TA/TK/2022

PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI AMONIA DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 400.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Tekni Kimia

Oleh:

Nama : Metha Alya Izadini
NIM : 17521009

Nama : Gilang Geraldi Mandova
NIM : 17521085

TEKNIK KIMIA
PROGRAMSTUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
YOGYAKARTA
2022

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT
DARI AMONIA DAN ASAM SULFAT
DENGAN KAPASITAS 400.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Metha Alya Izadini
NIM : 17521009

Nama : Gilang Geraldi Mandova
NIM : 17521085

Yogyakarta, 25 Januari 2022

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Metha Alya Izadini



Gilang Geraldi Mandova

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI AMONIA DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 400.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh:

Nama : Metha Alya Izadini **Nama : Gilang Geraldi Mandova**

NIM : 17521009 **NIM : 17521085**

Yogyakarta, 26 Januari 2022

Pembimbing I, **Pembimbng II,**

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. **Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI AMONIA DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 400.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Metha Alya Izadini

No. Mahasiswa :17521009

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 2 Februari 2022

Tim Penguji,

(Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T.) ……
Ketua

(Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.) ……
Anggota I

(Lucky Wahyu Nuzulia N. S., S.T., M.Eng.) ……..
Anggota II

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik KimiaFakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Dr. Suharno Rusdi
NIP 845210102

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI AMONIA DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 400.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Gilang Geraldi Mandova
No. Mahasiswa :17521085

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi IndustriUniversitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 2 Februari 2022

Tim Penguji,

(Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T.)Ketua ……

(Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.)
Anggota I ……..

(Lucky Wahyu Nuzulia N. S., S.T., M.Eng.) ……..
Anggota II

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik KimiaFakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Dr. Suharno Rusdi
NIP 845210102

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Segala puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir yang berjudul "Pra Rancangan Pabrik Amonium Sulfat dari Amonia dan Asam Sulfat dengan Kapasitas 400.000 Ton/Tahun" dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW.

Sesuai dengan kurikulum, Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dilaksanakan oleh setiap mahasiswa untuk menyelesaikan studi Strata 1 Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut membantu, membimbing, serta mendukung dalam penyelesaian penelitian ini, terutama kepada:

1. Allah SWT, atas segala rahmat dan nikmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Orang tua dan keluarga, yang telah banyak membantu, mendukung, menyemangati, serta mendoakan selama penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. H. Suharno Rusdi, Ph.D., selaku Kepala Jurusan Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah banyak membimbing serta memberikan ilmu yang bermanfaat.
5. Ibu Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah banyak membimbing serta memberikan ilmu yang bermanfaat.

6. Seluruh civitas akademik di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
7. Teman-teman mahasiswa S1 Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia angkatan 2017 yang telah memberikan dukungan.
8. Semua pihak yang turut membantu penulis selama penyelesaian tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa di dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis harap, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pembaca. Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 25 Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xiii
ABSTRAK xiv
ABSTRACT xv
BAB I 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik 2
1.2.1. Produksi Dalam Negeri 3
1.2.2. Konsumsi Dalam Negeri 4
1.2.3. Impor 5
1.2.4. Ekspor 7
1.2.5. Peluang 8
1.3. Ketersedian Bahan Baku 9
1.4. Tinjauan Pustaka 11
1.4.1. Macam-Macam Proses 11
1.4.2. Pemilihan Proses 16
1.4.3. Kegunaan Produk 17
1.5. Tinjauan Kinetika dan Termodinamika 17
1.5.1. Tinjauan Kinetika 17
1.5.2. Tinjauan Termodinamika 18
BAB II 20
2.1. Spesifikasi Produk 20

2.2. Spesfikasi Bahan 20
2.2.1. Amonia 20
2.2.1. Asam Sulfat 21
2.3. Pengendalian Kualitas 21
BAB III 25
3.1. Diagram Alir Proses dan Material 25
3.1.1 Diagram Alir Proses 26
3.1.2 Diagram Alir Kualitatif 27
3.1.3 Diagram Alir Kuantitatif 28
3.2. Uraian Proses 29
3.2.1 Langkah Proses 29
3.2.2 Penentuan Kapasitas 31
3.3. Spesifikasi Alat Proses 31
3.3.1 Reaktor 31
3.3.2 *Centrifuge* 33
3.3.3 *Rotary Dryer* 34
3.3.4 *Cyclone* 35
3.3.5 Pompa 37
3.3.6 Tangki Penyimpanan 38
3.3.7 *Expander* 38
3.3.8 *Heater* 39
3.3.9 *Screw Conveyor* 40
3.3.10 *Blower* 41
3.4. Perencanaan Produksi 42
3.4.1 Perencanaan Bahan Baku dan Peralatan Proses 42
3.4.2 Kemampuan Pasar 43
3.4.3 Kemampuan Pabrik 43
3.5. Neraca Massa 44
3.6. Neraca Panas 46
BAB IV 48
4.1. Lokasi Pabrik 48

4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik 49
4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Unit 52
4.2. Tata Letak Pabrik 53
4.3. Tata Letak Alat Proses 55
4.4. Organisasi Perusahaan 57
4.4.1. Bentuk Perusahaan 57
4.4.2. Struktur Organisasi 59
4.4.3. Tugas dan Wewenang 60
4.4.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan 68
4.4.5. Pembagian Jabatan 70
4.4.6. Kesejahteraan Karyawan 72
BAB V 73
5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air 73
5.1.1 Unit Penyediaan Air 73
5.1.2 Unit Pengolahan Air 75
5.2. Unit Pembangkit *Steam* 81
5.3. Unit Pembangkit Listrik 82
5.4. Unit Penyediaan Udara Tekan 85
5.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar 85
5.6. Unit Pengolahan Limbah 85
BAB VI 86
6.1. Analisis Keuangan (*Finance*) 86
6.1.1. *Capital Investment* 86
6.1.2. *Total Production Cost* 87
6.2. Analisis Kelayakan Ekonomi 88
6.2.1. *Persent Return Of Investment* (ROI) 88
6.2.2. *Pay Out Time* (POT) 88
6.2.3. *Break Even Point* (BEP) 89
6.2.4. *Shut Down Point* (SDP) 90
6.2.5. *Discounted Cash Flow* (DCF) 90
6.3. Hasil Analisa Kelayakan 90

6.3.1 Penentuan *Fixed Capital Investment* (FCI) 90
6.3.2 Penentuan *Total Production Cost* (TPC) 91
6.3.4 Penentuan *Variable Cost* (Va) 93
6.3.5 Penentuan Regulated Cost (Ra) 94
6.3.6 Perhitungan Keuntungan 94
6.4. Analisis Risiko Pabrik 95
6.4.1. Pengolahan Bahan Baku 96
6.4.2. Proses Pembuatan Produk 96
6.4.3. Utilitas 97
6.4.4. Ekonomi 97
BAB VII 98
7.1. Kesimpulan 98
7.2. Saran 99
DAFTAR PUSTAKA 100
LAMPIRAN 103

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Luas lahan sawah di Indonesia 2
Tabel 1.2 Produksi amonium sulfat di Indonesia 3
Tabel 1.3 Konsumsi amonium sulfat di Indonesia 4
Tabel 1.4 Impor amonium sulfat di Indonesia 6
Tabel 1.5 Ekspor amonium sulfat di Indonesia 7
Tabel 1.6 Demand dan supply pada tahun 2025 9
Tabel 1.7 Daftar pabrik pemroduksi asam sulfat di Indonesia 10
Tabel 1.8 Daftar pabrik pemroduksi amonia di Indonesia 10
Tabel 1.9 Perbandigan proses pembuatanamonium sulfat 16
Tabel 3.1 Spesifikasi tangki penyimpanan 38
Tabel 3.2 Spesifikasi Heater 39
Tabel 3.3 Spesifikasi screw converyor01 sampai screw converyor 03 40
Tabel 3.4 Spesifikasi screw converyor04 40
Tabel 3.5 Spesifikasi blower 1 dan blower 2 41
Tabel 3.6 Neraca Massa Reaktor 45
Tabel 3.7 Neraca Massa Centrifuge 45
Tabel 3.8 Neraca Massa Rotary Dryer 45
Tabel 3.9 Neraca Massa Cyclone 46
Tabel 3.10 Neraca Massa Total 46
Tabel 3.11 Neraca Panas Reaktor 46
Tabel 3.12 Neraca Panas Centrifuge 47
Tabel 3.13 Neraca Panas Rotary Dryer 47
Tabel 3.14 Neraca Panas Cyclone 47
Tabel 4.1 Rincian luas tanah bangunan pabrik amonium sulfat 54
Tabel 4.2 Jadwal kerja shift kerja karyawan 69
Tabel 5.1 Kebutuhan listrik untuk alat proses 83
Tabel 5.2 Kebutuhan listrik untuk alat utilitas 84
Tabel 6.1 Physical Plant Cost (PPC) 90

Tabel 6.2 Direct Plant Cost (DCP) 91
Tabel 6.3 Fixed Capital Investment (FCI) 91
Tabel 6.4 Direct Manufacturing Cost (DMC) 91
Tabel 6.5 Indirect Manufacturing Cost (IMC) 91
Tabel 6.6 Fixed Manufacturing Cost (FMC) 92
Tabel 6.7 Manufacturing Cost (MC) 92
Tabel 6.8 Working Capital (WC) 92
Tabel 6.9 General Expense (GE) 92
Tabel 6.10 Total Production Cost (TPC) 93
Tabel 6.11 Fixed Cost (Fa) 93
Tabel 6.12 Variable Cost (Va) 93
Tabel 6.13 Regulated Cost (Ra) 94
Tabel 6.14 Parameter kelayakan pabrik 95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik konsumsi amonium sulfat di Indonesia 5
Gambar 1.2 Grafik impor amonium sulfat di Indonesia 6
Gambar 1.3 Grafik ekspor amonium sulfat di Indonesia 8
Gambar 3.1 Diagram alir kualitatif 27
Gambar 3.2 Diagram alir kuantitatif 28
Gambar 4.1 Lokasi pabrik 48
Gambar 4.2 Jarak tempuh PT. Indonesian Acids Industry menuju lokasi pabrik 49
Gambar 4.3 Jarak tempuh Pt. Pupuk Kujang menuju lokasi pabrik 50
Gambar 4.5 Tata letak alat proses 59
Gambar 5.1 Process engineer flow diagram unit pengolahan air 76
Gambar 6.1 Grafik analisa Break Even Point dan Shut Down Point 95
Gambar 6.2 Diagram alir proses 130

ABSTRAK

Amonium sulfat merupakan salah satu bahan kimia yang banyak digunakan di sektor pertanian dan perkebunan, terutama di Indonesia yang merupakan negara agraris. Dengan luasnya lahan pertanian dan perkebunan, nyatanya kebutuhan pupuk amonium sulfat belum tercukupi oleh pabrik-pabrik yang telah berdiri di Indonesia. Untuk mengatasinya, maka dilakukan Pra Rancangan Pabrik Amonium Sulfat dengan Proses Netralisasi Kapasitas 400.000 Ton/Tahun. Pabrik direncanakan didirikan di Kepuh, Ciwandan, Banten pada tahun 2025. Pabrik akan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari per tahun. Proses pembentukan amonium sulfat dimulai dari dalam *bubble column reactor* yang kemudian hasil dari reaktor akan diproses dengan *centrifuge*, *rotary dryer* dan *cyclone* hingga membentuk amonium sulfat. Untuk menghasilkan 400.000 ton amonium sulfat per tahun, dibutuhkan bahan baku amonia sebanyak 38.469,084 kg/jam, dan asam sulfat sebanyak 386,624 kg/jam. Perhitungan evalasi pabrik menghasilkan Return of *Investment* (ROI) sebesar 68,99% sebelum pajak dan 44,84% setelah pajak. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 1,3 tahun dan setelah pajak 2 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 50,01%, *Shut Down Point* sebesar 27,06%, dan *Discount Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 15,03%. Berdasarkan perhitungan evaluasi yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pabrik amonium sulfat ini layak didirikan.

