

PRA RANCANGAN PABRIK PUPUK ZA (*Zwavelzure Ammonia*)

DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma empat (D-4) Program Studi Teknologi Kimia Industri

Jurusan Teknik Kimia

Politeknik Negeri Ujung Pandang

WAHYUNI 432 20 058

A.M.AKRAM ARIEF 432 20 065

PROGRAM STUDI D-4 TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK KIMIA

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Prarancangan Pabrik Pupuk ZA (Zwavelzure Ammonia)** dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun oleh A.M. Akram Arief 432 20 065 dinyatakan layak untuk diseminarkan.

Makassar, 18 Agustus 2022

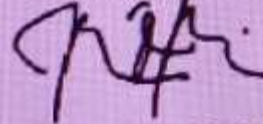
Menyetujui,

Pembimbing I



Muhammad Saich, S.T., M.Si.
NIP. 19650520 199202 1 001

Pembimbing II



Dr. Ridhawati, S.T., M.T.
NIP. 19760419 200501 2 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia,
A.M. Direktur



Barngalima, M.T.
NIP. 19831 09003 1 002

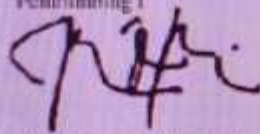
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul *Perancangan Pabrik Pupuk ZA (Zincamotam)* dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun oleh Wahyuani 432 20 058 dinyatakan layak untuk diselesaikan.

Makassar, 18 Agustus 2022

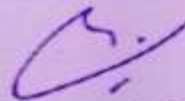
Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Ridhwan, S.T., M.T.
NIP. 19760419 200501 2 002

Pembimbing II



Muhammad Saleh, S.T., M.Si.
NIP. 19650320 199202 1 001

Mengetahui,

—/—

Ketua Jurusan Teknik Kimia,
Bioskua



Dr. Herma Harangana, M.T.
NIP. 196903 1 001

HALAMAN PERNYATAAN

Pada hari ini, Kamis tanggal 18 Agustus 2022, tim penguji seminar skripsi Prarancangan Pabrik telah menerima hasil seminar skripsi Prarancangan Pabrik oleh mahasiswa A.M. AKRAM ARIEF 432 20 065 dan WAHYUNI 432 20 058 dengan judul **Prarancangan Pabrik Pupuk ZA (*Zwavelzure Ammonia*) dengan Kapasitas 20.000 ton/tahun.**

Makassar, 18 Agustus 2022

Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi

7. Ir Rosalin, M.Si

Ketua

8. Dr. Mahyati, S.T., M.Si

Sekretaris

9. Ir. Barlian HS, MT

Anggota

10. Tri Hartono, LRSC, M.Chem. Eng

Anggota

11. Mubarrinad Saleh, S.T., M.Si

Pembimbing I

12. Dr. Rulhawati, S.T., MT



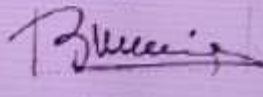
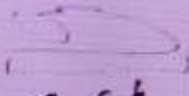
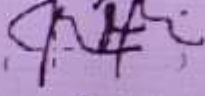

Pembimbing II

HALAMAN PERNYATAAN

Pada hari ini, Kamis tanggal 18 Agustus 2022, tim penguji seminar skripsi Prarancangan Pabrik telah menerima hasil seminar skripsi Prarancangan Pabrik oleh mahasiswa WAHYUNI 432 20 058 dan A.M. AKRAM ARIEF 432 20 065 dengan judul **Prarancangan Pabrik Pupuk ZA (Zwavelzure Ammonia) dengan Kapasitas 20.000 ton/tahun.**

Makassar, 18 Agustus 2022

Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi

- | | | |
|----------------------------------|---------------|--|
| 1. Ir Rosalin, M.Si | Ketua |  |
| 2. Dr. Mahyati, S.T., M.Si | Sekretaris |  |
| 3. Ir. Barlian HS, M.T | Anggota |  |
| 4. Tri Hartono, LRSC, M.Chem Eng | Anggota |  |
| 5. Dr. Radhawati, S.T., M.T | Pembimbing I |  |
| 6. Mahzammad Saleh, S.T., M.Si | Pembimbing II |  |

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur atas ke hadirat Allah SWT yang tidak henti-hentinya melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Prarancangan Pabrik Pupuk ZA (*Zwavelzure Ammonia*) dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun”. Salam dan shalawat tak lupa pula kita ucapkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan kita dari gelapnya zaman jahiliyah menuju zaman Islamiyah yang terang benderang seperti saat ini, serta menjadi panutan dan suri tauladan bagi seluruh umat Islam.

Dalam menyusun skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dan kelemahan dari keterbatasan kemampuan dan wawasan yang dimiliki. Namun dibalik terselesaikannya skripsi ini, tidak luput dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dalam memberikan saran dan tanggapan pada penulisan skripsi ini. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak yang selalu memberikan doa dan motivasi, serta waktu dan arahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, keberkahan dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan penyusunan skripsi.
2. Bapak Ir. Muhammad Ansar, M.Si., Ph.D, selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang beserta jajarannya yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
3. Bapak Drs. Herman Banggalino, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan arahan dan bimbingan Ketua Program Studi Teknologi Kimia Industri D4 RPL Ibu Dr. Fajriyati Mas’ud, STP., M.Si.
4. Ketua Program Studi Teknologi Kimia Industri D4 RPL Ibu Dr. Fajriyati Mas’ud, STP., M.Si
5. Dosen pembimbing yaitu Ibu Dr. Ridhawati, S.T., M.T dan Bapak Muhammad Saleh, S.T., M.Si yang dengan penuh kesabaran membimbing penulis dan memberikan waktunya disela kesibukannya
6. Staf Teknik Kimia atas segala dukungan, bantuan dan bimbingan yang telah diberikan.

7. Orang tua, sanak saudara yang telah memberikan dukungan, motivasi, doa dan semangatnya serta bimbingan dan nasehatnya yang selalu dicurahkan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
8. Teman-teman D4 RPL Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Ujung Pandang angkatan 2020 kelas 4B dan 4C.

Akhirnya penulis hanya dapat berdo'a semoga kebaikan yang telah diberikan dari semua pihak mendapat balasan yang lebih besar dari Tuhan Yang Maha Esa, Aamiin.

Makassar, 18 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii

HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
SURAT PERNYATAAN.....	xiv
RINGKASAN.....	xvi
SUMMARY	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	1
1.2.1 Macam-Macam Proses.....	1
1.2.2 Pemilihan Proses.....	9
1.2.3 Penentuan Kapasitas Rancangan.....	11
1.2.4 Pemilihan Lokasi.....	15
1.3 Uraian Proses.....	17
1.3.1 Proses Persiapan Bahan Baku.....	17
1.3.2 Reaksi Netralisasi dan Kristalisasi.....	17
1.3.3 Proses Pemisahan (Centrifuge).....	18
1.3.4 Proses Pengeringan.....	18
1.3.5 Penampungan Produk dan Pengemasan.....	19
1.4 Spesifikasi Bahan Baku.....	19
BAB II NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....	20
2.1 Neraca Massa	20
2.2 Neraca Panas	23

BAB III SPESIFIKASI ALAT.....	28
3.1 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (T - 01)	28
3.2 Hopper (H - 01).....	28
3.3 Mixer (M - 01).....	29
3.4 Crystalizer (CR - 01).....	30
3.5 Reaktor (RG - 01).....	31
3.6 Heater (HE - 01).....	32
3.7 Heater (HE - 02).....	33
3.8 Centrifuge (CF - 01).....	34
3.9 Rotary Dryer (RD - 01).....	34
3.10 Rotary Cooler (RC - 01).....	35
3.11 Screw Conveyor (SC - 01).....	36
3.12 Screw Conveyor (SC - 02).....	36
3.13 Screw Conveyor (SC - 03).....	37
3.14 Bucket Elevator (BE - 01).....	37
3.15 Pompa 1 (P - 01).....	38
3.16 Pompa 2 (P - 02).....	39
3.17 Pompa 3 (P - 03).....	40
3.18 Pompa 4 (P - 04).....	41
3.19 Pompa 5 (P - 05).....	42
3.20 Pompa 6 (P - 06).....	43
BAB IV UTILITAS.....	44
4.1 Kebutuhan Air.....	44
4.2 Kebutuhan Listrik.....	47
4.3 Alat-alat Utilitas.....	50

