

**SKRIPSI**

**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI  
AMONIUM SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA  
KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN**



**Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu Jurusan Teknik Kimia**

**Oleh :**

**Afia Nita Batdjedelik 24180326D**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SETIA BUDI  
SURAKARTA  
2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI AMONIUM SULFAT  
DAN NATRIUM KLORIDA KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN**

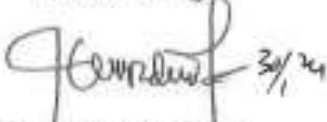
**Disusun Oleh :**

**Afla Nita Batdjedelik      24180326D**

Telah Disetujui Pembimbing

Pada Tanggal 24 Januari 2024

Pembimbing I



Ir. Sumardiyono, M.T

NIS. 01199403231041

Pembimbing II



Gregorius P. I. Budianto, S.T., M.Eng

NIS. 01201407261183

Mengetahui,  
Ketua Program Studi



Dewi Asuti Herawati, S.T., M.Eng

NIS. 01199601032053

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI AMONIUM SULFAT  
DAN NATRIUM KLORIDA KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN**

Disusun Oleh :

**Afia Nita Batdjedelik      24180326D**

Telah dipertahankan didepan tim penguji

Pada tanggal ...21 Januari 2024

Penguji 1. Dr. Narimo, S.T, M.M.

  
.....

Penguji 2. Dewi Asuti Herawati, S.T.,M.Eng

  
.....

Penguji 3. Gregorius P. I Budianto, S.T., M.Eng

  
.....

Penguji 4. Ir.Sumardiyono, M.T

 31/24  
.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Drs. Suseno, M.Si

NIS. 01199498911044

Ketua Program Studi

  
Dewi Asuti Herawati, S.T.,M.Eng

NIS. 01199601032053

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul **“PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI AMONIUM SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN”** adalah benar merupakan hasil karya saya dengan arahan dari pembimbing tanpa ada upaya penjiplakan atau pemalsuan dan manipulasi data dari karya orang lain. Semua sumber data dan informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain yang telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 8 Oktober 2024



Afia Nita Batdjedelik

## **MOTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTO :**

Berdoa dan bekerja harus balance.

Lebih baik kehilangan masa muda mu daripada merasakan masa tua  
yang tidak bahagia

Jika proses mu tidak mulus maka ingatlah bahwa tidak ada proses yang  
mudah untuk hasil yang indah.

### **UCAPAN TERIMAKASIH KEPADA :**

#### **Tuhan Yesus dan Bunda Maria**

Puji syukur saya panjatkan kepadamu Tuhan Yesus dan Bunda Maria yang selalu dan senantiasa menuntun setiap perjuangan saya terutama dalam menyusun tugas akhir ini.

#### **Keluarga Tercinta**

Terima kasih aku ucapkan kepada Papa Sebastianus Batdjedelik, S.T dan Mama Florentina Jabarmase, S.Pd atas segala perjuangan kalian agar kebutuhan ku selalu terpenuhi, segala doa yang kalian haturkan kepada Tuhan, segala nasihat dan dukungan yang kalian berikan kepada ku. Perjuanganku selama ini aku persembahkan kepada Papa dan Mama ku tercinta. Terima kasih juga kepada adik-adikku tercinta Yanris Batdjedelik, Clemens L. Batdjedelik dan Putri Georgina Batdjedelik yang selalu mendukung, menghibur dan mendoakan kakak.

#### **Bapak Ir. Sumardiyono, M.T dan Bapak Gregorius P. I. Budianto, S.T., M.T**

Terima kasih telah sabar membimbing saya dalam mengerjakan tugas akhir dan telah membagikan ilmunya selama ini.

#### **Semua Dosen Teknik Kimia Universitas Setia Budi**

Terima kasih telah mengajarkan banyak ilmu yang bermanfaat.

#### **Stella Divina 6**

Terima kasih kepada Maria Angela Maricie, S.Ikom, Agnes Billyarta Kristanti, S.T, Apt. Theresa Tresna Utami, S.Farm dan Gabriela Vialetta,

S.Ak. Atas dukungan dan doa kalian aku bisa mengerjakan tugas akhir ini hingga selesai.

### **Idol Kpop Kesayanganku**

EXO, NCT dan Seventeen khususnya bias-biasku : Kai, Sehun, Wonwoo, Jaehyun, Winwin, Vernon, Hendery, Jeno dan Jaemin. Terima kasih telah menyemangatiku tanpa perlu bilang semangat secara langsung di depanku. Meski kalian tidak tau keberadaanku tapi berkat kalian aku bisa bangkit lagi setelah berkali-kali jatuh, sedih dan putus asa dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

### **Teman-teman Teknik Kimia 2018**

Terima kasih kepada Devia, Nadia, Nona, Riska, dan Ulfa atas kebersamaan selama ini, kata-kata motivasi dan semangat dari kalian sangat membantu aku untuk bisa maju dan melewati masa sulit hingga bisa menyusul kalian dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

### **Semua Pihak yang Membantu**

Terima kasih untuk semua pihak yang tidak bisa saya sebut satu-persatu yang telah membantu saya selama ini.