Kata Kunci : amonium sulfat, amonia, asam sulfat, *bubble column reactor*.

ABSTRACT

Ammonium sulfate is a chemical compound that is widely used in the agricultural and plantation sectors, especially in Indonesia, which is an agricultural country. With the extent of agricultural land and plantations, in fact the need for ammonium sulfate fertilizer has not been fulfilled by the factories that have been established in Indonesia. To overcome this, a Pre-Design of an Ammonium Sulfate Factory with a Neutralization Process and a Capacity of 400.000 Tons/Year was made. The factory is planned to be established in Kepuh, Ciwandan, Banten in 2025. The factory is planned to operate continuously for 330 days per year. The process of forming ammonium sulfate starts from the bubble column reactor which then products of reactor will be processed by centrifuge, rotary dryer and cyclone to form ammonium sulfate. To produce 400.000 tons of ammonium sulfate per year, the raw materials that needed in the process are 38,469,084 kg/hour of ammonia and 386.624 kg/hour of sulfuric acid. The results of the economic analysis of the factory showed that Return on Investment (ROI) before tax is 68.99% and after tax is 44.84%. Pay Out Time (POT) before tax is 1,3 years and after tax is 2 years. Break Even Point (BEP) is 50.01%, Shut Down Point is 27.06%, and Discount Cash Flow Rate (DCFR) is 15.03%. Based on the economic evaluation carried out, it can be concluded that this ammonium sulfate plant is feasible to established.

Keywords: ammonium sulfate, ammonia, sulfuric acid, bubble column reactor.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumber daya alam di Indonesia sangatlah kaya. Banyak masyarakat Indonesia yang bekerja dengan memanfaatkan kekayaan alam. Mulai dari sektor pertanian, perikanan, kehutanan, sampai pertambangan dan penggalian. Di antara semua sektor tersebut, sektor pertanianlah yang paling diminati para pekerja. Itulah alasan mengapa Indonesia termasuk sebagai negara agraris, dimana sektor pertanian yang berperan penting dalam perekonomian negara. Namun, terdapat kendala dalam perkembangan di sektor ini, yaitu kurangnya pasokan pupuk di Indonesia. Salah satunya adalah pupuk ZA (*Zwavelzure Ammonia*) atau amonium sulfat.

Pupuk ZA merupakan garam anorganik yang digunakan sebagai pupuk nitrogen, selain pupuk urea, NPK, dan amonium fosfat. Pupuk ini dirancang untuk memberi tambahan hara nitrogen dan belerang bagi tanaman. Dalam pupuk ini terkandung senyawa sulfur dalam bentuk *anion sulfate* yang mudah diserap tanaman, dan senyawa nitrogen salam betuk *kation ammonium* yang mudah melepas hidrogen.

Saat ini pabrik yang memproduksi amonium sulfat hanya ada satu, yaitu PT. Petrokimia Gresik dengan kapasitas produksi pupuk ZA 750.000 ton/tahun (Gresik, Production Capacity, 2021). Sedangkan kebutuhan pupuk

ZA di Indonesia terus meningkat, karena luas lahan sawah di Indonesia makin meningkat. Berikut data luas lahan sawah di Indonesia berdasarkan tahun:

Tabel 1.1 Luas lahan sawah di Indonesia

Tahun	2010	2011	2012	2013	2014
Luas (ha)	8.002.552	8.095.962	8.127.264	8.128.499	8.111.593

(Statistik, Tanaman Pangan, 2021)

Demi memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman di lahan Indonesia yang semakin luas ini, serta agar tidak ketergantungan untuk mengimpor dari negara tetangga yang mengurangi devisa negara, maka diperlukan usaha penanggulangan yaitu dengan mendirikan pabrik amonium sulfat di Indonesia.

1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam menentukan kapasitas produksi, terdapat beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, seperti; konsumsi produk, produksi produk, impor, dan ekspor. Penentuan kapasitas produksi tersebut dilakukan dengan menentukan peluang menggunakan analisis *demand* dan *supply*. *Demand* merupakan jumlah dari konsumsi produk dalam negeri dan ekspor, sedangkan *supply* merupakan jumlah dari produksi produk dalam negeri dan impor yang datanya dapat diambil dari Badan Pusat Statistika. Data tersebut lalu diproyeksikan ke tahun 2025 dengan cara *regresi linear* ataupun *polynomial* ordo n dengan *Ms. Excel*. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut,

maka pembuatan pabrik akan dimulai pada tahun 2025 dengan kapasitas produksi 400.000 ton/tahun.

1.2.1. Produksi Dalam Negeri

Pabrik yang memproduksi pupuk di Indonesia cukup banyak dan total produksinya pun tinggi. Pada tahun 2020, total kapasitas produksi pupuk di PT Pupuk Indonesia (Persero) mencapai 19,4 juta ton/tahun. Namun, pabrik yang memproduksi amonium sulfat di Indonesia hanya ada dua. Untuk data produksi amonium sulfat di Indonesia, dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1.2 Produksi amonium sulfat di Indonesia

TAHUN	PRODUKSI (TON)
2016	755.330
2017	798.782
2018	589.341
2019	698.392
2020	795.930

(Indonesia, Supply Report, 2021)

Berdasarkan data produksi amonium sulfat di atas, dapat diperkirakan bahwa total produksi dari dua pabrik di Indonesia pada tahun 2025 dapat mencapai 800.000 ton/tahun.

1.2.2. Konsumsi Dalam Negeri

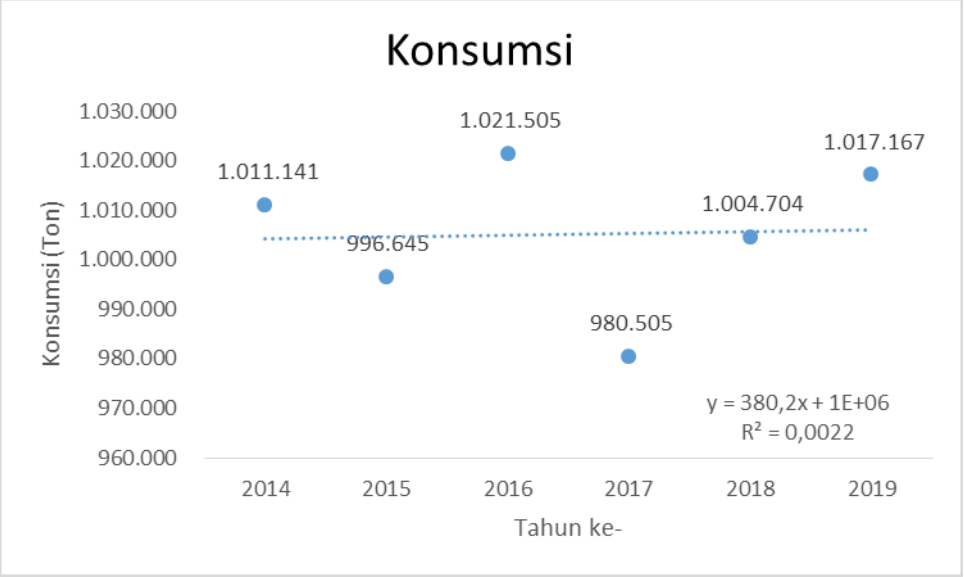
Indonesia merupakan negara agraris, dimana sektor pertanian berperan penting dalam perekomian nasional. Dapat dilihat bahwa banyak masyarakat Indonesia yang bekerja dalam sektor pertanian. Tidak heran jika konsumsi pupuk di Indonesia pun tinggi. Berikut data konsumsi amonium sulfat:

Tabel 1.3 Konsumsi amonium sulfat di Indonesia

TAHUN	KONSUMSI (TON)
2014	1.011.141
2015	996.645
2016	1.021.505
2017	980.505
2018	1.004.704
2019	1.017.167
2020	1.768.004

(Indonesia, Consumption Report, 2021)

Berdasarkan data di atas, maka diperoleh grafik hubungan antara konsumsi amonium sulfat di Indonesia dengan tahun, yang dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 1.1 Grafik konsumsi amonium sulfat di Indonesia

Untuk mencari nilai konsumsi amonium sulfat di Indonesia pada tahun 2025, maka dapat menerapkan metode pendekatan linear pada data tersebut dengan menggunakan persamaan:

$y = ax + b$

$y = 380{,}2x + 1E{+}06$

Dan didapat hasil perkiraan konsumsi amonium sulfat di Indonesia pada tahun 2025 mencapai 1.769.905 ton.