BAB V LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	62
5.1 Lokasi Pabrik.....	62
5.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....	62
5.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik.....	64
5.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout).....	64
5.3 Tata Letak Alat Proses.....	68
5.4 Keselamatan Kerja.....	70
BAB VI STRUKTUR ORGANISASI.....	76
6.1 Struktur Organisasi.....	76
6.2 Tugas dan Wewenang.....	80
6.3 Status Karyawan.....	86
6.4 Jabatan dan Keahlian.....	86
6.5 Pembagian Jam Kerja.....	88
6.6 Ketenagakerjaan.....	90
6.7 Sistem Gaji Pegawai.....	91
6.8 Fasilitas Karyawan.....	91
BAB VII ANALISA EKONOMI.....	94
7.1 Penaksiran Harga Alat.....	95
7.2 Total Capital Investment (TCI).....	96
7.3 Total Production Cost (TPC).....	97
7.3.1 Manufacturing Cost (MC).....	97
7.3.1.1 Direct Manufacturing Cost.....	97
7.3.1.2 Indirect Manufacturing Cost.....	97
7.3.1.3 Fixed Manufacturing Cost.....	97

7.3.2 General Expense (GE).....	97
7.4 Analisa Keuntungan.....	97
7.5 Analisa Kelayakan.....	98
7.5.1 Return On Investment (ROI).....	98
7.5.2 Pay Out Time (POT).....	98
7.5.3 Break Even Point (BEP).....	98
7.5.4 Shut Down Point (SDP).....	99
7.5.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR).....	99
BAB VIII KESIMPULAN.....	100
DAFTAR PUSTAKA	102
LAMPIRAN.....	104
LAMPIRAN A NERACA MASSA.....	104
LAMPIRAN B NERACA PANAS.....	114
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT.....	155
LAMPIRAN D UTILITAS.....	273
LAMPIRAN E ANALISA EKONOMI.....	328

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jenis-jenis Proses Pembuatan Pupuk ZA.....	10
Tabel 1.2 Daftar Pabrik Asam Sulfat di Indonesia.....	12

halaman

Tabel 1.3	Daftar Pabrik Amonia Indonesia.....	12
Tabel 1.4	Data Ketersediaan Bahan Baku Baku Dalam Negeri.....	13
Tabel 1.5	Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	19
Tabel 1.6	Neraca Panas Reaktor Gelembung.....	23
Tabel 1.7	Neraca Panas Crystalizer.....	23
Tabel 1.8	Neraca Panas Centrifuge.....	24
Tabel 1.9	Neraca Panas Rotary Dryer.....	24
Tabel 1.10	Neraca Panas Rotary Cooler.....	24
Tabel 1.11	Neraca Panas Heater 01.....	25
Tabel 1.12	Neraca Panas Heater 02.....	25
Tabel 1.13	Neraca Panas Mixer.....	25
Tabel 1.14	Jabatan dan Pendidikan Karyawan yang Diperlukan.....	87
Tabel 1.15	Jadwal Kerja Masing-masing Regu.....	90
Tabel 1.16	Gaji Karyawan.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Proses Sintesis Caprolactam.....	5
Gambar 1.2	Diagram Proses Merseburg.....	9
Gambar 1.3	Data Impor Pupuk Berdasarkan Negara Asal.....	14

halaman

Gambar 1.4 Gambar Kawasan Prarancangan Pabrik.....	16
Gambar 1.5 Diagram Blok Kuantitatif.....	27
Gambar 1.6 Process Engineering Flow Diagram (PEFD).....	28
Gambar 1.7 Skema Unit Pengolahan Air.....	45
Gambar 1.8 Tata Letak Pabrik.....	67
Gambar 1.9 Tata Letak Alat Proses.....	70
Gambar 1.10 Struktur Organisasi.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A NERACA MASSA.....	104
LAMPIRAN B NERACA PANAS.....	114

halaman

LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT.....	132
LAMPIRAN D UTILITAS.....	250
LAMPIRAN E ANALISA EKONOMI.....	305

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : A.M. Akram Arief

NIM : 432 20 065

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul "Prarancangan Pabrik Pupuk ZA (*Zwavelzure Ammonium*) dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun" merupakan gagasan, hasil karya sendiri atau arahan pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar Pustaka skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2022



(A.M. Akram Arief)
432 20 065

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Wahyuni**

NIM : **432 20 058**

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul "Prarancangan Pabrik Pupuk ZA (*Zwavelzure Ammonia*) dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun" merupakan gagasan, hasil karya sendiri atau arahan pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam catatan dan dicantumkan dalam daftar Pustaka skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2022


POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

(Wahyuni)
432 20 058

RINGKASAN

Prarancangan pabrik pupuk ZA (*Zwavelzure Ammonia*) dengan kapasitas 20.000 ton/tahun menggunakan bahan baku amonia dan asam sulfat. Pabrik ini direncanakan akan dibangun di kawasan industri Bontang Kalimantan Timur dengan sistem perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dan sistem organisasinya garis dan staf dan beroperasi selama 24 jam perhari dari 330 hari kerja pertahun, sisanya adalah perbaikan apabila terjadi kerusakan-kerusakan didalam pabrik.

Proses pembuatan pupuk ZA (*Zwavelzure Ammonia*) diperoleh melalui proses netralisasi antara amonia dan asam sulfat didalam reaktor gelembung, kemudian dikristalkan dalam *Crystalizer*, lalu dicentrifuge untuk memisahkan antara produk dengan pelarut. Sarana utilitas pada pabrik ini menggunakan air sebesar 12494.47 kg/jam dan listrik sebesar 214.02 Kw.

Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi karyawan shift dan non shift yang mempekerjakan 250 karyawan. Dari segi ekonomi prarancangan pabrik pupuk ZA (*Zwavelzure Ammonia*) dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini cukup menguntungkan dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Investasi Total = Rp 214,906,119,224.31
2. POT = 4.2964 Tahun
3. Hasil Penjualan = Rp 510,000,000,000,-
4. BEP = 54.88%

SUMMARY

The design of a ZA (Zwavelzure Ammonia) fertilizer plant with a capacity of 20,000 tonnes/year uses ammonia and sulfuric acid as raw materials. This factory is planned to be built in the Bontang industrial area of East Kalimantan with a Limited Liability Company (PT) company system and a line and staff organizational system and operates 24 hours per day out of 330 working days per year, the rest is for repairs if damage occurs in the factory.

The process of making ZA fertilizer (Zwavelzure Ammonia) is obtained through a neutralization process between ammonia and sulfuric acid in a bubble reactor, then crystallized in a Crystallizer, then centrifuged to separate the product from the solvent. The utilities in this factory use 12494.47 kg/hour of water and 214.02 Kw of electricity.

The form of the company is a Limited Liability Company (PT) with a shift and non-shift employee organization system that employs 250 employees. From an economic perspective, the design of the ZA (Zwavelzure Ammonia) fertilizer plant with a capacity of 20,000 tons/year is quite profitable with the following considerations:

1. Total Investment = IDR 214,906,119,224.31
2. POT = 4.2964 Years
3. Sales Proceeds = IDR 510,000,000,000,-
4. BEP = 54.88%

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan industri di Indonesia sampai saat ini terus berkembang memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kekayaan sumber daya alam di Indonesia khususnya perkebunan dan pertanian mulai mendapatkan perhatian, namun dalam keadaan yang bersamaan terdapat kendala dalam pengembangannya. Salah satu kendala tersebut adalah pasokan pupuk ZA (*Zwavelzure Ammonia*) di Indonesia yang masih belum terpenuhi.

