

**PRA-RANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA (NH<sub>4</sub>Cl) DARI AMONIUM  
SULFAT ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) DAN SODIUM KLORIDA (NaCl) DENGAN KAPASITAS 91.000  
TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan Seminar Skripsi  
pada Jurusan S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas  
Diponegoro**

**Disusun Oleh:**

**MOHAMMAD ASHARI QODHI**

**NIM. 40040119650057**

**PROGRAM STUDI S1 TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2025**

## HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Mohammad Ashari Qodhi  
NIM : 40040119650057  
Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Kimia Industri  
Fakultas : Sekolah Vokasi  
Universitas : Universitas Diponegoro  
Dosen Pembimbing : Mohammad Endy Yulianto, S.T., M.T.  
Judul Skripsi : Pra-Rancangan Pabrik Amonium Klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) dari  
Amonium Sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) dan Natrium Klorida ( $\text{NaCl}$ )  
dengan Kapasitas 91.000 Ton/Tahun

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui pada

Hari : Jumat  
Tanggal : 14 Februari 2025

Disetujui dan Disahkan sebagai  
Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 14 Februari 2025

Dosen Pembimbing,



Mohammad Endy Yulianto, S.T., M.T.

NIP. 197107311999031001

## SURAT PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mohammad Ashari Qodhi  
NIM : 40040119650057  
Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Kimia Industri  
Fakultas : Sekolah Vokasi  
Universitas : Universitas Diponegoro  
Judul Skripsi : Pra-Rancangan Pabrik Amonium Klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) dari Amonium Sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) dan Natrium Klorida ( $\text{NaCl}$ ) dengan Kapasitas 91.000 Ton/Tahun

Menyatakan dengan benar bahwa Laporan Tugas Akhir (Skripsi) ini merupakan hasil karya kami Mohammad Ashari Qodhi dan Muhammad Iqbal Kurniawan Putra yang didampingi oleh Dosen 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 dlaam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun



Semarang, 14 Februari 2025



Mohammad Ashari Qodhi  
NIM. 40040119650057

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya selama ini sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir (Skripsi) dengan judul Pra-Rancangan Pabrik Amonium Klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) dari Amonium Sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) dan Natrium Klorida ( $\text{NaCl}$ ) dengan Kapasitas 91.000 Ton/Tahun secara baik. Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.

Penyusun menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, membimbing, hingga memberikan dukungan selama penyusun menyusun skripsi ini, diantaranya kepada :

1. Bapak Mohamad Endy Yulianto, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, selaku Dosen Wali Kelas A Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, serta selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang selalu mengarahkan, membimbing, dan memberikan motivasi sehingga penyusun dapat memahami materi dan aplikasi dalam pengerjaan skripsi serta hal-hal yang terkait dengan Ilmu Teknik Kimia serta dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan benar.
2. Seluruh Dosen, Tenaga Pendidik, dan Laboran Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
3. Kedua Orang Tua penyusun yang tiada hentinya selalu memberikan doa dan dukungan untuk penyusun hingga penulis senantiasa bersemangat dan tidak menyerah untuk menyelesaikan tugas akhir skripsi ini. Maaf atas keterlambatan penulis dalam menyelesaikan masa studi karena penulis mencari pengalaman di luar kampus dan terkadang banyak hal yang tidak terduga sehingga terdistract untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Sahabatku Sakti Kuncoro, Alip, Kadapi, Rega, Zeta dan Palupi serta warga kost deen Haag yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis, berbagi cerita, memberikan dukungan dan

semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik dan lancar.

5. Keluarga besar Teknologi Rekayasa Kimia Industri Arzhimistri angkatan 2019 yang telah banyak memberikan informasi, semangat, dan dukungan dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
6. Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusun dari awal kuliah hingga terselesainya Skripsi ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu-persatu.

Penyusun menyadari adanya keterbatasan dan kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga dapat bermanfaat bagi penyusun untuk menyempurnakan Skripsi ini

Semarang, 14 Februari 2025

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	II
SURAT PERNYATAAN INTEGRITAS.....	III
KATA PENGANTAR.....	IV
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR TABEL .....	XV
DAFTAR GAMBAR .....	XXI
INTISARI .....	XXIII
<i>SUMMARY</i> .....	XXV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Kapasitas Rancangan.....	3
1.2.1. Jumlah Impor dan Ekspor Ammonium Klorida di Indonesia .....	3
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku .....	6
1.2.3. Kapasitas Pabrik Ammonium Klorida yang Beroperasi .....	7
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik.....	7
1.4. Tinjauan Proses.....	10
1.4.1. Macam-macam Proses Pembuatan Amonium Klorida .....	10
1.4.1.1. Netralisasi Langsung .....	10
1.4.1.2. Proses Amonium-Soda .....	11
1.4.1.3. Proses Amonium Sulfit dan Natrium Klorida.....	11
1.4.1.4. Proses Amonium Sulfat dan Natrium Klorida.....	12
1.4.2. Alasan Pemilihan Proses.....	13
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	14