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur penyusun panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penyusun dapat menyusun tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida Kapasitas 250.000 ton/tahun”. Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum program studi S1 Teknik Kimia dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik, Prodi S1 Teknik Kimia di Universitas Setia Budi, Surakarta. Selama penyusunan tugas akhir ini penyusun telah banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak, baik bantuan moril maupun bantuan material. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Djoni Tarigan MBA, selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Bapak Dr. Drs. Suseno, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Ibu Dewi Asuti Herawati, S.T., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Setia Budi Surakarta, sekaligus selaku Dosen Penguji 2 tugas akhir.
4. Bapak Ir. Sumardiyono, M.T selaku Dosen Pembimbing 1 tugas akhir dan Bapak Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2 tugas akhir.
5. Bapak Dr. Narimo, S.T., M.M selaku Dosen Penguji 1 tugas akhir.
6. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moril dan material dalam pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir.
7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan semangat dalam pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata, penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna dan masih terdapat kekurangan oleh karena itu penyusun menyampaikan maaf dan mengharapkan saran serta kritik yang membangun untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Penyusun menyampaikan terima kasih.

Surakarta, 24 Januari 2024

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
INTISARI .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Kapasitas Rancangan Pabrik .....	1
1.2.1 Prediksi Kebutuhan dalam Negeri .....	1
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku .....	3
1.2 Pemilihan Lokasi Pabrik .....	3
1.3 Jenis-jenis Mekanisme Pembentukan Amonium Klorida ....	5
1.4 Kegunaan Produk .....	8
1.5 Tjauan Pustaka .....	9
1.5.3 Bahan Baku .....	9
1.5.4 Produk .....	9
1.6 Konsep Proses .....	10
1.6.3 Mekanisme Reaksi .....	11
1.6.4 Tinjauan Termodinamika .....	11
1.6.5 Tinjauan Kinetika .....	13
<b>BAB II SPESIFIKASI BAHAN .....</b>	<b>14</b>
2.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	14
2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu .....	14
2.3 Spesifikasi Produk .....	14
<b>BAB III DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>16</b>
3.1 Diagram Alir .....	16
3.1.1 Diagram Alir Kualitatif .....	16
3.1.2 Diagram Kuantitatif .....	17
3.2 Keterangan Proses .....	17
3.2.1 Langkah Penyiapan Bahan Baku .....	17
3.2.2 Langkah Pembentukan Produk .....	18



3.2.3	Langkah Pemisahan dan Pemurnian Produk .....	18
<b>BAB IV</b>	<b>NERACA MASSA DAN NERACA PANAS .....</b>	<b>19</b>
4.1	Neraca Massa .....	19
4.2	Neraca Panas .....	23
<b>BAB V</b>	<b>SPESIFIKASI ALAT.....</b>	<b>26</b>
5.1.	Silo Penyimpanan (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	26
5.2.	Silo Penyimpanan NaCl.....	26
5.3.	Silo Penyimpanan (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) .....	26
5.4	Silo Penyimpanan (NH <sub>4</sub> Cl).....	27
5.5.	Mixer (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	27
5.6.	Mixer NaCl .....	28
5.7.	Reaktor .....	29
5.8.	Rotary Vacum Filter .....	30
5.9.	Evaporator .....	30
5.10.	Kristaliser .....	31
5.11.	Sentrifuge.....	31
5.12.	<i>Bucket Elevator-01</i> .....	31
5.13.	<i>Bucket Elevator-02</i> .....	32
5.14.	<i>Hopper-01</i> .....	32
5.15.	<i>Hopper-02</i> .....	33
5.16.	<i>Belt Conveyor-01</i> .....	33
5.17.	<i>Belt Conveyor-02</i> .....	33
5.18.	<i>Screw Conveyor-01</i> .....	34
5.19.	<i>Screw Conveyor-02</i> .....	34
5.20.	<i>Screw Conveyor-03</i> .....	34
5.21.	<i>Screw Conveyor-04</i> .....	35
5.22.	<i>Pompa-01</i> .....	35
5.23.	<i>Pompa-02</i> .....	35
5.24.	<i>Pompa-03</i> .....	36
5.25.	<i>Pompa-04</i> .....	36
<b>BAB VI</b>	<b>UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS).....</b>	<b>37</b>
6.1.	Unit Pendukung Proses (Utilitas) .....	37
6.1.1.	Divisi Penyediaan dan Pemrosesan Air .....	37
6.1.2.	Unit Pengadaan Steam .....	41
6.1.3.	Unit Pengadaan Listrik.....	49
6.1.4.	Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	52
6.1.5.	Unit Pengolahan Limbah.....	52
6.1.6.	Laboratorium.....	53