Amonium Sulfat ((NH₄)₂SO₄) atau dikenal dengan pupuk ZA merupakan garam anorganik yang biasa digunakan sebagai pupuk nitrogen selain pupuk NPK, urea dan amonium nitrat. Dalam pupuk ZA terkandung senyawa sulfur dan Nitrogen yang mudah diserap tanaman. Saat ini hanya ada satu produsen pupuk ZA di Indonesia, yakni PT Petrokimia Gresik dengan kapasitas produksi 650.000 ton per tahun. Hasil produksi tersebut nyatanya masih belum memenuhi permintaan pasar dalam negeri yang diperkirakan akan mencapai lebih dari 2 juta ton pada tahun 2026. (*Badan Pusat Statistik;2021*)

Permintaan yang terus meningkat ini akhirnya terus berdampak pula pada ketergantungan impor pupuk ZA yang tentunya jika hal ini terus berlanjut akan menyebabkan devisa negara berkurang, sehingga diperlukan suatu upaya penanggulangan, salah satunya dengan mendirikan pabrik pupuk ZA di kawasan industri Bontang, Kalimantan Timur.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1 Macam-macam Proses

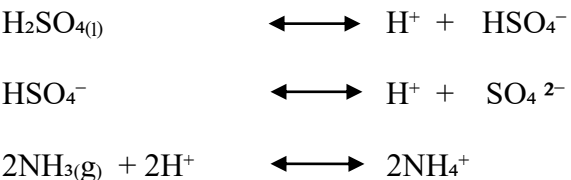
Ada tiga macam proses pembuatan pupuk ZA berdasarkan bahan baku yang sering digunakan yaitu : proses netralisasi, proses merseburg dan proses caprolactam.

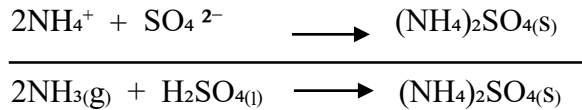
A. Proses Netralisasi

Proses netralisasi terjadi dengan mereaksikan amonia dan asam sulfat kuat pada tekanan atmosfer dengan tingkat keasaman 70% keatas. Reaksi ini berlangsung dalam fasa gas-cair dimana amonia pada fasa gas dan asam sulfat pada fasa cair. Berikut merupakan reaksi dari pembuatan pupuk ZA



Jika diuraikan lebih detail, menurut teori *Bronsted-Lowry* (Vogel, 1979), mekanisme reaksi pembuatan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) yaitu:



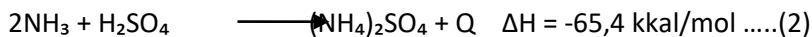


Menurut Vogel (1979), mekanisme reaksi berdasarkan teori *Bronsted-Lowry* yang mendasarkan pada reaksi asam-basa, dimana asam sebagai pendonor proton dan basa sebagai penerima proton (akseptor). Asam sulfat (H_2SO_4) akan terurai menjadi sebuah proton (H^+) dan sebuah basa konjugat (HSO_4^-). Selanjutnya, basa konjugat HSO_4^- akan terurai menjadi sebuah proton (H^+) dan sebuah basa konjugat SO_4^{2-} . Dua buah proton (H^+) yang terbentuk bereaksi dengan basa (NH_3) membentuk asam konjugat NH_4^+ . Asam konjugat ini akan bereaksi dengan basa konjugat SO_4^{2-} membentuk amonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Proses netralisasi terdiri dari empat tahapan proses sebagai berikut.

1. Tahap Kristalisasi

Tahap kristalisasi terjadi pada unit reaktor gelembung. Reaktor gelembung adalah alat utama pada proses kristalisasi yang berfungsi untuk mereaksikan amonia dengan asam sulfat dan memekatkan amonium sulfat $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ yang terbentuk. Berikut adalah reaksi pembentukan amonium sulfat $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ dalam reaktor gelembung :



Reaksi ini sangat eksotermis, tergantung pada panas reaksi dari keadaan konsentrasi dan keadaan fisik reaktannya. Temperatur dalam reaktor gelembung dapat bertahan hampir konstan ($105^\circ\text{C} - 113^\circ\text{C}$) pada kondisi normal operasi. Sebagian kecil panas ini hilang melalui dinding reaktor gelembung, sebagian besar akan menguapkan air dari larutan dan akan dimasukkan kembali ke dalam reaktor gelembung untuk menjaga temperatur konstan. Panas reaksi antara amonia dan asam sulfat cukup untuk menguapkan semua kandungan air sebagai produk hasil reaksi apabila memiliki konsentrasi 70% atau lebih.

Untuk mendapatkan konsentrasi yang tinggi, asam sulfat dimasukkan melalui *line* yang selalu terendam di bagian atas reaktor gelembung dan uap amonia dilewatkan melalui *sparger* di bagian bawah reaktor gelembung. Kemudian dilakukan pengadukan dengan udara yang dihembuskan melalui bagian bawah reaktor gelembung yang berfungsi untuk mencegah mengendapkan kristal pada dasar reaktor gelembung. Keasaman dijaga dengan mengatur jumlah pemasukan NH_3 *vapour*. Pada aliran uap keluar reaktor gelembung dipasang kondensor yang dimaksudkan untuk mengembalikan sejumlah air guna

menjaga kesetimbangan air. Reaksi netralisasi yang terjadi antara amonia dan asam sulfat diikuti dengan pembentukan kristal amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄).

2. Tahap pemisahan kristal

Alat utama pada proses ini adalah *centrifuge separator* yang berfungsi untuk memisahkan kristal amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) dari larutan induknya (*mother liquor*). *Slurry* amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) dengan perbandingan antara liquid : solid = 1 : 1, *slurry* dalam reaktor gelembung dialirkan ke dalam *centrifuge* yang terdapat *screen* untuk memisahkan kristal dan larutannya. Butiran kristal amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) diteruskan ke *belt conveyor* dan *screw conveyor* untuk selanjutnya dibawa ke *rotary dryer* untuk dikeringkan. Sedangkan larutan induk dialirkan ke *mother liquor tank* untuk di *recycle* ke reaktor gelembung. Kristal yang diharapkan 75% tertahan di *screen* yang berukuran 30 *mesh*.

3. Tahap pengeringan

Untuk mengeringkan produk kristal, kristal basah dari *belt conveyor* diteruskan ke *screw conveyor* kemudian dikeringkan dalam *rotary dryer* sehingga kadar H₂O maksimal 1%. Untuk mencegah penggumpalan, di dalam *belt conveyor* diinjeksikan larutan *anti caking*.

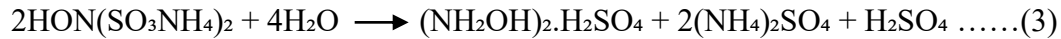
Zat *anti caking* digunakan untuk melapisi tiap-tiap kristal sehingga kristal amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) tidak akan menggumpal. Pengeringan dilakukan dengan mengontakkan bahan dengan udara panas yang telah dialirkan lewat filter secara searah. Udara panas dan uap air ditarik ke udara dengan bantuan *fan*. Dengan adanya debu amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) yang terikut dalam udara maka pada *suction* dilengkapi dengan *wet cyclone* untuk menangkap debu tersebut. Selanjutnya debu basah dialirkan ke *dissolution drum* untuk dialirkan lagi ke *mother liquor tank*. Sedangkan udara yang lolos dari *wet cyclone* cukup bersih dan dihisap oleh *fan* untuk langsung dibuang ke udara bebas.

