

**PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA
DARI AMONIUM SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA
DENGAN KAPASITAS 400.000 TON/TAHUN
(Skripsi)**

**Tugas Khusus
Perancangan Reaktor 201 (RE-201)**

**Oleh:
Salsabila Salwa Yusriandi
(2015041070)**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI AMONIUM SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 400.000 TON/TAHUN (Perancangan Reaktor (RE-201))

Oleh :
Salsabila Salwa Yusriandi

Pabrik amonium klorida berbahan baku natrium klorida dan amonium sulfat direncanakan akan didirikan di Gresik, Jawa Timur, dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku, kelengkapan unit penunjang proses, sarana transportasi yang memadai, ketersediaan tenaga kerja, serta kondisi lingkungan yang strategis untuk kegiatan industri. Pabrik ini dirancang untuk memproduksi amonium klorida sebesar 400.000 ton/tahun dengan sistem operasi kontinyu selama 24 jam/hari dan 330 hari/tahun. Bahan baku yang digunakan terdiri dari natrium klorida sebanyak 432.558.698,82 kg/tahun dan amonium sulfat sebanyak 493.876.029,16 kg/tahun. Proses produksi amonium klorida dilakukan secara kontinyu, sehingga aliran bahan baku maupun produk dinyatakan dalam basis laju alir massa per satuan waktu. Untuk mendukung kelangsungan operasi, utilitas yang disediakan meliputi unit pengadaan air, unit penyediaan steam, unit penyediaan udara tekan, unit penyediaan listrik, serta unit pengolahan limbah. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) menggunakan struktur organisasi perusahaan *line* dan *staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 148 orang.

Dari analisis ekonomi diperoleh :

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp. 1.097.912.917.902,56
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp. 121.990.324.211,40
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp. 1.219.903.242.113,95
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 40%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 30%
<i>Pay Out Time</i>	(POT) ^a	= 1,76 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) ^b	= 53%
<i>Return on Investment after taxes</i> (ROI) ^a		= 42%
<i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)		= 51%

Mempertimbangkan paparan di atas, sudah selayaknya pendirian pabrik amonium klorida dikaji lebih lanjut, karena memiliki keuntungan yang tinggi dimasa mendatang.

Kata kunci : Amonium Klorida, Natrium Klorida, Amonium Sulfat.

ABSTRACT

MANUFACTURING OF AMMONIUM CHLORIDE FROM AMMONIUM SULFATE AND SODIUM CHLORIDE WITH CAPACITY 400.000 TONS/YEAR (Design of Reactor (RE-201))

By
Salsabila Salwa Yusriandi

The ammonium chloride plant using sodium chloride and ammonium sulfate as raw materials is planned to be established in Gresik, East Java, based on considerations of raw material availability, completeness of supporting process units, adequate transportation facilities, availability of labor, and strategic environmental conditions for industrial activities. This plant is designed to produce 400,000 tons/year of ammonium chloride with a continuous operating system of 24 hours/day for 330 days/year. The raw materials used consist of 432,558,698.82 kg/year of sodium chloride and 493,876,029.16 kg/year of ammonium sulfate. The ammonium chloride production process is carried out continuously; therefore, the flow rates of raw materials and products are expressed on a mass flow basis per unit time. To support plant operation, the utility units provided include water supply, steam generation, compressed air supply, electricity supply, and wastewater treatment units. The company is established in the form of a Limited Liability Company (Perseroan Terbatas/PT) and adopts a line-and-staff organizational structure, employing a total of 148 workers.

From the economic analysis, the following results were obtained:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp. 1.097.912.917.902,56
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp. 121.990.324.211,40
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp. 1.219.903.242.113,95
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 40%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 30%
<i>Pay Out Time</i>	(POT) ^a	= 1,76 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) ^b	= 53%
<i>Return on Investment after taxes (ROI)^a</i>		= 42%
<i>Discounted Cash Flow</i>	(DCF)	= 51%

Considering the explanation above, it is appropriate for the establishment of an ammonium chloride plant to be studied further, because it has high profits in the future.

Keywords: Ammonium Chloride, Sodium Chloride, Ammonium Sulfate.

**PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI AMONIUM SULFAT
DAN NATRIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 400.000 TON/TAHUN
Perancangan Reaktor (RE-201)**

**Oleh
Salsabila Salwa Yusriandi**

Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada
Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi

: PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA
DARI AMONIUM SULFAT DAN NATRIUM
KLORIDA DENGAN KAPASITAS 400.000
TON/TAHUN

(Tugas Khusus: Perancangan Reaktor (RE-201))

Nama Mahasiswa

: Salsabila Safwa Yusriandi

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2015041070

Program Studi

: Teknik Kimia

Fakultas

: Teknik



Ir. Lilis Hermida, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIP. 196902081997032001

Dr. Sri Ismivati Damavanti, S.T., M.Eng.

NIP. 197904192006042001

Ketua Jurusan Teknik Kimia

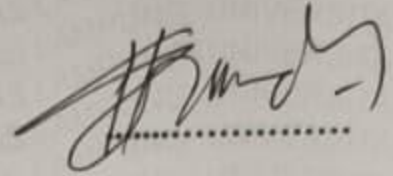
Dr. Heri Rustamaji, S.T., M. Eng

NIP. 198011212006041002

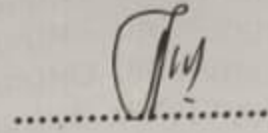
MENGESAHKAN

Tim Penguji

Ketua : Ir. Lilis Hermida, S.T.,M.Sc.,Ph.D.

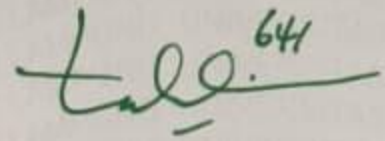


Sekretaris : Dr. Sri Ismiyati Damayanti, S.T., M.Eng.

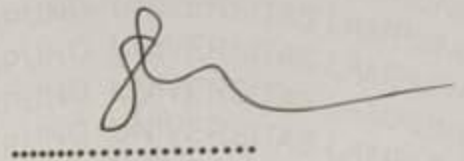


Penguji

Bukan Pembimbing : Taharuddin, S.T.,M.Sc.



Simparmin Br. Ginting, S.T.,M.T.



Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.

NIP. 196910302000031001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : Kamis, 04 Juni 2026

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan yang sebenarnya bahwa :

1. Skripsi yang berjudul Pra Rancangan Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida dengan Kapasitas 400.000 Ton/tahun berupa karya ilmiah yang tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain atau yang disebut plagiarisme, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah tersebut diserahkan sepenuhnya kepada para dosen peneliti tersebut dan Universitas Lampung.

Atas pernyataan diatas, jika di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 11 Juni 2026

Pembuat Pernyataan



Salsabila Salwa Yusriandi

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bogor pada tanggal 29 Maret 2002. Penulis merupakan anak pertama dari Bapak Sugandi dan Ibu Sri Rohayati.

Penulis memulai pendidikan jenjang sekolah dasar di SDN 1 Cinyosog. Lalu melanjutkan pendidikan jenjang menengah pertama di SMPN 3 Cileungsi dan melanjutkan pendidikan jenjang menengah atas di SMK Analis Kimia Nusa Bangsa yang diselesaikan pada tahun 2020. Pada tahun 2020, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HIMATEMIA) FT UNILA dan dalam organisasi Birohmah. Pada Juli hingga Agustus 2023, penulis melaksanakan kerja praktik di PT. Indocement Tunggul Perkasa, Citeureup - Bogor dengan Tugas Khusus bertajuk "Evaluasi Kinerja Pada Unit *Rotary Dryer Plant 5* PT. Indocement Tunggul Prakarsa Tbk". Pada Januari 2024 penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Karya Maju, Way Kanan. Kemudian penulis melakukan penelitian pada Desember 2024 dengan tajuk penelitian yaitu "Karakterisasi dan Uji Pelepasan *Ammonium* dan *Phosphate* secara *Kontinu* pada Pupuk Lepas Lambat MAP-SRF menggunakan Silika Mesopori MCF sebagai *Support*".

Motto Dan Persembahan

"Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya."

-QS. An-Najm: 39-

"Skripsi ini bukan tentang siapa yang paling cepat mencapai akhir, tetapi tentang siapa yang tetap melangkah meski lelah, ragu, dan hampir menyerah."

"Success is not final, failure is not fatal: it is the courage to continue that counts."

-Winston Churchill-

Sebuah Karya...

Dengan sepenuh hati kupersembahkan tugas akhir ini kepada:

Allah SWT

Alhamdulillah..... Terimakasih Kepada Allah Yang Maha Segala-gala-Nya. Pemilik seluruh alam semesta dan seisinya. Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji bagi Allah... hamba ucapkan syukur atas limpahan berkah dan karunia-Nya sehingga hamba dapat menyelesaikan pendidikan S1 ini. Terimakasih telah merangkul dan menuntun hamba selama ini. Kepada Rasulullah, Nabi Besar Muhammad SAW, shalawat beserta salam selalu hamba haturkan. Hamba mempersembahkan karya ini sebagai salah satu jalan dalam meraih ridho dan pahala-Mu.

Keluarga Tercintaku

Teruntuk keluarga yang kucintai, terimakasih karena telah menyayangiku, merawatku dan mendidikku. Terimakasih untuk segala cinta, doa dan dukungan yang selalu terucap tanpa tersedat. Terimakasih untuk segala-galanya. Karya ini ku persembahkan sebagai bentuk tanggungjawab dan bukti atas didikan dan kasih sayang yang telah kalian berikan kepadaku.

Dosen Teknik Kimia

Karya ini saya persembahkan sebagai wujud tanggungjawab sebagai mahasiswa dan juga sebagai bukti atas kebaikan dan tanggungjawab para dosen dalam mendidik selama ini. Terima kasih Bapak/Ibu Dosen untuk ilmu dan motivasi yang telah diberikan untuk saya.

Diriku

Terima kasih telah bertahan. Terima kasih selalu bangkit, pantang menyerah menghadapi semuanya. Terima kasih untuk tetap hidup. Skripsi ini, saya persembahkan untuk diri saya sendiri sebagai bentuk bukti perjuangan saya selama kuliah, sebagai pengingat bahwasannya selalu ada jalan untuk setiap kesulitan.

Echa kamu bisa!

Sahabat-sahabatku

Terima kasih atas dukungan, doa, motivasi dan penghibur dikala sulit. Skripsi ini saya persembahkan untuk menjadi motivasi agar kita selalu berusaha dan tidak menyerah.

Dan tidak lupa, karya ini saya persembahkan kepada kampus tercinta.

Semoga bermanfaat bagi yang membacanya di kemudian hari.

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan banyak kenikmatan dan segalanya yang membuat penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik, yang bertajuk "Pra rancangan Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida dengan Kapasita 400.000 Ton/Tahun" dengan baik.

Penulis menyadari banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak selama pelaksanaan dan pengerjaan laporan tugas akhir. Melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Keluargaku tercinta, Mama, Papa dan Ndut yang selalu memberikan dukungan moral dan moril selama pendidikanku. Terimakasih untuk setiap kalimat penyemangat dan lantunan doa yang tidak pernah putus. Terimakasih telah memotivasi anak pertamamu untuk sekolah tinggi.
2. Bapak Dr. Heri Rustamaji, S.T., M.Eng selaku Kepala Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung yang telah memberikan saya arahan, ilmu dan masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Ibu Ir. Lilis Hermida, S.T.,M.Sc.,Ph.D.selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan ilmu, arahan dan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Ibu Dr. Sri Ismiyati Damayanti, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan ilmu, petunjuk dan bimbingan selama perkuliahan dan dalam penyelesaian tugas akhir.
5. Bapak Taharuddin, S.T.,M.Sc. selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir.

6. Ibu Simparmin Br. Ginting, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir.
7. Teman ara-ara (Jauza, Deva, Hotna, Novita, Putri C), terimakasih telah memberikan dukungan, doa dan semangat selama perkuliahan dari dulu hingga sekarang.
8. Partner Tugas Akhir Anggi Ramadanti, terimakasih telah kuat dan sabar menghadapi penulis sampai akhir.
9. Teman-teman angkatan 2020. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih banyak atas dukungannya.