1.2.3. Impor

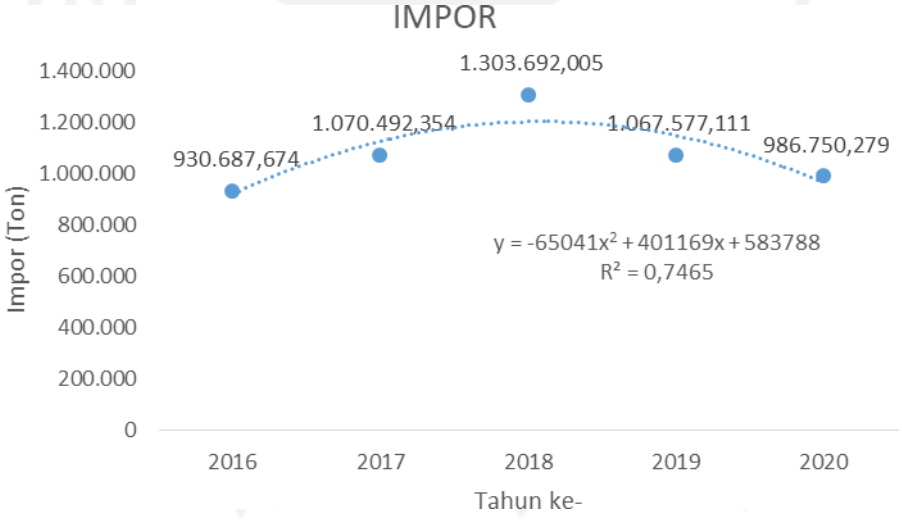
Di Indonesia, angka impor amonium sulfat mengalami kenaikan dan penurunan di setiap tahunnya. Untuk data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1.4 Impor amonium sulfat di Indonesia

TAHUN	IMPOR (TON)
2016	930.687,674
2017	1.070.492,354
2018	1.303.692,005
2019	1.067.577,111
2020	986.750,279

(Statistik, Ekspor-Impor, 2021)

Berdasarkan data di atas, maka diperoleh grafik hubungan antara impor amonium sulfat di Indonesia dengan tahun, yang dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 1.2 Grafik impor amonium sulfat di Indonesia

Untuk mencari nilai impor amonium sulfat di Indonesia pada tahun 2025, maka dapat menggunakan persamaan polynomial seperti di bawah ini:

$y = ax^2 + bx + c$

$y = -65041x^2 + 401169x + 583788$

Dari persamaan polynomial di atas, maka dapat diperkirakan bahwa tidak ada impor amonium sulfat di Indonesia pada tahun 2025.

1.2.4. Ekspor

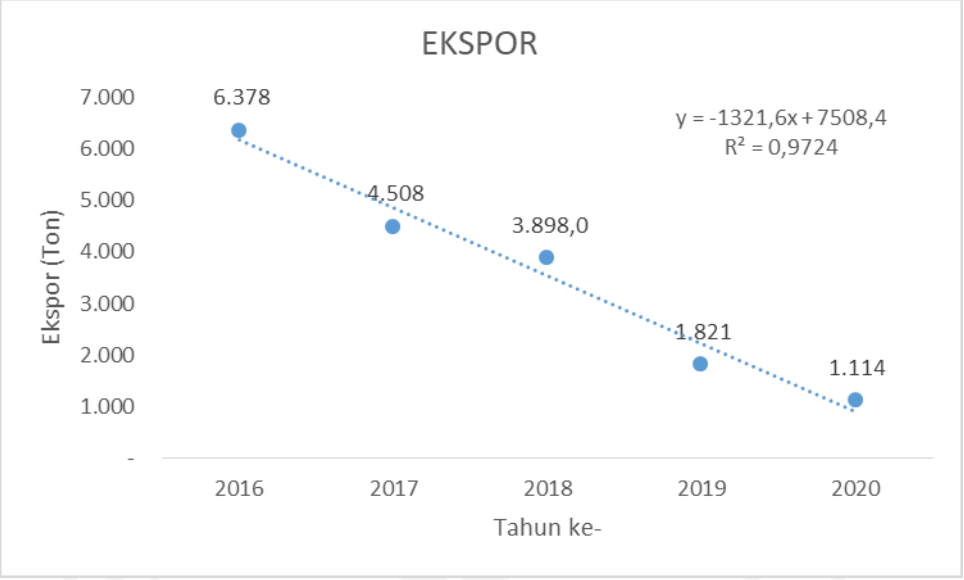
Dalam 6 tahun terakhir, jumlah ekspor amonium sulfat di Indonesia terus menurun. Hal ini disebabkan karena jumlah konsumsi amonium sulfat di Indonesia lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah produksi dan impor. Berikut tabel ekspor amonium sulfat di Indonesia.

Tabel 1.5 Ekspor amonium sulfat di Indonesia

TAHUN	EKSPOR (TON)
2016	6.378
2017	4.508
2018	3.898
2019	1.821
2020	1.114

(Statistik, Ekspor-Impor, 2021)

Berdasarkan data di atas, maka diperoleh grafik hubungan antara ekspor amonium sulfat di Indonesia dengan tahun, yang dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 1.3 Grafik ekspor amonium sulfat di Indonesia

Untuk mencari nilai ekspor amonium sulfat di Indonesia pada tahun 2025, maka dapat menerapkan metode pendekatan linear pada data tersebut dengan menggunakan persamaan:

$y = ax + b$

$y = -1321{,}6x + 7508{,}4$

Dari persamaan di atas, maka dapat diperkirakan bahwa tidak ada ekspor amonium sulfat di Indonesia pada tahun 2025.

1.2.5. Peluang

Untuk mencari peluang kapasitas produksi, dapat ditentukan dengan menganalisis nilai demand dan supply. Analisis dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

Peluang = *Demand* – *Supply*

Peluang = (Konsumsi Produk + Ekspor) – (Produksi Produk + Impor)

Perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1.6 *Demand* dan *supply* pada tahun 2025

DEMAND (TON)		*SUPPLY* (TON)	
Konsumsi	1.769.905	Produksi	795.930
Ekspor	0	Impor	0
Total	1.769.905	Total	795.930

Dari perhitungan tersebut, didapatkan nilai peluang sebesar 973.975 ton. Dengan mempertimbangkan untuk memenuhi kebutuhan amonium sulfat di Indonesia dan menaikkan jumlah ekspor, maka diambil kapasitas produksi sebesar 40% dari nilai peluang, yaitu sebesar 400.000 ton/tahun.

1.3. Ketersedian Bahan Baku

Untuk mencapai angka kapasitas produksi suatu pabrik, maka harus benar-benar dipastikan cukupnya bahan baku yang diperlukan. Bahan baku pembuatan amonium sulfat adalah amonia (NH_3) dan asam sulfat (H_2SO_4). Di Indonesia, jumlah kapasitas produksi amonia dan asam sulfat tergolong cukup besar, sehingga tidak perlu mengimpor kedua bahan baku tersebut dan dapat menghemat biaya pengadaan bahan baku. Berikut data kapasitas produksi bahan baku di Indonesia:

Tabel 1.7 Daftar pabrik pemroduksi asam sulfat di Indonesia

No.	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik	Produksi (Ton/Tahun)
1	PT Indonesian Acids Industry	Jakarta Timur	82.500
2	PT Mahkota Indonesia	Jakarta Utara	72.500
3	PT Timur Raya Tunggal	Tangerang	57.000
4	PT Indo-Bharat Rayon	Purwakarta	54.750
5	PT South Pasific Viscous	Purwakarta	18.000
6	PT Petrokimia Gresik	Gresik	678.000
7	PT Liku Telaga	Gresik	325.000
8	PT Madu Lingga	Gresik	6.000
9	PT Copper Smelting Co	Gresik	600.000
10	PT Aktif Indonesia Indah	Surabaya	15.000
11	PT Dunia Kimia Utama	Palembang	20.000
12	PT Ariaguna Nusantara	Palembang	9.500
13	PT Utaki	Medan	8.000

Sumber: kemenperin.go.id, 2018

Tabel 1.8 Daftar pabrik pemroduksi amonia di Indonesia

No.	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik	Produksi (Ton/Tahun)
1	PT Pupuk Kujang	Cikampek	660.000
2	PT Petrokimia Gresik	Gresik	850.000
3	PT Pupuk Sriwijaya	Palembang	1.335.000
4	PT Pupuk Kalimantan Timur	Bontang	2.510.000
5	PT Kaltim Parna Industri	Bontang	500.000
6	PT Pupuk Iskandar Muda	Aceh Utara	386.000

Sumber: kemenperin.go.id, 2018

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-Macam Proses

Mekanisme reaksi pada proses pembuatan amonium sulfat ada 4, yaitu:

a. Reaksi Netralisasi

Dalam pembuatan Amonium Sulfat, biasanya menggunakan reaksi netralisasi, yaitu dengan mereaksikan Amonia (NH_3) dengan Asam Sulfat (H_2SO_4) kuat pada tekanan atmosfer. Reaksi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut;

$$2NH_{3\,(g)} + H_2SO_{4\,(l)} \rightarrow (NH_4)_2SO_{4\,(s)} + Q$$

Reaksinya adalah eksotermis (65,5 kcal/gmol). Panas yang timbul ini dikendalikan dengan pendinginan menggunakan air pada reaktor.

Menurut teori Bronsted-Lowry, (Vogel, 1979) reaksi netralisasi pada pembuatan amonium sulfat sebagai berikut;

$$Acid_1 + Base_2 \leftrightarrow Base_1 + Acid_2$$

$$H_2SO_{4(aq)} \leftrightarrow H^+ + H_2SO_4^-$$

$$HSO_4^-{}_{(aq)} \leftrightarrow H^+ + SO_4^{2-}$$

$$2NH_{3(g)} + 2H^+ \leftrightarrow 2NH_4^+$$

$$2NH_{4(g)} + SO_4^{2-} \rightarrow (NH_4)_2SO_{4(s)}$$

$$2NH_{3(g)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow (NH_4)_2SO_{4(s)}$$

Mekanisme reaksi netralisasi berdasarkan teori Bornsted-Lowry ini mendasar pada reaksi asam-basa, dimana asam

merupakan proton donor dan basa merupakan proton akseptor. Asam sulfat akan terurai menjadi 2 buah (H^+) dan sebuah basa konjugat (SO_4^{2-}). Proton yang terbentuk akan bereaksi dengan basa (NH_3) membentuk asam konjugat NH_4^+. NH_4^+ ini akan bereaksi dengan basa konjugat SO_4^{2-} membentuk amonium sulfat atau $(NH_4)_2SO_4$.

Reaksi berjalan di dalam reaktor pada suhu 100ºC dan tekanan 1 atm. Uap amonia dan asam sulfat cair masuk ke dalam reaktor dengan perbandingan mol 3:5. Konversi reaksi sebesar 98%.

Dalam proses ini lebih efisien karena reaksi antara amonia dan asam sulfat terjadi di *Saturator* yang mempunyai dua fungsi yaitu sebagai penetral (netralisasi) dan pembentukan kristal (kristalisasi). Amonium Sulfat yang terbentuk dipompakan ke centrifuge dimana dipisahkan antara kristal dan *mother liquor*. Kristal dikeringkan di dalam *rotary dryer* dengan menggunakan udara panas. (Kirk, 1983)

b. Amonium Sulfat dari Proses Karbonasi Batubara

Untuk memproduksi amonium sulfat dari batu bara terdapat 3 cara, yaitu;

i. Langsung

Pada proses langsung, mula-mula semua gas didinginkan untuk penghilangan sejumlah besar tar sebelum dialirkan ke saturator tipe *bubble* atau *spray*. Kristal amonium sulfat dipisahkan dari *liquor*nya, kemudian dicuci di dalam *centrifuges*, dikeringkan, kemudian dibawa ke penyimpanan.