4. Tahap penampungan produk

Produk amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) kering yang keluar dari *rotary dryer* dilewatkan di *vibrating feeder* menuju *bucket elevator* lalu dikirim ke *hopper* untuk diteruskan ke *belt conveyor* dan akhirnya ditampung dalam sebuah *bin*. Dari *bin* ini selanjutnya kristal menuju bagian pengantongan untuk selanjutnya dilakukan pengepakan (*bagging*). (PT Petrokimia Gresik, 2009)

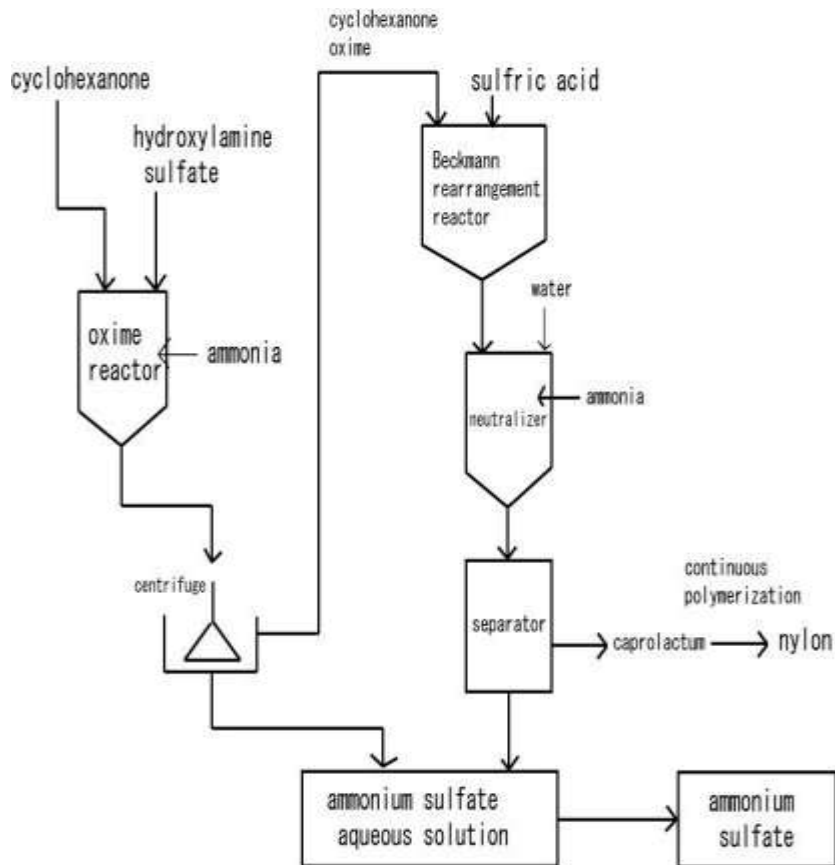
B. Proses Sintesis Caprolactam

Amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) diproduksi sebagai produk dari aliran proses oksidasi caprolactam dan aliran proses pembentukan kembali caprolactam. Caprolactam merupakan senyawa organik yang mayoritas digunakan sebagai bahan baku dalam proses polimerasi pembuatan *nylon 6* atau *polyamide 6*. Pada produk caprolactam yang berupa cairan terdapat kandungan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) dengan konsentrasi sebesar 35%. (Gowariker, 2009)



Proses pembuatan caprolactam menggunakan bahan baku berupa sikloheksanon dan hidroksilamin sulfat dengan penambahan oleum, toluene, dan amonia. Berikut adalah diagram proses pembuatan caprolactam dengan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) sebagai produk :

Gambar 1.1 Diagram Proses Sintesis Caprolactam



Dari diagram proses diatas dapat dilihat bahwa amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) terbentuk melalui dua tahap, yaitu tahap oksimasi dan tahap netralisasi. Tahap oksimasi merupakan proses pembentukan sikloheksanon oksim yang merupakan hasil reaksi antara sikloheksanon dan hidroksilamin sulfat dengan penambahan NH₃ pada reaktor oksim pada suhu 105°C dan tekanan atmosfer. Setelah dilakukan proses sentrifugasi, *slurry* yang dihasilkan berupa sikloheksanon, sedangkan larutan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) yang terpisah dikirim ke tangki penampungan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄). Tahap netralisasi merupakan proses penetralan *beckman* yang terbentuk dari reaksi antara sikloheksanon oksim dengan H₂SO₄ menggunakan NH₃ pada *beckman rearrangement reaktor* dengan suhu 105°C dan tekanan 7 atm. Setelah dipisahkan melalui separator, maka terbentuklah padatan *caprolactam* yang akan diolah menjadi nylon dan larutan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) yang dicampur dengan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) dari proses oksimasi pada tangki penampungan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄).

Menurut Goodwin (1979), larutan yang terbentuk pada tangki penyimpanan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) memiliki konsentrasi sebesar 40%. Larutan inilah yang akan diolah lebih lanjut untuk menghasilkan pupuk ZA. Adapun beberapa tahapan untuk mengolah larutan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) menjadi pupuk ZA, yaitu :

1. Tahap Kristalisasi

Larutan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) 40% dipanaskan menggunakan heater hingga suhu 77-82°C, kemudian dipompa menuju *crystalizer* dengan tekanan sebesar 660 mmHg. Pada *crystalizer* terjadi proses pemekatan dan pembentukan kristal pupuk ZA dari larutan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) 40% dengan bantuan steam. Uap air akan diolah menggunakan *heat exchanger* untuk menghasilkan steam yang dapat dimanfaatkan kembali pada *crystalizer*. *Slurry* hasil kristalisasi berupa kristal amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) dengan konsentrasi 60-70%.

2. Tahap Sentrifugasi

Hasil dari tahap kristalisasi akan dialirkan menuju *settling tank*. *Settling tank* didesain untuk mengurangi kandungan cairan pada *centrifuge* dimana larutan dengan kadar amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) rendah akan *overflow* ke *mother liquor tank* untuk dipekatkan kembali, sedangkan kristal pupuk ZA akan mengendap di bawah tangki dan masuk kedalam *centrifuge*. *Centrifuge* berfungsi untuk memisahkan antara kristal pupuk ZA dengan *mother liquor*. Kristal pupuk ZA yang dihasilkan berkisar antara 9-12 ton/hari per *centrifuge* dengan system 2 *centrifuge*.

3. Tahap Pengeringan

Alat utama pada tahap ini adalah *rotary dryer* yang berfungsi untuk mengeringkan kristal pupuk ZA yang diperoleh dari proses sentrifugasi dengan cara mengurangi kadar air pada kristal pupuk ZA. Pada *rotary dryer* dilakukan pemanasan secara kontinyu menggunakan udara kering. Untuk kristal pupuk ZA dengan *flowrate* 70000 sef/ton dapat dikeringkan dengan udara kering sebesar 20000 sef/ton. Kristal pupuk ZA dengan kadar air sebesar 2-5% akan turun menjadi 0,1-0,5% saat keluar *rotary dryer* dan siap dimasukkan pada tahap *screening*.

4. Tahap *Scrubbing*

Gas panas dari *dryer* akan melewati *scrubber* untuk menyerap kandungan partikel Amonium Sulfat ((NH₄)₂SO₄) yang masih terkandung dalam gas buang. Proses ini sendiri memiliki 2 fungsi, yaitu sebagai pengontrol polusi gas buang ke lingkungan dan juga digunakan sebagai *product recovery*. Sebagai *product recovery*, gas buang akan diserap menggunakan *mother liquor* dari *settling tank scrubber liquor* yang diperoleh akan dimanfaatkan kembali sebagai penyerap pada *scrubber*.