Bandar Lampung, 11 Juni 2026

Penulis,

Salsabila Salwa Yusriandi

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Kegunaan Produk	3
1.3.Ketersediaan Bahan Baku	4
1.4.Analisa Pasar	6
1.5.Kapasitas Rancangan	7
1.5.1.Data Impor Amonium Klorida dalam Negeri	7
1.6.Lokasi Pabrik	10
1.6.1.Ketersediaan Bahan Baku	11
1.6.2.Sarana Transportasi.....	11
1.6.3.Unit Penunjang (Utilitas).....	12
1.6.4.Pemasaran Produk.....	12
1.6.5.Keadaan Lingkungan	13
1.6.6.Tenaga Kerja.....	13
1.6.7.Perizinan	14
BAB II DESKRIPSI PROSES	15
2.1.Perancangan Proses	15
2.1.1.Proses Netralisasi Langsung	15
2.1.2.Proses Metatesis.....	16
2.2.Tinjauan Termodinamika	16
2.2.1.Menentukan Panas Reaksi (ΔH°_R)	16
2.2.2.Energi Bebas Gibbs (ΔG).....	19
2.3.Tinjauan Ekonomi	21
2.4.Pemilihan Proses	30
2.5.Uraian Proses	31
2.6.Diagram Alir	33
BAB III SPESIFIKASI BAHAN DAN PRODUK	34

3.1.Bahan Baku	34
3.1.1.Amonium Sulfat.....	34
3.1.2.Sodium Klorida.....	34
3.2.Produk.....	35
3.2.1.Amonium Klorida	35
3.2.2.Sodium Sulfat.....	35
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI	37
4.1.Neraca Massa	37
4.1.1. <i>Silo</i> NaCl (SL-101)	37
4.1.2. <i>Silo</i> (NH ₄) ₂ SO ₄ (SL-102)	38
4.1.3. <i>Mixing Tank</i> (MT-101)	38
4.1.4. <i>Mixing Tank</i> (MT-102)	39
4.1.5.Reaktor (RE-201).....	40
4.1.6. <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	41
4.1.7.Evaporator (EV-301).....	41
4.1.8. <i>Crystallizer</i> (CR-301)	42
4.1.9. <i>Centrifuge</i> (CF-302).....	43
4.1.10. <i>Rotary Dryer</i> (RD-301).....	44
4.1.11. <i>Rotary Dryer</i> (RD-302).....	45
4.1.12. <i>Silo</i> NH ₄ Cl (SL-401).....	46
4.1.13. <i>Silo</i> Na ₂ SO ₄ (SL-402)	47
4.2.Neraca Energi.....	49
4.2.1. <i>Mixing Tank</i> (MT-101)	49
4.2.2. <i>Mixing Tank</i> (MT-102)	50
4.2.3.Reaktor (RE-201).....	51
4.2.4. <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	51
4.2.5.Evaporator (EV-301).....	52
4.2.6. <i>Crystallizer</i> (CR-301)	53
4.2.7. <i>Centrifuge</i> (CF-302).....	53
4.2.8. <i>Rotary Dryer</i> (RD-301).....	54
4.2.9. <i>Rotary Dryer</i> (RD-302).....	54
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	57
5.1.Spesifikasi Alat Proses.....	57

5.1.1. <i>Silo</i> NaCl (SL-101)	57
5.1.2. <i>Silo</i> (NH ₄) ₂ SO ₄ (SL-102).....	58
5.1.3. <i>Silo</i> NH ₄ Cl (SL-401).....	59
5.1.4. <i>Silo</i> Na ₂ SO ₄ (SL-402)	60
5.1.5. <i>Mixing Tank</i> NaCl (MT-101).....	61
5.1.6. <i>Mixing Tank</i> (NH ₄) ₂ SO ₄ (MT-102).....	61
5.1.7. Reaktor (RE-201).....	62
5.1.8. <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	64
5.1.9. Evaporator (EV-301).....	65
5.1.10. <i>Crystallizer</i> (CR-301)	66
5.1.11. <i>Centrifuge</i> (CF-302).....	67
5.1.12. <i>Rotary Dryer</i> (RD-301).....	68
5.1.13. <i>Rotary Dryer</i> (RD-302).....	69
5.1.14. <i>Screw Conveyor</i> (SC-301)	70
5.1.15. <i>Screw Conveyor</i> (SC-302)	70
5.1.16. <i>Screw Conveyor</i> (SC-401)	71
5.1.17. <i>Screw Conveyor</i> (SC-402)	72
5.1.18. <i>Bucket Elevator</i> (BE-101).....	72
5.1.19. <i>Bucket Elevator</i> (BE-102).....	73
5.1.20. <i>Bucket Elevator</i> (BE-401).....	74
5.1.21. <i>Bucket Elevator</i> (BE-402).....	74
5.1.22. Pompa Proses (PP-101).....	75
5.1.23. Pompa Proses (PP-102).....	76
5.1.24. Pompa Proses (PP-201).....	77
5.1.25. Pompa Proses (PP-301).....	77
5.1.26. Pompa Proses (PP-302).....	78
5.1.27. Pompa Proses (PP-303).....	79
5.2. Spesifikasi Alat Utilitas.....	79
5.2.1. Bak Sedimentasi (BS-111).....	80
5.2.2. <i>Pot Feeder</i> Alum (PF-211)	80
5.2.3. <i>Pot Feeder</i> Kaporit (PF-212)	81
5.2.4. Tangki Soda Kaustik (ST-211)	81
5.2.5. <i>Clarifier</i> (CL-211)	82

5.2.6. <i>Sand Filter</i> (SF-311).....	83
5.2.7. <i>Tangki Air Filter</i> (ST-311).....	83
5.2.8. <i>Hot Basin</i> (HB-411).....	84
5.2.9. <i>Pot Feeder Dispersant</i> (PF-411).....	84
5.2.10. <i>Pot Feeder Inhibitor</i> (PF-412).....	85
5.2.11. <i>Cooling Tower</i> (CT-411).....	86
5.2.12. <i>Cold Basin</i> (CB-411).....	86
5.2.13. <i>Storage Tank H₂SO₄</i> (ST-511).....	87
5.2.14. <i>Cation Exchanger</i> (CE-511).....	88
5.2.15. <i>Anion Exchanger</i> (AE-512).....	89
5.2.16. <i>Storage Tank Air Demin</i> (ST-611).....	90
5.2.17. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-1).....	91
5.2.18. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-2).....	91
5.2.19. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-3).....	92
5.2.20. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-4).....	93
5.2.21. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-5).....	93
5.2.22. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-6).....	94
5.2.23. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-7).....	95
5.2.24. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-8).....	95
5.2.25. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-9).....	96
5.2.26. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-10).....	97
5.2.27. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-11).....	97
5.2.28. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-12).....	98
5.2.29. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-13).....	99
5.2.30. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-14).....	99
5.2.31. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-15).....	100
5.2.32. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-16).....	101
5.2.33. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-17).....	101
5.2.34. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-18).....	102
5.2.35. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-19).....	103
5.2.36. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-20).....	103
5.2.37. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-21).....	104
5.2.38. <i>Pompa Utilitas</i> (PU-22).....	105

5.2.39.Pompa Utilitas (PU-23).....	105
5.2.40.Storage Tank Hidrazin (ST-121)	106
5.2.41.Deaerator (DA-121)	107
5.2.42.Equalization Tank (ET-311)	107
5.2.43.Boiler (BO-221)	108
5.2.44.Storage Tank Bahan Bakar (ST-221).....	109
5.2.45.Storage Tank Kondensat (ST-321)	109
5.2.46.Mixed Bed Polisher (MBP-321)	110
5.2.47.Cyclone (CY-131).....	111
5.2.48.Air Dryer (AD-231)	111
5.2.49.Air Compressor (AC-331)	112
5.2.50.Blower (BU-1)	112
5.2.51.Blower (BU-2)	113
5.2.52.Blower (BU-3)	113
5.2.53.Blower (BU-4)	114
5.2.54.Generator (GS-141).....	114
BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH.....	115
6.1.Unit penyediaan air.....	115
6.1.1.Air untuk penyediaan umum dan sanitasi	115
6.1.2.Air pendingin	116
6.1.3.Air umpan boiler	120
6.1.4.Air Proses.....	123
6.1.5.Air Hidran	123
6.2.Penyediaan Steam	130
6.3.Unit Pembangkit Tenaga Listrik.....	131
6.4.Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	131
6.5.Unit Penyediaan Udara <i>Instrument</i>.....	131
6.6.Unit Pengolahan Limbah.....	132
6.7.Laboratorium	135
6.8.Instrumentasi dan Pengendalian Proses	138
BAB VII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	141
7.1.Lokasi Pabrik	141
7.2.Tata Letak Pabrik.....	145

7.3.Perkiraan Areal Lingkungan.....	147
BAB VIII SISTEM MANAJEMEN DAN ORGANISASI PERUSAHAAN..	151
8.1. <i>Project Master Schedule</i>	151
8.2.Bentuk Perusahaan.....	151
8.3.Struktur Organisasi Perusahaan.....	155
8.4.Tugas Dan Wewenang	158
8.5.Status Karyawan Dan Sistem Penggajian	166
8.6.Pembagian Jam Kerja Karyawan	167
8.7.Penggolongan Jabatan dan Jumlah Tenaga Kerja.....	169
8.8.Kesejahteraan Karyawan.....	176
8.9.Manajemen Produksi.....	180
BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI.....	183
9.1.Investasi	183
9.1.1. <i>Fixed Capital Investment</i> (Modal Tetap).....	183
9.1.2. <i>Working Capital Investment</i> (Modal Kerja).....	184
9.1.3. <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	185
9.2.Evaluasi Ekonomi	187
9.2.1. <i>Return On Investment</i> (ROI)	187
9.2.2. <i>Pay Out Time</i> (POT)	188
9.2.3. <i>Break Even Point</i> (BEP)	189
9.2.4. <i>Shut Down Point</i> (SDP)	189
9.2.5. <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF).....	190
BAB X KESIMPULAN DAN SARAN	191
10.1.Kesimpulan	191
10.2.Saran	191
DAFTAR PUSTAKA.....	192

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data Impor Amonium Klorida di Indonesia.....	7
Gambar 2.1 Diagram Alir Prarancangan Pabrik Amonium Klorida	33
Gambar 4.1 Neraca Massa <i>Silo</i> NaCl (SL-101)	37
Gambar 4.2 Neraca Massa <i>Silo</i> (NH ₄) ₂ SO ₄ (SL-102).....	38
Gambar 4.3 Neraca Massa <i>Mixing Tank</i> (MT-101)	38
Gambar 4.4 Neraca Massa <i>Mixing Tank</i> (MT-102)	39
Gambar 4.5 Neraca Massa Reaktor (RE-201).....	40
Gambar 4.6 Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	41
Gambar 4.7 Neraca Massa Evaporator (EV-301).....	41
Gambar 4.8 Neraca Massa <i>Crytallizer</i> (CR-301).....	42
Gambar 4.9 Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CF-302).....	43
Gambar 4.10 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-301).....	44
Gambar 4.11 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-302).....	45
Gambar 4.12 Neraca Massa <i>Silo</i> NH ₄ Cl (SL-401).....	46
Gambar 4.13 Neraca Massa <i>Silo</i> Na ₂ SO ₄ (SL-402)	47
Gambar 4.14 Neraca Energi <i>Mixing Tank</i> NaCl (MT-101).....	49
Gambar 4.15 Neraca Energi <i>Mixing Tank</i> (MT-102).....	50
Gambar 4.16 Neraca Panas Reaktor (RE-201).....	51
Gambar 4.17 Neraca Panas <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	51
Gambar 4.18 Neraca Panas Evaporator (EV-301).....	52
Gambar 4.19 Neraca Panas <i>Crystallizer</i> (CR-301)	53
Gambar 4.20 Neraca Panas <i>Centrifuge</i> (CF-302).....	53
Gambar 4.21 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-301).....	54
Gambar 4.22 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-302).....	54
Gambar 6.1 Diagram <i>Cooling Water System</i>	120
Gambar 6.2 <i>Daerator</i>	122
Gambar 7.1 Peta Provinsi Jawa Timur	149
Gambar 7.2 Area Sungai Bengawan Solo Jawa Timur	149
Gambar 7.3 Tata Letak Pabrik Amonium Klorida	150

Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	157
Gambar 9.1 <i>Minimum Acceptable Percent Return on Investment</i>	187
Gambar 9.2 <i>Maximum Acceptable Payout Time</i>	188
Gambar 9.3 Grafik Analisis Ekonomi Pabrik Amonium Klorida	190

