandingan Mol Reaktan** ..... 19
**2.3 Langkah Proses** ..... 19
**2.3.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku** ..... 20
**2.3.2 Tahap Pembentukan Produk** ..... 20
**2.3.3 Tahap Pemurnian Produk** ..... 20
**2.3.4 Tahap Penyimpanan Produk** ..... 21
**2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas** ..... 23
**2.5.1 Diagram Alir Neraca Massa** ..... 23
**2.5.2 Diagram Alir Neraca Panas** ..... 29
**2.6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan** ..... 38
**2.6.1 Tata Letak Pabrik** ..... 38
**2.7 Layout Proses** ..... 42
**BAB III** ..... 44
**SPESIFIKASI ALAT UTAMA** ..... 44
**3.1 Unit Penyimpanan** ..... 44
**3.2 Unit Pelarutan** ..... 45
**3.3 Unit Pemindah** ..... 46
**3.4 Unit Reaktor Kimia** ..... 47
**3.5 Unit Pemisah** ..... 48
**3.7. Unit Penukar Panas** ..... 49
**BAB IV** ..... 53
**UNIT PENDUKUNG PROSES** ..... 53
**4.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air** ..... 53
**4.1.1. Pengolahan Air** ..... 57

**4.1.2. Kebutuhan Air** ..... 60
**4.2.1. Kebutuhan Listrik** ..... 62
**4.2.2. Generator** ..... 65
**4.3. Unit Pengadaan Steam** ..... 66
**4.3.1. Kebutuhan Steam** ..... 66
**4.3.2. Perhitungan Kapasitas Boiler** ..... 66
**4.3.3. Menentukan Luas Perpindahan Panas** ..... 67
**4.3.4. Spesifikasi Boiler** ..... 67
**4.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar** ..... 67
**4.5.1. Plant Air (PA)** ..... 68
**4.5.2. Instrumrnt Air (IA)** ..... 68
**4.6.1. Program Kerja Laboratorium** ..... 69
**4.9. Instrumentasi** ..... 73
**BAB V** ..... 76
**MANAJEMEN PERUSAHAAN** ..... 76
**5.1. Bentuk Perusahaan** ..... 76
**5.2. Struktur Organisasi** ..... 78
**5.3. Tugas dan Wewenang** ..... 82
**5.3.1. Pemegang Saham** ..... 82
**5.3.2. Dewan Komisaris** ..... 82
**5.3.3. Dewan Direksi** ..... 82
**5.3.4. Sekretaris** ..... 83
**5.3.5. Kepala Bagian** ..... 83
**5.3.6. Kepala Shift** ..... 85
**5.3.7. Kepala Seksi** ..... 85
**5.3.8. Kepala Regu** ..... 85
**5.4. Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan** ..... 85

**5.5. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji** ..... 86
**5.6. Kesejahteraan Sosial Karyawan** ..... 92
**5.7. Corporate Social Responsibility (CSR)** ..... 94
**BAB VI** ..... 96
***TROUBLESHOOTING*** ..... 96
**6.1. *Troubleshooting* pada Unit Pemindahan** ..... 96
**6.2. *Troubleshooting* pada Unit Reaksi** ..... 97
**6.3. *Troubleshooting* pada Unit Pemisahan** ..... 99
**6.4. *Troubleshooting* pada Unit Penukar Panas** ..... 100
**BAB VII** ..... 101
**ANALISA EKONOMI** ..... 101
**7.1. Perkiraan Harga Peralatan** ..... 101
**7.2. Dasar Perhitungan** ..... 104
**7.3. Perhitungan Biaya** ..... 105
**7.3.1. Total Capital Investment** ..... 105
**7.3.2. Penentuan Biaya Pembuatan (Manufacturing Cost)** ..... 108
**7.3.3. General Expense** ..... 110
**7.4. Analisa Kelayakan** ..... 110
**7.4.1. Percent Profit on Sales (POS)** ..... 110
**7.4.2. Percent Return on Invesment (ROI)** ..... 111
**7.4.3. Pay Out Time (POT)** ..... 111
**7.4.4. Break Event Point (BEP)** ..... 111
**7.4.5. Shut Down Point (SDP)** ..... 112
**7.4.6. Discounted Cash Flow (DCF)** ..... 112
**7.5. Hasil Perhitungan** ..... 112
**7.5.1. Capital Invesment** ..... 112
**7.5.2. Manufacturing Cost Invesment (MCI)** ..... 114