Kelebihan dari proses langsung ini yaitu biaya investasi dan operasi yang rendah. Namun kelemahannya banyak, terutama pada impuritas produk yang dikarenakan kontaminasi dari tar, *pyridine*, ataupun komponen organik lainnya yang nantinya akan mengakibatkan harga amonium sulfat yang dijual di pasaran menjadi jauh berkurang, dan juga klorid dari minyak, tampungan air yang digunakan akan menyebabkan amonium klorida dan menyebabkan korosi, kecuali telah dipasangi peralatan khusus pencegah korosi. Karena keterbatasannya, maka dicarilah metode baru.

ii. Tidak Langsung

Pada proses ini gas panas dari oven mula-mula didinginkan dengan sirkulasi *wash liquor* dan *scrubbing air*. *Liquor* yang telah dikombinasikan kemudian dipisahkan dengan amonia bebas didalam kolom striping. Kemudian setelah di *striper*, *liquor* tersebut diolah dengan larutan basa untuk pemisahan amonium klorida setelah itu barulah

dialirkan ke dalam reaktor saturator yang kemudian dibentuk amonium sulfat.

iii. Semi Langsung

Untuk metode semi langsung gas didinginkan dan kemudian dihilangkan tar-nya serta untuk memproduksi kondensatnya yang mengandung cukup banyak amonia. Untuk proses semi langsung ini diproduksi dengan hasil amonium sulfat yang lebih murni dan dengan *yield recovery* amonia yang lebih tinggi.

c. Amonium Sulfat dari Gypsum dan Amonium Karbonat

Di negara Inggris, Austria dan India, amonium sulfat diproduksi dengan reaksi antara kalsium sulfat dan amonium karbonat. Metode ini dikenal juga sebagai *Merseburg Process*, yang menggunakan gypsum dan kalsium sulfat anhidrit.

Reaksi tersebut dapat dituliskan sebagai;

$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NH_4OH_{(aq)}$ -8.320 $\frac{cal}{gmol}$

$NH_4OH_{(aq)} + CO_{2(g)} \rightarrow (NH_4)_2CO_3 + H_2O_{(l)}$ -22.080 $\frac{cal}{gmol}$

$CaSO_4.H_2O_{(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(s)} \rightarrow CaCO_3(s) + (NH_4)_2SO_{4(s)} + H_2O_{(l)}$ -3.900 $\frac{cal}{gmol}$

Proses ini digunakan di negara-negara yang memiliki sumber kalsium sulfat tetapi tidak memiliki sulfur untuk memproduksi amonium sulfat. Proses ini dapat digunakan pada industri semen

maupun pabrik kalsium amonium nitrat. Larutan amonium karbonat jenuh digunakan dalam proses dimana dibuat dengan cara melarutkan karbon dioksida dalam larutan ammonium hidroksida. Karbon dioksida tersedia sebagai hasil samping pembakaran hidrokarbon. Konversi pada akhir reaksi kira-kira 95% sesudah lima jam, jika *gypsum* bereaksi sempurna dan suhu reaksi dijaga pada 70^{o}C. Campurkan reaksi di filter untuk memisahkan kalsium karbonat dan kalsium sulfat yang tidak bereaksi dari larutan ammonium sulfat.

d. Reaksi Morino Amonia dan Sulfur Dioksida

Pada Marino Proses ditemukan teknik pengurangan kadar sulfur dengan biaya yang rendah untuk unit yang kecil. Proses ini meliputi reaksi larutan amonia dengan sulfur dioksida dalam reaktor kristaliser untuk membentuk kristal amonium sulfit. Gas yang tidak bereaksi dibuang ke udara.

Tahapan reaksinya adalah sebagai berikut:

$2NH_3 + SO_2 + H2O \rightarrow (NH_4)_2SO_3$ $\Delta H = -61{,}2\ kcal/gmol$

$(NH_4)_2SO_3 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$ $\Delta H = -67{,}5\ kcal/gmol$

Reaksi ini berada pada tekanan 0,1 – 5 atm dan suhu 200^{o}C-450^{o}C menggunakan katalis V2O5. Amonium sulfit kristal di *centrifuge* dari kristaliser dan dioksidasi menjadi amonium sulfat dalam *rotary dryer*. Konversi yang dihasilkan adalah 75%.

Amonium sulfit kristal dialirkan dari kristalizer menuju *centrifuge* untuk memisahkan cairan dan kristal. Kemudian amonium sulfit yang telah lolos dari *centrifuge* dioksidasi menjadi amonium sulfat dalam *rotary dryer*.

1.4.2. Pemilihan Proses

Tabel 1.9 Perbandigan proses pembuatan amonium sulfat

Parameter	Jenis Proses		
	Netralisasi	*Merseburg*	Morino
Bahan Baku	NH_3 dan H_2SO_4	NH_3, CO_2, $CaSO_4$, dan H_2O	NH_3, SO_2, H_2O, dan O_2
Proses	Kontinyu	Batch	Kontinyu
Suhu (^oC)	105-110	70	200-450
Tekanan (atm)	1	1	5
Produk Samping	-	$CaCO_3$	-
Katalis	-	-	V2O5
Konversi	98%	95%	75%

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa proses netralisasi lebih unggul dibanding proses lainnya. Baik dari segi bahan baku yang paling sederhana dan mudah didapat, suhu dan tekanan operasi yang rendah, tidak terdapat produk samping, tidak membutuhkan katalis, dan yang paling penting yaitu konversinya paling tinggi hingga 98%. Sehingga proses netralisasi ini yang akan digunakan.

1.4.3. Kegunaan Produk

Di dalam amonium sulfat, terkandung 2 unsur hara, yaitu nitrogen dan sulfur. Berikut kegunaan dari kedua unsur hara tersebut;

a. Nitrogen
   i. Meningkatkan produksi hasil tebu dan hablur gula (Rendeman).
   ii. Meningkatkan kelas mutu hasil panen dengan memperbaiki warna, aroma, rasa, dan besar umbi serta lebih kesat.
   iii. Membantu tanaman menjadi lebih hijau.
b. Sulfur
   i. Menjadikan tanaman lebih hijau segar.
   ii. Mempercepat dan meningkatkan pertumbuhan tanaman yaitu tinggi tanaman, jumlah cabang, dan jumlah anakan.
   iii. Meningkatkan kandungan protein hasil panen. (Gresik, Produk, 2022)

1.5. Tinjauan Kinetika dan Termodinamika

1.5.1. Tinjauan Kinetika

Reaksi antara amonia dan asam sulfat akan menghasilkan amonium sulfat dalam bentuk larutan. Reaksi terjadi dalam fase cair dan tidak ada reaksi samping yang terjadi.

Persamaan reaksi kimia:

$$2NH_{3\,(g)} + H_2SO_{4\,(l)} \rightarrow (NH_4)_2SO_{4\,(s)}$$

Persamaan reaksi antara amonia dan asam sulfat adalah reaksi orde 2 dan dinyatakan dengam persamaan kecepatan reaksi:

$r_A = k \times C_A \times C_B$

dengan:

r_A : kecepatan reaksi(kmol/m3.jam)

CA : konsentrasi amonia (kmol/m3)

CB : konsentrasi asam sulfat (kmol/m3)

Untuk mencari nilai k, digunakan rumus Arhenius seperti berikut:

$$k = Ae^{(\frac{E}{RT})}$$

Dimana,

$$A = \left[\frac{\sigma_A + \sigma_B 2}{}\right]^2 \frac{N}{10^3} \left[8\pi KT \left(\frac{1}{m_A} + \frac{1}{m_B}\right)\right]^{0,5}$$

A : Faktor tumbukan

N : Bilangan avogadro (6,023×1023 molekul/mol)

K : Konstanta Boltzman (1,03×10-16 gr.cm3/K)

E : Energy aktivasi E = ΣΔH energi ikat (RT)

R : konstanta gas ideal 1,987 kal/mol.K

1.5.2. Tinjauan Termodinamika

Persamaan Van Hoff, menjelaskan hubungan antara konstanta kesetimbangan (K) dengan persamaan reaksi yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

Nilai ΔH pada suhu 25^{o}C = -2,780 kcal/gmol = -2.780 cal/gmol

R = 1,987 cal/gmol.K

Nilai K pada suhu standar (298 K) adalah:

$$\ln K = \frac{122.199,8}{1,987 \times 298} = 4,24 \times 10^{89}$$

Sehingga didapatkan nilai K pada suhu reaksi adalah :

$$ln \frac{K}{K_1} = -\frac{\Delta H}{R}\left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1}\right]$$

Dari perhitungan di atas, didapat harga K = 4,2386 $\times 10^{86}$. Karena harga K sangat besar, maka reaksi berjalan ke kanan dan dianggap satu arah (*irreversible*).

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

Amonium Sulfat

a.	Rumus Molekul	: $(NH_4)_2SO_4$
b.	Berat Molekul	: 132,14 g/mol
c.	Fase	: padat
d.	Warna	: putih
e.	Titik Lebur	: 235^oC
f.	Densitas	: 1,77 g/cm^3
g.	Solubilitas dalam air (g/100mL)	: terlarut sempurna dalam air
h.	Kemurnian	: $(NH_4)SO_4$: 99,75 %
		H_2SO_4 : 0,15 %
		H_2O : 0,1 %

(Perry, 2007)

2.2. Spesfikasi Bahan

2.2.1. Amonia

a.	Rumus Molekul	: NH_3
b.	Berat Molekul	: 17,03 g/mol
c.	Fase	: gas
d.	Warna	: tidak berwarna
e.	Bau	: khas

f. Titik Didih : -33,34^{o}C

g. Titik Lebur : -77,73 ^{o}C

h. Titik Kritis : 405,6 K

i. Densitas gas : 0,6813 g/L (0^{o}C)

j. Densitas cair : 0,639 g/cm^{3} (0^{o}C)

k. Solubilitas dalam air (g/100mL) : 89,9 (0^{o}C)

l. Kemurnian : NH_3 : 99,92 %

H_2O : 0,08 %

(PT. Pupuk Kujang, 2018)

2.2.1. Asam Sulfat

a. Rumus Molekul : H_2SO_4

b. Berat Molekul : 98,08 g/mol

c. Fase : cair

d. Warna : tidak berwarna

e. Titik Lebur : 338^{o}C

f. Densitas : 1,84 g/cm^{3}

g. Solubilitas dalam air (g/100mL) : 70,6 (0^{o}C)

h. Kemurnian : H_2SO_4 : 98 %

H_2O : 2 %

(PT Indonesian Acid Industry, 2014)

2.3. Pengendalian Kualitas

Kualitas adalah keseluruhan fitur dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik secara tegas maupun

tersamar. Kualitas merupakan salah satu aspek yang harus selalu terjaga dalam suatu perusahaan. Oleh karena itu, pengendalian kualitas sangatlah diperlukan. (Heizer, 2006)

Pengendalian kualitas adalah pengawasan mutu merupakan usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan. (Assauri, 1998)

Adapun tujuan dari pengendalian kualitas menurut Assauri, yaitu;

a. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan.
b. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
c. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
d. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

Menurut Zulian, faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan adalah: (Yamit, 2013)

a. Kemampuan Proses.