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Daftar Pabrik Amonium Sulfat di Indonesia.....	5
Tabel 1.2 Daftar Pabrik Natrium Klorida di Indonesia	5
Tabel 1.3 Daftar Pabrik Pupuk yang Membutuhkan NH ₄ Cl di Indonesia.....	6
Tabel 1.4 Data Impor Amonium Klorida di Indonesia.....	7
Tabel 1.5 Daftar Pabrik Amonium Klorida di Berbagai Negara.....	9
Tabel 2.1 Panas Pembentukan Komponen ΔH°_f 298 K.....	17
Tabel 2.2 Panas Pembentukan Komponen ΔH°_f 298 K.....	18
Tabel 2.3 Energi Gibbs Komponen (ΔG°_f) 298 K.....	19
Tabel 2.4 Harga Bahan Baku dan Produk	21
Tabel 2.5 Data Berat Molekul Komponen	22
Tabel 2.6 Stokiometri Reaksi Netralisasi Langsung	22
Tabel 2.7 Stokiometri Reaksi Metatesis.....	25
Tabel 2.8 Perbandingan Proses.....	30
Tabel 4.1 Neraca Massa <i>Silo</i> NaCl (SL-101)	37
Tabel 4.2 Neraca Massa <i>Silo</i> (NH ₄) ₂ SO ₄ (SL-102).....	38
Tabel 4.3 Neraca Massa <i>Mixing Tank</i> (MT-101)	39
Tabel 4.4 Neraca Massa <i>Mixing Tank</i> (MT-102)	39
Tabel 4.5 Neraca Massa Reaktor (RE-201).....	40
Tabel 4.6 Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	41
Tabel 4.7 Neraca Massa Evaporator (EV-301)	41
Tabel 4.8 Neraca Massa <i>Crytallizer</i> (CR-301).....	43
Tabel 4.9 Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CF-302)	44
Tabel 4.10 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-301)	45
Tabel 4.11 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-302)	46
Tabel 4.12 Neraca Massa <i>Silo</i> NH ₄ Cl (SL-401)	47
Tabel 4.13 Neraca Massa <i>Silo</i> Na ₂ SO ₄ (SL-402).....	47
Tabel 4.14 Neraca Massa <i>Overall</i>	48
Tabel 4.15 Neraca Energi <i>Mixing Tank</i> NaCl (MT-101)	50
Tabel 4.16 Neraca Energi <i>Mixing Tank</i> (MT-102).....	50

Tabel 4.17 Neraca Panas Reaktor (RE-201).....	51
Tabel 4.18 Neraca Panas <i>Centrifuge</i> (CF-301)	52
Tabel 4.19 Neraca Panas Evaporator (EV-301)	52
Tabel 4.20 Neraca Panas <i>Crystallizer</i> (CR-301).....	53
Tabel 4.21 Neraca Panas <i>Centrifuge</i> (CF-302)	54
Tabel 4.22 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-301)	54
Tabel 4.23 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-302)	55
Tabel 4.24 Neraca Panas <i>Overall</i>	55
Tabel 5.1 Spesifikasi <i>Silo</i> NaCl (SL-101).....	57
Tabel 5.2 Spesifikasi <i>Silo</i> (NH ₄) ₂ SO ₄ (SL-102).....	58
Tabel 5.3 Spesifikasi <i>Silo</i> NH ₄ Cl (SL-401).....	59
Tabel 5.4 Spesifikasi <i>Silo</i> Na ₂ SO ₄ (SL-402)	60
Tabel 5.5 Spesifikasi <i>Mixing Tank</i> (MT-101).....	61
Tabel 5.6 Spesifikasi <i>Mixing Tank</i> (MT-102)	61
Tabel 5.7 Spesifikasi <i>Reactor</i> (RE-201).....	62
Tabel 5.8 Spesifikasi <i>Centrifuge</i> (CF-301)	64
Tabel 5.9 Spesifikasi Evaporator (EV-301)	65
Tabel 5.10 Spesifikasi <i>Crystallizer</i> (CR-301).....	66
Tabel 5.11 Spesifikasi <i>Centrifuge</i> (CF-302)	67
Tabel 5.12 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i> (RD-301)	68
Tabel 5.13 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i> (RD-302)	69
Tabel 5.14 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-301)	70
Tabel 5.15 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-302)	70
Tabel 5.16 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-401)	71
Tabel 5.17 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-402)	72
Tabel 5.18 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-101).....	72
Tabel 5.19 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-102).....	73
Tabel 5.20 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-401).....	74
Tabel 5.21 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-402).....	74
Tabel 5.22 Spesifikasi Pompa Proses (PP-101)	75
Tabel 5.23 Spesifikasi Pompa Proses (PP-102)	76
Tabel 5.24 Spesifikasi Pompa Proses (PP-201)	77

Tabel 5.25 Spesifikasi Pompa Proses (PP-301)	77
Tabel 5.26 Spesifikasi Pompa Proses (PP-302)	78
Tabel 5.27 Spesifikasi Pompa Proses (PP-303)	79
Tabel 5.28 Spesifikasi Bak Sedimentasi (BS-111).....	80
Tabel 5.29 Spesifikasi <i>Pot Feeder</i> Alum (PF-211).....	80
Tabel 5.30 Spesifikasi <i>Pot Feeder</i> Kaporit (PF-212).....	81
Tabel 5.31 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-213)	81
Tabel 5.32 Spesifikasi <i>Clarifier</i> (CL-211)	82
Tabel 5.33 Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-311).....	83
Tabel 5.34 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-311)	83
Tabel 5.35 Spesifikasi <i>Hot Basin</i> (HB-411).....	84
Tabel 5.36 Spesifikasi <i>Pot Feeder Dispersant</i> (PF-511)	84
Tabel 5.37 Spesifikasi <i>Pot Feeder Inhibitor</i> (PF-512).....	85
Tabel 5.38 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-411)	86
Tabel 5.39 Spesifikasi <i>Cold Basin</i> (CB-411)	86
Tabel 5.40 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-511)	87
Tabel 5.41 Spesifikasi <i>Cation Exchanger</i> (CE-511).....	88
Tabel 5.42 Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> (AE-512)	89
Tabel 5.43 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-611)	90
Tabel 5.44 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-1)	91
Tabel 5.45 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-2)	91
Tabel 5.46 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-3)	92
Tabel 5.47 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-4)	93
Tabel 5.48 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-5)	93
Tabel 5.49 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-6)	94
Tabel 5.50 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-7)	95
Tabel 5.51 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-8)	95
Tabel 5.52 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-9)	96
Tabel 5.53 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-10)	97
Tabel 5.54 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-11)	97
Tabel 5.55 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-12)	98
Tabel 5.56 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-13)	99

Tabel 5.57 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-14)	99
Tabel 5.58 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-15)	100
Tabel 5.59 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-16)	101
Tabel 5.60 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-17)	101
Tabel 5.61 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-18)	102
Tabel 5.62 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-19)	103
Tabel 5.63 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-20)	103
Tabel 5.64 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-21)	104
Tabel 5.65 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-22)	105
Tabel 5.66 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-23)	105
Tabel 5.67 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-121)	106
Tabel 5.68 Spesifikasi <i>Deaerator</i> (ST-121)	107
Tabel 5.69 Spesifikasi <i>Equalization Tank</i> (ET-311)	107
Tabel 5.70 Spesifikasi <i>Boiler</i> (BO-221)	108
Tabel 5.71 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-221)	109
Tabel 5.72 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-321)	109
Tabel 5.73 Spesifikasi <i>Mixed Bed Polisher</i> (MBP-321)	110
Tabel 5.74 Spesifikasi <i>Cyclone</i> (CY-131)	111
Tabel 5.75 Spesifikasi <i>Air Dryer</i> (AD-231)	111
Tabel 5.76 Spesifikasi <i>Air Compressor</i> (AC-331)	112
Tabel 5.77 Spesifikasi <i>Blower</i> (BU-1)	112
Tabel 5.78 Spesifikasi <i>Blower</i> (BU-2)	113
Tabel 5.79 Spesifikasi <i>Blower</i> (BU-3)	113
Tabel 5.80 Spesifikasi <i>Blower</i> (BU-4)	114
Tabel 5.81 Spesifikasi Generator Listrik (GS-141)	114
Tabel 6.1 Kebutuhan Air Umum	116
Tabel 6.2 Peralatan yang Membutuhkan Air Pendingin	118
Tabel 6.3 Peralatan yang Membutuhkan Steam	121
Tabel 6.4 Peralatan yang Menggunakan Air Proses	123
Tabel 6.5 Kebutuhan Air Hidran	123
Tabel 6.6 Kebutuhan Air Pabrik	124
Tabel 6.7 Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Industri Kimia Anorganik....	133

Tabel 6.8 Tingkat Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian	139
Tabel 6.9 Pengendalian Variabel Utama Proses.....	140
Tabel 7.1 Area Lingkungan.....	147
Tabel 8.1 <i>Project Master Schedule of Ammonium Chloride Plant</i>	153
Tabel 8.2 Jadwal Kerja Regu <i>Shift</i>	169
Tabel 8.3 Perincian Tingkat Pendidikan	170
Tabel 8.4 Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Proses.....	172
Tabel 8.5 Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Utilitas.....	173
Tabel 8.6 Penggolongan Tenaga Kerja	174
Tabel 9.1 Perincian TCI Pabrik Amonium Klorida.....	183
Tabel 9.2 <i>Manufacturing Cost</i>	185
Tabel 9.3 <i>General Expenses</i>	186
Tabel 9.4 Hasil Evaluasi.....	190

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan teknologi di era globalisasi yang sangat pesat menyebabkan timbulnya peningkatan konsumsi dalam berbagai bidang, termasuk dalam sektor industri kimia. Dengan adanya perkembangan di industri kimia akan membantu dalam pemenuhan kebutuhan terhadap produk kimia yang dapat digunakan pada industri lainnya. Namun, hingga saat ini bahan baku yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri kimia masih di impor dari luar negeri. Oleh karena itu, perlu dilakukan usaha untuk memenuhi kebutuhan produksi industri kimia dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor.

Amonium klorida (NH_4Cl) merupakan senyawa anorganik berbentuk kristal putih yang dikenal dengan nama dagang sal amoniak. Senyawa ini memiliki rumus molekul NH_4Cl dan terbentuk dari reaksi netralisasi antara amonia (NH_3) dengan asam klorida (HCl). Amonium klorida memiliki sifat mudah larut dalam air, bersifat sedikit asam dalam larutannya, stabil pada suhu ruang, dan dapat terurai pada pemanasan tinggi menghasilkan gas amonia serta hidrogen klorida. Senyawa ini juga bersifat higroskopis dan mempunyai rasa asin agak pahit.

(Kirk & Othmer, 2006)

Sampai saat ini, kebutuhan amonium klorida (NH_4Cl) di Indonesia masih bergantung pada impor karena belum adanya industri amonium klorida yang beroperasi secara komersial. Beberapa faktor yang mempengaruhi minimnya pendirian industri tersebut antara lain:

1. Permintaan Pasar yang Fluktuatif

Meskipun amonium klorida digunakan pada berbagai industri seperti pupuk, baterai kering, farmasi, dan tekstil, volume permintaan domestik dinilai belum terlalu besar untuk menarik investasi jangka panjang. Industri kimia biasanya menilai kelayakan proyek berdasarkan proyeksi

pertumbuhan pasar dan kestabilan permintaan. (*Chemical Market Outlook*, Jurnal Industri Kimia, 2023)

2. Biaya Investasi Awal yang Tinggi

Pendirian pabrik amonium klorida membutuhkan modal besar untuk pembangunan fasilitas produksi, unit utilitas, instalasi pengolahan limbah, serta sistem distribusi. Jika dibandingkan dengan harga impor yang relatif murah, investor sering menilai risikonya terlalu tinggi. (*Investment in Inorganic Chemicals*, Buku Panduan Industri Kimia, 2022)

3. Ketersediaan Bahan Baku

Produksi amonium klorida memerlukan pasokan amonia (NH_3) dan asam klorida (HCl) dalam jumlah besar dan berkesinambungan. Meskipun kedua bahan ini diproduksi di Indonesia, integrasi rantai pasok antara produsen amonia, klor-alkali, dan calon pabrik amonium klorida masih terbatas. (*Raw Materials for Amonium Salts*, Jurnal Teknologi Kimia, 2021)

4. Kondisi Ekonomi dan Industri Nasional

Faktor eksternal seperti stabilitas ekonomi, dukungan pemerintah, serta kesiapan infrastruktur industri kimia berpengaruh pada minat investor. Dibandingkan negara ASEAN lain, Indonesia masih menghadapi tantangan efisiensi logistik dan birokrasi yang memperlambat keputusan investasi. (*Economic Review on Chemical Industry*, Laporan Ekonomi Nasional, 2024)

5. Regulasi dan Standar Lingkungan

Produksi amonium klorida menghasilkan emisi gas serta limbah cair dengan kandungan amonia dan klorida yang harus dikelola sesuai standar lingkungan. Kepatuhan terhadap regulasi menambah biaya operasional dan kompleksitas pengelolaan fasilitas. (*Environmental Regulations in Chemical Industry*, Jurnal Lingkungan & Industri, 2023).

