

# **SKRIPSI**

## **PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI AMONIUM SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA KAPASITAS 350.000 TON/TAHUN**



**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Kimia**

**Oleh :**

**Antonia Rosalina Susana La'a 24180328D**

**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 350.000 TON/TAHUN**

**Disusun Oleh :**

**Antonia Rosalina Susana La'a      24180328D**

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 350.000 TON/TAHUN**

**Disusun Oleh :**

**Antonia Rosalina Susana La'a      24180328D**

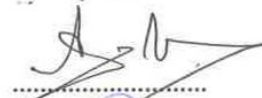
Telah dipertahankan didepan tim penguji

Pada tanggal 24 Januari 2024

Penguji 1.      Dr. Narimo, S.T, M.M.



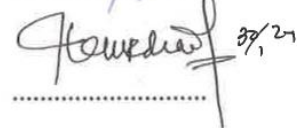
Penguji 2.      Dewi Asuti Herawati, S.T.,M.Eng



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



Penguji 4.      Ir.Sumardiyono, M.T




Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Drs. Suseno, M.Si  
NIS. 01199498911044

  
Dewi Asuti Herawati, S.T.,M.Eng  
NIS. 01199601032053

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Dan segala sesuatu yang kamu lakukan dengan perkataan  
atau perbuatan, lakukanlah semuanya itu dalam nama Tuhan  
Yesus, sambil mengucap syukur oleh Dia kepada Allah, Bapa  
kita”*

*(Mazmur 55 : 22a)*

## PERSEMBAHAN

Dengan penuh ungkapan syukur atas selesainya Skripsi ini, Penulis persembahkan kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus , Terima Kasih karena berkat tuntunan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua orang tua, Terima Kasih Bapa Octo & Mama Yance yang senantiasa mendoakan serta mensupport moril dan material.
3. Yani & Ama yang selalu memberikan semangat.
4. Semua keluarga besar dan sahabat yang selalu memberi dukungan.
5. Teman Angkatan Teknik Kimia 2018  
Afia, Devia, Nadia, Riska, Ulfa yang selalu memberikan bantuan material dan moril selama masa perkuliahan
6. Bapak Ir.Sumardiyono, M.T & Gregorius P. I Budianto, S.T., M.Eng  
Terima kasih sudah membimbing dengan penuh kesabaran dan ketulusan.
7. Segenap Dosen, Karyawan dan Staf Fakultas Teknik universitas setia budi yang telah banyak membantu demi kelancaran dan selesainya skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

---

---

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini pekerjaan saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila skripsi ini merupakan hasil jiplakan dari penelitian / karya ilmiah / skripsi / tesis / disertasi orang lain, maka saya siap menerima sanksi, baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, Januari 2024



Antonia Rosalina Susana La'a

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penyusun panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas tuntunan rahmat-Nya sehingga penyusunan Skripsi yang berjudul **“Prarancangan Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida Kapasitas 350.000 ton/tahun”** dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada 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 Skripsi ini penyusun telah banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak, baik bantuan moril maupun bantuan material. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu memberikan Berkah, perlindungan, serta pertolongan-Nya Sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Djoni Tarigan MBA, selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Dr.Drs.Suseno,M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Bapak Ir.Sumardiyono M.T selaku Dosen Pembimbing 1 dan Bapak Gregorius Prima Indra Budianto,S.T.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2 yang sudah bersedia meluangkan waktu, memberikan bimbingan, ilmu, nasehat dan motivasi selama perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
5. Dr. Narimo, S.T, M.M. selaku Dosen Penguji 1 dan Ibu Dewi Asuti Herawati, S.T.,M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia sekaligus selaku Dosen Penguji 2 skripsi.
6. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moril dan material dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi.
7. Seluruh pihak yang turut membantu pada penyusunan Skripsi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada skripsi ini. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang yang mempelajarinya.