6.2. Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	54
<b>BAB VII STRUKTUR ORGANISASI DAN TATA LETAK .....</b>	<b>56</b>
7.1. Bentuk Perusahaan.....	56
7.2. Struktur Organisasi .....	57
7.2.1. Pemegang Saham.....	58
7.2.2. Dewan Komisaris .....	58
7.2.3. Direktur .....	58
7.2.4. Staf Ahli dan Litbang .....	59
7.2.5. Kepala Bagian .....	59
7.2.6. Pegawai .....	60
7.3. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji .....	61
7.3.1. Sistem Kepegawaian .....	61
7.3.2. Sistem Gaji .....	61
7.3.3. Pembagian Jam Kerja Pegawai .....	64
7.4. Kesejahteraan Pegawai .....	65
7.5. Manajemen Produksi .....	66
7.5.1 Perencanaan Produksi .....	67
7.5.2. Pengendalian Proses.....	68
7.6. Tata Letak ( <i>Lay Out</i> ) Pabrik .....	69
7.7. Tata Letak Peralatan .....	72
<b>BAB VIII EVALUASI EKONOMI.....</b>	<b>76</b>
8.1 Perhitungan Biaya :.....	78
8.2 Total Fixed Capital Investment.....	80
8.3 Working Capital.....	80
8.4 Manufacturing Cost .....	81
8.5 General Expenses.....	81
8.6 Analisis Ekonomi.....	81
8.6.1 Return on Investment (ROI).....	82
8.6.2 Pay Out Time (POT) .....	83
8.6.3 Break Event Point (BEP) .....	83
8.6.4 Shut Down Point (SDP) .....	84
<b>BAB IX KESIMPULAN.....</b>	<b>86</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>87</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perkembangan impor amonium klorida di Indonesia.....	2
Tabel 1. 2. Daftar produsen amonium klorida di dunia.....	3
Tabel 1. 3. Perbandingan proses pembuatan ammonium klorida.....	8
Tabel 1. 4. Harga berat molekul dan $\Delta H^{\circ}$ f masing-masing komponen	11
Tabel 1. 5. Data Cp komponen bahan baku dan produk.....	12
Tabel 1. 6. Data energi bebas Gibbs komponen bahan baku dan produk.....	12
Tabel 4. 1. 1. Neraca massa mixer $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (M-01) .....	20
Tabel 4. 1. 2. Neraca massa mixer NaCl .....	20
Tabel 4. 1. 3. Neraca massa reaktor.....	21
Tabel 4. 1. 4. Neraca massa <i>rotary vacuum filter</i> .....	21
Tabel 4. 1. 5. Neraca massa evaporator.....	22
Tabel 4. 1. 6. Neraca massa kristalizer .....	22
Tabel 4. 1. 7. Neraca massa sentrifuge filter .....	22
Tabel 4. 2. 1. Konstanta kapasitas panas masing-masing.....	23
Tabel 4. 2. 2. Neraca panas Reaktor .....	24
Tabel 4. 2. 3. Neraca panas rotay vacuum filter .....	24
Tabel 4. 2. 4. Neraca panas evaporator .....	24
Tabel 4. 2. 5. Neraca Panas Kristalizer .....	25
Tabel 4. 2. 6. Neraca Panas sentrifuge filter.....	25
Tabel 7. 1. Daftar Gaji Karyawan.....	62
Tabel 7. 2. Pembagian shift karyawan.....	65
Tabel 7. 3. Luas Bangunan Pabrik.....	71
Tabel 8. 1. Tabel Cost index chemical plant .....	77
Tabel 8. 2. Tabel Total Fixed Capital Investment .....	80
Tabel 8. 3. Tabel Working Capital .....	80
Tabel 8. 4. Tabel Manufacturing cost.....	81
Tabel 8. 5. Tabel General Expenses .....	81
Tabel 8. 6. Tabel Fixed Cost.....	83
Tabel 8. 7. Tabel Variable Cost.....	84
Tabel 8. 8. Table Regulated Cost .....	84

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Grafik perkembangan impor amonium klorida di Indonesia.....	2
Gambar 1. 2. Peta Kec. Rejoso, Kab. Pasuruan, Jawa timur.....	5
Gambar 3. 1. Diagram Alir Kualitatif.....	16
Gambar 3. 2. Diagram Alir Kuantitatif.....	17
Gambar 6. 1. Diagram alir pengolahan air .....	44
Gambar 7. 1. Gambar Struktur organisasi .....	57
Gambar 7. 2. Tata Letak Pabrik.....	72
Gambar 7. 3. Tata letak peralatan pabrik.....	74
Gambar 8. 1. Hubungan Tahun dengan Cost Index .....	77
Gambar 8. 2. Grafik ekonomi.....	85

## INTISARI

Prarancangan pabrik ammonium klorida ini direncanakan akan didirikan di tahun 2026 dengan lokasi berdiri berada di Kecamatan Rejos, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Letak pabrik ini sangat strategis karena berada di tengah antara PT. Petrokimia Gresik dan PT. Garam yang merupakan penyedia bahan baku pembuatan ammonium klorida. Dengan kapasitas sebesar 250.000 ton/tahun pabrik ini beroperasi selama 330 hari/tahun.

Prarancangan pabrik ammonium klorida ini didapatkan dengan mereaksikan ammonium sulfat sebesar 39.325,9261 kg/jam dan natrium klorida sebesar 36.426,0508 kg/jam di dalam reaktor RATB/CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*) dengan suhu 100°C. Reaksi dari proses di reaktor adalah bersifat memerlukan panas (*endotermis*), reaksi searah (*irreversible*) dan *non adiabatic*.

Setelah dilakukan analisis ekonomi terhadap pabrik ini maka didapatkan modal tetap FCI Rp dan modal kerja (*working capital*). Keuntungan dari pabrik sebelum pajak yakni Rp 740,555,631,641.05 dengan potongan pajak sebesar 30% maka keuntungan dari pabrik setelah pajak yaitu 2,076,156,584,192,350.00. ROI (*Return On Investment*) sebelum pajak 29% dan setelah pajak 20%. POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak adalah 3,5 tahun dan sesudah pajak 4,2 tahun. BEP (*Break Even Point*) yaitu 43% dan SDP (*Shut Down Point*) yaitu 18%.