Belum adanya industri amonium klorida di Indonesia menyebabkan hingga saat ini kebutuhan dalam negeri masih dipenuhi melalui impor dari berbagai negara seperti China, India, Jepang, dan Korea Selatan (Kirk dan Othmer, 2006). Oleh karena itu, pendirian pabrik baru amonium klorida di Indonesia diharapkan dapat memenuhi kebutuhan domestik, mengurangi ketergantungan impor, serta membuka lapangan pekerjaan baru yang berdampak pada berkurangnya angka pengangguran dan peningkatan perekonomian nasional.

1.2. Kegunaan Amonium Klorida

Amonium klorida merupakan salah satu bahan kimia anorganik serbaguna yang banyak diaplikasikan di berbagai industri, mulai dari pupuk, baterai, metalurgi, tekstil, farmasi, hingga pangan (Kirk and Othmer, 2006). Aplikasi utamanya yaitu sebagai pupuk nitrogen dengan persentase sekitar 45–50%, pada baterai kering (*zinc-carbon*) sekitar 20–25%, dalam metalurgi dan galvanisasi sebagai *flux* sekitar 10–15%, di industri tekstil dan pencelupan sekitar 5–10%, sedangkan sisanya digunakan di farmasi, pangan, fermentasi, dan laboratorium sekitar 5–10% (ICIS, 2022; Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2019). Beberapa kegunaan amonium klorida di berbagai bidang antara lain:

1. Industri Pupuk

Digunakan sebagai salah satu sumber nitrogen (25–26% N) dalam pupuk tunggal maupun majemuk NPK. Umumnya menggunakan kemurnian teknis/industri 95–98% (FAO, 2020; Ullmann's, 2019).

2. Industri Baterai Kering (Zinc–Carbon)

Berfungsi sebagai elektrolit utama dalam pasta baterai untuk meningkatkan konduktivitas ionik. Membutuhkan kemurnian tinggi battery grade $\geq 99,5\%$ agar stabil dan bebas logam berat (ICIS, 2022; Kirk & Othmer, 2006).

3. Industri Metalurgi dan Galvanisasi

Dipakai sebagai flux untuk menghilangkan oksida dari permukaan logam (baja, tembaga, aluminium) sebelum pengelasan atau pelapisan. Cukup dengan kemurnian teknis 95–98% (Ullmann's, 2019; CRC Handbook, 2016).

4. Industri Tekstil dan Pencelupan Kain

Digunakan sebagai pengatur pH dan mordant untuk membantu penyerapan zat warna pada serat kain. Membutuhkan tekstile grade $\geq 98-99\%$ (Textile Chemicals Handbook, 2015).

5. Industri Farmasi

Dipakai sebagai bahan obat ekspektoran (peluruh dahak) dalam sirup batuk serta bahan tambahan farmasi lainnya. Memerlukan pharmaceutical grade $\geq 99,6\%$ (USP, 2021; BP, 2019).

6. Industri Pangan dan Fermentasi

Berfungsi sebagai aditif makanan (contohnya permen asin khas Asia) serta nutrisi mikro pada fermentasi ragi dan produksi alkohol. Dibutuhkan food grade $\geq 99,5\%$ (FAO/WHO Codex Alimentarius, 2019).

7. Laboratorium dan Penelitian

Dimanfaatkan sebagai reagen kimia serta bahan pembuatan buffer dalam penelitian analitis. Harus menggunakan analytical/reagent grade $\geq 99,8\%$ (*Merck Chemicals Catalogue*, 2022).

1.3. Ketersediaan Bahan Baku

Amonium sulfat dan natrium klorida merupakan bahan baku utama yang digunakan dalam proses pembuatan amonium klorida. Amonium sulfat umumnya diproduksi di Indonesia sebagai produk samping dari industri *caprolactam* maupun pupuk, sehingga ketersediaannya di dalam negeri cukup melimpah dan tidak perlu diimpor (*Fertilizer Industry Report*, 2023). Sedangkan natrium klorida banyak terdapat di Indonesia sebagai garam industri, namun kualitasnya sering kali masih rendah sehingga dalam beberapa kasus industri tetap melakukan impor untuk memperoleh garam dengan kemurnian tinggi (Badan Pusat Statistik, 2024).

Pada prarancangan pabrik amonium klorida dengan kapasitas 400.000 ton/tahun, dibutuhkan bahan baku berupa amonium sulfat sebesar 493.876 ton/tahun dan natrium klorida sebesar 432.558,72 ton/tahun. Dengan memanfaatkan ketersediaan bahan baku lokal, pendirian pabrik ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor, meningkatkan nilai tambah produk dalam

negeri, serta membuka lapangan pekerjaan baru di sektor industri kimia Indonesia (Soen, 2019).

Data ketersediaan bahan baku amonium sulfat dan natrium klorida dapat dilihat pada Tabel 1.1 dan 1.2 berikut :

Tabel 1.1. Daftar Pabrik Amonium Sulfat di Indonesia

No.	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1.	PT Timuraya Tunggal	Tangerang/Karawang, Jawa Barat	80.000
2.	PT Petrokimia Gresik	Gresik, Jawa Timur	300.000

(Sumber : ¹ Petrokimia Gresik, 2023; ² Timuraya Tunggal, 2022)

Tabel 1.2. Daftar Pabrik Natrium Klorida di Indonesia

No.	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1.	PT SPJT	Pati, Jawa Tengah	25.000
2.	PT Garam (Persero)	Segoromadu, Gresik, Jawa Timur	30.000
3.	PT Unichem Candi Indonesia	Gresik, Jawa Timur (Kawasan Industri JIPE, Manyar, Gresik)	750.000

(Sumber: ¹ Unichem MSDS, 2021; ² PT Garam, 2023; ³ PT SPJT, 2023)

Dari analisa pemasok bahan baku yang telah dijabarkan di atas dengan mempertimbangkan harga untuk menekan biaya produksi. Dengan kapasitas produksi yang direncanakan sebesar 400.000 ton/tahun amonium klorida, pemilihan pemasok tersebut dinilai mampu mendukung keberlanjutan suplai bahan

baku dengan harga yang kompetitif sehingga dapat menekan biaya produksi secara keseluruhan.

1.4. Analisa Pasar

Analisa pasar merupakan langkah untuk mengetahui besar minat pasar terhadap suatu produk. Untuk target pasar prarancangan pabrik amonium klorida ini adalah pabrik pupuk di Indonesia. Berikut daftar pabrik yang membutuhkan amonium klorida sebagai bahan baku pada Tabel 1.3 :

Tabel 1. 3. Daftar pabrik pupuk yang membutuhkan NH₄Cl di Indonesia

No.	Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
1.	PT. Pupuk Indonesia (Grup)	14.625.500
2.	PT. Pupuk Kalimantan Timur	3.430.000
3.	PT. Pupuk Kujang	1.140.000
4.	PT. Pusri	1.900.000

(Badan Pusat Statistik, 2025)

Berdasarkan data pada Tabel 1.3, menunjukkan bahwa kebutuhan amonium klorida di dalam negeri tergolong sangat besar dan berpotensi terus meningkat seiring dengan meningkatnya produksi pupuk nasional. Oleh karena itu, pendirian pabrik amonium klorida di Indonesia memiliki peluang pasar yang sangat baik, karena dapat memenuhi sebagian kebutuhan bahan baku dalam negeri dan mengurangi ketergantungan terhadap impor.

1.5. Kapasitas Rancangan

1.5.1. Data Impor Amonium Klorida dalam Negeri

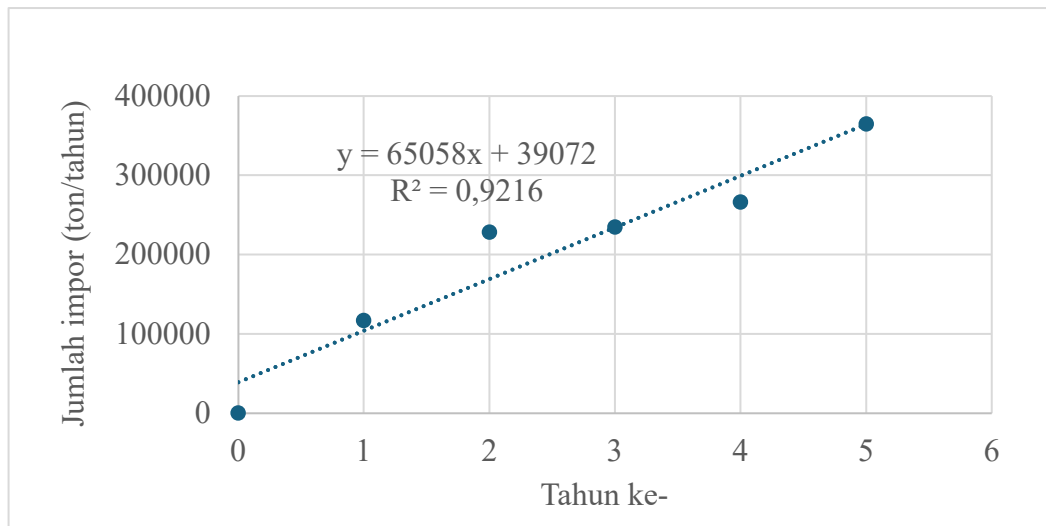
Hingga saat ini Indonesia masih mengimpor amonium klorida dari luar negeri. Di bawah ini merupakan Tabel 1.4 yang menunjukkan data impor amonium klorida beberapa tahun terakhir :

Tabel 1.4. Data Impor Amonium Klorida di Indonesia

Tahun Ke-	Tahun	Jumlah (ton/tahun)
1.	2020	116.749
2.	2021	228.346
3.	2022	234.627
4.	2023	265.956
5.	2024	364.626

(Badan Pusat Statistik, 2025)

Dari Tabel 1.4, akan diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 1.1 Data Impor Amonium Klorida di Indonesia

Berdasarkan Gambar 1.1 akan diperoleh kapasitas produksi kebutuhan amonium klorida (NH_4Cl) di Indonesia di tahun yang akan datang dengan menggunakan persamaan garis lurus.

Pada sumbu x terdapat tahun ke-, yang artinya:

Tahun ke-1 = 2020

Tahun ke-2 = 2021

Tahun ke-3 = 2022

Dan seterusnya...

Sampai tahun 2030 yaitu tahun ke-11. Dari grafik pada Gambar 1.1 diprediksi kebutuhan amonium klorida dengan pendekatan regresi *linear* diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$y = 65.058x - 39.072 \quad \dots(1)$$

Dimana, y = Kebutuhan amonium klorida di Indonesia

x = Tahun ke-11

maka,

$$y = 65.058x - 39.072$$

$$y = 65.058(11) - 39.072$$

$$y = 754.710,00 \text{ ton/tahun}$$

Dari persamaan tersebut didapat kebutuhan impor amonium klorida di Indonesia pada tahun 2030 adalah 754.710,00 ton/tahun.

Berdasarkan UU Nomor 5 Tahun 1999 Tentang Larangan Praktek Monopoli dan Persaingan Usaha Tidak Sehat menyebutkan, pelaku usaha menguasai lebih dari 50% pangsa pasar satu jenis barang atau jasa tertentu mengakibatkan terjadinya praktek monopoli dan atau persaingan usaha tidak sehat. Oleh karena itu, kapasitas produksi pabrik amonium klorida tahun 2030 yakni 377.355,00 ton/tahun \approx 400.000 ton/tahun. Sehingga dengan berdirinya pabrik amonium klorida dengan kapasitas 400.000 ton/tahun dapat:

1. Memenuhi kebutuhan amonium klorida di Indonesia, serta meningkatkan pendapatan negara di sektor industri.
2. Meningkatkan pertumbuhan industri kimia di Indonesia dalam rangka menghadapi era pasar global yang penuh persaingan.