2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	14
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	14
2.1.2. Spesifikasi Produk.....	15
2.1.3. Spesifikasi Produk Samping.....	15
2.2. Sifat Fisika dan Kimia .....	16
2.2.1. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku .....	16
1. Amonium Sulfat.....	16
2. Natrium Klorida.....	16
2.2.2. Sifat Fisika dan Kimia Produk .....	17
1. Amonium Klorida .....	17
2. Natrium Sulfat .....	19
2.3. Konsep Reaksi .....	20
2.3.1. Dasar Reaksi.....	20
2.3.2. Sifat Reaksi .....	21
2.3.3. Tinjauan Termodinamika.....	21
2.3.4. Tinjauan Kinetika .....	23
2.3.5. Perbandingan Mol Reaktan .....	23
2.4. Langkah Proses .....	24
2.4.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku.....	24
2.4.2. Tahap Pembentukan Produk.....	24
2.4.3. Tahap Pemurnian Produk .....	24
2.4.4. Tahap Penyimpanan Produk .....	25
2.5. Neraca Massa dan Neraca Panas.....	26
2.5.1. Neraca Massa .....	26
a) Mixer (M-01) .....	27

b) Mixer (M-02) .....	27
c) Reaktor (R-01) .....	28
d) Rotary Vakum Filter (RF-01) .....	28
e) Rotary Dryer (RD-01).....	29
f) Mixer (M-03) .....	29
g) Evaporator .....	30
h) Crystalizer (CR-01).....	32
i) Centrifuge (CF-01).....	32
j) Rotary Dryer (RD-02).....	33
Neraca Massa Overall.....	33
2.5.2. Neraca Panas .....	35
a) Mixer (M-01) .....	37
b) Mixer (M-02) .....	37
c) Heat Exchanger (HE-01).....	38
d) Heat Exchanger (HE-02).....	38
e) Reaktor (R-01) .....	38
f) Rotary Vakum Filter (RF-01) .....	39
g) Rotary Dryer (RD-01).....	39
h) Mixer (M-03) .....	39
i) Heat Exchanger (HE-03).....	40
j) Evaporator .....	40
k) Crystalizer (CR-01).....	41
l) Centrifuge (CF-01).....	42
m) Rotary Dryer (RD-02).....	42
Neraca Panas Overall.....	42

2.6. Flowsheet .....	46
2.7. Lay Out Pabrik dan Peralatan Proses .....	47
2.7.1. <i>Layout</i> Pabrik .....	47
2.7.2. <i>Layout</i> Proses .....	51
BAB III SPESIFIKASI ALAT UTAMA.....	53
3.1. Unit Penyimpanan.....	53
3.2. Unit Pemindah .....	54
3.3. Unit Reaksi.....	56
3.4. Unit Penukar Pemisah.....	59
3.5. Unit Penukar Panas .....	60
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	62
4.1. Unit Pendukung Proses .....	62
4.1.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	62
4.1.1.1 Unit Pengadaan Air.....	62
4.1.1.2. Pengolahan Air .....	74
4.1.2. Unit Pengadaan Steam .....	77
4.1.2.1. Kebutuhan Steam.....	77
4.1.2.2. Perhitungan Kapasitas Boiler .....	80
4.1.2.3. Spesifikasi Boiler.....	81
4.1.3. Unit Pengadaan Listrik.....	81
4.1.3.1. Kebutuhan Listrik.....	82
4.1.3.2. Listrik untuk Kegiatan Operasional.....	84
4.1.3.3. Generator .....	87
4.1.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	88
4.1.5. Unit Pengadaan Udara Tekan .....	89

4.1.2.1. <i>Plant Air</i> (PA).....	89
4.1.2.2. Instrument Air (IA).....	89
4.1.6. Unit Pengolahan Limbah.....	90
4.2. Laboratorium.....	91
4.2.1. Program Kerja Laboratorium .....	91
4.2.1.1. Laboratorium Pengamatan.....	92
4.2.1.2. Laboratorium Analitik .....	92
4.2.1.3. Laboratorium Penelitian Pengembangan dan perlindungan Lingkungan.....	92
4.3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	92
4.4. Instrumentasi.....	94
4.4.1. Pengertian dan Tujuan Instrumentasi .....	94
4.4.2. Jenis Peralatan Instrumentasi.....	95
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	96
5.1. Bentuk Perusahaan.....	96
5.2. Struktur Organisasi .....	98
5.3. Tugas dan Wewenang.....	102
5.3.1. Pemegang Saham .....	102
5.3.2. Dewan Komisaris.....	102
5.3.3. Dewan Direksi.....	102
5.3.4. Sekretaris.....	103
5.3.5. Kepala Bagian .....	103
5.3.6. Kepala <i>Shift</i> .....	105
5.3.7. Kepala Seksi.....	105
5.3.8. Kepala Regu .....	105
5.4. Kebutuhan Karyawan dan Sistem Penggajian.....	105

5.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	106
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	107
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	115
5.8. Corporate Social Responsibility (CSR) .....	116
BAB VI <i>TROUBLESHOOTING</i> .....	119
6.1. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan .....	119
6.2. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemindahan .....	121
6.3. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaksi .....	121
6.4. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisah .....	123
6.5. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas .....	124
BAB VII <u>ANALISA EKONOMI</u> .....	126
7.1. Penentuan Harga Peralatan .....	126
7.2. Penetapan Dasar Perhitungan .....	129
7.3. Perhitungan Biaya Produksi ( <i>Production Cost</i> ) .....	130
7.3.1. Total Capital Invesment.....	130
7.3.2. Penentuan Biaya Pembuatan ( <i>Manufacturing Cost</i> ) .....	133
7.3.3. General Expense.....	135
7.4. Analisa Kelayakan .....	137
7.4.1. Percent Profit on Sales (POS) .....	137
7.4.2. Percent Return on Invesment (ROI).....	137
7.4.3. Pay Out Time (POT) .....	137
7.4.4. Internal Rate of Return (IRR).....	138
7.4.5. Break Event Point (BEP).....	138
7.4.6. Shut Down Point (SDP) .....	138
7.5. Hasil Perhitungan.....	139