Pabrik ammonium klorida ini setelah dilakukan perancangan dan analisis ekonomi maka dapat disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak dibangun.

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Populasi penduduk di Indonesia yang makin hari menjadi bertambah banyak mengakibatkan lapangan pekerjaan di Indonesia menjadi sedikit dan sulit untuk didapatkan sehingga menyebabkan kenaikan angka pengangguran, dampak lain dari pertambahan populasi penduduk yaitu meningkatnya daya konsumsi manusia. Indonesia yang merupakan negara maju diberikan tuntutan supaya mampu bersaing dengan negara maju lainnya pada berbagai aspek, salah satunya dibidang industri kimia. Industri kimia yang saat ini berkembang dengan baik adalah industri ammonium klorida. Data ekspor dan impor yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2016-2021 menunjukkan bahwa sampai saat ini Indonesia masih melakukan impor ammonium klorida dari luar negeri dan belum memiliki pabrik ammonium klorida di Indonesia. Oleh karena itu dengan membangun industri ammonium klorida di Indonesia dapat membuat terbentuknya lapangan kerja baru, angka pengangguran menjadi menurun dan pendapatan ekonomi negara menjadi bertambah.

Ammonium klorida memiliki banyak manfaat antara lain dibutuhkan oleh industri pupuk sebagai bahan pembuatan pupuk karena memiliki kandungan nitrogen dan klorin, pada industri farmasi dibutuhkan dalam pembuatan obat batuk, pada industri pangan dibutuhkan untuk pembuatan monosodium glutamate (MSG) dan pada industri baterai sebagai bahan baku sel baterai kering.

### **1.2 Kapasitas Rancangan Pabrik**

Perhitungan kapasitas adalah aspek vital sebab sangat berpengaruh pada perhitungan teknis dan ekonomis, sebab di Indonesia tidak ada pabrik amonium klorida, maka perhitungan kapasitas bisa dilihat berdasarkan data :

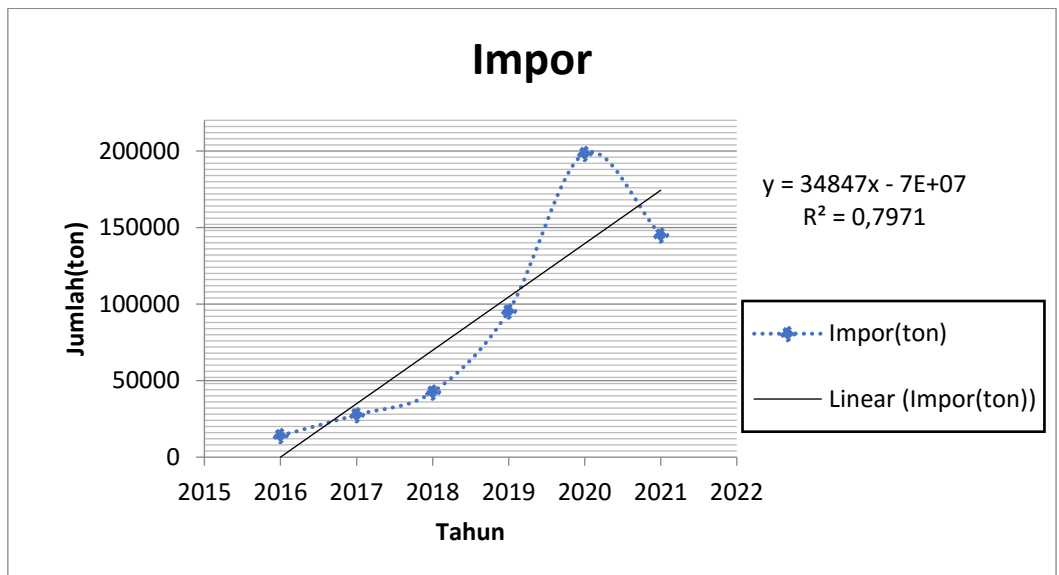
1. Data perkiraan kebutuhan dalam negeri
2. Ketersediaan bahan baku

#### **1.2.1 Prediksi Kebutuhan dalam Negeri**

Ammonium klorida dari tahun ke tahun masih saja di datangkan dari luar negeri, dari data yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik di Indonesia pada tahun 2016 hingga 2021, permintaan amonium klorida dalam Negara Indonesia yaitu :

**Tabel 1. 1 Perkembangan impor amonium klorida di Indonesia**

No	Tahun	Jumlah (Ton)
1.	2016	14106,933
2.	2017	27643,934
3.	2018	42467,919
4.	2019	95387,354
5.	2020	198373,95
6.	2021	145012,23


**Gambar 1. 1. Grafik perkembangan impor amonium klorida di Indonesia**

Pada prarancangan pabrik ini karena di Indonesia tidak ada pabrik yang memproduksi amonium klorida melainkan hanya ada suplayer, untuk itu penentuan kapasitas hanya berdasarkan pada data impor yang diperoleh. Kapasitas pabrik yang direncanakan yang dijadwalkan untuk dibangun pada tahun 2026 adalah :

Jika diterapkan pendekatan regresi linier maka didapatkan persamaan :

$$y = 34847x - 7E+07$$

Jumlah impor tahun ke

$$\begin{aligned} &= 34847x - 7E+07 \\ &= 34847(2026) - 7E+07 \\ &= 34847 (2026) - 7 \times 10^7 \\ &= 600.002 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dengan :

$y$  = jumlah impor amonium klorida (ton/tahun)

$x$  = tahun ke-nx

Dari persamaan diatas maka jumlah pembuatan yang dipersiapkan untuk tahun 2026 adalah sebanyak 250.000 ton/tahun. Dengan jumlah ini diharapkan bisa menurunkan jumlah amonium klorida yang diimpor di Indonesia.