Surakarta, Januari 2024

Antonia Rosalina Susana La'a

---

---

**DAFTAR ISI**

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
INTISARI .....	xv
<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 .....	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku .....	3
1.2 Pemilihan Lokasi Pabrik .....	3
1.3 Macam-macam Proses Pembuatan Amonium Klorida ...	6
1.4 Kegunaan Produk .....	8
1.5 Tjauan Pustaka .....	9
1.5.1 Bahan Baku .....	9
1.5.2 Produk .....	10
1.6 Konsep Proses .....	10
1.6.1 Mekanisme Reaksi .....	11
1.6.2 Tinjauan Termodinamika .....	11
1.6.3 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</b>	<b>DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>16</b>
3.1	Keterangan Proses.....	16
3.1.1	Langkah Penyiapan Bahan Baku.....	16
3.1.2	Langkah Pembentukan Produk.....	16
3.1.3	Langkah Pemisahan dan Pemurnian Produk .....	16
3.1.4	Langkah Penyimpanan .....	17
<b>BAB IV</b>	<b>NERACA MASSA DAN NERACA PANAS .....</b>	<b>20</b>
4.1	Neraca Massa .....	20
4.1.1	MIXER (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (M-01) .....	21
4.1.2	MIXER NaCl (M-02) .....	22
4.1.3	REAKTOR .....	22
4.1.4	ROTARY VACUUM FILTER (RVF) .....	23
4.1.5	EVAPORATOR .....	23
4.1.6	KRISTALIZER .....	23
4.1.7	SENTRIFUGE FILTER .....	24
4.2	Neraca Panas .....	25
4.2.1	REAKTOR .....	26
4.2.2	SCREW CONVEYOR-3 .....	26
4.2.3	ROTARY VACUUM FILTER .....	27
4.2.4	EVAPORATOR .....	27
4.2.5	KRISTALIZER .....	27
4.2.6	SENTRIFUGE FILTER .....	28
<b>BAB V</b>	<b>SPESIFIKASI ALAT.....</b>	<b>29</b>
5.1	Silo Penyimpanan (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	29
5.2	Silo Penyimpanan NaCl.....	29
5.3	Mixer (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	30
5.4	Mixer NaCl .....	30



5.5 Reaktor .....	31
5.6 Rotary Vacuum Filter.....	32
5.7 Evaporator .....	33
5.8 Kristalizer.....	33
5.9 Sentrifuge .....	34
5.10 Silo Penyimpanan Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	34
5.11 Silo Penyimpanan NH <sub>4</sub> Cl.....	34
5.12 Bucket Elevator-01.....	35
5.13 Bucket Elevator-02.....	35
5.14 Hopper-01 .....	36
5.15 Hopper-02 .....	36
5.16 Belt conveyor-01 .....	37
5.17 Belt conveyor-02 .....	37
5.18Screw conveyor-01 .....	37
5.19 Screw conveyor-02 .....	38
5.20 Screw conveyor-03 .....	38
5.21 Screw conveyor-04 .....	38
5.22 Pompa-01 .....	39
5.23 Pompa-02 .....	39
5.24 Pompa-03 .....	39
5.25 Pompa-04 .....	40
<b>BAB VI UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS).....</b>	<b>41</b>
6.1 Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	41
6.1.1 Unit Pengadaan dan Pengelolaan Air .....	41
6.1.2. Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....	44
6.1.3 Unit Pengadaan Listrik .....	51
6.1.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	53
6.1.5 Unit Pengolahan Limbah .....	53

---

6.1.6	Laboratorium .....	54
6.2	Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	55
<b>BAB VII ORGANISASI DAN TATA LETAK .....</b>		<b>57</b>
7.1	Bentuk Perusahaan.....	57
7.2	Struktur Organisasi .....	58
7.2.1	Pemegang Saham.....	58
7.2.2	Dewan Komisaris .....	58
7.2.3	Direktur.....	59
7.2.4	Staf Ahli dan Litbang .....	59
7.2.5	Kepala Bagian .....	59
7.2.6	Kepala Seksi .....	60
7.2.7	Karyawan.....	62
7.3	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji .....	63
7.3.1	Sistem Kepegawaian .....	63
7.3.2	Sistem Gaji .....	64
7.3.3	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	66
7.4	Kesejahteraan Karyawan .....	67
7.5	Manajemen Produksi .....	70
7.5.1	Perencanaan Produksi.....	70
7.5.2	Pengendalian Proses .....	71
7.6	Tata Letak ( <i>Lay Out</i> ) Pabrik .....	72
7.7	Tata Letak Peralatan .....	75
<b>BAB VIII EVALUASI EKONOMI.....</b>		<b>79</b>
8.1	Perhitungan Biaya.....	81
8.2	<i>Total Fixed Capital Investment</i> .....	82
8.3	<i>Working Capital</i> .....	83
8.4	<i>Manufacturing Cost</i> .....	83
8.5	<i>General Expenses</i> .....	83

---

8.6 Analisis Ekonomi.....	84
8.6.1 <i>Return On Investment (ROI)</i> .....	84
8.6.2 <i>Pay Out Time (POT)</i> .....	84
8.6.3 <i>Break Even Point (BEP)</i> .....	85
8.6.4 <i>Shut Down Point (SDP)</i> .....	86
8.6.5 <i>Discounted Cash Flow (DCF)</i> .....	86
BAB IX KESIMPULAN.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	89