7.5.1. <i>Capital Investment</i> .....	139
7.5.2. <i>Manufacturing Cost Investment</i> .....	140
7.5.3. <i>General Expense (GE)</i> .....	142
7.6. Analisa Kelayakan .....	142
DAFTAR PUSTAKA.....	151
LAMPIRAN A. <u>NERACA MASSA</u> .....	1
1. Neraca Massa Tangki Pelarutan (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (M-01) .....	5
2. Neraca Massa Tangki Pelarutan NaCl (M-02) .....	6
3. Neraca Massa Pada Reaktor (R-01) .....	8
4. Neraca Massa Pada Rotary Vakum Filter (RF-01).....	10
5. Neraca Massa Pada Rotary Dryer (RD-01).....	12
6. Neraca Massa Pada Mixer (M-03) .....	14
7. Neraca Massa Pada Evaporator (EV).....	15
8. Neraca Massa Pada Kristaliser (CR-01) .....	19
9. Neraca Massa Pada Centrifuge (CF-01) .....	21
10. Neraca Massa Pada Rotary Dryer (RD-02) .....	23
Neraca Massa Overall .....	25
LAMPIRAN B. <u>NERACA PANAS</u> .....	1
1. Mixer (M-01) .....	3
2. Heat Exchanger (HE-01).....	4
3. Mixer (M-02) .....	6
4. Heat Exchanger (HE-02).....	8
5. Reaktor (R-01) .....	9
6. Rotary Vakum Filter (RF-01).....	13
7. Rotary Dryer (RD-01).....	15

8. Mixer (M-03) .....	17
9. Heat Exchanger (HE-03).....	19
10. Evaporator.....	21
11. Kristalizer (CR-01) .....	28
12. Centrifuge (CF-01).....	31
13. Rotary Dryer (RD-02).....	33
Neraca Panas Overall.....	34
LAMPIRAN C. SPESIFIKASI ALAT.....	1
I. Unit Penyimpanan (Silo).....	1
II. Unit Pemindahan.....	6
a. Pompa .....	6
b. Belt Conveyor.....	13
III. Unit Reaksi Kimia .....	17
a. Reaktor.....	17
b. Mixer.....	33
IV. Unit Pemisah (Centrifuge) .....	41
V. Unit Penukar Panas (Heat Exchanger).....	43
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI.....	1
D.1 Penentuan Harga Peralatan .....	1
D.2 Penetapan Dasar Perhitungan.....	4
D.2.1 Kapasitas Produksi .....	4
D.2.2 Kebutuhan Bahan Baku, Bahan Penunjang, dan Produk Bahan Baku .....	5
D.2.3 Harga Bahan Baku, Bahan Penunjang, dan Produk Bahan Baku .....	5
D.3 Perhitungan Biaya Produksi ( <i>Production Cost</i> ).....	7
D.3.1. Penafsiran Modal Industri ( <i>Total Capital Investment</i> ).....	7

D.3.1.1. Modal Tetap atau <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI) .....	7
D.3.1.2. Biaya Start Up Pabrik ( <i>Plant Start Up Cost</i> ).....	18
D.3.1.3. Interest During Construction (IDC).....	18
D.3.1.4. Modal Kerja ( <i>Working Capital Investment / WCI</i> ).....	19
D.3.2. Penentuan Biaya Pembuatan ( <i>Manufacturing Cost / MC</i> ).....	21
D.3.2.1 Biaya Khusus Produksi ( <i>Direct Manufacturing Cost / DMC</i> ).....	22
D.3.2.2. Biaya Tidak Langsung ( <i>Indirect Manufacturing Cost/ IMC</i> ) .....	26
D.3.2.3. Fixed Manufacturing Cost (FMC) .....	28
D.3.3. Biaya Pengeluaran Umum ( <i>General Expense</i> ) .....	30
1. Biaya Administrasi ( <i>Administration Cost</i> ).....	30
2. Sales Expense .....	33
3. Research and Development Cost.....	33
4. Finance.....	34
D.4. Analisa Kelayakan Ekonomi ( <i>Fit and Proper Economy Test</i> ) .....	35
D.4.1 Keuntungan ( <i>Profit</i> ).....	35
D.4.2. Percent Profit on Sales (POS).....	36
D.4.3 Percent Return on Investment (ROI).....	36
D.4.4. Pay Out Time (POT).....	37
D.4.5 Internal Rate of Return (IRR).....	42
D.4.6 Break Even Point (BEP) .....	43
D.4.7 Shut Down Point (SDP).....	45