   Batas-batas yang ingin dicapai haruslah disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Tidak ada gunanya mengendalikan suatu proses dalam batas-batas yang melebihi kemampuan atau kesanggupan proses yang ada.

b. Spesifikasi yang Berlaku.

Spesifikasi hasil produksi yang ingin dicapai harus dapat berlaku, bila ditinjau dari segi kemampuan proses dan keinginan atau kebutuhan konsumen yang ingin dicapai dari hasil produksi tersebut.

c. Tingkat Ketidaksesuaian yang Dapat Diterima.

Tujuan dilakukan pengendalian suatu proses adalah dapat mengurangi produk yang berada dibawah standar seminimal mungkin. Tingkat pengendalian yang diberlakukan tergantung pada banyaknya produk yang berada di bawah standar yang dapat diterima.

d. Biaya Kualitas.

Biaya kualitas sangat mempengaruhi tingkat pengendalian kualitas dalam menghasilkan produk dimana biaya kulitas mempunyai hubungan yang positif dengan tercapainya produk yang berkualitas. Biaya kualitas meliputi :

i. Biaya pencegahan (*prevention cost*).

Biaya ini merupakan biaya yang terjadi untuk mencegah terjadinya kerusakan produk yang dihasilkan.

ii. Biaya deteksi/ penilaian (*detection/appraisal cost*).

Adalah biaya yang timbul untuk menentukan apakah produk atau jasa yang dihasilkan telah sesuai dengan persyaratan-persyaratan kualitas sehingga dapat menghindari kesalahan dan kerusakan sepanjang proses produksi.

iii. Biaya kegagalan internal (*inrernal failure cost*).

Merupakan biaya yang terjadi karena adanya ketidaksesuaian dengan persyaratan dan terdeteksi sebelum barang dan jasa tersebut dikirim ke pihak luar (pelanggan atau konsumen).

iv. Biaya kegagalan eksternal (*external failure cost*).

Merupakan biaya yang terjadi karena produk atau jasa tidak sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang diketahui setelah produk tersebut dikirimkan kepada para pelanggan atau konsumen.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Diagram Alir Proses dan Material

Flowchart merupakan penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur suatu program. Biasanya memengaruhi penyelesaian masalah yang khususnya perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut. (Indrajani, 2011)

Flowchart dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu *system flowchart, document flowchart, schematic flowchart, program flowchart,* dan *process flowchart*. Tujuan dari diagram alir yaitu menggambarkan suatu tahapan penyelesaian masalah secara sederhana, terurai, rapi, dan jelas.

Pada diagram alir proses terdapat 3 kelompok simbol, yaitu:

a. *Flow direction symbols*

   Simbol ini berfungsi untuk menghubungkan antara satu simbol dengan simbol lainnya. Simbol ini juga disebut sebagai *connecting symbols*.

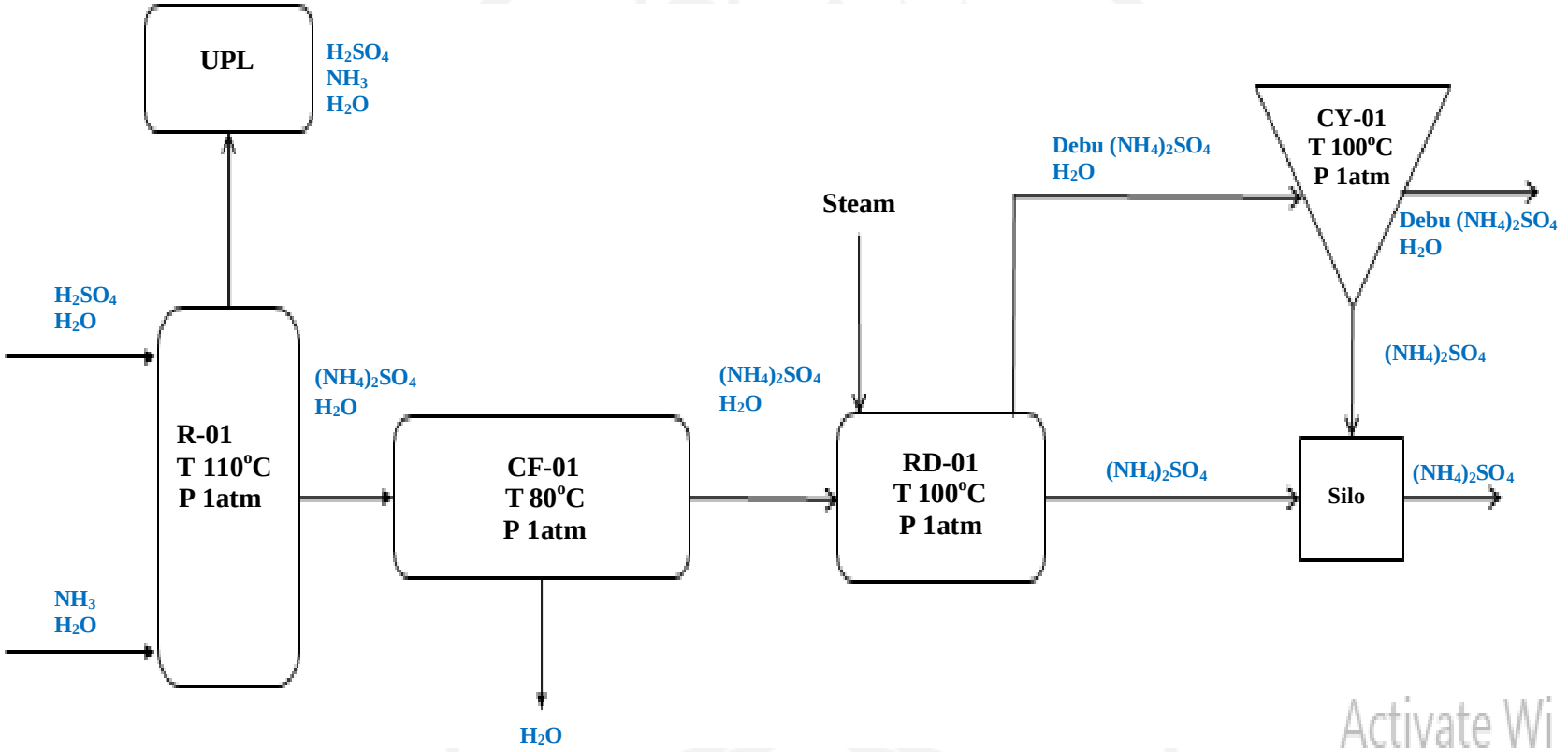
b. *Processing symbols*

   Simbol ini berfungsi untuk menunjukkan jenis operasi dalam suatu proses atau prosedur.

c. *Input-output symbols*

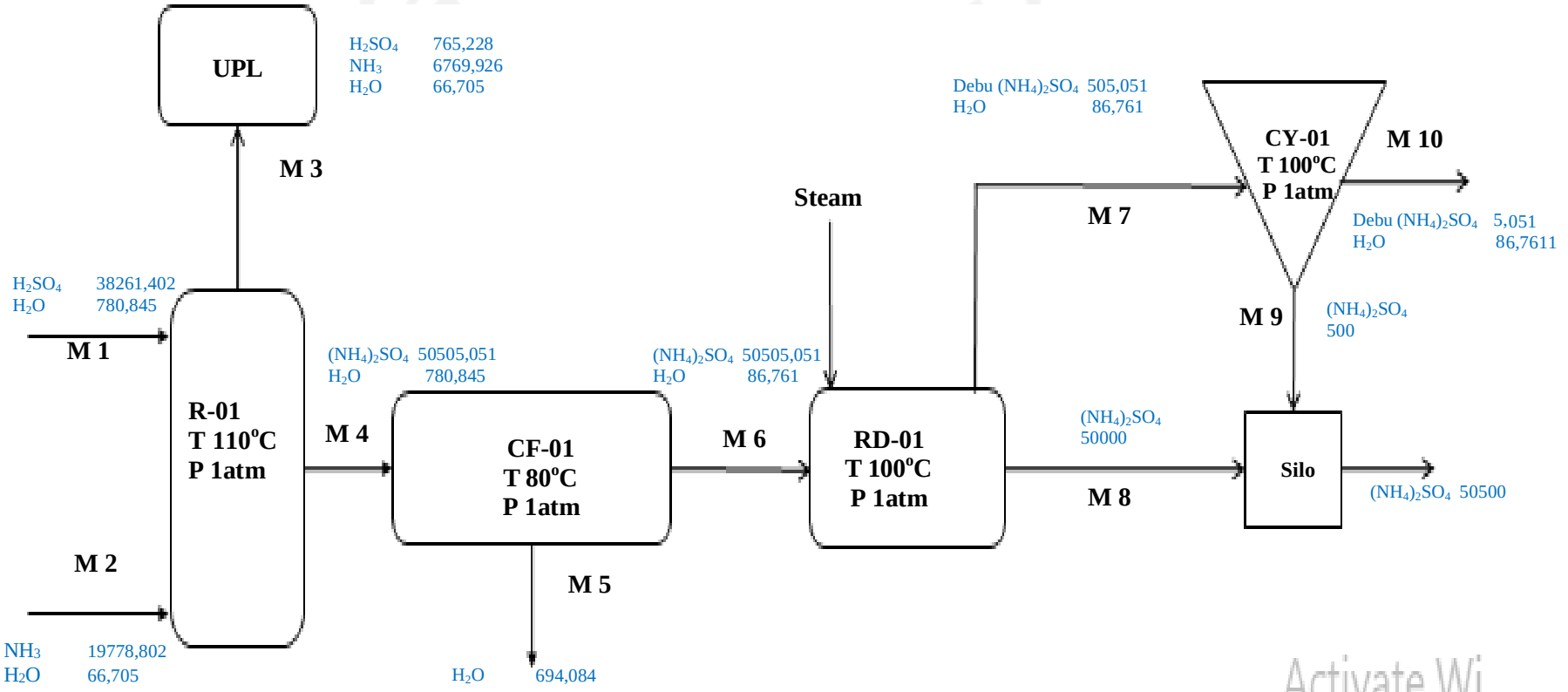
   Simbol ini berfungsi untuk menunjukkan jenis peralatan yang digunakan sebagai media input atau output.