5. Tahap *Screening* dan *Bagging*

Kristal pupuk ZA yang dihasilkan akan dilewatkan *conveyor* untuk dimasukkan ke proses *screening*. Proses *screening* berfungsi untuk memisahkan kristal pupuk ZA berdasarkan ukuran yang diinginkan. Kristal pupuk ZA yang telah lolos *screening* akan dikirim ke tahap *bagging* untuk dilakukan proses pengepakan.

C. Proses Merseburg

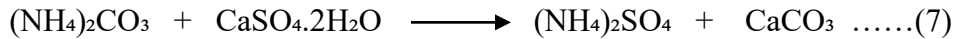
Menurut *Gowariker (2009)*, proses ini dinamakan proses Merseburg karena merupakan gabungan antara amonia (NH₃) dan karbondioksida (CO₂) untuk menghasilkan amonium karbonat (NH₄)₂CO₃, dimana nantinya akan direaksikan dengan gypsum (CaSO₄.2H₂O) sehingga menghasilkan pupuk ZA dan kalsium karbonat (CaCO₃) pada keadaan eksotermis. Hasil samping proses ini seperti kalsium karbonat (CaCO₃) dapat digunakan untuk produksi semen, pupuk, dan proses ini tidak membutuhkan suplai sulfur. Pada tahap karbonisasi terjadi reaksi sebagai berikut :



Pada reaksi pembentukan amonium karbonat ((NH₄)₂CO₃), temperatur harus dijaga berkisar antara 40-65°C. hal ini dikarenakan apabila temperatur amonium karbonat ((NH₄)₂CO₃) lebih rendah, maka akan terbentuk kristal yang berpotensi menyumbat aliran dan menyebabkan

kerusakan pada unit selanjutnya. Sedangkan apabila temperatur terlalu tinggi, dapat menyebabkan kenaikan tekanan CO₂ dan NH₃ (Zosen, 1983)

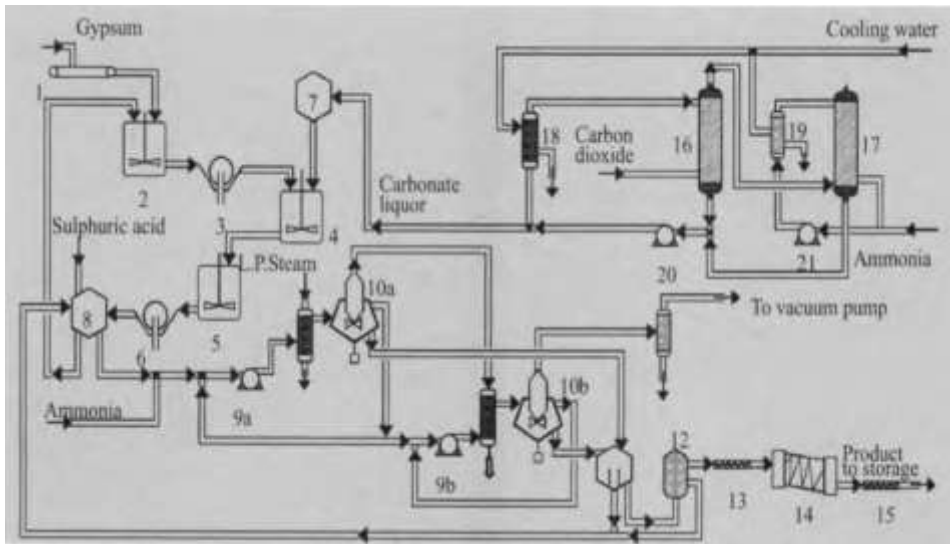
Menurut Zosen (1983), pada tahap reaksi amonium karbonat ((NH₄)₂CO₃) yang dihasilkan akan direaksikan dengan gypsum (CaSO₄.2H₂O) yang merupakan hasil samping dari proses pembuatan asam fosfat (H₃PO₄) untuk menghasilkan larutan pupuk ZA dan juga kalsium karbonat (CaCO₃) seperti yang ditunjukkan reaksi dibawah ini :



Endapan yang dihasilkan akan disaring pada tahap filtrasi. Larutan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) kemudian dikirim ke *chalk settler* untuk mengendapkan sisa-sisa kapur yang lolos penyaringan, sedangkan kalsium karbonat yang tertinggal akan dibawa dengan *chalk cake conveyor* sebagai *byproduct*.

Pada tahap netralisasi, larutan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) akan dinetralisasi menggunakan asam sulfat untuk meningkatkan konversi dari amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄), selanjutnya akan dikirim ke tahap evaporasi dan kristalisasi untuk dipekatkan. Pada tahap ini sudah terbentuk kristal amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) sehingga harus dipisahkan dari cairannya pada tahap sentrifugasi menggunakan alat *centrifuge*. Kristal amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) yang dihasilkan kemudian dikirim ke *dryer-cooler* untuk dilakukan proses pengeringan dan pendinginan. Produk amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) yang dihasilkan dari tahap ini telah dapat dikirim ke gudang penyimpanan untuk selanjutnya dilakukan pengemasan. (Zosen, 1983)

Diagram blok dan pembuatan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) dengan menggunakan proses Merseburg dapat dilihat pada gambar 1.2 dibawah ini :



Gambar 1.2 Diagram Proses Merseburg

1.2.2 Pemilihan Proses

Berdasarkan proses-proses yang telah dijelaskan di atas, pemilihan proses yang akan digunakan dalam pembuatan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) ini akan ditinjau dari segi keuntungan tiap-tiap proses yang ada. Tabel perbandingan 3 proses pembuatan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) dapat dilihat pada tabel 1.1

Tabel 1.1 Jenis-Jenis Proses Pembuatan Pupuk ZA

No.	Parameter	Proses		
		Merseburg	Calprolactam	Netralisasi
1	Aspek Teknis			
	a. Proses	Batch	Kontinyu	Kontinyu

	b. Konversi	98%	-	99.5%
	c. Kualitas Produk	Tinggi	Rendah	Tinggi
	d. Kandungan ZA dalam Larutan Induk	25%	35-40%	40%
	e. Produk Samping	Batu Kapur	Tar	Air
2	Kondisi operasi			
	a. Suhu (°C)	65-73	>500	105-106
	b. Tekanan	Vakum	-	1 atm
	c. Waktu Operasi (Jam)	6	-	± 4
3	Modal dan Bahan Baku			
	a. Bahan Baku	NH ₃ , CO ₂ , Gypsum, H ₂ O, H ₂ SO ₄	Hasil samping pembuatan Calprolactam	NH ₃ , H ₂ SO ₄
	b. Ketersediaan Bahan Baku	Dalam Negeri	Impor	Dalam Negeri
	c. Modal	Besar	Besar	Sedang

Sumber: Perry, R.H. and Green, D.W. 1999

Adapun perbandingan proses pembuatan pupuk ZA sebagai berikut.

- a. Proses Merseburg
 - Kandungan ZA dalam larutan induk kecil
 - Beroperasi pada tekanan vakum
 - Waktu operasi lama
- b. Proses Sintesis Caprolactam
 - Kualitas produk rendah
 - Beroperasi pada suhu tinggi
 - Bahan baku sulit di dapat
- c. Proses Netralisasi
 - Beroperasi pada suhu tinggi

Dari perbandingan proses pembuatan amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) pada tabel 1.1 diatas disimpulkan bahwa proses yang paling menguntungkan adalah proses netralisasi.