**7.5.3. General Expense (GE)** ..... 115
**7.5.4. Profit** ..... 115
**7.6. Analisa Kelayakan** ..... 116
**DAFTAR PUSTAKA** ..... 119
**LAMPIRAN A** ..... 126
**NERACA MASSA** ..... 126
**LAMPIRAN B** ..... 144
**PERHITUNGAN NERACA PANAS** ..... 144
**LAMPIRAN C** ..... 196
**SPESIFIKASI ALAT** ..... 196
**LAMPIRAN D** ..... 250
**PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI** ..... 250

# DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perkembangan Konsumsi, Impor dan Ekspor Amonium Klorida (Badan Pusat Statistik, 2026) ..... 3
Tabel 2. Kapasitas Pabrik Amonium Klorida yang Beroperasi (Independent Commodity Intelligent Service, 2023) ..... 7
Tabel 3. Kriteria Penilaian Pemilihan Lokasi Pabrik ..... 8
Tabel 4. Pertimbangan Pemilihan Lokasi Pabrik berdasarkan Karakteristik Industri ..... 9
Tabel 5. Perbandingan Proses Pembuatan Amonium Klorida ..... 13
Tabel 6. Neraca Massa Tangki Pelarutan (M-101) ..... 24
Tabel 7. Neraca Massa Tangki Pelarutan (M-102) ..... 25
Tabel 8. Neraca Massa Reaktor (R-201) ..... 25
Tabel 9. Neraca Massa Rotary Filter (RF-301) ..... 25
Tabel 10. Neraca Massa Evaporator (EV-501) ..... 26
Tabel 11. Neraca Massa Evaporator (EV-502) ..... 26
Tabel 12. Neraca Massa Kristalizer (CR-701) ..... 27
Tabel 13. Neraca Massa Centrifuge (CF-701) ..... 27
Tabel 14. Neraca Massa Rotary Dryer (RD-401) ..... 27
Tabel 15. Neraca Massa Rotary Dryer (RD-702) ..... 28
Tabel 16. Neraca Massa Overall ..... 28
Tabel 17. Neraca Panas Tangki Pelarutan (M-101) ..... 31
Tabel 18. Neraca Panas Heat Exchanger (HE-101) ..... 31
Tabel 19. Neraca Panas Tangki Pelarutan (M-102) ..... 32
Tabel 20. Neraca Panas Heat Exhanger (HE-102) ..... 32
Tabel 21. Neraca Panas Reaktor (R-301) ..... 32
Tabel 22. Neraca Panas Rotary Filter (RF-301) ..... 33
Tabel 23. Neraca Panas Rotary Dryer (RD-401) ..... 33
Tabel 24. Neraca Panas Heat Exchanger (HE-401) ..... 33
Tabel 25. Neraca Panas Evaporator (EV-501) ..... 34
Tabel 26. Neraca Panas Evaporator (EV-502) ..... 34
Tabel 27. Neraca Panas Kristalizer (CR-601) ..... 34
Tabel 28. Neraca Panas Centrifuge (CF-701) ..... 35
Tabel 29. Neraca Panas Rotary Dryer (RD-702) ..... 35
Tabel 30. Neraca Panas Overall ..... 35

Tabel 31. Perincian luas tanah sebagai Bangunan Pabrik ..... 40
Tabel 32. Syarat air bersih (Permenkes RI No 32 Tahun 2017) ..... 54
Tabel 33. Kebutuhan Listrik untuk Proses ..... 62
Tabel 34. Kebutuhan Listrik Utilitas ..... 63
Tabel 35. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan ..... 64
Tabel 36. Kelebihan dan Kekurangan Perseroan Terbatas (PT) (Kementerian Pendidikan Nasional, 2010) ..... 78
Tabel 37. Jabatan dan Pendidikan ..... 87
Tabel 38. Perincian Jumlah Karyawan ..... 88
Tabel 39. Rincian Golongan Gaji ..... 90
Tabel 40. Troubleshooting Unit Pemindahan (Afrizal & Yuniarto, 2013; Hoten et al, 2021;Subagyo & Hendratno, 2021) ..... 96
Tabel 41. Troubleshooting Unit Reaksi (Nasrul et al, 2019; Rokhim, 2015; Sylvia et al, 2014) ..... 97
Tabel 42. Troubleshooting pada Unit Pemisah (Aryadi et al,2015; Nuur, 2016; Prayitno et al, 2021) ..... 99
Tabel 43. Troubleshooting pada Unit Penukar Panas (Suastiyanti et al, 2020; Nugroho et al, 2021; Iswara & Sanjaya, 2015) ..... 100
Tabel 44. Chemical Engineering Plant Cost Index 2001-2022 (Chemeng, 2023) ..... 102
Tabel 45. Physical Plant Cost (PPC) ..... 112
Tabel 46. Fixed Capital Invesment (FCI) ..... 113
Tabel 47. Working Capital Invesment (WCI) ..... 113
Tabel 48. Total Capital Investment (TCI) ..... 114
Tabel 49. Direct Manufacturing Cost ..... 114
Tabel 50. Total Indirect Manufacturing Cost ..... 114
Tabel 51. Fixed Manufacturing Cost ..... 115
Tabel 52. Total Manufacturing Cost Invesment ..... 115
Tabel 53. Total General Expense ..... 115
Tabel 54. Analisa Kelayakan ..... 117