Tabel 1. 2. Daftar produsen ammonium klorida di dunia

<b>Pabrik</b>	<b>Kapasitas (ton/tahun)</b>
Hubei Shuanghuan Science And Technologystock Co., Ltd., China	580.000
Hailian Salt Solution Chemistry, China	100.000
Tuticorin Alkali Chemicals And Fertilizers Limited (TFL), India	105.000
Zouping Boyi Chemical Industry, China	300.000

### **1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku**

Dasar untuk membuat ammonium klorida didapatkan dari dalam negeri. Amonium klorida dibuat dari bahan baku amonium sulfat serta natrium klorida. Untuk ammonium sulfat didapatkan dari PT. Petrokimia Gresik yang memiliki kapasitas 750.000 ton/tahun. Kemudian untuk natrium klorida dari PT. Garam dengan kapasitas produksi sejumlah 385.000 ton/tahun. Maka dapat dikatakan bahwa proses produksi ammonium klorida itu mudah dan sederhana didapatkan.

### **1.2 Pemilihan Lokasi Pabrik**

Memilih tempat berdirinya pabrik termasuk salah satu faktor utama ketika merancang pabrik, dikarenakan hal tersebut berhubungan kuat dengan nilai ekonomi pabrik yang ingin dibangun. Pemilihan lokasi pabrik sangat berpengaruh bagi kedudukan pabrik baik dalam persaingan maupun kelangsungan pabrik kedepannya. Berdasarkan hal-hal yang telah dipertimbangkan maka pabrik ammonium klorida akan dibangun di wilayah tempat perindustrian Pasuruan, Jawa Timur. Faktor yang membuat pertimbangan dibangunnya pabrik ammonium klorida yang berlokasi di Kabupaten Pasuruan ialah :

#### **A. Aspek Pokok**

Aspek pokok sangat dapat berpengaruh pada sasaran penting untuk pabrik. Tujuan utama yang dimaksud ialah proses penghasil dan membagi. Aspek pokok yang berdampak pada preferensi arena adalah sebagai berikut:



1. Tempat pabrik terhadap market  
Arenanya terletak di Kabupaten Pasuran, Jawa Timur dengan prioritas pemasaraannya adalah pasar dalam negeri diharapkan mampu melayani konsumen/permintaan produk pabrik dengan lebih cepat dan biaya pengangkutan menjadi lebih murah. Pembeli yang membutuhkan ammonium klorida merupakan industri baterai kering selain itu ada juga industri pupuk dan industri lain yang mempunyai potensi membeli ammonium klorida. Pabrik ini memiliki hasil samping berupa natrium sulfat. Natrium sulfat dapat dipakai dalam tahapan pembuatan gelas, pulp kertas, detergen serta lainnya.
2. Tempat pembelian bahan baku  
Lokasai letak keberadaan sumber bahan baku yaitu ammonium sulfat dan natrium klorida yang berada dekat dengan lokasi berdirinya pabrik mampu memberikan jaminan penyediaan bahan baku serta bersifat berkelanjutan. Ammonium sulfat yang diperoleh berasal dari PT. Petrokimia Gresik dan natrium klorida berasal dari PT. Garam Persero yang salah satu cabangnya berada di daerah Gresik.
3. Transportasi  
Lokasi pabrik yang akan didirikan memiliki akses yang cukup dekat dengan pelabuhan dan tempat sumber bahan baku alhasil mempermudah untuk mengakses bahan baku serta penyaluran produk.
4. Tenaga kerja  
Tenaga kerja adalah salah satu faktor penting dari pembangunan pabrik. Pembangunan pabrik yang berlokasi di kawasan industri Pasuruan akan membutuhkan banyak tenaga kerja. Tenaga kerja yang diperlukan ialah tenaga kerja yang ahli dan terampil.
5. Utilitas  
Pembangunan pabrik yang berada di kawasan Pasuruan memiliki sarana utilitas yang sudah memadai. Hal ini karena kawasan industri Pasuruan memiliki infrakstruktur yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan industri.

## B. Faktor Sekunder

Faktor sekunder ini memang tak dengan cara langsung memiliki peran pada proses industri, namun tetap memengaruhi pada kelangsungan proses produksi pabrik. Faktor primer yang memengaruhi pemilihan lokasi yakni dibawah ini:

### 1. Pertambahan wilayah pabrik

Pasuruan adalah wilayah perindustrian yang luas dan cukup jauh dari kepadatan penduduk maka dari itu masih sangat memungkinkan jika ingin memperluas pabrik dan juga tidak mengganggu penduduk.