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.1 Diagram alir kualitatif

3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3.2 Diagram alir kuantitatif

3.2. Uraian Proses

3.2.1 Langkah Proses

Pada proses pembuatan amonium sulfat terdapat 4 tahapan proses yaitu;

a. Tahap Persiapan bahan Baku

Pada tahap ini, bahan baku berupa asam sulfat ditampung pada *storage* asam sulfat pada suhu 30^{o}C dan tekanan 1 atm. Kemudian dialirkan menuju reaktor menggunakan pompa *rotary*. Bahan baku gas amonia ditampung pada *storage* amonia pada suhu 30^{o}C dan tekanan 13 atm. Sebelum masuk reaktor, gas amonia diturunkan tekanannya menjadi 2 atm dengan alat ekspander, lalu dialirkan menuju alat pemanas hingga suhu 110^{o}C dan siap dialirkan menuju reaktor bersamaan dengan masuknya asam sulfat.

b. Tahap Reaksi

Gas amonia masuk melalui *sparger* pada bagian bawah reaktor, bersamaan dengan masuknya asam sulfat dari atas reaktor dengan reaksi sebagai berikut;

$$2NH_{3\,(g)} + H_2SO_{4\,(l)} \rightarrow (NH_4)_2SO_{4\,(s)}$$

Reaksi berlangsung pada suhu 110^{o}C dengan tekanan 1 atm dan konversi reaksi sebesar 98%. Amonia yang tidak habis bereaksi, dikondensasikan dengan alat kondensor yang selanjutnya ditampung pada tangki penampung. Produk hasil

reaksi ini berbentuk *slurry* dengan konsentarsi 91% yang terdiri dari $(NH_4)_2SO_4$ padat dan cair, air, dan impuritis H_2SO_4.. Kemudian dialirkan menggunakan pompa *rotary* menuju *centrifuge*.

c. Tahap Pemisahan

Pada alat pemisahan *centrifuge*, produk dipisahkan dengan larutannya. Larutan ini selanjutnya ditampung pada tangki penampung, sedangkan produk amonium sulfat diangkut menggunakan *screw conveyor* menuju alat pengeringan *rotary dryer*. Produk amonium sulfat masuk alat *rotary dryer* pada suhu 80^oC dan keluar pada suhu 100^oC. Udara disaring menggunakan alat penyaring udara dan dialirkan melalui *blower* dilewatkan pada *heater* udara yang digunakan sebagai udara panas dalam *rotary dryer*. Udara panas dialirkan secara *counter-current* terhadap *feed* masuk dengan suhu 110^oC. Kadar air dalam produk hilang hingga 0% dan tersisa amonium sulfat dan asam sulfat sebagai produk. Kemudian produk keluar dari *rotary dryer*, diangkut melalui *screw conveyor* menuju *silo*

d. Tahap Penanganan Produk (*Packing*)

Produk amonium sulfat dilanjutkan pada alat pengemasan. Lalu produk kemasan disimpan dalam gudang dan siap dikirim ke konsumen.

3.2.2 Penentuan Kapasitas

Prediksi konsumsi amonium sulfat di Indonesia selalu mengalami kenaikan yang berarti. Hal ini dikarenakan oleh berkembang pesatnya sektor pertanian yang menjadi pengaruh besar terhadap perekonomian negara. Kapasitas rancangan ditetapkan 400.000 ton/tahun, waktu operasi 330 hari/tahun. Dengan pertimbangan sebagian besar untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri agar tidak ketergantungan mengimpor dari negara tetangga. Serta sebagian lagi untuk diekspor, karena konsumsi dunia masih cukup besar dan selalu mengalami kenaikan.

3.3. Spesifikasi Alat Proses

3.3.1 Reaktor

Spesifikasi umum

Kode : R-01

Fungsi : Mereaksikan amonia dan asam sulfat menjadi produk amonium sulfat

Jenis/Tipe	: *Bubble column reactor*
Mode Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	
Suhu	: 110^{o}C
Tekanan, atm	: 1 atm
Kondisi Proses	: Adiabatis dan isotermal
Konstruksi dan Material	
Bahan konstruksi	: *Stainless Steel* SA-240 *Grade* 316
Diameter (ID) *shell*	: 2,366 m
Tebal *shell*	: 7/16 in
Tinggi total	: 5,745 m
Jenis *head*	: T*orispherical*
Spesifikasi khusus	
Volume reaktor	: 22,297 m^3
Jenis *sparger*	: S*ieve tray*
Jenis *pitch*	: T*riangular*
Diameter *sparger*	: 0,97 m
Diameter *orifice*	: 0,02 mm
Jumlah lubang *orifice*	: 1.365.206.158 lubang
UD	: 300 btu/(ft^2.F.jam)
Q	: 127.141,373 btu/jam
Diameter luar jaket	: 2,69 m

Tinggi jaket : 4,73 m

Harga : Rp 5.047.260.317 (Alibaba, 2022)

3.3.2 Centrifuge

Nama dan kode : CF-01

Fungsi : Memisahkan *slurry* $(NH_4)_2SO_4$ dari H_2O

Jenis : *Disk Continous Filtering Centrifuge*

Material : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Kondisi operasi

a. Suhu : 80^oC

b. Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

a. Kapasitas : Padatan : 47,235 ton/jam

Cairan : 0,681 galon/menit

b. *Diameter* bucket : 2,128 m

c. Radius *bucket* : 1,64 m

d. Laju putar rotor : 12.000 rpm

e. Daya motor : 0,333 HP

Harga : Rp 3.510.844.626 (Matches, 2022)

3.3.3 Rotary Dryer

Nama dan kode : RD-01

Fungsi : Mengurangi kadar cairan yang terikut pada hasil padatan

Material : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Kondisi operasi

a. Suhu : 80^{o}C

b. Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

a. Diameter *dryer* : 2,128 m

b. Panjang *rotary dryer* : 1,64 m

c. Tebal *shell* : 12.000 rpm

d. Jumlah putaran : 0,880 rpm

e. Batasan kemiringan : 0,1 m/m

f. Daya motor : 0,333 hp

Flight

a. Sifat bahan : *Free flowing*

b. Bentuk *flight* : *Radial flight with a* 90^{o} *lip*

c. Tinggi *flight* : 1,222 m

d. Jumlah *flight* : 29,319 buah

Harga : Rp 6.292.228.733 (Matches, 2022)

3.3.4 Cyclone

Nama dan kode : CC-01

Fungsi : Memisahkan produk debu $(NH_4)_2SO_4$ menjadi $(NH_4)_2SO_4$ padat

Jenis : *Centrifugal High Efficiency Cyclone*

Material : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Kondisi operasi

a. Suhu : 100^oC

b. Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

a. Diameter cyclone : 1,730 m

b. Tinggi cyclone : 6,930 m

c. Diameter pengeluaran hasil : 1,730 m

d. Kecepatan umpan masuk : 6,100 m/s

e. Kecepatan gas keluar : 3,100 m/s

f. Penurunan tekanan : 0,625 atm

Harga : Rp 149.935.303 (Matches, 2022)

3.3.5 Pompa

Kode	: Pump-01
Fungsi	: Mengalirkan H_2SO_4 ke dalam Reaktor
Jenis	: *Centrifugal single stage*
Material	: *Commercial steel*
Kapasitas	: 1,386 m^3/jam
Dimensi Pipa	
a. IPS	: 0,051 m
b. Sch No.	40
c. OD	: 0,060 m
d. ID	: 0,053 m
Suhu Fluida	: 30^oC
Head pompa	: 0 m
Friction Head	: 0,327 m
Static head	: 3 m
Pressure head	: 0 m
Efisiensi motor	: 80%

Spesific speed : 1.543,443 rpm

Daya Motor : 55.927,490 watt

Harga : Rp 65.701.987 (Matches, 2022)

3.3.6 Tangki Penyimpanan

Tabel 3.1 Spesifikasi tangki penyimpanan

Parameter	T-01	T-02	SL-01
Fungsi	Menyimpan bahan baku asam sulfat (H_2SO_4)	Menyimpan bahan baku amonia (NH_3)	Menympan proudk amonium sulfat $(NH_4)_2SO_4$
Jenis Tangki	Tangki sIilinder tegak dengan *flat bottom* dan *thorispherical roof*	Tangki bola	Tangki sIilinder tegak dengan alas kerucut dan tutup datar
Lama Penyimpanan	7 hari	7 hari	7 hari
Fasa	Cair	Gas	Padat
Jumlah Tangki	1 unit	1 unit	1 unit
Kondisi Operasi			
Suhu	30^{o}C	35^{o}C	30^{o}C
Tekanan	1 atm	13 atm	1 atm
Spesifikasi			
Material	*Carbon steel* SA-283 *grade* C	*Carbon steel* SA-283 *grade* C	*Stainless steel* SA-167 *type* 316
Volume Tangki	316,169 m^3	29.646,682 m^3	5752,440 m^3
Diameter	18,29 m	21,336 m	16,382 m
Tebal Shell	0,025 m	0,178 m	0,038 m
Harga	Rp. 1.367.949.058 (Matches, 2022)	Rp. 16.846.663.275 (Matches, 2022)	Rp. 14.927.032.525 (Matches, 2022)

3.3.7 Expander

Kode : Ex-01

Fungsi : Menurunkan tekanan amonia (NH_3)

Jenis Tangki : *Multi Stage Reciprocating Expander*

Kondisi operasi

a. Suhu masuk : 35^oC

b. Suhu keluar : 2,307^oC

c. Tekanan masuk : 13 atm

d. Tekanan keluar : 2 atm

Jumlah stage 1

Power : 989,272 kW (1.326,635 HP)

Harga : Rp165.097.300 (Alibaba, 2022)

3.3.8 Heater

Tabel 3.2 Spesifikasi *Heater*

Parameter	*Heater 01*				*Heater 02*				*Heater 03*			
Fungsi	Memanaskan larutan NH3 dari *Expander* menuju reaktor				Memanaskan udara bebas dari *blower* menuju *rotary dryer*				Memanaskan Larutan H2SO4 dari tanki menuju reaktor			
Jenis	*Double Pipe Heat Exchanger*				*Double Pipe Heat Exchanger*				*Double Pipe Heat Exchanger*			
Kondisi Operasi												
Position	*Shell*		*Tube*		*Shell*		*Tube*		*Shell*		*Tube*	
Fluid	H_2O		NH_3		H_2O		H_2O		H_2O		H_2SO_4	
Fluid type	*Hot* (°C)		*Cold* (°C)		*Hot* (°C)		*Cold* (°C)		*Hot(°C)*		*Cold(°C)*	
	In	*Out*	*In*	*Out*	*In*	*Out*	*In*	*Out*	*In*	*Out*	*In*	*Out*
Suhu	100	100	2,307	30	150	150	30	100	100	100	30	90
Desain Mekanik												
	Annulus		*Tube*		*Annulus*		*Tube*		*Annulus*		*Tube*	
Length	6,096 m		6,096 m		6,096 m		6,096 m		6,096		6,096	
Hairpin	2 buah		2 buah		13 buah		13 buah		8 buah		8 buah	
ID	0,063 m		0,035 m		0,063 m		0,035 m		0,063 m		0,035 m	
OD	0,073 m		0,042 m		0,071 m		0,042 m		0,073 m		0,042 m	
A	2,651 m^2		-		18,151 m^2		-		10,925 m^2		-	
2Sched No.	40		40		40		40		40		40	
ΔPallow	10 psi		10 psi		1 psi		25 psi		1 psi		11 psi	
Rd	0,002		0,002		0,004		0,004		0,002		0,002	
Harga	Rp 21.900.662 (Matches, 2022)				Rp 321.771.269 (Matches, 2022)				Rp 71.916.000 (Matches, 2022)			