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik Impor Amonium Klorida di Indonesia....4
Gambar 2. Grafik Ekspor Amonium Klorida di Indonesia....4
Gambar 3. Pemilihan Lokasi Pabrik....8
Gambar 4. Diagram Alir (Flowsheet) Pra-Perancangan Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida melalui Tahapan Reaksi Metatesis dan Kristalisasi Kapasitas 237.600 Ton/Tahun....22
Gambar 5. Blok Diagram Neraca Massa....23
Gambar 6. Blok Diagram Neraca Panas....29
Gambar 7. Layout Pabrik....41
Gambar 8. Layout Proses....43
Gambar 9. Tangki Penyimpanan....44
Gambar 10. Unit Pelarutan....45
Gambar 11. Pompa....46
Gambar 12. Reaktor....47
Gambar 13. Centrifuge....48
Gambar 14. Diagram Alir Proses Demineralisasi....59
Gambar 15. Blok Diagram Proses Pengolahan Air....60
Gambar 16. Struktur Organisasi Perusahaan....81
Gambar 17. Chemical Engineering Plant Cost Index 2001-2022....103
Gambar 18. Analisa Kelayakan Ekonomi....118

# INTISARI

Pra-perancangan pabrik amonium klorida dengan kapasitas 237.600 ton/tahun dikaji untuk menekan angka impor sekaligus memenuhi kebutuhan amonium klorida di dalam negeri yang terus meningkat. Lokasi pendirian pabrik dipilih di kawasan JIIPE, Gresik, Jawa Timur, dengan pertimbangan kedekatan terhadap dua pemasok bahan baku utama, yaitu amonium sulfat dari PT Petrokimia Gresik dan natrium klorida dari PT Unichem Candi Indonesia. Proses pembuatan amonium klorida diawali dengan tahap penyiapan bahan baku, dilanjutkan reaksi metatesis antara larutan amonium sulfat dan natrium klorida di dalam reaktor pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm, menghasilkan larutan amonium klorida beserta produk samping natrium sulfat. Kristal natrium sulfat yang terbentuk lebih dahulu dipisahkan dan dikeringkan menggunakan rotary dryer sebagai produk samping. Sementara itu, larutan amonium klorida yang tersisa dipekatkan di evaporator hingga jenuh, kemudian dikristalkan pada kristalizer. Kristal yang terbentuk dipisahkan dari mother liquor-nya melalui centrifuge, di mana mother liquor tersebut sebagian disirkulasikan kembali ke proses, sedangkan kristal amonium klorida dikeringkan lebih lanjut dalam rotary dryer hingga menjadi produk utama. Peralatan proses utama yang digunakan pada perancangan pabrik ini antara lain belt conveyor, bucket elevator, screw conveyor, mixer, reaktor, heat exchanger, evaporator, kristalizer, centrifuge, dan rotary dryer. Kebutuhan utilitas pabrik meliputi penyediaan steam, tenaga listrik, air, serta bahan bakar untuk menunjang operasional dan pengolahan limbah.

Perusahaan yang direncanakan untuk mengelola pabrik amonium klorida ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT), dengan struktur organisasi garis dan staf (line and staff), serta sistem kerja karyawan yang terbagi menjadi karyawan shift dan non-shift. Hasil analisa ekonomi menunjukkan Total Capital Investment (TCI) sebesar US$ 54.661.020,24 dengan total biaya produksi sebesar US$ 8.145.382,76. Dari hasil analisa kelayakan, diperoleh nilai Return on Investment (ROI) sebelum pajak 34,84% dan sesudah pajak 29,61%, Pay Out Time (POT) sebelum pajak 2,28 tahun dan sesudah pajak 2,59 tahun, Break Even Point (BEP) sebesar 45,58%, Shut Down Point (SDP) sebesar 26,83%, serta Internal Rate of Return (IRR) sebesar 17,88%. Seluruh indikator kelayakan tersebut berada dalam batas yang dipersyaratkan, sehingga pabrik amonium klorida ini dinilai layak untuk didirikan.

**Kata kunci:** amonium klorida, amonium sulfat, natrium klorida, natrium sulfat, reaksi metatesis