Berikut merupakan daftar pabrik amonium klorida di berbagai negara :

Tabel 1.5. Daftar Pabrik Amonium Klorida di Berbagai Negara

No.	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1.	Hunan Jianghai Environmental Protection Co., Ltd.	Hunan, China	35.000
2.	Tuticorin Alkali Chemicals & Fertilizers (TFL)	Tuticorin, India	85.000
3.	Inner Mongolia Junzheng Chemical Co., Ltd.	Inner Mongolia, China	90.000
4.	Ningxia Tianjing Chemical Co., Ltd.	Ningxia, China	100.000
5.	Shanxi Xinghua Chemical Co., Ltd.	Shanxi, China	100.000
6.	Xinjiang Tianye Chemical Co., Ltd.	Xinjiang, China	120.000
7.	Shandong Liancheng Chemical Industry Co., Ltd.	Handing, China	150.000
8.	Henan Xinlianxin Chemical Industry Co., Ltd.	Henan, China	180.000
9.	Yunnan Tin Company Ltd.	Yunnan, China	200.000

No.	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
10.	Zhejiang Materials Industry Group Corp. (ZMIC)	Zhejiang, China	250.000
11.	Tianjin OKAY Chemical/OKAY Group	Tianjin, China	500.000
12.	Anhui Runquan Trading Co., Ltd.	Anhui, China	600.000
13.	Hubei Yihua Chemical Industry Co., Ltd.	Hubei, China	2.000.000
14.	Jinshan Chemical	China	3.300.000

(Sumber: ¹ Company Profile, 2024; ² GlobesNewWire, 2025; ³ TFL Annual Report, 2023; ⁴ ZhengSourcing, 2025)

Data menunjukkan bahwa kebutuhan impor amonium klorida di Indonesia pada tahun 2030 diperkirakan mencapai 400.000 ton per tahun. Jumlah tersebut relatif kecil jika dibandingkan dengan kapasitas produksi pabrik amonium klorida di negara lain. Perbandingan ini mengindikasikan bahwa kebutuhan amonium klorida domestik masih dalam batas yang wajar, sehingga pendirian pabrik dengan kapasitas menengah di Indonesia dianggap feasible secara teknis dan ekonomis untuk memenuhi.

1.6. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting pada perancangan suatu pabrik karena merupakan salah satu faktor yang menentukan kelangsungan, perkembangan, dan keuntungan pabrik yang akan didirikan baik secara teknik maupun ekonomis di masa yang akan datang. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut:

1.6.1 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor yang penting dalam memilih lokasi pabrik. Lokasi pabrik diharapkan dekat dengan bahan baku yang diperoleh sehingga mempercepat penerimaan, meminimalkan biaya transportasi, dan proses produksi dapat dilaksanakan terus menerus. Lokasi sumber bahan baku yang lebih dekat dengan lokasi pabrik akan sangat menguntungkan dari segi ekonomis dan waktu.

Berdasarkan data kapasitas produksi bahan baku di Indonesia, amonium sulfat diproduksi oleh PT Petrokimia Gresik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas sebesar 300.000 ton/tahun, serta oleh PT Timuraya Tunggal yang berlokasi di Jawa Barat dengan kapasitas sebesar 80.000 ton/tahun. Jika dibandingkan, kapasitas produksi yang dimiliki PT Petrokimia Gresik jauh lebih besar daripada PT Timuraya Tunggal, sehingga perusahaan ini dinilai lebih mampu memenuhi kebutuhan amonium sulfat sebagai bahan baku

Sementara itu, natrium klorida diproduksi oleh beberapa perusahaan, antara lain PT Unichem Candi Indonesia di Manyar, Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas sebesar 750.000 ton/tahun, PT SPJT di Jawa Tengah dengan kapasitas sebesar 25.000 ton/tahun, dan PT Garam (Persero) di Jawa Timur dengan kapasitas sebesar 30.000 ton/tahun. Berdasarkan kapasitas tersebut, PT Unichem Candi Indonesia memiliki kapasitas produksi natrium klorida yang paling tinggi dibandingkan dua perusahaan lainnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa perusahaan ini mampu menyediakan natrium klorida dalam jumlah yang mencukupi untuk kebutuhan proses produksi amonium klorida.

1.6.2 Sarana Transportasi

Ketersediaan transportasi yang memadai sangat mendukung dalam mendistribusikan produk dan bahan baku yang akan dipakai. Jalur akses melalui darat dapat ditempuh melalui Jalan Tol Gresik–Surabaya dan memiliki akses ke Jalan Tol Legundi–Bunder. Hal ini mempermudah distribusi bahan baku dari PT Petrokimia Gresik dan PT Unichem Candi Indonesia, serta pengiriman produk ke berbagai wilayah di Jawa Timur dan luar Jawa. Selain jalur darat, JIPE memiliki pelabuhan laut dalam seluas 406 hektar, yang memungkinkan kapal membawa total

muatan hingga 16.000 ton untuk berlabuh. Fasilitas ini ideal untuk mendistribusikan produk ke pasar domestik maupun ekspor.

1.6.3 Unit Penunjang (Utilitas)

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar serta listrik. Listrik merupakan energi yang sangat penting ketersediaannya untuk menunjang berjalannya pabrik. Terdapat sumber air yaitu sungai Bengawan Solo, Jawa Timur yang merupakan sungai terpanjang di Pulau Jawa dan memiliki daerah aliran sungai (DAS) dengan luas $\pm 16.100 \text{ km}^2$. (Kementrian PUPR, 2015)

Kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari gas bumi PGN sebagai sumber utama dan PT Pertamina (Persero) sebagai bahan bakar cadangan. Sedangkan, untuk kebutuhan sumber listrik menggunakan listrik PLN di JIPE yang sumber energinya berasal dari PJB Gresik dengan kapasitas pasokan listrik 215,5 MW dan genset diesel/*heavy fuel oil* (HFO). (Gresik Satu, 2022)

1.6.4 Pemasaran Produk

Pabrik amonium klorida yang direncanakan akan memperoleh bahan baku berupa amonium sulfat dan natrium klorida dari berbagai produsen dalam negeri. Salah satu pemasok potensial amonium sulfat di Indonesia adalah PT Petrokimia Gresik, yang juga berpotensi menjadi konsumen utama dari produk amonium klorida.

Setelah proses produksi berlangsung, produk amonium klorida yang dihasilkan dapat dipasarkan kembali ke PT Petrokimia Gresik, karena perusahaan tersebut memanfaatkan amonium klorida sebagai bahan tambahan dalam formulasi pupuk majemuk (NPK). Selain untuk PT Petrokimia Gresik, produk amonium klorida juga memiliki potensi pemasaran ke perusahaan pupuk lain di bawah naungan Pupuk Indonesia Holding Company (PIHC), seperti PT Pupuk Kujang, PT Pupuk Kaltim, PT Pupuk Sriwidjaja, dan PT Pupuk Iskandar Muda.

Dengan lokasi pabrik yang direncanakan berada di kawasan JIPE, Gresik, Jawa Timur, strategi pemasaran ini menjadi semakin efisien karena kawasan tersebut memiliki fasilitas pelabuhan terintegrasi dan infrastruktur logistik industri

yang memadai. Oleh karena itu, pola pemasaran ini dinilai efisien, ekonomis, dan mendukung integrasi rantai pasok pupuk nasional secara berkelanjutan, sekaligus memperkuat posisi industri pupuk domestik melalui pemanfaatan sumber daya dan bahan baku dalam negeri.

1.6.5 Keadaan Lingkungan

Berdasarkan data dari BMKG dan kondisi lapangan di Gresik tahun 2024, iklim dan cuaca di wilayah ini termasuk kategori tropis lembap. Masyarakat Gresik sudah terbiasa dengan adanya kawasan industri besar (seperti JIPE, Kawasan Industri Gresik, dan pabrik semen), sehingga adaptasi sosial dan lingkungan terhadap aktivitas industri relatif baik. Hal ini berdampak positif karena keberadaan pabrik tidak menimbulkan masalah lingkungan yang signifikan bagi masyarakat sekitar, sepanjang pengelolaan limbah dan emisi dilakukan sesuai ketentuan.

Iklim Kabupaten Gresik termasuk tropis, dengan temperatur rata-rata harian berkisar antara 24 – 32°C, serta tingkat kelembaban relatif cukup tinggi yaitu sekitar 70 – 90%. Curah hujan tahunan bervariasi antara 1.500 – 2.000 mm/tahun, dengan musim hujan biasanya terjadi pada bulan November hingga Maret, sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan April hingga Oktober.

1.6.6 Tenaga Kerja

Tenaga kerja di Indonesia cukup banyak sehingga penyediaan tenaga kerja di Kabupaten Gresik tidak begitu sulit diperoleh. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur, pada tahun 2023 tingkat pengangguran terbuka (TPT) Kabupaten Gresik berada pada kisaran 5,8% atau sekitar 60.000 orang. Dengan adanya tingkat pengangguran tersebut, pendirian pabrik amonium klorida akan membuka lapangan pekerjaan baru sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat Gresik dan sekitarnya. Tenaga kerja dengan pendidikan menengah maupun kejuruan dapat direkrut langsung dari wilayah sekitar pabrik, mengingat Gresik memiliki banyak lulusan dari SMK, politeknik, serta perguruan tinggi di Jawa Timur (misalnya Universitas Gresik, ITS Surabaya, dan Universitas Negeri Surabaya). Sedangkan untuk tenaga ahli dapat didatangkan dari kota lain seperti Surabaya atau Jakarta yang aksesnya mudah. Selain itu, lokasi pabrik di kawasan

industri JIPE Gresik memiliki keunggulan karena mudah dijangkau oleh sarana transportasi seperti jalan raya utama, pelabuhan internasional, dan jalur kereta api, sehingga mobilitas tenaga kerja maupun distribusi bahan baku dan produk dapat berjalan lancar.

1.6.7 Perizinan

Pabrik yang didirikan harus jauh dari pemukiman penduduk dan tidak mengurangi lahan produktif pertanian agar tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitarnya. Selain itu, lokasi pabrik harus memungkinkan untuk dilakukan pengembangan area pabrik. Hal ini berkaitan dengan kemungkinan pengembangan pabrik dimasa yang akan datang. Pabrik harus memiliki jarak yang ditentukan setidaknya 2 kilometer dari pemukiman. Perolehan izin pendirian pabrik sangat mudah karena akan didirikan dikawasan industri yang memperoleh perizinan.

Berdasarkan beberapa faktor diatas, lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik amonium klorida (NH_4Cl) dengan kapasitas 400.000 ton/tahun adalah di JIPE (*Java Integrated Industrial and Port Estate*) Gresik, Jawa Timur.

BAB II DESKRIPSI PROSES

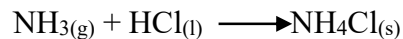
2.1 Perancangan Proses

Amonium klorida NH_4Cl dapat diproduksi dengan berbagai macam proses. Berikut merupakan proses yang biasa digunakan dalam pembuatan amonium klorida :

2.1.1. Proses Pembuatan Amonium Klorida berdasarkan Proses Netralisasi Langsung

Proses netralisasi langsung adalah metode pembuatan amonium klorida yang dilakukan dengan mereaksikan amonia (NH_3) sebagai basa dengan asam klorida (HCl) sebagai asam secara langsung.

Reaksi yang terjadi dalam proses netralisasi langsung dari amonium klorida ditunjukkan seperti di bawah ini:



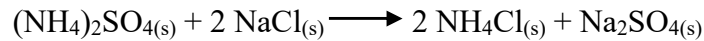
Amonia yang diumpankan dalam bentuk gas dialirkan ke dalam reaktor berisi larutan HCl . Reaktor yang digunakan *stirred tank reactor* atau menara absorber. Proses ini menghasilkan larutan jenuh NH_4Cl yang selanjutnya didinginkan agar terbentuk kristal. Kristal dipisahkan dari larutan melalui filtrasi atau sentrifugasi, kemudian di cuci dan dikeringkan dengan *rotary dryer*, *fluid bed dryer*, atau *vacuum dryer*.

Pada proses netralisasi langsung ini, konversi reaksinya umumnya sangat tinggi karena reaksi antara NH_3 dan HCl hampir sempurna, sehingga konversi reaksi NH_4Cl dapat mencapai lebih dari 99%. Selain itu, suhu reaksi berada pada kisaran 25°C , sehingga pengendalian temperatur menjadi penting agar kristalisasi dan kualitas produk tetap optimal.