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Data Impor dan Ekspor.....	4
<b>Tabel 1.2.</b> Pabrik Amonium Klorida yang Beroperasi .....	7
<b>Tabel 1.3.</b> Denah Lokasi Pendirian Pabrik.....	8
<b>Tabel 1.4.</b> Pemilihan Proses dalam pembuatan Amonium Klorida .....	13
<b>Tabel 2.1.</b> Kelarutan Amonium Klorida dalam Air (Ullman,2003).....	18
<b>Tabel 2.2.</b> Tekanan parsial larutan amonium klorida jenuh (Ullman, 2003).....	19
<b>Tabel 2.3.</b> Nermas Mixer (M-01) .....	27
<b>Tabel 2.4.</b> Nermas Mixer (M-02) .....	27
<b>Tabel 2.5.</b> Nermas Reaktor (R-01) .....	28
<b>Tabel 2.6.</b> Nermas Rotary Vakum Filter (RF-01).....	28
<b>Tabel 2.7.</b> Nermas Rotary Dryer (RD-01).....	29
<b>Tabel 2.8.</b> Nermas Mixer (M-03) .....	29
<b>Tabel 2.9.</b> Nermas Evaporator 1 .....	30
<b>Tabel 2.10.</b> Nermas Evaporator 2.....	30
<b>Tabel 2.11.</b> Nermas Evaporator 3 .....	31
<b>Tabel 2.12.</b> Nermas Evaporator Overall.....	31
<b>Tabel 2.13.</b> Nermas Kristaliser (CR-01).....	32
<b>Tabel 2.14.</b> Nermas Centrifuge (CF-01).....	32
<b>Tabel 2.15.</b> Nermas Rotary Dryer (RD-02).....	33
<b>Tabel 2.16.</b> Neraca Massa Overall.....	33
<b>Tabel 2.17.</b> Nerpan Mixer (M-01) .....	37
<b>Tabel 2.18.</b> Nerpan Mixer (M-02) .....	37
<b>Tabel 2.19.</b> Nerpan Heat Exchanger (HE-01) .....	38
<b>Tabel 2.20.</b> Nerpan Heat Exchanger (HE-02) .....	38
<b>Tabel 2.21.</b> Nerpan Reaktor (R-01).....	38
<b>Tabel 2.22.</b> Nerpan Rotary Vakum Filter (RF-01).....	39
<b>Tabel 2.23.</b> Nerpan Rotary Dryer (RD-01).....	39
<b>Tabel 2.24.</b> Nerpan Mixer (M-03) .....	39
<b>Tabel 2.25.</b> Nerpan Heat Exchanger (HE-03) .....	40
<b>Tabel 2.26.</b> Nerpan Badan Evaporator 01 .....	40

<b>Tabel 2.27.</b> Nerpan Badan Evaporator 02 .....	40
<b>Tabel 2.28.</b> Nerpan Badan Evaporator 03 .....	41
<b>Tabel 2.29.</b> Nerpan Kristaliser (CR-01) .....	41
<b>Tabel 2.30.</b> Nerpan Centrifuge (CF-01) .....	42
<b>Tabel 2.31.</b> Nerpan Rotary Dryer (RD-02).....	42
<b>Tabel 2.32.</b> Neraca Panas Overall .....	42
<b>Tabel 2.33.</b> Perincian luas tanah sebagai Bangunan Pabrik .....	49
<b>Tabel 3.1.</b> Spesifikasi Silo .....	53
<b>Tabel 3.2.</b> Spesifikasi Pompa .....	54
<b>Tabel 3.3.</b> Spesifikasi Belt Conveyor .....	55
<b>Tabel 3.4.</b> Spesifikasi Reaktor .....	56
<b>Tabel 3.5.</b> Spesifikasi Mixing Tank .....	58
<b>Tabel 3.6.</b> Spesifikasi Centrifuge .....	59
<b>Tabel 3.7.</b> Spesifikasi Heat Exchanger.....	60
<b>Tabel 4.1.</b> Parameter Fisika dan Kimia dalam Standar Baku Mutu Air Sanitasi (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017).....	64
<b>Tabel 4.2.</b> Syarat Air Pendingin (ASME Water Quality Standard, 1994) .....	67
<b>Tabel 4.3.</b> Kebutuhan Air Pendingin pada Proses .....	69
<b>Tabel 4.4.</b> Kebutuhan Air Proses .....	69
<b>Tabel 4.5.</b> Buku Mutu Air Umpan Boiler (ASME, 1982) .....	70
<b>Tabel 4.6.</b> Persyaratan Air Umpan Boiler (Boiler Feed Water) (Boiler Feed Water Characteristic as per IS: 10392-1982) .....	72
<b>Tabel 4.7.</b> Kebutuhan Air Umpan Boiler.....	74
<b>Tabel 4.8.</b> Kebutuhan Steam Alat Proses .....	78
<b>Tabel 4.9.</b> Total Air Umpan Boiler .....	79
<b>Tabel 4.10.</b> Kebutuhan Listrik unit Proses .....	82
<b>Tabel 4.11.</b> Kebutuhan Listrik unit Utilitas .....	83
<b>Tabel 4.12.</b> Kebutuhan Lumen Penerangan Pabrik .....	84
<b>Tabel 4.13.</b> Jumlah Luas Ruangan yang Memakai AC .....	86
<b>Tabel 4.14.</b> Total Kebutuhan Daya Listrik .....	87