3.3.9 Screw Conveyor

Tabel 3.3 Spesifikasi *screw converyor* 01 sampai *screw converyor* 03

Parameter	SC-01	SC-02	SC-03
Fungsi	Mengangkut amonium sulfat dari reaktor menuju *centrifuge*	Mengangkut amonium sulfat dari *centrifuge* ke *rotary dryer*	Mengangkut amonium sulfat dari *rotary dryer* menuju *silo*
Jenis	*Screw Conveyor*	*Screw Conveyor*	*Screw Conveyor*
Kapasitas	50.786,924 kg/jam	55.570,751 kg/jam	50.009,915 kg/jam
Material	*Carbon steel* SA-283 *grade* C	*Carbon steel* SA-283 *grade* C	*Carbon steel* SA-283 *grade* C
Kondisi Operasi :			
a. Suhu	110^{o}C	80^{o}C	100^{o}C
b. Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Dimensi :			
a. Panjang	9,144 m	9,144 m	9,144 m
b. Diameter Screw	3,658 m	6,096 m	6,096 m
c. Kecepatan	537,280 m/mnt	243,069 m/mnt	218,746 m/mnt
Daya Motor	6,090 HP	11,282 HP	10,153 HP
Harga	Rp 126.349.975 (Matches,2022)	Rp 202.159.959 (Matches, 2022)	Rp 202.159.959 (Matches, 2022)

Tabel 3.4 Spesifikasi *screw converyor* 04

Parameter	SC-04
Fungsi	Mengangkut amonium sulfat dari *cyclone* menuju *silo*
Jenis	*Screw Conveyor*
Kapasitas	495,135 kg/jam
Material	*Carbon steel* SA-283 *grade* C
Kondisi Operasi : a. Suhu b. Tekanan	 100^{o}C 1 atm
Dimensi : a. Panjang b. Diameter *Screw* c. Kecepatan	 6,096 m 1,219 m 337,857 m/mnt
Daya Motor	0,076 HP
Harga	Rp 52.224.656 (Matches, 2022)

3.3.10 Blower

Tabel 3.5 Spesifikasi *blower* 1 dan *blower* 2

Parameter	*Blower* 1	*Blower* 2
Fungsi	Menghisap udara untuk diumpankan kedalam reaktor	Menghisap debu produk dan H_2O ke dalam *cyclone*
Jenis	*Backward curve blade centrifugal blower*	*Backward curve blade centrifugal Blower*
Kondisi Operasi		
Suhu	30^oC	100^oC
Tekanan	1 atm	1 atm
Laju alir masuk	953.640,600 m^2/jam	24,390 m^2/jam
Tekanan blower	3,524 psi	1.156,999 psi
Power	1 HP	0,75 HP
Harga	Rp 5.266.266.940 (Matches, 2022)	Rp 1.684.666 (Matches, 2022)

3.4. Perencanaan Produksi

3.4.1 Perencanaan Bahan Baku dan Peralatan Proses

Untuk mencapai angka kapasitas produksi suatu pabrik, maka harus dipastikan tercukupinya bahan baku yang dibutuhkan. Oleh karena itu, penting melakukan perencanaan bahan baku. Begitu pula dengan perencanaan peralatan proses, anggaran juga harus dipertimbangkan untuk pembelian dan perawatan alat.

Bahan baku pembuatan amonium sulfat adalah amonia (NH_3) dan asam sulfat (H_2SO_4). Dapat dilihat Daftar Pabrik Pemroduksi Asam Sulfat di Indonesia pada tabel 1.7 dan Daftar Pabrik Pemroduksi Amonia di Indonesia pada tabel 1.8, bahwa bahan baku yang diperlukan selama penjalanan pabrik amonium sulfat ini dapat tercukupi tanpa diperlukan impor. Sedangkan untuk perencanaan kebutuhan peralatan proses, meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya.

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu faktor ekstenal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

3.4.2 Kemampuan Pasar

Kemampuan pasar dibagi menjadi dua, yaitu :

a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun maksimal.
b. Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu;

a. Rencana produksi sesuai kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
b. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
c. Mencari daerah pemasaran yang lain dan menggunakan fasilitas-fasilitas pemasaran yang mudah diakses seperti menggunakan *e-bussiness*.

3.4.3 Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain;

a. Material (Bahan Baku)

   Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (Tenaga Kerja)

   Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu diperlukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

c. Mesin (Peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keadaan dan kemampuan mesin. Jam efektif mesin adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

3.5. Neraca Massa

Kapasitas : 400.000 ton/tahun

Operasi : 330 hari/tahun

Basis : 1 jam

Tabel 3.6 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk (Kg/Jam)		Keluar (Kg/Jam)	
	M1	M2	M3	M4
H_2SO_4	38261,402	-	-	765,228
NH_3	-	19778,802	-	6769,926
H_2O	780,845	66,705	780,845	66,705
$(NH_4)_2SO_4$	-	-	50505,051	-
Total	58887,754		58887,754	

Tabel 3.7 Neraca Massa *Centrifuge*

Komponen	Masuk Kg/Jam	Keluar Kg/Jam	
	M3	M6	M5
$(NH_4)_2SO_4$	50505,051	50505,051	-
H_2O	780,845	86,761	694,084
Total	51285,895	51285,895	

Tabel 3.8 Neraca Massa *Rotary Dryer*

Komponen	Masuk Kg/Jam	Keluar Kg/Jam	
	M6	M7	M8
$(NH_4)_2SO_4$	50505,051	-	50000
Debu $(NH_4)_2SO_2$	-	505,051	-
H_2O	86,761	84,891	1,870
Total	50591,811	50591,811	

Tabel 3.9 Neraca Massa *Cyclone*

Komponen	Masuk Kg/Jam	Keluar Kg/Jam	
	M8	M10	M9
Debu $(NH_4)_2SO_2$	505,051	5,051	-
H_2O	84,891	84,891	-
$(NH_4)_2SO_4$	-	-	500
Total	590,941	590,941	

Tabel 3.10 Neraca Massa Total

Komponen	BM Kg/Kmol	Masuk Kg/Jam	Keluar Kg/Jam
H_2SO_4	98,000	38261,402	765,228
NH_3	17,000	19778,802	6769,926
H_2O	18,000	847,550	847,550
$(NH_4)_2SO_4$	132,000	-	50500
Debu $(NH_4)_2SO_2$	132,000	-	5,051
Total		58887,754	58887,754

3.6. Neraca Panas

Suhu referensi : 25ºC

Tabel 3.11 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
H_2SO_4	271,234	5,425
NH_3	407,594	271,102
H_2O	9,035	9,035
$(NH_4)_2SO_4$	-	403,147
Qreaksi	134.116,218	-
Qpendingin	-	134.117,063
Total	133.428,354	133.428,354

Tabel 3.12 Neraca Panas *Centrifuge*

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
$(NH_4)_2SO_4$	7.204,693	4.575,607
H_2O	261,189	222,437
Qreaksi	-	-
Qpendingin	-	2.667,838
Total	7.465,882	7.465,882

Tabel 3.13 Neraca Panas *Rotary Dryer*

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
$(NH_4)_2SO_4$	4.575,607	4.529,851
Debu $(NH_4)_2SO_4$	-	45,756
H_2O	573,783	573,783
Qreaksi	-	-
Qpendingin	-	-
Total	5.149,389	5.149,389

Tabel 3.14 Neraca Panas *Cyclone*

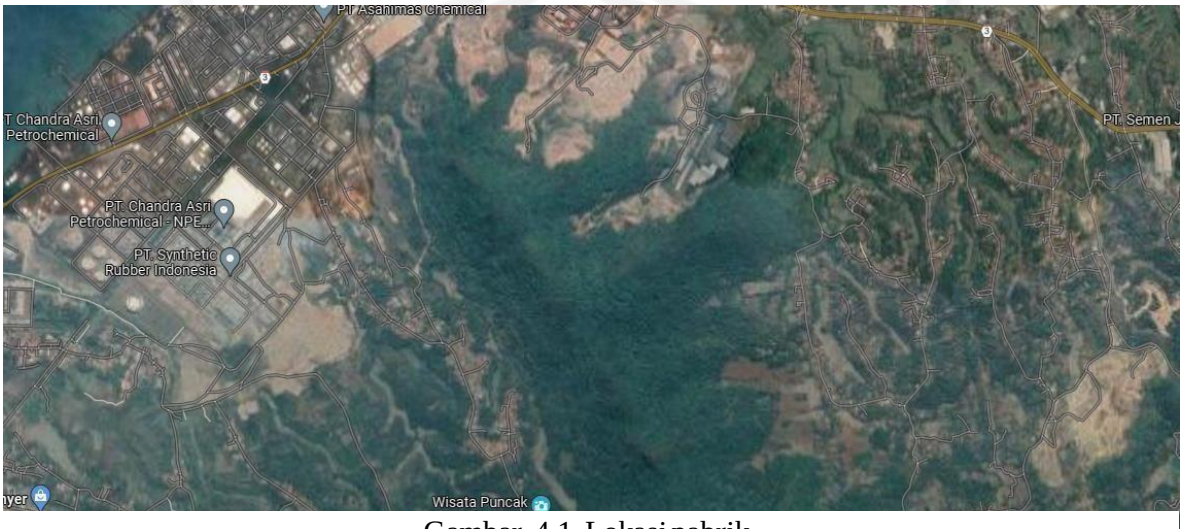
Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
$(NH_4)_2SO_4$	4,031	4,031
H_2O	47,304	47,304
Qreaksi	-	-
Qpendingin	-	-
Total	51,335	51,335

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berkaitan erat dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Tujuan penentuan lokasi perusahaan dengan tepat, adalah untuk dapat membuat operasi perusahaan berjalan dengan lancar, efektif dan efisien. Dalam penentuan lokasi pabrik, perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya biaya produksi dan biaya distribusi dari barang yang dihasilkan, sehingga biaya-biaya ini dapat ditekan serendah mungkin. Serta mampu menyediakan barang tepat pada waktunya dengan jumlah, kualitas dan harga yang sesuai serta memperoleh keuntungan. Pabrik amonium sulfat dari amonia dan asam sulfat dengan kapasitas 400.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kepuh, Ciwandan, Banten.