1.2.3 Penentuan Kapasitas Rancangan

Adapun beberapa hal utama yang menjadi pertimbangan dalam penentuan kapasitas rancangan pabrik pupuk ZA diantaranya analisis pasar, produksi yang tersedia saat ini dan analisis bahan baku dengan uraian sebagai berikut :

A. Ketersediaan Bahan Baku

1. Produksi Dalam Negeri

Bahan baku pembuatan pupuk ZA adalah amonia (NH_3) dan asam sulfat (H_2SO_4). Jumlah kapasitas produksi amonia dan asam sulfat yang dihasilkan beberapa pabrik di Indonesia tergolong banyak, sehingga tidak perlu mengimpor kedua bahan baku tersebut dari luar negeri. Berikut merupakan daftar pabrik yang memproduksi asam sulfat :

Tabel 1.2 Daftar Pabrik Asam Sulfat di Indonesia

No.	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik	Produksi (ton/tahun)
1	PT Indonesia Acid	Jakarta Timur	82,5
2	PT Mahkota Indonesia	Jakarta Utara	72,5
3	PT Timur Raya Tunggal	Tangerang	57
4	PT Indo-Bharat Rayon	Purwakarta	54,75
5	PT South Pasific Viscous	Purwakarta	18
6	PT Petrokimia Gresik	Gresik	678
7	PT Liku Telaga	Gresik	325

8	PT Madu Lingga	Gresik	6
9	PT Copper Smelting Co	Gresik	600
10	PT Aktif Indonesia Indah	Surabaya	15
11	PT Dunia Kimia Utama	Palembang	20
12	PT Ariaguna Nusantara	Palembang	9,5
13	PT Utaki	Medan	8
14	PT Pupuk Kalimantan Timur	Bontang	800,000

Tabel 1.3 Daftar Pabrik Amonia di Indonesia

No.	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik	Produksi (ton/tahun)
1	PT Pupuk Kujang	Cikampek	660
2	PT Petrokimia Gresik	Gresik	850
3	PT Pupuk Sriwijaya	Palembang	1,335,000
4	PT Pupuk Kalimantan Timur	Bontang	2,510,000
5	PT Kaltim Parna Industri	Bontang	500
6	PT Pupuk Iskandar Muda	Aceh Utara	386

Sumber : kemenperin.go.id, 2018

Berdasarkan daftar perusahaan yang memproduksi amonia dan asam sulfat tersebut, diputuskan untuk suplai bahan baku diambil langsung dari PT Pupuk Kalimantan Timur dengan produksi 2,510,000 ton/tahun untuk amonia dan asam sulfat 800.000 ton/tahun.

2. Konsumsi Bahan Baku dalam Negeri

Berdasarkan data dari situs resmi PT Pupuk Kalimantan Timur pada tahun 2018, total konsumsi dalam negeri amonia sebesar 779 ribu ton, 491 ribu ton asam sulfat. Dengan pertumbuhan dan kenaikan konsumsi dan produksi diperkirakan naik 2 – 5% per tahun. (Kemenperin, 2018)

3. Ketersediaan Bahan Baku

Berdasarkan perhitungan hasil selisih antara produksi dan konsumsi bahan baku pada masing-masing amonia dan asam sulfat dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data Ketersediaan Bahan Baku Dalam Negeri

Ketersediaan Amonia		
Suplai PT Pupuk KALTIM		
Produksi	2,750,000	<i>ton</i>
Penjualan/Konsumsi	799,000	<i>ton</i>
Tersedia	1,951,000	<i>ton</i>

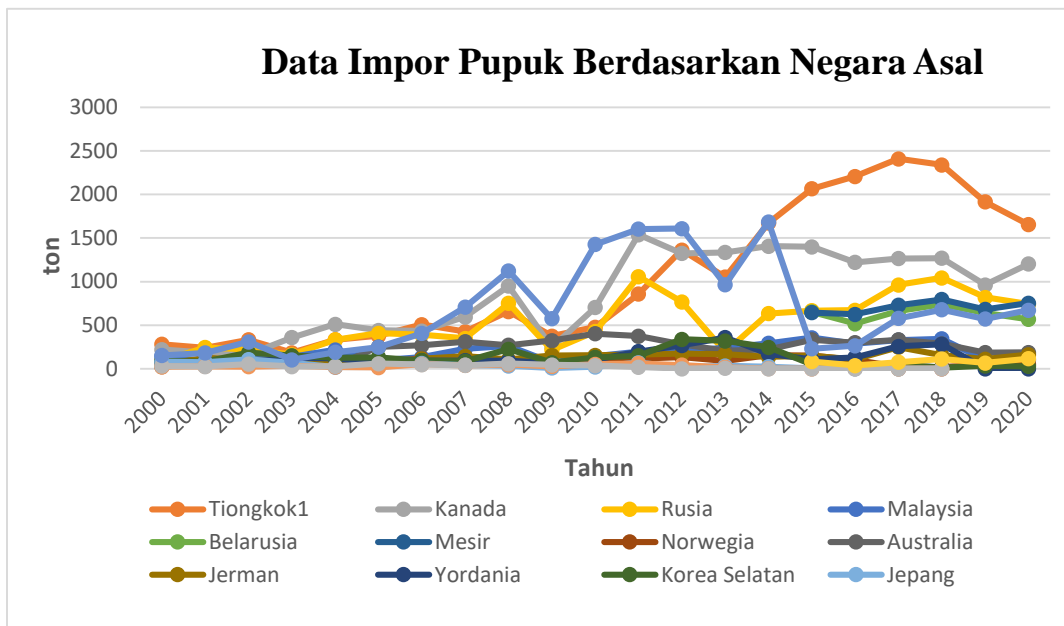
Ketersediaan Asam Sulfat		
Suplai dari PT Pupuk KALTIM		
Produksi	800,000	<i>ton</i>
Impor/Konsumsi	491,000	<i>ton</i>
Tersedia	309,000	<i>ton</i>

Sumber : kemenperin.go.id, 2018

B. Analisis Permintaan Pupuk ZA Dalam Negeri

Berdasarkan data pada tabel 1.1, terlihat pada tahun 2020 terdapat kurang lebih 816 ribu ton produksi sedangkan data impor 2,4 juta ton pupuk ZA ke dalam negeri. Hal tersebut menunjukkan bahwa permintaan pasar akan pupuk ZA di tahun 2020 adalah sekitar tiga kali lipat dari total produksi yang ada dalam negeri. Berdasarkan Gambar 1.3, negara penyuplai pupuk ZA terbesar adalah Tiongkok dengan nilai impor rata-rata tiap tahun sebesar 2,5 ribu ton per tahun.

Gambar 1.3 Data Impor Pupuk Berdasarkan Negara Asal



C. Kapasitas Prarancangan

Penentuan kapasitas didasarkan pada bahan baku yang tersedia serta permintaan pupuk ZA dalam negeri, guna meminimalisir angka impor dalam negeri. Sehingga untuk penentuan kapasitas prarancangan pupuk ZA ditentukan melalui penentuan reaksi pembatas sebagai pertimbangan ketersediaan bahan baku.

1) Reaksi pembatas

Pereaksi pembatas dalam prarancangan ini adalah asam sulfat (H_2SO_4), dengan

pertimbangan ketersediaan bahan baku serta harga asam sulfat (H_2SO_4) yang tergolong mahal jika dibandingkan dengan amonia (NH_3).

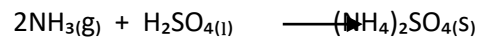
Adapun perhitungan kebutuhan bahan baku asam sulfat (H_2SO_4) ditentukan dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Amonia} &= \text{asam sulfat } (\text{H}_2\text{SO}_4) \times 5\% \\ &= 309,000 \times 5\% \\ &= 15.450 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Nilai asumsi 5% diperoleh dari rata-rata pertumbuhan kapasitas produksi bahan baku (amonia dan asam sulfat) pada PT Pupuk Kalimantan Timur. Maka maksimum bahan baku asam sulfat (H_2SO_4) untuk suplai prarancangan pabrik pupuk ZA adalah 15.450 ton/tahun.

2) Penentuan kapasitas

Kapasitas kemudian ditentukan melalui stoikiometri reaksi sebagai berikut.