<b>Tabel 5.1.</b> Jadwal Shift Karyawan.....	107
<b>Tabel 5.2.</b> Penggolongan Jabatan .....	107
<b>Tabel 5.3.</b> Perincian Jumlah Karyawan Proses Produksi .....	108
<b>Tabel 5.4.</b> Perincian Jumlah Karyawan Utilitas .....	109
<b>Tabel 5.5.</b> Perincian Jumlah Karyawan HSE Lingkungan, Laboratorium Riset, dan Maintenance .....	110
<b>Tabel 5.6.</b> Perincian Jumlah Karyawan Seluruhnya.....	110
<b>Tabel 5.7.</b> Rincian Jumlah Gaji Karyawan.....	113
<b>Tabel 6.1.</b> Unit Penyimpanan .....	119
<b>Tabel 6.2.</b> Unit Pemindahan .....	121
<b>Tabel 6.3.</b> Unit Reaksi .....	121
<b>Tabel 6.4.</b> Unit Pemisah .....	123
<b>Tabel 6.5.</b> Unit Penukar Panas.....	124
<b>Tabel 7.1.</b> Chemical Engineering Plant Cost Index 2001-2023 (Chemical Engineering Magazine) .....	127
<b>Tabel 7.2.</b> Physical Plant Cost (PPC) .....	139
<b>Tabel 7.3.</b> Fixed Capital Investment (FCI).....	139
<b>Tabel 7.4.</b> Working Capital Investment (WCI).....	140
<b>Tabel 7.5.</b> Total Capital Investment (TCI).....	140
<b>Tabel 7.6.</b> Total Direct Manufacturing Cost (DMC) .....	140
<b>Tabel 7.7.</b> Total Indirect Manufacturing Cost (IMC) .....	141
<b>Tabel 7.8.</b> Total Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	141
<b>Tabel 7.9.</b> Total Manufacturing Cost (TMC).....	142
<b>Tabel 7.10.</b> Total General Expense (TGE) .....	142
<b>Tabel 7.11.</b> Total Production Cost (TPC) .....	142
<b>Tabel 7.12.</b> Cash Flow .....	144
<b>Tabel 7.13.</b> Cummulative Cash Flow (CCF) .....	145
<b>Tabel 7.14.</b> Cumulative Cashflow & Net Present Value .....	147
<b>Tabel 7.15.</b> Fixed Manufacturing Cost (Fa) .....	148
<b>Tabel 7.16.</b> Variable Cost (Va).....	148
<b>Tabel 7.17.</b> Regulated Cost (Ra) .....	148

<b>Tabel 7.18.</b> Data Shut Down Point .....	149
<b>Tabel 7.19.</b> Resume Kelayakan Pendirian Pabrik Amonium Klorida Kapasitas 91000 Ton/tahun. .....	150
<b>Tabel A.1.</b> Berat Molekul Komponen .....	1
<b>Tabel A.2.</b> Kelarutan NaCl .....	1
<b>Tabel A.3.</b> Kelarutan (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	2
<b>Tabel A.4.</b> Kelarutan Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	2
<b>Tabel A.5</b> Kelarutan NH <sub>4</sub> Cl.....	3
<b>Tabel A.6.</b> Kelarutan CaSO <sub>4</sub> .....	3
<b>Tabel A.7.</b> Nermas Mixer (M-01).....	6
<b>Tabel A.8.</b> Nermas Mixer (M-02).....	7
<b>Tabel A.9.</b> Nermas Reaktor (R-01).....	9
<b>Tabel A.10.</b> Kelarutan Komponen dalam 100°C .....	10
<b>Tabel A.11.</b> Nermas Rotary Vakum Filter (RF-01).....	12
<b>Tabel A.12.</b> Nermas Rotary Dryer (RD-01) .....	13
<b>Tabel A.13.</b> Nermas Mixer (M-03).....	15
<b>Tabel A.14.</b> Neraca Massa Badan Evaporator 1 .....	17
<b>Tabel A.15.</b> Neraca Massa Badan Evaporator 2 .....	17
<b>Tabel A.16.</b> Neraca Massa EV. 3 .....	18
<b>Tabel A.17.</b> Neraca Massa Overall Evaporator .....	19
<b>Tabel A.18.</b> Nermas Kristaliser (CR-01).....	21
<b>Tabel A.19.</b> Nermas Centrifuge (CF-01) .....	23
<b>Tabel A.20.</b> Nermas Rotary Dryer (RD-02) .....	24
<b>Tabel A.21.</b> Neraca Massa Overall .....	25
<b>Tabel B.1.</b> Berat Molekul Komponen .....	1
<b>Tabel B.2.</b> Harga Kapasitas Panas.....	2
<b>Tabel B.3.</b> Q solution (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan NaCl .....	2
<b>Tabel B.4.</b> Nerpan Mixer (M-01) .....	4
<b>Tabel B.5.</b> Nerpan Heat Exchanger (HE-01).....	6
<b>Tabel B.6.</b> Nerpan Mixer (M-02) .....	7
<b>Tabel B.7.</b> Nerpan Heat Exchanger (HE-02).....	9