---

---

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1.	Jumlah impor amonium klorida di Indonesia .....	2
Tabel 2.	Daftar produsen amonium klorida di dunia .....	3
Tabel 3.	Perbandingan proses pembuatan ammonium klorida .....	8
Tabel 4.	Harga $\Delta H^{\circ}f$ produk dan bahan baku .....	11
Tabel 5.	Data Cp komponen bahan baku dan produk .....	12
Tabel 6.	Data energi bebas Gibbs tiap komponen.....	12
Tabel 7.	Neraca Massa Sekitar Mixer $(NH_4)_2SO_4$ .....	21
Tabel 8.	Neraca Massa Sekitar Mixer NaCl.....	22
Tabel 9.	Neraca Massa Reaktor .....	22
Tabel 10.	Neraca Massa Sekitar Rotary Vacuum Filter.....	23
Tabel 11.	Neraca Massa Sekitar Evaporator .....	23
Tabel 12.	Neraca Massa Sekitar Kristalizer .....	24
Tabel 13.	Neraca Massa Sekitar Sentrifuge Filter .....	24
Tabel 14.	Konstanta kapasitas masing-masing komponen dalam satuan CP (J/Mol).....	25
Tabel 15.	Kapasitas Panas Masing-masing Komponen .....	25
Tabel 16.	Neraca Panas Sekitar Reaktor .....	26
Tabel 17.	Neraca Panas Sekitar Screw Conveyor-03.....	26
Tabel 18.	Neraca Panas Sekitar Rotary Vacuum Filter.....	27
Tabel 19.	Neraca Panas Sekitar Evaporator .....	27
Tabel 20.	Neraca Panas Sekitar Kristalizer .....	27
Tabel 21.	Neraca Panas Sekitar Sentrifuge Filter .....	28
Tabel 22.	Kebutuhan Air Proses .....	42
Tabel 23.	Kebutuhan air pendingin.....	42
Tabel 24.	Kebutuhan Air Sanitasi .....	43
Tabel 25.	Kebutuhan Air Untuk Steam.....	43
Tabel 26.	Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Proses.....	51
Tabel 27.	Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Utilitas .....	52

---

Tabel 28. Perincian golongan dan gaji pegawai.....	64
Tabel 29. Pembagian Shift Karyawan.....	67
Tabel 30. Luas bangunan pabrik .....	73
Tabel 31. Cost Index Chemical Plant.....	80
Tabel 32. Total Fixed Capital Investment.....	82
Tabel 33. <i>Working Capital</i> .....	83
Tabel 34. <i>Manufacturing Cost</i> .....	83
Tabel 35. <i>General Expense</i> .....	83
Tabel 36. <i>Fixed Cost</i> .....	85
Tabel 37. <i>Variable Cost</i> .....	85
Tabel 38. <i>Regulated Cost</i> .....	86

---

---

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Grafik perkembangan impor amonium klorida di Indonesia .....	2
Gambar 2.	Peta Kec. Rejoso, Kab. Pasuruan, Jawa timur .....	5
Gambar 3.	Diagram Alir Kualitatif .....	18
Gambar 4.	Diagram Alir Kuantitatif .....	19
Gambar 5.	Pengolahan Air .....	56
Gambar 6.	Struktur Organisasi.....	69
Gambar 7.	Tata Letak Pabrik .....	75
Gambar 8.	Tata Letak Alat.....	78
Gambar 9.	Hubungan Tahun Dengan Cost Index .....	80
Gambar 10.	Evaluasi Ekonomi .....	87

## INTISARI

Produk amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) biasanya digunakan dalam pembuatan sel baterai kering, pembuatan pupuk, pada industri farmasi digunakan untuk *expectorant* pada obat batuk dan pada industri pangan digunakan untuk pembuatan MSG. Pabrik ini dirancang pada kapasitas 350.000 ton/tahun dan direncanakan berdiri di Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan- Jawa Timur pada Tahun 2026.

Pabrik ini menggunakan proses mereaksikan amonium sulfat sebesar 55.085,13663 kg/jam dengan natrium klorida sebesar 51.023,85713 kg/jam di dalam reaktor alir tangki berpengaduk atau CSTR (*Continous stirrer tank reactor*) yang berlangsung pada Suhu  $100^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Reaksi berlangsung secara *endotermis* dan *irreversible* dari proses tersebut akan menghasilkan produk utama amonium klorida sebesar 44.191,91919 kg/jam dan produk samping natrium sulfat sebesar 56.643,17806 kg/jam

Bentuk perusahaan yang digunakan adalah Perseroan Terbatas (PT). sistem kerja yang digunakan dalam pabrik yaitu sistem shift dan non shift dengan jumlah karyawan 116 orang. Pabrik ini menggunakan modal tetap (FCI) sebesar Rp 453.768.208.133 dan modal kerja (WCI) Rp 137.548.219.270. Dari analisis ekonomi yang telah dilakukan didapatkan keuntungan sebelum pajak Rp 102.116.193.302 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 71.481.335.311. Nilai *Return of Investmet* (ROI) sebelum dan sesudah pajak sebesar 23% dan 16% . *Pay Out Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak yaitu 3,07 Tahun dan 3,88 Tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 49% . *Shut Down Point* (SDP) sebesar 27%. *Internal Rate Return* berdasarkan dari *Discounted Cash Flow* sebesar 4,03%.