Dari persamaan tersebut diperoleh kapasitas produksi senilai 20.000 ton/tahun dengan total bahan baku yang terpakai masing masing 15.450 ton/tahun untuk H_2SO_4 dan 5.365 ton/tahun untuk NH_3 .

1.2.4 Pemilihan Lokasi

Lokasi pabrik pupuk ZA direncanakan berdiri di Kawasan Industri Bontang Satimpo, Bontang Selatan, Kota Bontang, Kalimantan Timur dengan pertimbangan sebagai berikut:

A. Bahan Baku

Pabrik pupuk ZA ini direncanakan akan didirikan berdekatan dengan PT Pupuk Kalimantan Timur sebagai pabrik pemasok bahan baku asam sulfat dan amonia guna mempermudah proses produksi dan meminimalisir biaya angkut bahan baku.

B. Utilitas

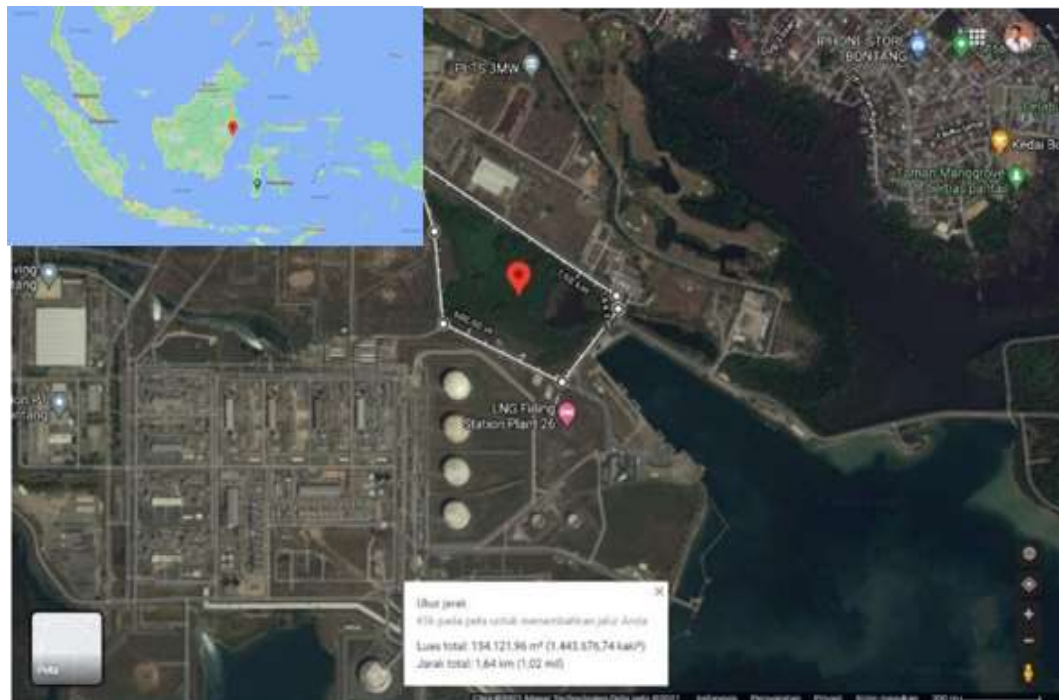
Utilitas merupakan salah satu pertimbangan utama dalam penentuan lokasi pabrik sebab utilitas mencakup, listrik sebagai sumber energi, air, dan juga bahan bakar produksi pupuk ZA.

Lokasi pabrik pupuk ZA ini direncanakan akan dibangun di kawasan industri Bontang, Kalimantan Timur. Sehingga sumber daya pendukung (utilitas) tersebut akan lebih efisien dari sisi distribusi dan pengelolaan karena dikelola penuh oleh pihak kawasan.

C. Sarana Transportasi

Sarana transportasi berhubungan dengan distribusi produk. Pemilihan lokasi juga didasarkan pada kemudahan akses sarana transportasi utamanya berupa akses darat dan laut guna mendukung jalannya distribusi yang lancar, mudah dan aman. Sehingga keputusan untuk penempatan pabrik ini di kawasan industri Bontang merupakan keputusan paling tepat, mengingat kawasan ini juga sangat dekat dengan dermaga, yang menjadikan akses transportasi jadi lebih mudah.

Gambar 1.4 Kawasan Prarancangan Pabrik



1.3. Uraian Proses

Proses pembuatan amonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) dilakukan dengan menggunakan metode netralisasi. Proses netralisasi ini melalui 5 tahapan yaitu : persiapan bahan baku, reaksi netralisasi dan kristalisasi, proses pemisahan (*centrifuge*), proses pengeringan, dan penampungan produk dan pengemasan.

1.3.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada pabrik pupuk ZA ini berupa asam sulfat (H_2SO_4) dengan konsentrasi 98-98,5% fase cair yang disimpan dalam tangki, suhu 34°C dan tekanan 1 atm. Dan

amonia (NH_3) dengan konsentrasi 99,5 yang dialirkan dari pabrik produsen (PT. Pupuk Kaltim), suhu $178\text{-}180^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm dalam kondisi fase gas.

1.3.2 Reaksi Netralisasi dan Kristalisasi

Reaksi netralisasi digunakan untuk mereaksikan gas amonia dan asam sulfat yang terjadi di dalam reaktor (RG - 01). Uap amonia masuk melalui sparger di bagian bawah reaktor (RG - 01), sedangkan asam sulfat masuk melalui *line* di dekat dinding reaktor (RG - 01). Kondisi operasi yang perlu dijaga dalam reaktor adalah sebagai berikut :

- Konsentrasi kristal : 50% ZA : 50% *Mother liquor*
- Keasaman : 0,2 – 1%
- Level reaktor : 3,5 – 4,5 m
- Suhu reaktor : $105 - 113^\circ\text{C}$

Pada reaktor dilengkapi dengan kondensor gunanya untuk mengkondensasi uap hasil reaksi eksotermis di dalam reaktor, sehingga dapat menjaga keseimbangan air. Proses ini juga berfungsi untuk memperkecil kehilangan amonia. Hasil kondensat akan dimasukkan ke dalam tangki kondensat dan kemudian dapat dikembalikan ke dalam reaktor.

Setelah dilakukan proses netralisasi, lalu dilanjutkan dengan proses kristalisasi yang berfungsi untuk memekatkan hasil reaksi produk amonium sulfat yang terbentuk. Kristal amonium sulfat cenderung mengendap di dasar reaktor. Untuk memperbesar ukuran kristal dan menghomogenkannya dilakukan pengadukan dengan cara memasukkan udara bertekanan ke bagian tengah reaktor.

Densitas larutan dalam reaktor diatur oleh kecepatan pengeluaran kristal dengan cara menjaga jumlah kristal dalam reaktor tidak lebih dari 50%. Apabila jumlahnya melebihi, maka akan terjadi penumpukan jumlah kristal yang dapat menyebabkan penyumbatan di bagian outlet reaktor.

1.3.3 Proses Pemisahan (*Centrifuge*)

Setelah kristal telah mencapai ukuran yang telah dikehendaki, selanjutnya dilakukan proses pemisahan kristal dari larutan induknya dengan menggunakan *centrifuge*. Umumnya perbandingan antara kristal amonium sulfat dan larutan induknya adalah 1 : 1. Larutan induk yang telah dipisahkan akan dimasukkan ke dalam tangki penampung untuk kemudian dikembalikan ke dalam reaktor.

1.3.4 Proses Pengeringan

Butiran kristal amonium sulfat selanjutnya akan dibawa menuju *rotary dryer* menggunakan alat *wet belt conveyor* dan *screw conveyor* dengan menginjeksikan pewarna dan uresoft 150 ppm/ton dengan konsentrasi 5% untuk mencegah terjadinya penggumpalan ZA selama masa penyimpanan. *Rotary dryer* digunakan untuk mengeringkan kristal ZA basah, dengan aliran *co-current* antara udara dengan kristal amonium sulfat. Udara dilewatkan melalui sisi shell dengan suhu udara masuk pada 150°C dan keluar pada suhu 60°C. *Rotary dryer* dilengkapi dengan *low pressure steam* bertekanan 10 kg/cm³ dan memiliki temperatur 178-180°C.