### 2. Perijinan

Pemilihan lokasi tempat berdirinya pabrik sebisa mungkin berada di daerah yang dikhususkan bagi wilayah perindustrian agar dapat melancarkan persetujuan saat mendirikan pabrik.

### 3. Prasarana dan fasilitas sosial

Prasarana sepertihalnya jalur berkendara serta pengangkut lainnya perlu disediakan, kemudian fasilitas meliputi media pembelajaran, tempat peribadatan, tempat rekreasi, bank dan permukiman mampu memajukan ketentraman dan kualitas hidup kelompok masyarakat yang berada disekitar industri.



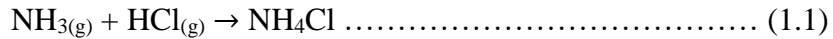
Gambar 1. 2. Peta Kec. Rejoso, Kab. Pasuruan, Jawa timur

## 1.3 Jenis-jenis Mekanisme Pembentukan Amonium Klorida

Ammonium klorida bisa dibuat menggunakan empat macam cara. Berikut ini cara pembuatan ammonium klorida :

### a. Proses Netralisasi Langsung

Pada proses ini dapat digunakan jika asam klorida berlebih. Reaksi yang berlangsung yaitu :

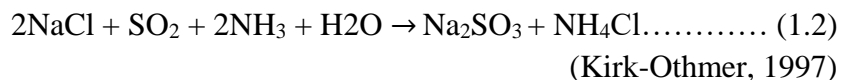


Reaksi ini bersifat eksotermis (mengeluarkan panas) hasil dari panas akan digunakan sebagai penguapan air pada saat larutan asam klorida dipakai. Ammonium klorida diperoleh dalam bentuk kristal melalui *crystallizer bath* ataupun kontinyu (Kirk-Othmer, 1997). tahapan ini terbilang relatif mudah namun karena harga gas ammonia sebagai bahan bakunya mahal membuat proses ini kurang ekonomis jika diterapkan dalam industri.

b. Proses Amonium Sulfit-Natrium Klorida

Tahapan ini hanya mampu dilakukan jika semua bahan bakunya telah tersedia serta berada dalam tingkat kemurnian yang tinggi, seperti NaCl, *anhydrous* ammonia, serta sulfur dioksida. Ammonia serta sulfur dioksida dilaksanakan penambahan dengan cara berkelanjutan. Reaksi ditemukan dalam suhu 60°C yang mana akan dibentuk endapan natrium sulfit. Natrium sulfit dilakukan pemisahan menggunakan teknik sentrifugasi, dilakukan pencucian menggunakan air kemudian dilakukan pengeringan. Larutan ammonium klorida yang masuk ke tangki kristalisasi akan keluar dalam bentuk kristal. Kristal ini kemudian dikeringkan. Produk dari proses ini memiliki kemurnian yang tinggi yaitu sampai dengan 99%.

Reaksi :



c. Proses Amonium Sulfat-Natrium Klorida

Ammonium klorida dalam tahapan ini dibentuk dari melaukan reaksi ammonium sulfat dan natrium klorida pada proses ini juga terdapat produk samping yaitu natrium sulfat. Reaksi dari tahapan ini yakni berikut ini :



Amonium sulfat serta natrium klorida dilakukan reaksi di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang memiliki suhu

100°C. Campuran ammonium sulfat dan natrium klorida setelah keluar dari reaktor adalah berbentuk larutan selanjutnya campuran ini akan dipisahkan dengan filter. Natrium sulfat yang berupa padatan selanjutnya dicuci agar kadar ammonium klorida yang melekat dapat hilang. Sedangkan ammonium klorida yang berbentuk filtrat selanjutnya dikristalkan dan dikeringkan.

d. Proses Ammonia-soda

Dalam tahapan ini ammonium klorida merupakan produk samping dari tahapan bereaksinya ammonium dan karbon dioksida didalam larutan natrium klorida untuk pembuatan natrium bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>). Reaksi yang berlangsung yaitu :



Untuk endapan natrium bikarbonat dipisahkan dengan filtrasi. Sedangkan untuk ammonium klorida akan dikristalkan, dicuci dan dikeringkan. Jika ingin membuat ammonium klorida dengan jumlah yang banyak maka diperoleh cara dengan melakukan reaksi CaCl<sub>2</sub>



Dikarenakan harga bahan baku pembuatannya yang mahal serta juga memiliki proses yang rumit membuat proses ini kurang ekonomis.

(Kirk and Othmer, 1997)

Setelah mengetahui beberapa macam proses pembuatan ammonium klorida. Berikut perbandingan macam-macam proses pembuatan ammonium klorida :

Tabel 1. 3. Perbandingan proses pembuatan ammonium klorida

No	Pembentukan	Keunggulan	Kelemahan
1.	Amonium-Soda	- Pendapatan ammonium klorida bisa dinaikan melalui cari yaitu mereaksikan lebih banyak kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ).	Ammonium klorida hanya merupakan produk samping, sehingga hasilnya hanya sedikit.
2.	Ammonium sulfit-natrium klorida	- Kemurnian produk yang dihasilkan sangat tinggi (lebih dari 99%).	Bahan baku dari pembentukan ini perlu adanya kemurnian yang tinggi sehingga sulit memperoleh bahan baku.
3.	Ammonium sulfat-natrium klorida	- Keadaan operasi mudah diraih yakni 1 atm, $100^\circ\text{C}$ , reaksi berlangsung selama 2 jam, jenis reaksi irreversible. - Kemurnian hasil yang diperoleh cukup tinggi mencapai 95%.	Memerlukan alat pemisahan produk samping yang lebih rumit pengoperasiannya.
4.	Netralisasi Langsung	- Bahan baku yang cukup melimpah.	Proses bersifat sangat eksotermis membuatnya memiliki resiko yang tinggi, bahan bakunya yang berupa gas juga mahal.