Dari analisa ekonomi yang telah dilakukan pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : Amonium klorida, amonium sulfat, natrium klorida, natrium sulfat





## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada perkembangan zaman yang terus berkembang, membuat populasi manusia di bumi juga semakin berkembang sehingga pertumbuhan daya konsumsi manusia juga berkembang. Daya konsumsi yang berkembang pada manusia juga tentunya beragam, untuk itu diperlukan berbagai jenis industri yang dapat memenuhi daya konsumsi tersebut. Salah satunya industri kimia.

Berdasarkan data ekspor – impor tahu 2016-2021 dari Badan Pusat Statistik terlihat belum ada pabrik di Indonesia yang memproduksi amonium klorida. Oleh karena itu dengan adanya penemuan proses produksi dan pembangunan pabrik baru dengan tujuan mengurangi angka impor, sangat dibutuhkan karena dapat mengurangi angka impor, dapat mendorong pertumbuhan ekonomi negara, dan dapat menciptakan lapangan kerja dengan demikian bisa meminimalisir pengangguran di Indonesia.

Pemanfaatan amonium klorida ialah sebagai bahan dasar dalam produksi sel baterai kering, serta sebagai komponen penting dalam pembuatan pupuk yang mengandung nitrogen dan klorin tinggi. Pada dunia farmasi amonium klorida dimanfaatkan sebagai salah satu komponen dalam pembuatan *expectorant* untuk obat batuk. Sedangkan dalam industri pangan, zat ini berperan sebagai bahan aditif pada produksi monosodium glutamat (MSG).

Dalam beberapa tahun belakangan, terjadi peningkatan yang cukup mencolok pada angka impor amonium klorida. Amonium klorida yang di konsumsi di Indonesia ini di impor dari Australia, China, Jerman, Hongkong, Hungaria, Jepang, India, Korea, Singapura, USA, Inggris, Switzerland, dan Swedia.

### 1.2 Kapasitas Rancangan Pabrik

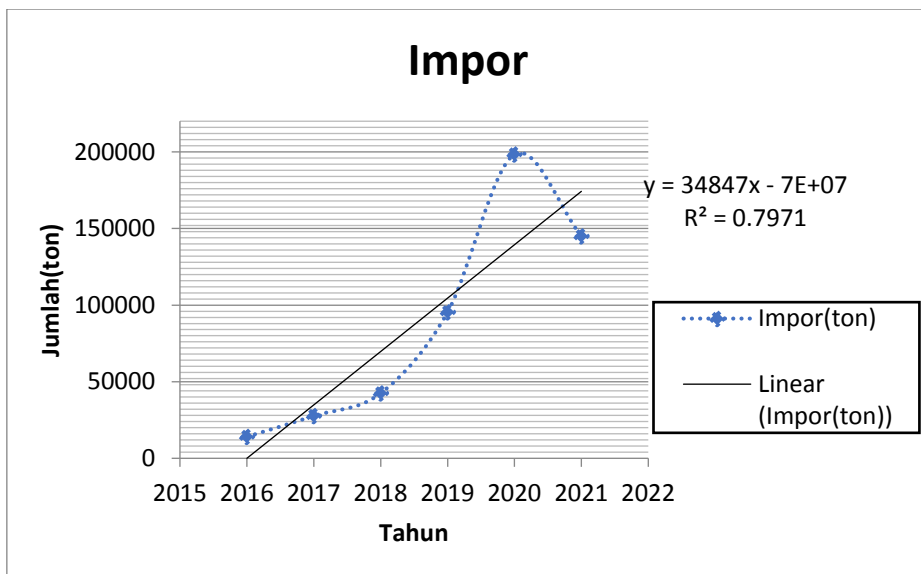
Pentingnya perhitungan kapasitas terletak pada dampaknya yaitu aspek teknis dan ekonomis. Di Indonesia, belum tersedia pabrik yang memproduksi amonium klorida, oleh karena itu perhitungan kapasitas dapat bergantung pada beberapa data seperti jumlah permintaan dalam negara dan persediaan bahan dasar dalam negara.

### 1.2.1 Prediksi Kebutuhan dalam Negeri

Indonesia masih mengimpor amonium klorida dari luar negeri untuk mencukupi permintaan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2016 sampai dengan tahun 2021 jumlah kebutuhan adalah :

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

No	Tahun	Jumlah(ton)
1	2016	14106,933
2	2017	27643,934
3	2018	24267,919
4	2019	95387,354
5	2020	198373,952
6	2021	145012,232



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

Pada prarancangan pabrik ini karena di Indonesia tidak ada produsen melainkan hanya ada supplier, untuk itu penentuan kapasitas hanya berdasarkan pada data impor yang dan pabrik direncanakan akan dibangun pada tahun 2026 adalah:

Jika menggunakan regresi linier, akan mendapatkan sebuah persamaan yang menggambarkan hubungan antar variable yang diobservasi :

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

$$\text{Jumlah impor tahun ke} = 34847x - 7E+07$$

$$= 34847(2026) - 7E+07$$



$$= 34847 (2026) - 7 \times 10^7$$

$$= 600.002 \text{ ton/tahun}$$

Keterangan :

y = jumlah impor amonium klorida (ton/tahun)

x = tahun ke-nx

Dari perhitungan diatas maka produksi yang direncanakan untuk tahun 2026 adalah sekitar 350.000 ton/tahun. Dengan jumlah kapasitas tersebut diharapkan bisa menurunkan jumlah amonium klorida yang diimpor di Indonesia.