(Luria & Cohen, 1980)

2.1.2. Proses Pembuatan Amonium Klorida berdasarkan Proses Metatesis

Metatesis (*double decomposition*) untuk pembuatan amonium klorida dimana garam yang mengandung ion amonium (NH_4^+) dicampurkan dengan garam yang mengandung ion klorida (Cl^-) sehingga terjadi pertukaran ion dan terbentuk amonium klorida serta garam lain sebagai produk samping. Berikut reaksi yang terjadi pada proses ini:



Proses ini diawali dengan melarutkan amonium sulfat (47%) dan natrium klorida (26%) dengan 5% berlebih, kemudian campuran ini dijaga suhunya agar tetap panas yaitu pada suhu 100°C dan diaduk dengan kecepatan tinggi agar tidak terbentuk endapan dari natrium sulfat karena kelarutannya yang rendah. Campuran ini berbentuk pasta, selama proses berlangsung suhu tetap panas untuk menghindari terbentuknya kerak. Natrium sulfat yang terbentuk berupa padatan yang tersuspensi dalam cairan hasil reaktor yang kemudian dipisahkan melalui proses filtrasi. Filtrat yang banyak mengandung amonium klorida kemudian dipisahkan kandungan airnya dengan proses evaporasi kemudian dikristalisasi. Kristal amonium klorida dicuci dengan air agar bebas dari natrium sulfat dan kristal amonium klorida dikeringkan. Pada proses metatesis ini, konversi reaksi amonium klorida umumnya 95%.

(Kirk Othmer, 1991)

2.2. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika adalah untuk mengetahui reaksi itu apakah bersifat endotermis atau eksotermis dan apakah reaksi itu berjalan spontan atau tidak spontan.

2.2.1 Menentukan Panas Reaksi (ΔH°_R)

Reaksi akan berjalan eksotermis atau endotermis dapat ditentukan dengan meninjau panas reaksi (ΔH°_R). ΔH menunjukkan panas reaksi yang dihasilkan selama berlangsungnya reaksi kimia, besar atau kecilnya nilai ΔH menunjukkan jumlah energi yang dibutuhkan atau dihasilkan saat reaksi kimia tersebut terjadi. ΔH yang bernilai positif menunjukkan bahwa reaksi tersebut endotermis atau membutuhkan panas untuk berlangsungnya reaksi sehingga semakin besar ΔH

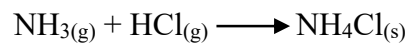
maka semakin besar juga energi yang dibutuhkan. Sedangkan ΔH bernilai negatif menunjukkan bahwa reaksi tersebut eksotermis atau menghasilkan panas selama proses berlangsungnya reaksi.

(Bird, 1987)

Berikut merupakan panas reaksi (ΔH°_R) dari beberapa proses:

1. Proses Netralisasi Langsung

Reaksi pembuatan amonium klorida :



Tabel 2.1 Panas Pembentukan Komponen ΔH°_f 298 K

Komponen	ΔH°_f 298 K (kJ/mol)
$\text{NH}_3(\text{g})$	-46,11
$\text{HCl}(\text{g})$	-92,31
$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$	-314,43

(Perry, 2008)

$$\Delta H^\circ_{R \ 298\text{K}} = (\Delta H^\circ_f)_{\text{produk}} - (\Delta H^\circ_f)_{\text{reaktan}}$$

(Smith, 2001)

$$\begin{aligned} (\Delta H^\circ_f)_{\text{reaktan}} &= [(\Delta H^\circ_f \text{NH}_3 + (\Delta H^\circ_f \text{HCl}))] \\ &= [(-46,11) + (-92,31)] \\ &= -138,42 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

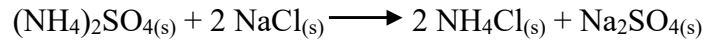
$$\begin{aligned} (\Delta H^\circ_f)_{\text{produk}} &= [\Delta H^\circ_f \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})] \\ &= -314,43 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_{R \ 298\text{K}} &= (\Delta H^\circ_f)_{\text{produk}} - (\Delta H^\circ_f)_{\text{reaktan}} \\ &= [(-314,43 \text{ kJ/mol}) - (-138,42 \text{ kJ/mol})] \\ &= -176,0 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena nilai $\Delta H^\circ_{R \ 298 \text{ K}}$ negatif, maka reaksi pembuatan amonium klorida berlangsung secara eksotermis.

2. Proses Metatesis

Reaksi pembuatan amonium klorida :



Tabel 2.2 Panas Pembentukan Komponen ΔH°_f 298 K

Komponen	ΔH°_f 298 K (kJ/mol)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(s)}$	-1.170,42
$\text{NaCl}_{(s)}$	-411,12
$\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$	-314,43
Na_2SO_4	-1.387,12

(Perry, 2008)

$$\Delta H^\circ_R \text{ 298K} = (\Delta H^\circ_f)_{\text{produk}} - (\Delta H^\circ_f)_{\text{reaktan}}$$

(Smith, 2001)

$$\begin{aligned} (\Delta H^\circ_f)_{\text{reaktan}} &= [(\Delta H^\circ_f (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) + (\Delta H^\circ_f \text{NaCl})(2)] \\ &= [(-1.170,42) + (-411,12)(2)] \\ &= -1.992,66 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\Delta H^\circ_f)_{\text{produk}} &= [(\Delta H^\circ_f \text{NH}_4\text{Cl})(2) + (\Delta H^\circ_f \text{Na}_2\text{SO}_4)] \\ &= [(-314,43)(2) + (-1.387,12)] \\ &= -2.015,98 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_R \text{ 298K} &= (\Delta H^\circ_f)_{\text{produk}} - (\Delta H^\circ_f)_{\text{reaktan}} \\ &= (-2.015,98 \text{ kJ/mol}) - (-1.992,66 \text{ kJ/mol}) \\ &= -23,32 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena nilai ΔH°_R 298 K negatif, maka reaksi pembuatan amonium klorida berlangsung secara eksotermis.

2.2.2 Energi Bebas Gibbs (ΔG)

Energi bebas gibbs menunjukkan spontan atau tidak spontannya suatu reaksi kimia. Jika perubahan energi gibbs reaksi, bernilai negatif ($-\Delta G$) maka reaksi dapat berlangsung spontan, sedangkan jika perubahan energi bebas gibbs bernilai positif ($+\Delta G$) maka reaksi tidak dapat berlangsung secara spontan sehingga membutuhkan energi tambahan agar reaksi dapat berlangsung spontan.

(Atkins dan Paula, 2006)

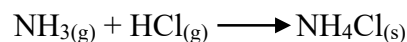
Tabel 2.3 Energi Gibbs Komponen (ΔG°_f) 298 K

Komponen	ΔG°_f 298 K (kJ/mol)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{s})$	-899,80
$\text{NaCl}(\text{s})$	-384,48
$\text{HCl}(\text{g})$	-95,30
$\text{NH}_3(\text{g})$	-16,33
$\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s})$	-1.265,16
$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$	-203,30

(Perry, 2008)

1. Proses Netralisasi Langsung

Reaksi pembuatan amonium klorida :



Perhitungan nilai energi gibbs standar berdasarkan nilai perkomponen yang ada pada Tabel 2.4 sebagai berikut :

$$\Delta G^\circ_{R \ 298K} = (\Delta G^\circ_f)_{\text{produk}} - (\Delta G^\circ_f)_{\text{reaktan}}$$

(Smith, 2001)

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_f \text{ reaktan} &= [(\Delta G^\circ_f \text{ NH}_3(\text{g})) + (\Delta G^\circ_f \text{ HCl}(\text{g}))] \\ &= [(-16,33) + (-95,30)] \\ &= -111,63 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

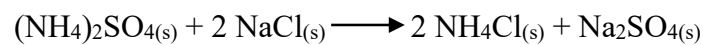
$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_f \text{ produk} &= [\Delta G^\circ_f \text{ NH}_4\text{Cl}(\text{s})] \\ &= -203,30 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ}_{R \ 298K} &= (\Delta G^{\circ}_f)_{\text{produk}} - (\Delta G^{\circ}_f)_{\text{reaktan}} \\
 &= (-203,30 \text{ kJ/mol}) - (-111,63 \text{ kJ/mol}) \\
 &= -91,67 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

$\Delta G^{\circ}_{R \ 298 \text{ K}}$ bernilai negatif (<0) menandakan bahwa reaksi dapat berlangsung secara spontan dan tidak membutuhkan energi yang terlalu besar.

2. Proses Metatesis

Reaksi pembuatan amonium klorida :



Perhitungan nilai energi gibbs standar berdasarkan nilai perkomponen yang ada pada Tabel 2.4 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ}_{R \ 298K} &= (\Delta G^{\circ}_f)_{\text{produk}} - (\Delta G^{\circ}_f)_{\text{reaktan}} \\
 & \hspace{20em} \text{(Smith, 2001)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ}_f \text{ reaktan} &= [(\Delta G^{\circ}_f (\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(s)}) + (2).(\Delta G^{\circ}_f \text{NaCl}_{(s)})] \\
 &= [(-899,80) + (2).(-384,48)] \\
 &= -1.668,76 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ}_f \text{ produk} &= [(2).(\Delta G^{\circ}_f \text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}) + (\Delta G^{\circ}_f \text{Na}_2\text{SO}_{4(s)})] \\
 &= [(2).(-203,30) + (-1.265,16)] \\
 &= -1.671,76 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ}_{R \ 298K} &= (\Delta G^{\circ}_f)_{\text{produk}} - (\Delta G^{\circ}_f)_{\text{reaktan}} \\
 &= (-1.671,76 \text{ kJ/mol}) - (-1.668,76 \text{ kJ/mol}) \\
 &= -3,00 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

$\Delta G^{\circ}_{R \ 298 \text{ K}}$ bernilai negatif (<0) menandakan bahwa reaksi dapat berlangsung secara spontan dan tidak membutuhkan energi yang terlalu besar.

2.3 Tinjauan Ekonomi

Dengan harga bahan baku dan produk sebagai berikut :

Tabel 2.4 Harga Bahan Baku dan Produk

	Bahan	Harga	
		\$/kg	Rp/kg
Produk	NH ₄ Cl	0,42	6.894,00
	Na ₂ SO ₄	0,26	4.310,00
Bahan Baku	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,15	2.487,00
	NaCl	0,04	663,00
	NH ₃	0,17	2.818,00
	HCl	0,05	829,00

(Alibaba, 2025)

Kurs 1 USD = 16.578,00 (JISDOR,2025)

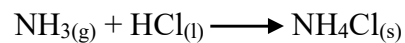
Berikut adalah berat molekul tiap komponen :

Tabel 2.5 Data Berat Molekul Komponen

Senyawa	Rumus Molekul	Berat Molekul (kg/kmol)
Amonium Sulfat	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	132,14
Amonia	NH_3	17,03
Natrium Klorida	NaCl	58,44
Asam Klorida	HCl	36,46
Amonium Klorida	NH_4Cl	53,49
Natrium Sulfat	Na_2SO_4	142,04

(Perry, 2008)

1. Proses Netralisasi Langsung



Konversi : 99%

Tabel 2.6 Stokiometri Reaksi

Komponen	Simbol	Mol Awal	Mol Reaksi	Mol Akhir
NH_3	A	F_{A0}	$- F_{A0} \cdot X_A$	$F_A = F_{A0}(1-X_A)$
HCl	B	F_{B0}	$- F_{A0} \cdot X_A$	$F_B = F_{B0} - F_{A0} \cdot X_A$
NH_4Cl	C	-	$F_{A0} \cdot X_A$	$F_C = F_{A0} \cdot X_A$

(Fogler, 2006)

Keterangan:

$$X_A = \frac{\text{mol A yang bereaksi}}{\text{mol A mula - mula}}$$

(Fogler, 2006)

Waktu operasi selama 330 hari dalam setahun

Mol amonium klorida (F_C)

$$KP_{\text{Teoritis}} = 400.000 \text{ ton/tahun} = 400.000.000 \text{ kg/tahun}$$