<b>Tabel B.8.</b> Nerpan Reaktor (R-01) .....	12
<b>Tabel B.9.</b> Nerpan Rotary Vakum Filter (RF-01).....	15
<b>Tabel B.10.</b> Nerpan Rotary Dryer (RD-01).....	17
<b>Tabel B.11.</b> Nerpan Mixer (M-03).....	19
<b>Tabel B.12.</b> Nerpan Heat Exchanger (HE-03).....	21
<b>Tabel B.13.</b> Nerpan Evaporator 01 .....	25
<b>Tabel B.14.</b> Nerpan Evaporator 02.....	26
<b>Tabel B.15.</b> Nerpan Evaporator 03 .....	28
<b>Tabel B.16.</b> Nerpan Kristalisasi (CR-01) .....	30
<b>Tabel B.17.</b> Nerpan Centrifuge (CF-01).....	32
<b>Tabel B.18.</b> Nerpan Rotary Dryer (RD-02).....	34
<b>Tabel B.19.</b> Neraca Panas Overall.....	34
<b>Tabel C.1.</b> Spesifikasi Silo Ammonium Klorida.....	6
<b>Tabel C.2.</b> Spesifikasi Pompa (P-01) .....	13
<b>Tabel C.3.</b> Spesifikasi Belt Conveyor (BLC-01) .....	17
<b>Tabel C.4.</b> Spesifikasi Reaktor (R-01) .....	32
<b>Tabel C.5.</b> Spesifikasi Mixing Tank (M-02) .....	41
<b>Tabel C.6.</b> Spesifikasi Centrifuge (CF-01).....	43
<b>Tabel C.7.</b> Spesifikasi Heat Exchanger (HE-02).....	51
<b>Tabel D.1.</b> Chemical Engineering Plant Cost Index 2001-2023 (Chemical Engineering Magazine)2	
<b>Tabel D.2.</b> Harga Peralatan Dalam Negeri pada Tahun 2024 (sumber: <a href="http://www.alibaba.com">http://www.alibaba.com</a> ) ..	5
<b>Tabel D.3.</b> Harga Peralatan Impor Pada Tahun 2024 (sumber: <a href="http://www.matche.com">http://www.matche.com</a> ).....	5
<b>Tabel D.4.</b> Biaya Pembelian Alat dari Dalam Negeri.....	7
<b>Tabel D.5.</b> Biaya Pembelian Alat dari Luar Negeri .....	7
<b>Tabel D.6.</b> Biaya Instalasi.....	9
<b>Tabel D.7.</b> Biaya Pemipaan .....	10
<b>Tabel D.8.</b> Biaya Instrumentasi dan Pengendalian .....	11
<b>Tabel D.9.</b> Biaya Instalasi Listrik .....	12
<b>Tabel D.10.</b> Instalasi Insulation Cost (IC).....	13
<b>Tabel D.11.</b> Biaya Bangunan .....	13
<b>Tabel D.12.</b> Perincian Luas Tanah.....	14

<b>Tabel D.13.</b> Physical Plant Cost (PPC).....	15
<b>Tabel D.14.</b> Biaya Engineering and Construction .....	17
<b>Tabel D.15.</b> Fixed Capital Investment (FCI) .....	18
<b>Tabel D.16.</b> Working Capital Investment (WCI).....	21
<b>Tabel D.17.</b> Total Capital Investment (TCI).....	21
<b>Tabel D.18.</b> Harga Bahan Baku per Tahun .....	22
<b>Tabel D.19.</b> Labor Cost.....	22
<b>Tabel D.20.</b> Supervisi Cost.....	23
<b>Tabel D.21.</b> Total Direct Manufacturing Cost (DMC) .....	26
<b>Tabel D.22.</b> Total Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	28
<b>Tabel D.23.</b> Total Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	29
<b>Tabel D.24.</b> Total Manufacturing Cost (TMC).....	30
<b>Tabel D.25.</b> Management Salaries .....	30
<b>Tabel D.26.</b> Total General Expense (TGE).....	34
<b>Tabel D.27.</b> Total Production Cost .....	34
<b>Tabel D.28.</b> Cash Flow .....	38
<b>Tabel D.29.</b> Cumulative Cash Flow (CCF) .....	40
<b>Tabel D.30.</b> Cumulative Cashflow & Net Present Value.....	42
<b>Tabel D.31.</b> Fixed Manufacturing Cost (Fa).....	44
<b>Tabel D.32.</b> Variable Cost (Va).....	44
<b>Tabel D.33.</b> Regulated Cost (Ra).....	45
<b>Tabel D.34.</b> Data Shut Down Point .....	46
<b>Tabel D.35.</b> Resume Kelayakan Pendirian Pabrik Amonium Klorida Kapasitas 91.000 Ton/Tahun .....	47

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Alokasi Pupuk di Indonesia 2018-2024 .....	1
<b>Gambar 1.2</b> Grafik Impor Amonium Klorida.....	4
<b>Gambar 1.3</b> Grafik Ekspor Amonium Klorida .....	5
<b>Gambar 2.1.</b> Neraca Massa Overall.....	26
<b>Gambar 2.2.</b> Neraca Panas Overall.....	35
<b>Gambar 2.3.</b> Layout Pabrik .....	50
<b>Gambar 2.4.</b> Layout Proses .....	52
<b>Gambar 3.1.</b> Unit Penyimpanan (Silo) .....	53
<b>Gambar 3.2.</b> Unit Pemindah (Pompa) .....	54
<b>Gambar 3.3.</b> Unit Pemindah (Belt Conveyor).....	55
<b>Gambar 3.4.</b> Unit Reaksi (Reaktor).....	56
<b>Gambar 3.5.</b> Unit Reaksi (Mixing Tank).....	58
<b>Gambar 3.6.</b> Unit Pemisah (Centrifuge).....	59
<b>Gambar 3.7.</b> Unit Penukar Panas (Heat Exchanger) .....	60
<b>Gambar 4.1.</b> Cooling Tower .....	68
<b>Gambar 4.2.</b> Diagram Alir Proses Demineralisasi .....	76
<b>Gambar 4.3.</b> Blok Diagram Proses Pengolahan Air .....	77
<b>Gambar 5.1.</b> Struktur Organisasi.....	101
<b>Gambar 7.1.</b> Hubungan Tahun dengan Plant Cost Index tahun 2001-2023 .....	128
<b>Gambar 7.2.</b> Analisis Pay Out Time.....	143
<b>Gambar 7.3.</b> Grafik Analisa Kelayakan.....	149
<b>Gambar A.1</b> Diagram Alir Neraca Massa Overall.....	1
<b>Gambar A.2.</b> Nermas Mixer (M-01).....	5
<b>Gambar A.3.</b> Nermas Mixer (M-02).....	6
<b>Gambar A.4.</b> Nermas Reaktor (R-01).....	8
<b>Gambar A.5.</b> Nermas Rotary Vakum Filter (RF-01) .....	10
<b>Gambar A.6.</b> Nermas Rotary Dryer (RD-01) .....	12
<b>Gambar A.7.</b> Nermas Mixer (M-03).....	14
<b>Gambar A.8.</b> Nermas Evaporator .....	15
<b>Gambar A.9.</b> Nermas Kristaliser (CR-01).....	19