**Tabel 2.** Daftar produsen amonium klorida di dunia

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
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

Bahan baku yang diperlukan untuk membuat amonium klorida diproduksi di dalam negeri. Amonium klorida dihasilkan dari amonium sulfat dan natrium klorida, yang keduanya tersedia secara lokal. Amonium sulfat di produksi oleh PT.Petrokimia Gresik dengan kapasitas 750.000 ton/tahun, sementara natrium klorida diproduksi oleh PT.Garam Indonesia dengan kapasitas peoduksi sebesar 385.000 ton/tahun. Maka dapat dikatakan bahwa produksi amoniumklorida tersedia sehingga mudah didapatkan.

### 1.2 Pemilihan Lokasi Pabrik

Penentuan letak pabrik termasuk faktor penting ketika merancang pabrik, dikarenakan faktor tersebut langsung terkait dengan nilai ekonomi pabrik yang ingin dibangun. Pemilihan tempat pabrik berpengaruh bagi keberadaan pabrik baik dalam persaingan maupun kelangsungan pabrik kedepannya. Berdasar hal-hal yang telah dipertimbangkan sehingga pabrik ammonium klorida dibangun di kawasan industri Pasuruan, Jawa Timur. Faktor pertimbangan

dibangunnya pabrik ammonium klorida yang berlokasi di Kabupaten Pasuruan yaitu :

#### A. Faktor Primer

Faktor utama ini secara langsung memengaruhi oencapaian tujuan utama pembangunan pabrik, yakni proses produksi dan distribusi. Faktor utama yang berpengaruh pada penentuan lokasi yaitu :

##### 1. Letak pabrik terhadap pasar

Letak pabrik yang berada 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.

Industri terbesar yang membutuhkan ammonium klorida ialah industri baterai kering selain itu, sektor pupuk dan industri lain juga memiliki potensi sebagai konsumen zat ini. Pabrik ini menghasilkan produk samping berupa natrium silfat, yang dapat dipakai dalam produksi kaca, pulpa kertas, deterjen, dan berbagai aplikasi lainnya.

##### 2. Letak sumber bahan baku

Lokasai tempat keberadaan sumber bahan baku ammonium sulfat dan natrium klorida yang jaraknya dengan lokasi pendirian pabrik mudah dijangkau sehingga dapat menjamin kebutuhan bahan baku. Ammonium sulfat yang diperoleh berasal dari PT. Petrokimia Gresik dan natrium klorida berasal dari PT. Garam 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, sehingga memudahkan untuk mengakses bahan baku dan penyaluran produk.

##### 4. Tenaga kerja

Pembangunan pabrik yang berlokasi di area industri Pasuruan memerlukan sejumlah besar pekerja. Pekerja yang dibutuhkan harus memiliki kompetensi dan kualifikasi yang tinggi.

## 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

Meskipun faktor sekunder ini tidak langsung terlibat dalam proses industri, tapi tetap mempengaruhi kelangsungan proses produksi pabrik. Faktor primer yang mempengaruhi pada penentuan letak pabrik yaitu :

### 1. Perluasan area pabrik

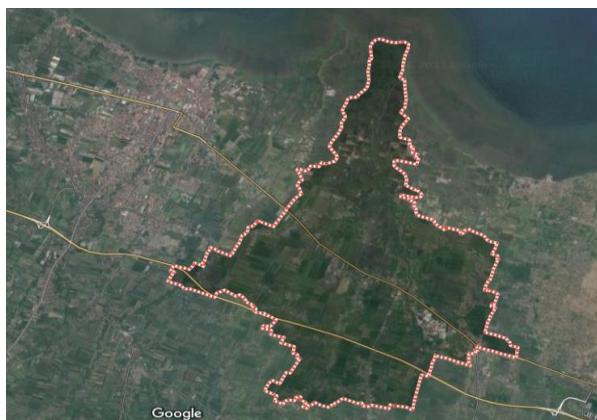
Pasuruan adalah wilayah industri dengan luas wilayah yang besar dan cukup jauh dari kepadatan penduduk maka dari itu masih sangat memungkinkan jika ingin memperluas pabrik dan juga tidak mengganggu penduduk.