Dari perbandingan proses diatas, dipakai tahapan pembuatan ammonium klorida memakai tahapan ammonium sulfat-natrium klorida.

#### 1.4 Kegunaan Produk

Amonium klorida memiliki fungsi yang sangat luas untuk digunakan pada industri kimia, baik selaku bahan baku maupun bahan pembantu. Selaku bahan baku dapat dipakai guna membuat sel batu baterai kuning, bahan baku membuat pupuk. Sementara bahan pembantu dipakai guna bahan penunjang pada industri farmasi.

## 1.5 Tinjauan Pustaka

### 1.5.3 Bahan Baku

#### 1. Ammonium Sulfat

##### a. Sifat Fisika

- Rumus kimia :  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- BM : 132,14 g/gmol
- Titik leleh :  $513^\circ\text{C}$
- Titik didih :  $235^\circ\text{C}$
- Titik lebur :  $235^\circ\text{C}$
- Warna : Putih
- Bentuk : Kristal

##### b. Sifat Kimia

- Kelarutan : 103,8 gr/100 gr air ( $100^\circ\text{C}$ )
- Higroskopis
- Tak larut pada alkohol serta aseton
- Tidak korosif terhadap kaca
- Korosif terhadap *carbon stell, cach iron*.

(Kirk and othmer, 1998)

#### 2. Natrium Klorida

##### a. Sifat Fisika

- Rumus kimia : NaCl
- BM : 58,5
- Titik leleh :  $800,4^\circ\text{C}$
- Titik didih :  $1.465^\circ\text{C}$
- Titik lebur :  $801^\circ\text{C}$
- Warna : Putih
- Bentuk : Kristal

##### b. Sifat Kimia

- Larut dalam air
- Higroskopis
- Sedikit larut dalam alcohol
- Tidak larut dalam HCl

(Perry and Green, 2008)

### 1.5.4 Produk

#### 1. Ammonium Klorida

##### a. Sifat Fisika

- Rumus kimia :  $\text{NH}_4\text{Cl}$

- BM : 53,49
- Titik leleh : 350°C (terdekomposisi)
- Titik didih : 520°C
- Titik lebur : 328°C
- Warna : Putih
- Bentuk : Kristal

b. Sifat Kimia

- Higroskopis
- Larut dalam air dan amoniak
- Sedikit larut dalam etanol dan methanol

(Perry and Green, 2008)

2. Natrium Sulfat

a. Sifat Fisika

- Rumus kimia : Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- BM : 142,05
- Titik leleh : 884°C
- Titik didih : 1.429°C
- Warna : Putih
- Bentuk : Padat

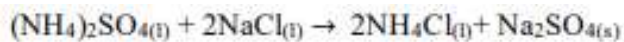
b. Sifat Kimia

- Larut dalam air
- Higroskopis
- Tidak larut dalam etanol
- Tidak larut dalam HCl

(Perry and Green, 2008)

## 1.6 Konsep Proses

Pembentukan ammonium klorida terjadi jika ammonium sulfat dan natrium klorida bereaksi dan memberikan hasil produk samping yaitu natrium sulfat. Memiliki reaksi seperti dibawah ini:



(Faith and Keyes, 1957)

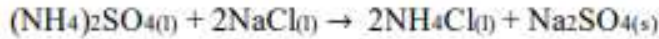
Kondisi operasi pembuatan ammonium klorida berjalan seperti dibawah ini :

- Tekanan : 1 atm
- Temperatur : 100
- Yield : 95%
- Fase : cair-cair

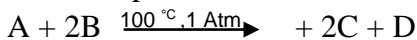
- Sifat reaksi : endotermis yang berjalan satu arah menuju arah produk
- Natrium klorida yang masuk ke reactor dibuat 5% *excess*.  
(Faith and Keyes, 1957)

### 1.6.3 Mekanisme Reaksi

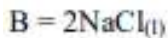
Reaksi proses terjadinya ammonium klorida dari ammonium sulfat serta natrium klorida dilihat dibawah ini :



Reaksi dapat ditulis :



Keterangan :

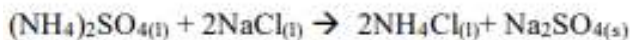


(Faith Keyes, 1975)

### 1.6.4 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika adalah tinjauan guna menyelidiki suatu reaksi tersebut membutuhkan panas ataupun melepaskan panas. Reaksi dari pembentukan ammonium klorida mampu diamati berlandaskan atas konstanta keseimbangan dan harga entalpi.