<b>Gambar A.10.</b> Nermas Centrifuge (CF-01).....	21
<b>Gambar A.11.</b> Nermas Rotary Dryer (RD-02).....	23
<b>Gambar B.1.</b> Nerpan Overall.....	1
<b>Gambar B.2</b> Nerpan Mixer (M-01) .....	3
<b>Gambar B.3.</b> Nerpan Heat Exchanger (HE-01).....	4
<b>Gambar B.4.</b> Nerpan Mixer (M-02) .....	6
<b>Gambar B.5.</b> Nerpan Heat Exchanger (HE-02).....	8
<b>Gambar B.6.</b> Nerpan Reaktor (R-01) .....	9
<b>Gambar B.7.</b> Nerpan Rotary Vakum Filter (RF-01) .....	13
<b>Gambar B.8.</b> Nerpan Rotary Dryer (RD-01).....	15
<b>Gambar B.9.</b> Nerpan Mixer (M-03) .....	17
<b>Gambar B.10.</b> Nerpan Heat Exchanger (HE-03).....	19
<b>Gambar B.11.</b> Nerpan Evaporator .....	21
<b>Gambar B.12.</b> Nerpan Kristaliser (CR-01).....	28
<b>Gambar B.13.</b> Nerpan Centrifuge (CF-01).....	31
<b>Gambar B.14.</b> Nerpan Rotary Dryer (RD-02).....	33
<b>Gambar C.1.</b> Spesifikasi Unit Penyimpanan (Silo).....	1
<b>Gambar C.2.</b> Spesifikasi Pompa.....	6
<b>Gambar C.3.</b> Spesifikasi Belt Conveyor .....	13
<b>Gambar C.4.</b> Spesifikasi Reaktor .....	17
<b>Gambar C.5.</b> Spesifikasi Mixing Tank .....	33
<b>Gambar C.6.</b> Centrifuge .....	41
<b>Gambar C.7.</b> Heat Exchanger.....	43
<b>Gambar D.1.</b> Analisis Pay Out Time .....	37
<b>Gambar D.2.</b> Grafik Analisa Kelayakan.....	46

## INTISARI

Ammonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) merupakan senyawa anorganik berbentuk padatan garam kristal putih yang terbentuk dari proses ammonium sulfat-sodium klorida yang mudah larut dalam air. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2022, selama 5 tahun terakhir mengalami kenaikan impor dan penurunan nilai ekspor ammonium klorida di Indonesia. Secara umum ammonium klorida digunakan sebagai bahan utama berbagai industri antara lain lilin, cat, karet sintetis, *dry cell* atau baterai kering untuk elektrolit, zat *expectorant* pada obat batuk, kosmetik, bahan tambahan shampoo rambut, dan produk produk pembersih, bahan dalam pembuatan *monosodium glutamate* (MSG), bahan perasa vodka, pestisida, dan sebagian besar untuk pupuk dikarenakan kandungan nitrogennya yaitu pembuatan pupuk NPK. Sampai saat ini, produk ammonium klorida belum diproduksi secara langsung di Indonesia. Saat ini diperoleh hanya impor dari China dan India.

Pabrik ammonium klorida ini akan didirikan di JIPE (*Java Integrated Industrial and Port Estate*) Gresik, Jawa Timur, Indonesia. Bahan baku ammonium sulfat dari produsen PT. Petrokimia Gresik dan natrium klorida dari PT. Unichem Candi Indonesia di Jawa Timur yang pendistribusiannya menggunakan jalur darat dan laut. Pembuatan ammonium klorida dilakukan dengan proses proses amonium sulfat-natrium klorida dengan perbandingan mol 1:2. Reaksi berlangsung dalam reaktor CSTR dengan konversi 95%. Reaksi berlangsung dalam fase padatan terlarut (*aqueous*), sifat *reversible*, endotermis, pada tekanan 1 atm dan suhu  $100^\circ\text{C}$ .