### 2. Perijinan

Pemilihan lokasi tempat berdirinya pabrik sebisa mungkin berada di daerah yang dikhususkan untuk kawasan industri agar dapat mempermudah perijinan saat mendirikan pabrik.

### 3. Prasarana dan fasilitas sosial

Ketersediaan infrastuktur seperti jalan dan transportasi, serta fasilitas lainnya seperti pendidikan, tempat ibadah, hiburan, layanan perbankan, dan perumahan, dapat meningkatkan kesejahteraan dan standar hidup masyarakat sekitar pabrik.



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

### 1.3 Macam-macam Proses Pembuatan Amonium Klorida

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

a. Proses Netrasisasi 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 untuk menguapkan air bila menggunakan larutan asam klorida. Ammonium klorida diperoleh dalam bentuk kristal dengan menggunakan peralatan pengkristalam (Kirk-Othmer, 1997). Prosesnya ini terbilang relatif sederhana akan tetapi karena harga gas ammonia sebagai bahan bakunya mahal membuat proses ini kurang ekonomis jika diterapkan dalam industri.

b. Proses Amonium Sulfit-Natrium Klorida

Pembuatan prododuk menggunakan proses ini hanya dapat dilakukan jika semua bahan bakunya telah tersedia dan mempunyai yield tinggi, seperti NaCl, amonia anhidrat, dan sulfur dioksida. Ammonia dan sulfur dioksida ditambahkan secara kontinu. Reaksi berlangsung pada temperatur 60<sup>o</sup>C dimana akan membentuk endapan natrium sulfit. Endapan tersebut kemudian dipisahkan melalui metode sentrifugasi, dilakukan pencucuan dengan air lalu dikeringkan. 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 :

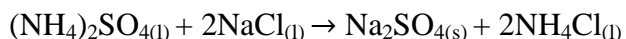


(Kirk *et al.*, 1997)

c. Proses Amonium Sulfat-Natrium Klorida

Ammonium klorida pada proses ini dibentuk dari reaksi amonium sulfat dan natrium klorida pada proses ini juga terdapat produk samping yaitu natrium sulfat.

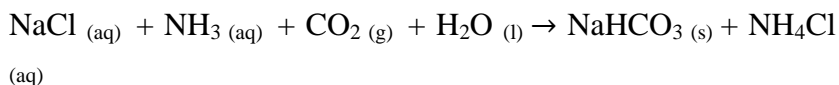
Reaksi :



Pada reaktor akan bereaksi antara ammonium sulfat dengan natrium klorida. Jenis reaktor yang dipakai adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada kondisi 100°C dan 1 atm. 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 untuk dihilangkan kandungan amonium klorida didalamnya. Sedangkan amonium klorida yang berbentuk filtrat selanjutnya dikristalkan dan dikeringkan.

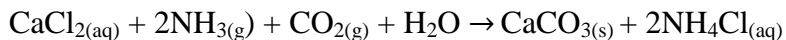
d. Proses Ammonia-soda

Pada reaksi ini ammonium klorida merupakan hasil samping dari proses bereaksinya ammonium dan karbon dioksida didalam larutan natrium klorida untuk pembentukan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ). Reaksinya 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 direaksikan  $\text{CaCl}_2$

Reaksi :



Karena biaya bahan baku yang tinggi serta kompleksitas proses produksinya, hal ini mengakibatkan proses tersebut menjadi kurang ekonomis.

(Kirk *et al.*, 1997)

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

**Tabel 3.** Perbandingan proses pembuatan ammonium klorida

No	Jenis Proses	Kelebihan	Kekurangan
1.	Amonium-Soda	- Hasil ammonium klorida bisa dinaikan bila kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) lebih banyak bereaksi, dan kemurnian produk 90%	Ammonium klorida adalah produk samping, sehingga hasilnya hanya sedikit, proses ini berlangsung secara reversible dan membutuhkan waktu yang lama untuk bereaksi.
2.	Ammonium sulfat-sodium klorida	- Kadar yang diperoleh tinggi (lebih dari 99%). - Proses berjalan pada kondisi $90-105^\circ\text{C}$	Bahan baku yang digunakan harus kemurnian tinggi sehingga sulit didapatkan, reaksi berjalan secara reversible sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk bereaksi, dan amonium klorida yang diperoleh hanya lah sebagai produk samping
3.	Ammonium sulfat-sodium klorida	- Kondisi operasi 1 atm, $100^\circ\text{C}$ , reaksi berlangsung selama 2 jam, jenis reaksi irreversible. - Kemurnian mencapai 95%.	Memerlukan alat pemisahan produk samping yang butuh perlakuan khusus dalam pengoperasiannya.
4.	Netralisasi Langsung	- Bahan baku yang cukup melimpah. - Reaksi berjalan secara irreversible	Proses bersifat sangat eksotermis membuatnya memiliki resiko yang tinggi, bahan bakunya yang berupa gas juga mahal.