Berdasarkan konversi reaksi didapatkan kapasitas produksi NH_4Cl sebanyak :

$$\begin{aligned} KP_{\text{Aktual}} &= 400.000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times 99\% \\ &= 396.000 \text{ ton/tahun} = 396.000.000 \text{ kg/tahun} \\ &= 1.200.000 \text{ kg/hari} = 50.000 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Mol amonium klorida (F_C)

$$F_C = \frac{\text{Massa amonium klorida}}{\text{BM amonium klorida}}$$

$$F_C = \frac{50.000 \text{ kg/jam}}{53,49 \text{ kg/kmol}}$$

$$F_C = 934,75 \text{ kmol/jam}$$

Mol awal amonia (F_{A0})

Berdasarkan Tabel 2.8 stokiometri reaksi, maka:

$$F_C = F_{A0} \cdot X_A$$

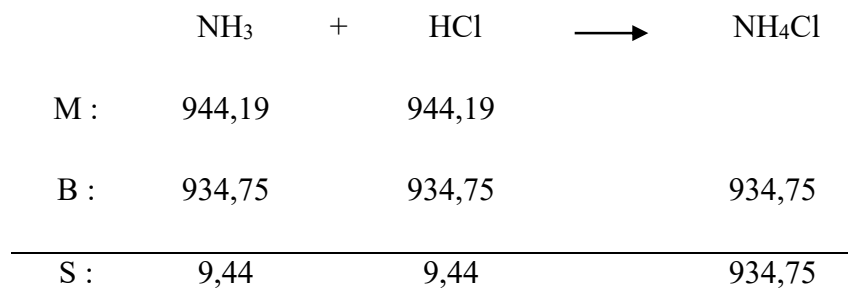
$$F_{A0} = \frac{F_C}{X_A}$$

$$F_{A0} = \frac{934,75 \text{ kmol/jam}}{99\%}$$

$$F_{A0} = 944,19 \text{ kmol/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa amonia} &= \text{mol amonia} \times \text{BM amonia} \\ &= 944,19 \text{ kmol/jam} \times 17,03 \text{ kg/kmol} \\ &= 16.079,56 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Reaksi yang terjadi:



Kebutuhan biaya tahunan

a). Bahan baku

Amonia (NH_3) :

$$\begin{aligned} \text{BM NH}_3 &= 17,03 \text{ kg/kmol} \\ \text{Mol NH}_3 &= 944,19 \text{ kmol/jam} \\ \text{Massa NH}_3 &= \text{Mol NH}_3 \times \text{BM NH}_3 \\ &= 944,19 \text{ kmol/jam} \times 17,03 \text{ kg/kmol} \\ &= 16.079,66 \text{ kg/jam} \\ &= 127.350.906,71 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya kebutuhan NH}_3 &= \text{Massa NH}_3 \times \text{Harga NH}_3 \\ &= 127.350.906,71 \text{ kg/tahun} \times 0,17 \text{ \$/kg} \\ &= 21.649.654,14 \text{ \$/tahun} \end{aligned}$$

Asam klorida (HCl) :

$$\begin{aligned} \text{BM HCl} &= 36,46 \text{ kg/kmol} \\ \text{Mol HCl} &= 944,19 \text{ kmol/jam} \\ \text{Massa HCl} &= \text{Mol HCl} \times \text{BM HCl} \\ &= 944,19 \text{ kmol/jam} \times 36,46 \text{ kg/kmol} \\ &= 34.425,39 \text{ kg/jam} \\ &= 272.649.093,29 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya kebutuhan HCl} &= \text{Massa HCl} \times \text{Harga HCl} \\ &= 272.649.093,29 \text{ kg/tahun} \times 0,05 \text{ \$/kg} \\ &= 13.632.454,66 \text{ \$/tahun} \end{aligned}$$

Biaya total umpan pada proses:

$$\begin{aligned} \text{Biaya total umpan} &= (21.649.654,14 + 13.632.454,66) \text{ \$/tahun} \\ &= 35.282.108,81 \text{ \$/tahun} \end{aligned}$$

b). Produk

Amonium klorida (NH₄Cl) :

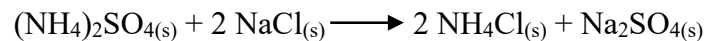
$$\begin{aligned} \text{BM NH}_4\text{Cl} &= 53,49 \text{ kg/kmol} \\ \text{Mol NH}_4\text{Cl} &= 934,75 \text{ kmol/jam} \\ \text{Massa NH}_4\text{Cl} &= \text{Mol NH}_4\text{Cl} \times \text{BM NH}_4\text{Cl} \\ &= 934,75 \text{ kmol/jam} \times 53,49 \text{ kg/kmol} \\ &= 50.000,00 \text{ kg/jam} \\ &= 396.000.000,00 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hasil penjualan NH}_4\text{Cl} &= \text{Massa NH}_4\text{Cl} \times \text{Harga NH}_4\text{Cl} \\ &= 396.000.000,00 \text{ kg/tahun} \times 0,42 \text{ \$/kg} \\ &= 164.677.524,43 \text{ \$/tahun} \end{aligned}$$

Sehingga potensi ekonomi pada proses ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{Potensi ekonomi} &= \text{biaya produk} - \text{biaya total umpan} \\ &= (164.677.524,43 - 35.282.108,81) \text{ \$/tahun} \\ &= 129.395.415,62 \text{ \$/tahun} \end{aligned}$$

2. Proses Metatesis



Konversi : 95%

Tabel 2.7 Stokimetri Reaksi

Komponen	Simbol	Mol Awal	Mol Reaksi	Mol Akhir
(NH ₄) ₂ SO ₄	A	F _{A0}	- F _{A0} · X _A	F _A = F _{A0} (1-X _A)
NaCl	B	F _{B0}	2F _{A0} · X _A	F _B = F _{B0} -2F _{A0} · X _A
NH ₄ Cl	C	-	2F _{A0} · X _A	F _C = 2F _{A0} · X _A
Na ₂ SO ₄	D	-	F _{A0} · X _A	F _D = F _{A0} · X _A

(Fogler, 2006)

Keterangan:

$$X_A = \frac{\text{mol } A \text{ yang bereaksi}}{\text{mol } A \text{ mula - mula}}$$

(Fogler, 2006)

Waktu operasi selama 330 hari dalam setahun

Mol amonium klorida (F_C)

Mol amonium klorida (F_C)

$$KP_{\text{Teoritis}} = 400.000 \text{ ton/tahun} = 50.505,05 \text{ kg/jam}$$

Berdasarkan kemurnian produk didapatkan kapasitas produksi NH_4Cl sebanyak :

$$\begin{aligned} KP_{\text{Aktual}} &= 50.505,05 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 98\% \\ &= 49.494,95 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_C &= \frac{\text{massa } \text{NH}_4\text{Cl}}{\text{BM } \text{NH}_4\text{Cl}} \\ &= \frac{49.494,95 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{53,49 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} \\ &= 925,31 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

Mol awal natrium klorida (F_{A0})

Berdasarkan Tabel 2.9 Stokiometri Reaksi, maka:

$$\begin{aligned} F_C &= F_{A0} \cdot X_A \\ F_{A0} &= \frac{F_C}{X_A} \\ &= \frac{925,31 \text{ kmol/jam}}{95\%} \\ &= 974,01 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

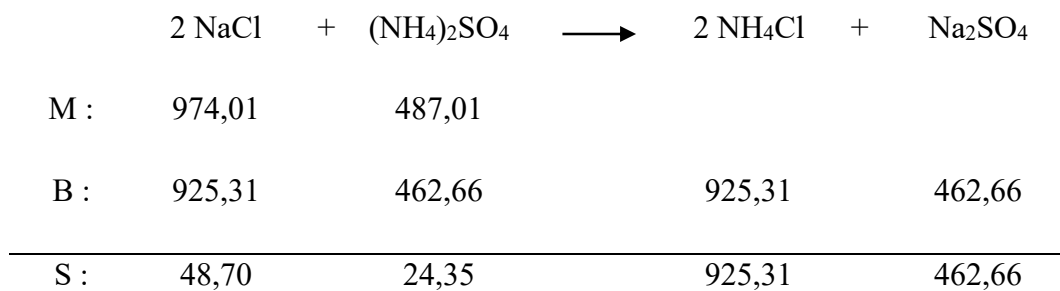
$$\begin{aligned} \text{Massa natrium klorida} &= \text{mol natrium klorida} \times \text{BM natrium klorida} \\ &= 974,01 \text{ kmol/jam} \times 158,44 \text{ kg/kmol} \\ &= 56.921,31 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Mol awal natrium klorida (F_{B0})

Diketahui: Rasio mol natrium klorida terhadap amonium sulfat = 2:1

$$\begin{aligned} F_{B0} &= \frac{F_{A0}}{2} \\ &= \frac{974,01 \text{ kmol/jam}}{2} \\ &= 462,66 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

Reaksi yang terjadi:



Kebutuhan biaya tahunan

a). Bahan baku

Amonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) :

$$\begin{aligned} \text{BM } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 &= 132,14 \text{ kg/kmol} \\ \text{Mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 &= 487,01 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 &= \text{Mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times \text{BM } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \\ &= 487,01 \text{ kmol/jam} \times 132,14 \text{ kg/kmol} \\ &= 64.353,03 \text{ kg/jam} \\ &= 509.675.984,69 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya kebutuhan } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 &= \text{Massa } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times \text{Harga } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \\ &= 509.675.984,69 \text{ kg/tahun} \times 0,15 \text{ \$/kg} \\ &= 76.451.397,70 \text{ \$/tahun} \end{aligned}$$

Natrium klorida :

$$\text{BM NaCl} = 58,44 \text{ kg/kmol}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mol NaCl} &= 974,01 \text{ kmol/jam} \\
 \text{Massa NaCl} &= \text{Mol (NaCl)} \times \text{BM (NaCl)} \\
 &= 974,01 \text{ kmol/jam} \times 58,44 \text{ kg/kmol} \\
 &= 56.921,31 \text{ kg/jam} \\
 &= 450.816.778,35 \text{ kg/tahun} \\
 \text{Biaya kebutuhan NaCl} &= \text{Massa (NaCl)} \times \text{Harga (NaCl)} \\
 &= 450.816.778,35 \text{ kg/tahun} \times 0,04 \text{ \$/kg} \\
 &= 18.032.671,13 \text{ \$/tahun}
 \end{aligned}$$

Biaya total umpan pada proses:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya total umpan} &= (76.451.397,70 + 18.032.671,13) \text{ \$/tahun} \\
 &= 94.484.068,84 \text{ \$/tahun}
 \end{aligned}$$

b). Produk

Amonium klorida (NH_4Cl):

$$\begin{aligned}
 \text{BM NH}_4\text{Cl} &= 53,49 \text{ kg/kmol} \\
 \text{Mol NH}_4\text{Cl} &= 925,31 \text{ kmol/jam} \\
 \text{Massa NH}_4\text{Cl} &= \text{Mol NH}_4\text{Cl} \times \text{BM NH}_4\text{Cl} \\
 &= 925,31 \text{ kmol/jam} \times 53,49 \text{ kg/kmol} \\
 &= 49.494,95 \text{ kg/jam} \\
 &= 392.000.000,00 \text{ kg/tahun} \\
 \text{Hasil penjualan NH}_4\text{Cl} &= \text{Massa NH}_4\text{Cl} \times \text{Harga NH}_4\text{Cl} \\
 &= 392.000.000,00 \text{ kg/tahun} \times 0,42 \text{ \$/kg} \\
 &= 164.640.000,00 \text{ \$/tahun}
 \end{aligned}$$

Natrium sulfat (Na_2SO_4) :

$$\text{BM Na}_2\text{SO}_4 = 142,04 \text{ kg/kmol}$$

$$\text{Mol Na}_2\text{SO}_4 = 462,66 \text{ kmol/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Na}_2\text{SO}_4 &= \text{Mol Na}_2\text{SO}_4 \times \text{BM Na}_2\text{SO}_4 \\ &= 462,66 \text{ kmol/jam} \times 142,04 \text{ kg/kmol} \\ &= 65.715,67 \text{ kg/jam} \\ &= 520.468.124,88 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hasil penjualan Na}_2\text{SO}_4 &= \text{Massa Na}_2\text{SO}_4 \times \text{Harga Na}_2\text{SO}_4 \\ &= 520.468.124,88 \text{ kg/tahun} \times 0,26 \text{ \$/kg} \\ &= 135.321.712,47 \text{ \$/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total produk} &= (164.640.000,00 + 135.321.712,47) \text{ \$/tahun} \\ &= 299.961.712,47 \text{ \$/tahun} \end{aligned}$$

Sehingga potensi ekonomi pada proses ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{Potensi ekonomi} &= \text{biaya total produk} - \text{biaya total umpan} \\ &= (299.961.712,47 - 94.484.068,84) \text{ \$/tahun} \\ &= 205.477.643,63 \text{ \$/tahun} \end{aligned}$$

2.4 Pemilihan Proses

Berikut adalah Tabel perbandingan proses yang dipilih untuk pendirian pabrik amonium klorida.