Udara yang keluar dari *rotary dryer* akan membawa sejumlah debu ZA, sehingga perlu dilewatkan melalui *dry cyclone* untuk memisahkan antara debu ZA dengan udara. Udara kemudian dibawa oleh *blower* untuk dilepaskan ke atmosfer. Sedangkan debu ZA di *recycle* kembali dengan cara dimasukkan ke dalam tangki penampung, untuk kemudian dimasukkan lagi ke dalam reaktor.

1.3.5 Penampungan Produk dan Pengemasan

Kristal ZA yang telah keluar dari *rotary dryer* dimasukkan ke dalam *bucket elevator* dengan menggunakan alat *vibrating feeder*, lalu diangkut menggunakan *bucket elevator* setinggi 16,6 m menuju *bin (bagging)*. Kristal amonium sulfat dibawa menuju *bin* untuk ditampung.

1.4. Spesifikasi Bahan Baku

Berikut ini adalah tabel spesifikasi bahan dan produk yang terdapat pada pabrik pupuk ZA.

Tabel 1.5 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

Sifat-sifat Fisis	Spesifikasi Bahan Baku		Spesifikasi Produk Amonium Sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)
	Amonia	Asam Sulfat	
Rumus Molekul	NH_3	H_2SO_4	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Berat Molekul	17.03 g/mol	98.08 g/mol	132,14 g/mol
Titik Didih (°C)	-33.35	340	-
Titik Leleh (°C)	-77,74	10	235-280
Titik Kritis (°C)	132.4	287	-
Kemurnian (%)	99	98	98
Spec Gravity (20°C)	0.597	2,13	1,77
Viskositas	0.25 cP (-30°C)	21 cP (25°C)	-

Density	0.62 g/L, (g)	1,83 g/ml, (l)	1777,3 kg/m ³
Solubilitas dalam air	89,9 g/100 g (0°C)	Larut sempurna	70,06 g/100 g (0°C)
(ΔG°_{f298}) kJ/kmol	-16,33	-537,81	-895,46
(ΔH°_{f298}) kJ/kmol	-45,86	-810,19	-1173,1
Wujud	Cair	Cair	Padat
Sifat-sifat Kimia	<ul style="list-style-type: none"> * Gas tak berwarna, berbau pesing * Terdisosiasi pada 400(°C) * Larut dalam air 	<ul style="list-style-type: none"> * Bisa sebagai katalis * Asam encer bereaksi dengan logam menghasilkan gas hidrogen yang eksplosif * Larut dalam air 	<ul style="list-style-type: none"> * Pereaksi ion Na * Bersifat Asam * Larut dalam air

Sumber: Perry, R.H. and Green, D.W. 1999

BAB VIII

KESIMPULAN

Berdasarkan prarancangan pabrik pupuk ZA dengan kapasitas 20.000 ton/tahun maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pendirian pabrik pupuk ZA dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi impor, memberikan lapangan pekerjaan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur dengan pertimbangan mudah mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, kesediaan air dan listrik, serta mempunyai prospek pemasaran yang baik karena lokasinya yang tepat di kawasan industri serta dekat dengan Pelabuhan dan jalan tol.
3. Berdasarkan tinjauan kondisi operasi, pemilihan bahan baku dan jenis produk, maka pabrik amonium sulfat ini tergolong pabrik berisiko rendah (*low risk*).
4. Berdasarkan Analisa ekonomi pabrik amonium sulfat, maka didapatkan :
 - a. Keuntungan sebelum pajak : Rp 121,212,717,877.39
 - b. Keuntungan setelah pajak : Rp 96,970,174,301.92
 - c. *Return of Investment* sebelum pajak (ROIb) : 16.60%
 - d. *Return of Investment* sesudah pajak (ROIa) : 13.30%
 - e. *Pay Out Time* sebelum pajak (POTb) : 3.7602 tahun
 - f. *Pay Out Time* setelah pajak (POTa) : 4.2964 tahun
 - g. *Break Even Point* (BEP) : 54.88%
 - h. *Shut Down Point* (SDP) : 16.81%
 - i. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) : 21.51%

2. Berdasarkan hasil Analisa ekonomi, maka pabrik amonium sulfat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun layak untuk didirikan dan dikaji lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries,R.S., and Newton,R.D., 1995, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc.Graw Hill Book Co. Inc., New York.
- Badan Pusat Statistik., 1999-2003, "Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia", vol. II., BPS., Jakarta., Indonesia.
- Brouhton, J., "Process Utility System", Gas Producers and Suppliers Association (GPSA), Tulsa, Oklahoma, USA.
- Brown,G.G., 1978, "Unit Operation", Modern Asia Edition, Charles E Tuttle Co., Tokyo.
- Brownell,L.E., and Young, E.H., 1979, "*Process Equipment Design*", Wiley Eastern Limited, New Delhi.
- Carl.L. Yaws., 1980, "*Chemical Properties*", Mc. Graw Hill, Inc.,USA
- Cheremisinoff, P. N., and Cheremisinoff, M, P., 1993, "*Cooling Tower*", PTR Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Crowl. D. A., and Louvar, J. F., 1990, "*Chemical Process Safety: Fundamental with Application*", PTR Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Evans Jr., F.L., 1985, "*Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plants*", Book Division Gulf Publishing, Houston, Texas.
- Goodshaw, C.T., 1963 "US Patent 3,079,430"
- Kern, D.Q., 1950, "*Process Heat Transfer*", International Student Edition, Mc. Graw Hill Kogakusha Ltd., Tokyo.
- Kirk, R.E., and Othmers, D.F., 1949, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", The Interscience Encyclopedia Inc., New York.
- Ludwig, L.E., 1964, "*Applied Design for Chemical and Petrochemical Plants*" vol 1,2, and 3, Gulf Publishing Co., New York.

- McCabe, W.L., and Smith, J.C., 1976, “*Unit Operation of Chemical Engineering*”, 3rd ed., Mc. Graw Hill, Book Company, Inc., New York.
- Perry, R.H., and Chilton, C.H., 1994, “*Chemical Engineer Hand Book*”, 6th edition, Mc. Graw Hill Kogakusha Ltd., Tokyo.
- Powell, S. T., 1954, “*Water Conditioning for Industry*”, 1st ed., Mc. Graw Hill, New York.
- Peter, M.S. and Timmerhaus, K. D., “*Plant Design and Economics for Chemical Engineering*”, 5th ed., Mc. Graw Hill Book Company.
- Rase, F. H, 1977, “*Chemical Reactor Design for Process Plant*”, Vol I & II, John Wileys and Sons, Inc., New York.
- Reid, H.F., 1987, “*Properties of Gases and Liquids*”, Mc. Graw Hill Book Co., Kogakusha, Tokyo
- Sherwood, T.K., 1975, “*Mass Transfer*”, Mc. Graw Hill Kogakusha, Tokyo
- Smith, J.M., and van Ness, H.C., 1975, “*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic*”, 3rd ed., Mc. Graw Hill Kogakusha Ltd., Tokyo
- Sularso, dan Tahara, H., 2000, “*Pompa dan Kompresor*”, edisi 7., PT Pradnya Paramita., Jakarta.
- Treyball, R.E., “*Mass Transfer Operation*”, 2nd ed., Mc. Graw Hill Kogakusha Ltd., Tokyo.
- Vilbrandt, F.C., and Dreyden, C.E., 1959, “*Chemical Engineering Plant Design*”, Mc. Graw Hill Book Co. Inc., New York