Pada prarancangan pabrik ini, proses yang dipilih adalah proses amonium sulfat – natrium klorida. Adapun alasan pemilihan proses tersebut yaitu, bahan baku mudah diperoleh, jarak lokasi yang dipilih untuk produksi dan jarak bahan baku mudah diakses, bahan baku lebih ekonomis, Yield yang dihasilkan juga memenuhi standar untuk dipasarkan, dan mudah untuk memasarkan produk.

#### 1.4 Kegunaan Produk

Pemanfaatan produk amonium klorida seringkali digunakan sebagai bahan baku atau bahan penjunjang pada berbagai industri. Pada produksi sel batu baterai kuning dan produksi pupuk zat ini dimanfaatkan sebagai bahan dasar, dan pada industri farmasi dimanfaatkan sebagai bahan pembantu pada proses.



## 1.5 Tinjauan Pustaka

### 1.5.1 Bahan Baku

#### 2. Ammonium Sulfat

##### a. Sifat Fisik

- Struktur :  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- Berat Molekul : 132,14 g/gmol
- Titik leleh :  $513^\circ\text{C}$
- Warna : Putih
- Wujud : Kristal

##### b. Sifat Kimia

- Kelarutan : 103,8 gr/100 gram air ( $100^\circ\text{C}$ )
- Mempunyai sifat yang dapat menyerap  $\text{O}_2$  di lingkungan sekitar
- Tidak dapat larut pada aceton & alcohol
- Tidak bersifat korosif pada kaca
- Korosif terhadap baja karbon dan besi.

(Kirk and othmer, 1998)

#### 3. Natrium Klorida

##### a. Sifat Fisika

- Struktur : NaCl
- Berat Molekul : 58,5
- Titik leleh :  $800,4^\circ\text{C}$
- Titik didih :  $1413^\circ\text{C}$
- Warna : Putih
- Wujud : Kristal

##### b. Sifat Kimia

- Larut didalam air
- Mempunyai sifat yang dapat menyerap  $\text{O}_2$  di lingkungan sekitar
- Agak larut pada alcohol
- Tidak larut pada asam klorida
- Tidak korosif pada logam & kaca
- Korosif terhadap *carbon stell*

(Perry & Green, 1997)

### 1.5.2 Produk

#### 1. Ammonium Klorida

##### a. Sifat Fisika

- Struktur :  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- Berat Molekul : 53,49
- Titik leleh :  $350^\circ\text{C}$
- Titik didih :  $520^\circ\text{C}$
- Warna : Putih
- Wujud : Kristal

##### b. Sifat Kimia

- Mempunyai sifat yang dapat menyerap  $\text{O}_2$  di lingkungan sekitar
- Sedikit korosif pada aluminium dan *stainless steel* 316
- Larut didalam air & amonia
- Cukup larut pada ethanol dan methanol

(Perry & Green, 1997)

#### 2. Natrium Sulfat

##### a. Sifat Fisika

- Struktur :  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- Berat Molekul : 142,05
- Titik leleh :  $884^\circ\text{C}$
- Warna : Putih
- Wujud : Padat

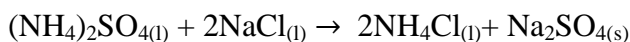
##### b. Sifat Kimia

- Larut didalam air
- Tidak larut pada ethanol
- Tidak larut pada asam klorida
- Tidak korosif pada baja & besi.

(Perry & Green, 1997)

### 1.6 Konsep Proses

Pembentukan ammonium klorida terjadi jika ammonium sulfat dan natrium klorida bereaksi dan produk samping yang dihasilkan yaitu natrium sulfat. Reaksi yang berlangsung adalah :



(Faith and Keyes, 1957)

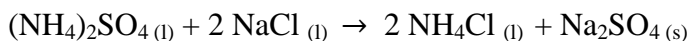
Keadaan operasi produksi amonium klorida :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 100
- Kadar : 95%
- Fase : cair-cair
- berlangsung secara endotermis dan searah (irreversible)
- Larutan NaCl yang digunakan dibuat 5% *excess*.

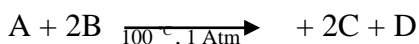
(Faith and Keyes, 1957)

### 1.6.1 Mekanisme Reaksi

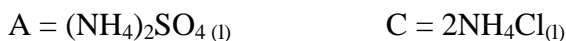
Proses produksi atau reaksi terjadinya pembentukan amonium klorida yang diperoleh dari amonium sulfat dan natrium klorida yaitu :



penulisan reaksi yaitu :



Keterangan

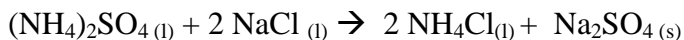


(Faith Keyes, 1975)

### 1.6.2 Tinjauan Termodinamika

adalah langkah yang dilakukan sehingga menentukan suatu reaksi tersebut membutuhkan atau melepas panas. Proses terbentuknya ammonium klorida dapat dipahami melalui pengamatan konstanta keseimbangan dan entalpi reaksinya.