Reaksi pembentukan ammonium klorida :



(Faith and Keyes, 1975)

Diketahui pada suhu  $25^\circ C = 298 \text{ K}$  :

Tabel 1. 4. Harga berat molekul dan  $\Delta H_f^\circ$  masing-masing komponen

Komponen	$\Delta H_f^\circ$ (kkal/kmol)
$(NH_4)_2SO_4$	-279,33
NaCl	-97,324
$NH_4Cl$	-71,20
$Na_2SO_4$	-330,82

(Perry and Green, 2008)

$$\begin{aligned} \Delta H_{r298} &= \sum \Delta H_{\text{produk}} - \sum \Delta H_{\text{reaktan}} \\ &= (2 \Delta H_f^\circ NH_4Cl + \Delta H_f^\circ Na_2SO_4) - (\Delta H_f^\circ (NH_4)_2SO_4 + 2 \Delta H_f^\circ NaCl) \end{aligned}$$



$$= \{(2 \times -71,20) + (-330,82) - (-279,33) + (2 \times -97,324)\}$$

$$= 0,758 \text{ kkal/mol}$$

Melakukan perhitungan  $\Delta H_r$  dalam suhu reaksi =  $100^\circ\text{C} = 373 \text{ K}$

Tabel 1. 5. Data  $C_p$  komponen bahan baku dan produk

Komponen	$C_p$ (kkal/kmol.K)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	51,6
NaCl	12,36
$\text{NH}_4\text{Cl}$	23,53
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	32,8

(Perry and Green, 2008)

$$\Delta H_{\text{reaktan } 373} = \sum C_p \cdot \Delta T$$

$$= 51,6 (373-298) + 2 \times 12,36 (373-298)$$

$$= 5.724 \text{ kkal/mol}$$

$$\Delta H_{\text{produk } 373} = \sum C_p \cdot \Delta T$$

$$= 32,8 (373-298) + 2 \times 23,53 (354-298)$$

$$= 5.989,5 \text{ kkal/mol}$$

$$\Delta H_{r373} = \Delta H_{\text{produk } 373} + \Delta H_{r298} - \Delta H_{\text{reaktan } 373}$$

$$= 5.989,5 + 758 - 5.724$$

$$= 1.023,5 \text{ kkal/kmal}$$

$\Delta H_{r373}$  memiliki nilai positif hal ini menjelaskan bahwa reaksi pembentukan ammonium klorida memiliki sifat endotermis (membutuhkan panas)

Dalam suhu  $25^\circ\text{C}$  (298K) didapatkan data yakni dibawah ini :

Tabel 1. 6. Data energi bebas Gibbs komponen bahan baku dan produk

Komponen	$\Delta G_f^\theta$ (kkal/mol)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	-274,02
NaCl	-93,92
$\text{NH}_4\text{Cl}$	-48,59
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	-381,28

(Perry and Green, 2008)

$$\Delta G_r = \sum \Delta G_{\text{produk}} - \sum \Delta G_{\text{reaktan}}$$

$$= (2\Delta G_f^\theta \text{NH}_4\text{Cl} + \Delta G_f^\theta \text{Na}_2\text{SO}_4) + (2\Delta G_f^\theta \text{NaCl} + \Delta G_f^\theta (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$$

$$= \{(2 \times -48,59) + (-381,28) - (2 \times -93,92 + (274,02))\}$$

$$= -16,6 \text{ kkal/mol}$$

Berlandaskan atas harga diatas mampu diamati memiliki tanda negatif yang membuktikan reaksi berlangsung dengan cara eksotermis.

Melakukan perhitungan harga konstanta keseimbangan dalam suhu 25°C (298K)

$$\begin{aligned}\Delta G &= -RT \ln K_{298\text{ K}} \\ \ln K_{298} &= \frac{\Delta G}{-RT} \\ \ln K_{298} &= \frac{-16,6}{-1,987 \times 298} = 28,03 \\ K_{298} &= 1,49 \times 10^{12}\end{aligned}$$

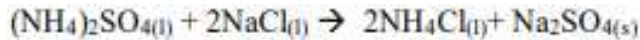
Melakukan perhitungan harga konstanta keseimbangan dalam suhu 100°C (354K)

$$\begin{aligned}\ln \left( \frac{K_{373}}{K_{298}} \right) &= \frac{\Delta H}{R} \times \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \\ \ln \left( \frac{K_{373}}{1,49 \times 10^{12}} \right) &= \frac{758}{1,987} \left( \frac{1}{298} - \frac{1}{373} \right) \\ K_{373} &= 1,92 \times 10^{12}\end{aligned}$$

Karena nilai konstanta kesetimbangan sangatlah besar alhasil mampu ditarik kesimpulan jika reaksi berlangsung irreversible (searah) menuju arah produk (ke kanan).

### 1.6.5 Tinjauan Kinetika

Reaksi pembentukan ammonium klorida :



Reaksi pembentukan ammonium klorida ini berjalan dalam keadaan reaktor yakni dibawah ini:

Tekanan : 1 atm

Temperatur : 100°C

Fase : cair-cair

Yield : 95%

Sifat reaksi : endotermis

Reaksi pembentukan ammonium klorida ini ialah reaksi orde dua alhasil persamaan reaksi dapat dinyatakan :

$$r_A = r_B \text{ k } C_A C_B$$

Nilai dari konstanta kecepatan reaksinya sejumlah

$$k = 1,9 \times 10^{-4} \text{ L}^2 / \text{mol}^2 \cdot \text{det}$$

(Levenspiel, 1999)