Tabel 2.8 Perbandingan Proses

Parameter	Proses Netralisasi Langsung	Proses Metatesis
Bahan Baku	Amonia Asam klorida	Amonium sulfat Natrium klorida
Temperatur (°C)	25	100
Tekanan (atm)	1	1
Konversi (%)	>99	95
ΔH°_R (kJ/mol)	-176,0 (Eksotermis)	-23,32 (Eksotermis)
ΔG°_R (kJ/mol)	-91,67	-3,00
Keuntungan (\$/tahun)	129.395.415,62	205.477.643,63

1. Ditinjau dari kondisi operasi meliputi suhu dan tekanan, pada proses netralisasi langsung membutuhkan suhu rendah sebesar 25°C sedangkan proses metatesis membutuhkan suhu sebesar 100°C.
2. ΔH°_R pada kedua proses diatas bersifat eksotermis atau menghasilkan panas selama berlangsungnya reaksi. Tetapi nilai ΔH°_R pada proses metatesis lebih kecil sebesar -23,32 kJ/mol dibandingkan dengan proses netralisasi langsung yaitu sebesar -176,0 kJ/mol.
3. ΔG°_R di kedua proses diatas bernilai negatif menandakan bahwa reaksi dapat berlangsung secara spontan sehingga tidak diperlukan energi dari luar

sistem agar reaksi tersebut terjadi, tetapi nilai ΔG°_R pada proses netralisasi langsung lebih besar sebesar -91,67 kJ/mol dibandingkan dengan proses metatesis yaitu sebesar -3,0 kJ/mol.

- Keuntungan yang dihasilkan pada proses metatesis sebesar Rp.205.477.643,63 lebih besar dibandingkan dengan proses netralisasi langsung sebesar Rp. 129.395.415,62.

Berdasarkan parameter diatas mulai dari kondisi operasi, tinjauan termodinamika, hingga evaluasi ekonomi, proses metatesis antara amonium sulfat dengan natrium klorida menjadi pilihan yang paling unggul dan menguntungkan dalam skala industri.

2.5 Uraian Proses

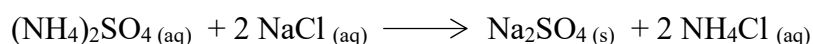
Reaksi antara amonium klorida dengan natrium klorida dilaksanakan dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) pada suhu 100°C. Secara garis besar proses pembuatan amonium klorida dari amonium sulfat dan natrium klorida dibagi menjadi 3 tahap, yaitu:

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap persiapan dalam proses pembuatan ammonium klorida ini adalah dengan melarutkan padatan natrium klorida (suhu 100°C) dari silo (SL-101) menuju *mixing tank* (MT-101) dengan air dan melarutkan padatan amonium sulfat (suhu 100°C) dari silo (SL-102) menuju *mixing tank* (MT-102) dengan air sampai didapatkan konsentrasi larutan natrium klorida dan larutan ammonium sulfat yang cukup jenuh untuk diumpankan ke dalam reaktor (RE-201).

2. Tahap Reaksi Dalam Reaktor

Pembuatan ammonium klorida dengan proses metatesis berlangsung pada fasa cair-cair dalam reaktor alir berpengaduk pada suhu 100°C. Konversi reaksi dalam reaktor 95%. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Pada proses ini dihasilkan natrium sulfat yang terbentuk dalam reaktor berbentuk padatan halus yang tersuspensi dalam larutan hasil reaktor.

3. Pemurnian Produk

Produk keluaran reaktor (RE-201) dengan suhu 100°C kemudian dialirkan menuju *centrifuge* (CF-301) untuk memisahkan padatan natrium sulfat dari larutan. Filtrat keluaran *centrifuge* di alirkan ke evaporator (EV-301) untuk memekatkan larutan dengan mengupkan sebagian air yang terkandung dalam larutan, kemudian akan diumpankan ke kristalizer (CR-301). Di dalam kristalizer ammonium klorida lewat jenuh diubah kedalam bentuk kristal yang kemudian dipisahkan dari larutan lainnya dalam *centrifuge* (CF-301). Hasil padatan *centrifuge* (kristal ammonium klorida) diumpankan ke *rotary dryer* (RD-301) untuk dikeringkan dan dihilangkan kandungan air di dalamnya menggunakan udara panas. Produk amonium klorida selanjutnya diangkut dengan *belt elevator* (BE-401) menuju tempat penyimpanan (SL-401).

(Patent US1634870A)

BAB III

SPESIFIKASI BAHAN DAN PRODUK

3.1. Bahan Baku

1. Amonium Sulfat

Sifat Fisis Amonium Sulfat

- Rumus molekul = $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- BM = 132,14 g/mol
- Berwarna abu-abu kecoklatan sampai putih
- Berbentuk kristal
- Titik leleh = 513°C
- *Specific gravity* pada 20°C = 1,769 gr/cm³

Sifat Kimia Amonium Sulfat

- Tidak mudah terbakar
- Larut dalam air
- Tidak larut dalam alkohol dan aseton

2. Nodium Klorida

Sifat Fisis Nodium Klorida

- Rumus molekul = NaCl
- BM = 58,45 gr/mol
- Berbentuk kristal atau bubuk putih
- Titik leleh = $800,4^\circ\text{C}$
- Titik didih = 1413°C
- *Specific gravity* pada 20°C = 2,163 gr/cm³

Sifat Kimia Sodium Klorida

- Menyerap air (higroskopis)
- Larut dalam air dan gliserol
- Tidak larut dalam alkohol
- Tidak mudah terbakar

3.2. Produk

3.2.1. Amonium Klorida

Sifat Fisik Amonium Klorida

- Rumus molekul = NH_4Cl
- BM = 53,5 gram/mol
- Berbentuk kristal putih
- Titik didih = 520°C
- Titik sublimasi = 350°C
- *Specific gravity* pada 20°C = $1,527 \text{ gr/cm}^3$

Sifat Kimia Amonium Klorida

- Sedikit larut dalam alkohol
- Larut dalam air
- Tidak larut dalam aseton dan pyridine
- Larutan amonium klorida bersifat asam dan cenderung menyerang logam besi dan permukaan logam lainnya terutama pada tembaga, perunggu dan kuningan

3.2.2. Natrium Sulfat

Sifat Fisik Natrium Sulfat

- Rumus molekul = Na_2SO_4
- BM = 142,04 g/mol
- Berbentuk kristal putih
- Titik leleh = 884°C
- Titik didih = 1.429°C

- *Specific gravity* pada 20°C = 2,66 kg/cm³

Sifat Kimia Natrium Sulfat

- Bersifat tidak mudah terbakar
- Natrium sulfat termasuk elektrolit kuat dan mampu menghantarkan listrik dalam larutan
- Natrium sulfat dapat mengikat molekul air dan membentuk hidrat, terutama dekahidrat
- Natrium sulfat relatif tidak korosif

(PubChem, 2025)

BAB X

KESIMPULAN DAN SARAN

10.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik amonium klorida dari amonium sulfat dan natrium klorida dengan kapasitas 400.000 ton/tahun dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. *Percent Return on Investment (ROI)* sesudah pajak Adalah 42%.
2. *Pay Out Time (POT)* sesudah pajak adalah 1,76 tahun
3. *Break Even Point (BEP)* sebesar 40%
4. *Shut Down Point (SDP)* sebesar 30%, yakni batasan kapasitas produksi sehingga pabrik harus berhenti memproduksi karena merugi.
5. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCF)* sebesar 51%, lebih besar dari suku bunga bank sekarang sehingga investor akan lebih memilih untuk berinvestasi ke pabrik ini dari pada ke bank.

Sehingga, dari analisis kelayakan tersebut, pabrik amonium klorida layak untuk didirikan.

10.2. SARAN

Berdasarkan dari pertimbangan hasil analisis ekonomi, maka dapat diberikan saran bahwa prarancangan pabrik amonium klorida dari amonium sulfat dan natrium klorida dengan kapasitas 400.000 ton/tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut baik dari segi proses maupun ekonominya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhdan P, R. (2024). Prarancangan Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida Kapasitas 200.000 ton/tahun.
- Aries, R.S., Newton, R. (2015). Chemical Engineering Cost Estimation, McGraw Hill Book Company, New York.
- bappeda gresik. (2022). Peraturan Daerah Nomor 8 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Gresik 2010-2030.
- Bappeda.Gresikkab.Go.Id. BPS. (2022). Data Impor dan Ekspor Amonium klorida di Indonesia. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id>
- BPSI. (2024). Berita BSIP Serealialia. <https://serealialia.bsip.pertanian.go.id/berita/kuantum-pupuk-tahun-2024-naik-menjadi-955-juta-ton>
- Brownell, L.E. and Young, E. H. (1959). Process Equipment Design. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Erlangga, Sona. (2023). Prarancangan Pabrik Sodium Laktat dari Molases dan Sodium Hidroksida (NaOH) Kapasitas Produksi 15.000 ton/tahun.
- Faith, W.L., Keyes, D.B. and Clark, R. L. (1975). Industrial Chemicals, 4th edition. John Wiley and Sons.
- Geankoplis, C. J. (1997). Transport Processes and Unit Operations, 3rd edition, Printice Hall of India Co.
- Kern, D. Q. (1965). Process Heat Transfer “International Student Edition.”
- Kirk, R. E., & Othmer, D. F. (2004). Volume 2: Alkanolamines to Antibiotics. In Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology.
- Marcin C, Urszula K, Slawomir L, Lukasz K, Marian S, Kazimierz S, Beata K, dan Damian Z. 2022. Influence of Ammonia Concentration on Solvay

Soda Process Parameters and Associated Environmental and Energetic Effects. *Energies* 15, 8370.

Matche. 2025. Indeks CEPCI. Diakses dari : www.matche.com. (n.d.).

Menteri Hukum & HAM RI. (2007). UU No. 40 Tahun 2007 Tentang Perseroan Terbatas. Undang Undang 40, *vy12y(235)*, 245.

MENTERI KETENAGAKERJAAN REPUBLIK INDONESIA. (2020). Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 6 Tahun 2022. *Paralegal.Id*, 842, 1–32. <https://paralegal.id/peraturan/peraturan-menteri-ketenagakerjaan-nomor-6-tahun-2022/> Menteri Tenaga Kerja. (1998). Peraturan Menteri Tenaga Kerja 1998.

MSDS. (2017). Amonium Chloride. Smart Lab.

MSDS. (2017). Amonium Sulphate. Smart Lab.

MSDS. (2019). Sodium Chloride. Smart Lab.

MSDS. (2019). Sodium Sulphate. Smart Lab.

Peraturan Permenkes No. 1405 Tahun 2002 tentang persyaratan air bersih. (n.d.).

Perry, R. H., & Green, D. W. (2008). *Perry' Chemical Engineering Handbook*, 8th edition. McGraw Hill Company.

Peters, M. S., & Peters, J. I. (1959). Plant design and economics for chemical engineers. In *Engineering Economist* (4th <https://doi.org/10.1080/00137915908965075> ed., Vol. 5, Issue 1).

Petrokimia Gresik. 2025. Data dukung perusahaan. Diakses dari : www.petrokimia-gresik.com. (n.d.).

Presiden Republik Indonesia. (2015). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 78 Tahun 2015 tentang Pengupahan. *Ekp*, 13(3), 1576–1580.

Raymond E Kirk, & Othmer, D. . (1992). Encyclopedia of Chemical Technology.
John Wiley and Sons, Inc (Vol. 5).

Rowley, Steven P. (2011). General Chemistry I Laboratory Manual (Edisi Second).
Kendall Hunt. ISBN 978-0-7575-8942-3

Smith, J.H. and H.C., V. ness. (1975). Introduction to Chemical Engineering
Thermodynamic, 4th ed, Mc.Graw Hill Kogakusha Ltd.

Ullman's, B. E. (2003). Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. 34, VCH.
Ulrich Gael D. (1984). Buku_Ulrich_A Guide to Chemical
Engineering Process Design and Economics-pdf.pdf.