Reaksi pembentukan ammonium klorida :



(Faith and Keyes, 1975)

$\Delta H^{\circ}f$  pada  $25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$  :

**Tabel 4.** Harga  $\Delta H^{\circ}f$  produk dan bahan baku

Komponen	$\Delta H^{\circ}f$ (kkal/kmol)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	-279,33
NaCl	-97,324
$\text{NH}_4\text{Cl}$	-71,20
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	-330,82

(Perry & Green, 1997)

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{r298} &= \Sigma \Delta H_{\text{produk}} - \Sigma \Delta H_{\text{pereaksi}} \\
 &= (\Delta H_f^\circ \text{Na}_2\text{SO}_4 + \Delta H_f^\circ 2 \text{NH}_4\text{Cl}) - (\Delta H_f^\circ 2 \text{NaCl} + \Delta H_f^\circ (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) \\
 &= \{(-330,82) + (2(-71,20)) - (2(-97,324)) + (-279,33)\} \\
 &= 0,758 \text{ kkal/mol}
 \end{aligned}$$

Perhitungan  $\Delta H_r$  pada  $100^\circ\text{C} = 373 \text{ K}$

**Tabel 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 & Green, 1997)

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{\text{reaktan } 373} &= \Sigma C_p \cdot \Delta T \\
 &= (2(12,36)) (373-298) + (51,6) (373-298) \\
 &= 5.724 \text{ kkal/mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{\text{produk } 373} &= \Sigma C_p \cdot \Delta T \\
 &= (2(23,53)) (373-298) + (32,8) (373-298) \\
 &= 5.989,5 \text{ kkal/mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{r373} &= \Delta H_{\text{produk } 373} + \Delta H_{r298} - \Delta H_{\text{pereaksi } 373} \\
 &= 5.989,5 + 758 - 5.724 \\
 &= 1.023,5 \text{ kkal/kmol}
 \end{aligned}$$

$\Delta H_{r373}$  yang diperoleh nilainya positif hal ini menjelaskan bahwa reaksi pembentukan ammonium klorida memerlukan panas atau endotermis.

Pada suhu  $25^\circ\text{C}$  (298K) diperoleh data:

**Tabel 6.** Data energi bebas Gibbs tiap komponen

Komponen	$\Delta G_f^\circ$ (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 & Green, 1997)

$$\begin{aligned}
 \Delta G_r &= \Sigma \Delta G_{\text{produk}} - \Sigma \Delta G_{\text{pereaksi}} \\
 &= (2 \Delta G_f^\circ \text{NH}_4\text{Cl} + \Delta G_f^\circ \text{Na}_2\text{SO}_4) + (2 \Delta G_f^\circ \text{NaCl} + \Delta G_f^\circ (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) \\
 &= \{(2(-48,59)) + (-381,28) - (2(-93,92)) + (274,02)\}
 \end{aligned}$$



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

Berdasarkan data diatas hasilnya negatif.

Mencari konstanta kesetimbangan saat temperatur 25°C (298K)

$$\Delta G = -RT \ln K_{298 \text{ K}}$$

$$\ln K_{298} = \frac{\Delta G}{-RT}$$

$$\ln K_{298} = \frac{-16,6}{-1,987 \times 298} = 28,03$$

$$K_{298} = 1,49 \times 10^{12}$$

Mencari konstanta kesetimbangan saat temperatur 100°C (373K)

$$\ln \left( \frac{K_{373}}{K_{298}} \right) = \frac{\Delta H}{R} \times \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

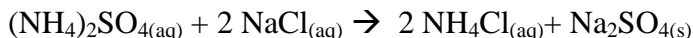
$$\ln \left( \frac{K_{373}}{1,49 \times 10^{12}} \right) = \frac{758}{1,987} \left( \frac{1}{298} - \frac{1}{373} \right)$$

$$K_{373} = 1,92 \times 10^{12}$$

Berdasarkan perhitungan diatas nilai konstanta yang diperoleh tinggi sehingga dapat disimpulkan reaksi berlangsung searah menuju produk (*irreversible*).

### 1.6.3 Tinjauan Kinetika

Pada proses pembuatan ammonium klorida reaksinya :



Reaksi terbentuknya amonium klorida yang terjadi dalam reaktor adalah :

Tekanan : 1 atm

Temperatur : 100°C

Fase : cair-cair

Yield : 95%

Sifat reaksi : endotermis

Reaksi pembentukan ammonium klorida ini adalah reaksi orde dua oleh karena itu dapat dinyatakan :

$$r_A = r_B = k C_A C_B$$

nilai konstanta kecepatan reaksi yang diperoleh :

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

(Levenspiel, 1999)