Dalam pra-rancangan pabrik ammonium klorida dari ammonium sulfat dan natrium klorida kapasitas 91.000 ton/tahun ini membutuhkan unit pendukung proses atau utilitas yang terdiri dari unit pengolahan air, *steam*, udara instrument, listrik, bahan bakar, dan generator sebagai cadangan. Kebutuhan air diperoleh dengan mudah dikarenakan lokasi Kawasan yang dekat dengan laut dan Sungai Bengawan Solo, begitu juga kebutuhan listrik yang digunakan diperoleh dari PT. Pembangkitan Jawa-Bali Pembangkit Gresik dengan kapasitas 2.219 MW serta Generator sebagai cadangan sedangkan keperluan bahan bakar dapat diperoleh dari PT. Pertamina Persero.

Pabrik ammonium klorida dilengkapi dengan unit pengolahan limbah padat, cair, gas, K3LH, dan laboratorium analisa bahan baku serta produk. Bentuk perusahaan yang digunakan adalah Perseroan terbatas (PT), dengan sistem organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan

pembagian menurut jam kerja yang terdiri atas karyawan shift dan karyawan non shift. Karyawan pabrik ammonium klorida ini direncanakan berjumlah 211 orang untuk megoperasikan pabrik selama 24 jam/hari dalam 300 hari/tahun. Perusahaan ini direncanakan berstatus Penanaman Modal dalam Negeri (PMDN) dengan saham pihak asing (30% dari modal), pengusaha dalam negeri (50% dari modal), dan bank (20% dari modal).

Berdasarkan analisa ekonomi, pabrik ammonium klorida memerlukan investasi modal tetap (*fixed capital investment*) sebesar USD 29.205.488,255 dan modal kerja (*working capital investment*) sebesar USD 16.006.340,028. Pabrik ammonium klorida ini memperoleh POS sebelum pajak 18,80% dan setelah pajak sebesar 14,10%, ROI sebelum pajak 40,34% dan setelah pajak 30,26%, POT setelah pajak 3,01 tahun, IRR 12%, BEP 39,95%, dan SDP sebesar 29,44%. Pabrik ammonium klorida kapasitas 91.000 ton/tahun masuk kedalam kategori *low risk* dan layak untuk didirikan.

***Kata Kunci:*** *Ammonium klorida, Ammonium Sulfat, Natrium klorida, CSTR, JIPE, Pupuk NPK*

## SUMMARY

*Ammonium chloride ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) is an inorganic compound existing as a white, crystalline salt solid. It's produced through the ammonium sulfate-sodium chloride process and is highly soluble in water. According to data from the Indonesian Central Bureau of Statistics (BPS) in 2022, over the past five years, Indonesia has seen an increase in ammonium chloride imports coupled with a decrease in export value. Generally, ammonium chloride serves as a key ingredient in various industries, including the production of synthetic rubber, dry-cell, medicines, and cleaning products, monosodium glutamate (MSG), as a flavoring agent in vodka, in pesticides, and extensively in fertilizers due to its nitrogen content, particularly in the production of NPK fertilizers. Currently, ammonium chloride is not directly produced in Indonesia and is exclusively obtained through imports from China and India.*

*The proposed ammonium chloride plant will be located in JIPE (Java Integrated Industrial and Port Estate) in Gresik, East Java, Indonesia. Ammonium sulfate raw material will be sourced from PT. Petrokimia Gresik, and sodium chloride will be supplied by PT. Unichem Candi Indonesia, both located in East Java. Distribution will utilize both land and sea transport. The production of ammonium chloride will employ the ammonium sulfate-sodium chloride process, using a 1:2 molar ratio. The reaction will occur in a continuous stirred-tank reactor (CSTR) with a conversion rate of 95%. The reaction will take place in the aqueous phase, is reversible and endothermic, at a pressure of 1 atm and a temperature of 100°C.*

*The preliminary design for the 91,000 tons/year ammonium chloride plant utilizing ammonium sulfate and sodium chloride requires process support units, also known as utilities. These include units for water treatment, steam generation, instrument air, electricity supply, fuel supply, and a backup generator. Water requirements can be readily met due to the site's proximity to the sea and the Bengawan Solo River. Electricity will be sourced from PT. Pembangkitan Jawa-Bali Pembangkit Gresik, which has a capacity of 2,219 MW, supplemented by a backup generator. Fuel will be procured from PT. Pertamina Persero.*

*The ammonium chloride plant will incorporate units for the treatment of solid, liquid, and gaseous waste, as well as comprehensive facilities for occupational health, safety, and environmental management (K3LH), and a laboratory for the analysis of raw materials and finished products. The business structure will be a limited liability company (Perseroan Terbatas - PT), with a line and staff organizational system. The employee work schedule will be divided into shift and non-shift*

*personnel. The plant is projected to employ 211 personnel to operate the facility 24 hours a day, 300 days per year. The company is planned as a Domestic Investment enterprise held by foreign (30%), domestic entrepreneurs (50%), and a bank (20%).*

*Based on the economic analysis, the ammonium chloride plant requires a fixed capital investment of USD 29,205,488.255 and a working capital investment of USD 16,006,340.028. The plant is projected to achieve a profit on sales (POS) before tax of 18.80% and after tax of 14.10%, a return on investment (ROI) before tax of 40.34% and after tax of 30.26%, a payback period (POT) after tax of 3.01 years, an internal rate of return (IRR) of 12%, a break-even point (BEP) of 39.95%, and a shutdown point (SDP) of 29.44%. The 91,000-ton-per-year ammonium chloride plant falls into the low-risk category and is considered feasible for establishment.*

**Keywords:** *Ammonium chloride, Ammonium Sulfate, Sodium chloride, CSTR, JIPE, NPK Fertilizer*