Gambar 4.1 Lokasi pabrik

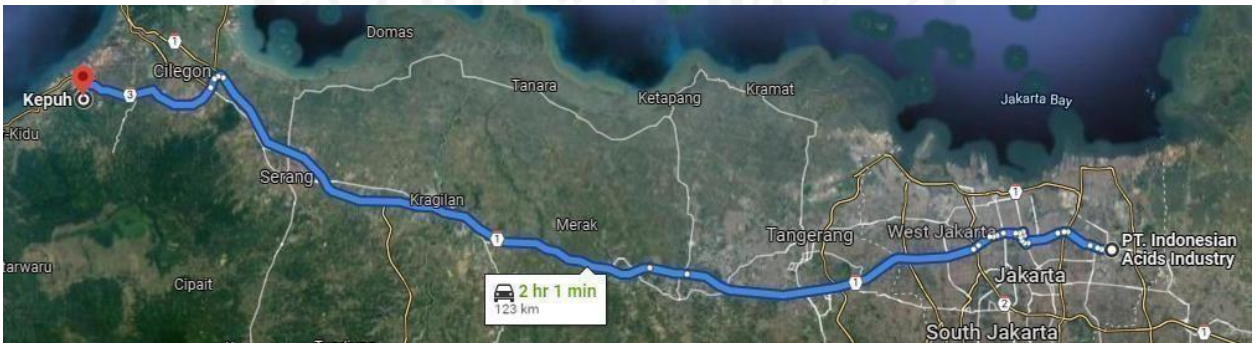
Adapun pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik yang dirancang secara teknis dan menguntungkan secara ekonomis. Faktor-faktor tersebut antara lain:

4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer yang berpengaruh dalam pemilihan lokasi pabrik amonium sulfat ini, antara lain:

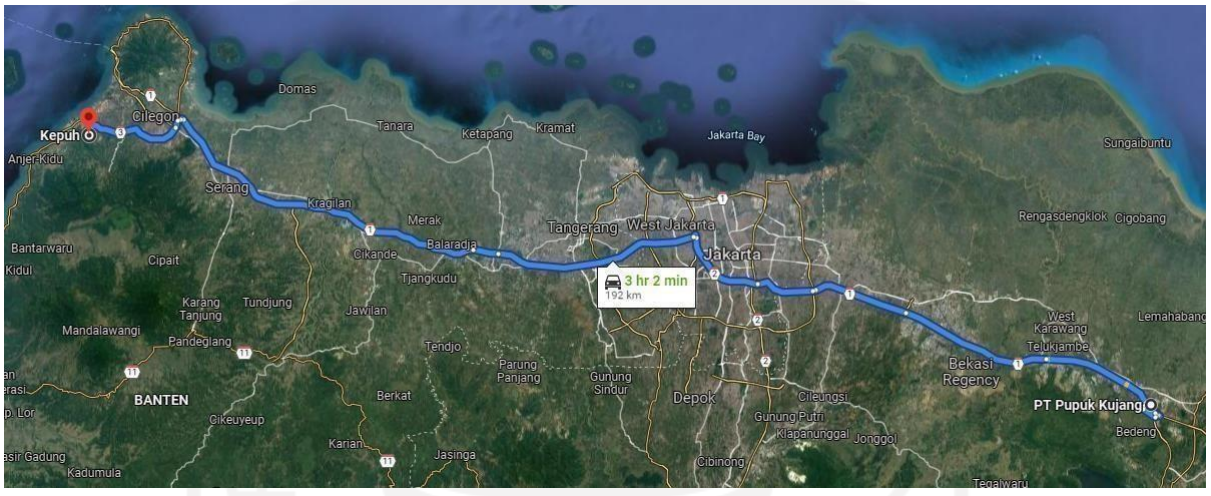
a. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik, sehingga pengadaan bahan baku merupakan suatu hal yang sangat penting. Lokasi yang dipilih adalah yang dekat dengan sumber bahan baku sehingga biaya transportasi dapat diminimalkan. Asam sulfat sebagai bahan baku pembuatan amonium sulfat diperoleh dari PT. Indonesian Acids Industry yang berlokasi di Cakung, Jawa Timur dengan kapasitas produksi sebesar 82.500 ton/tahun. Jarak tempuh dari PT. Indonesian Acids Industry menuju lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.2 Jarak tempuh PT. Indonesian Acids Industry menuju lokasi pabrik

Untuk bahan baku amonia diperoleh dari PT. Pupuk Kujang yang berlokasi di Cikampek, Jawa Barat dengan kapasitas 660.000 ton/tahun. Jarak tempuh dari PT. Pupuk Kujang menuju lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.3 Jarak tempuh Pt. Pupuk Kujang menuju lokasi pabrik

b. Utilitas

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Tenaga listrik tersebut didapat dari PLTU PT Krakatau Daya Listrik dan juga dari sendiri. Lokasi pabrik dekat dengan sungai, maka keperluan air (air proses, air pendingin/penghasil steam, perumahan dan lain-lain) dapat diperoleh dengan mudah.

c. Sumber Daya Manusia (Tenaga Kerja)

Tenaga kerja dapat dengan mudah diperoleh di daerah Ciwandan, Banten karena dari tahun ke tahun tenaga kerja semakin meningkat. Begitu juga dengan tingkat sarjana Indonesia serta

tenaga kerja lokal yang berkualitas. Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja.

d. Transportasi

Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan darat. Pendirian pabrik di kawasan Ciwandan dilakukan dengan pertimbangan kemudahan sarana transportasi darat yang mudah dijangkau karena Ciwandan berada dalam jalur transportasi darat seperti jalan raya dan jalan tol yang memadai, sehingga transportasi darat dari sumber bahan baku dan pasar tidak lagi menjadi masalah. Dengan ketersediaan sarana tersebut akan menjamin kelangsungan produksi pabrik.

e. Pemasaran

Ciwandan, Banten termasuk daerah strategis untuk pendirian pabrik pupuk karena di Banten terdapat berbagai macam perkebunan, baik perkebunan karet, kelapa, cengkeh, lada, kakao, pala, melinjo, bawang merah dan masih luasnya lahan yang dapat dikembangkan untuk perkebunan dan pertanian. Pemasaran mudah dijangkau karena tersedianya sarana transportasi yang memadai. Selain pemasaran untuk dalam provinsi, dipasarkan juga untuk dalam negeri serta untuk diekspor ke luar negeri.

f. Keadaan Iklim

Kecamatan Ciwandan, Banten memiliki iklim tropis. Sehingga cuaca, iklim, dan keadaan tanah relatif stabil dan tidak ekstrim.

Temperatur udara normal daerah tersebut sekitar 24-33^{o}C, sehingga operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar.

4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Unit

Faktor sekunder yang berpengaruh dalam pemilihan lokasi pabrik amonium sulfat ini, antara lain:

a. Perluasan Pabrik

Pendirian pabrik harus mempertimbangkan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu 10 atau 20 tahun ke depan. Karena apabila suatu saat nanti akan memperluas area pabrik tidak kesulitan dalam mencari lahan perluasan

b. Perizinan Tanah

Sesuai dengan kebijakan pemerintah tentang kebijakan pengembangan industri, Kecamatan Ciwandan telah banyak dijadikan sebagai daerah kawasan industri. Sehingga memudahkan perizinan dalam pendirian pabrik, karena faktor-faktor lain seperti iklim, karakteristik lingkungan, dampak sosial serta hukum tentu sudah diperhitungkan.

c. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasana dan fasilitas sosial yang dimaksud seperti penyedian bengkel industri dan fasiitas umum lainnya seperti rumah sakit, sekolah, dan sarana ibadah

d. Lingkungan Masyarakat Sekitar

Sikap masyarakat sekitar cukup terbuka dengan berdirinya pabrik baru. Hal ini disebabkan akan tersedianya lapangan pekerjaan bagi mereka, sehingga terjadi peningkatan kesejahteraan masyarakat setelah pabrik-pabrik didirikan. Selain itu pendirian pabrik ini tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya karena dampak dan faktor-faktornya sudah dipertimbangkan sebelum pabrik berdiri.

4.2. Tata Letak Pabrik

Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam menata letak pabrik, antara lain:

a. Pabrik yang didirikan merupakan tambahan pabrik yang sebelumnya sudah berdiri atau merupakan pabrik baru sama sekali.
b. Persediaan tanah untuk perluasan pabrik di masa yang akan datang.
c. Jaminan kelancaran distribusi bahan baku, produk, dan utilitas (air, *steam*, listrik, dan bahan bakar)
d. Cuaca dan iklim lingkungan.
e. Masalah yang menyangkut *safety* seperti kemungkinan terjadi kebakaran, kecelakaan, dan sebagainya.
f. *Plant site* harus mengikuti pemerintah daerah setempat.
g. *Waste disposal*.
h. Penggunaan ruang kerja yang efisien.

Adapun untuk pengaturan peralatan dalam pabrik, ada beberapa hal yang perlu dipehatikan, yaitu sebagai berikut:

a. Letak ruang yang cukup antara peralatan untuk memudahkan pengoperasian, pemeriksaan, perawatan, serta dapat menjamin kerja dari peralatan sesuai dengan fungsinya.

b. Adanya kesinambungan antar alat.

Pabrik amonium sulfat ini akan didirikan di atas tanah seluas 76.870 m^2, dengan rincian luas tanah bangunan pabrik sebagai berikut:

Tabel 4.1 Rincian luas tanah bangunan pabrik amonium sulfat

No.	**Lokasi**	**Panjang**	**Lebar**	**Luas**
		m	**m**	**m^2**
1	Area Proses	250	140	35000
2	Area Utilitas	100	70	7000
3	Bengkel	35	30	1050
4	Gudang Peralatan	70	40	2800
5	Kantin	40	30	1200
6	Kantor Teknik Dan Produksi	50	15	750
7	Kantor Utama	40	45	1800
8	Laboratorium	50	20	1000
9	Parkir Utama	60	50	3000
10	Parkir Truk	50	50	2500
11	Perpustakaan	40	20	800
12	Poliklinik	10	10	100
13	Pos Keamanan	4	5	20
14	Ruang Kontrol	10	15	150
15	Ruang Kontrol Utilitas	10	10	100
16	Area Mess	60	30	1800
17	Masjid	20	10	200
18	Unit Pemadam Kebakaran	40	20	800
19	Taman	40	100	4000
20	Jalan	40	20	800
21	Daerah Perluasan	120	100	12000
	Luas Bangunan			**60070**
	Luas Tanah			**76870**

4.3. Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada suatu pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

a. Aliran bahan baku dan produk

Tata letak peralatan proses yang dirancang agar sesuai dengan alur proses dapat memberikan keuntungan pada pabrik itu sendiri seperti pada aspek ekonomi, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

b. Aliran udara

Gas buangan di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan alirannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin agar gas buangan pabrik tidak mengarah ke area perumahan warga.

c. Pencahayaan

Penerangan pada area proses dalam pabrik juga harus memadai sebab proses produksi berjalan 24 jam per hari, terutama pada area berbahaya hal ini bertujuan tidak lain untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan dalam pabrik.

d. Lalu lintas manusia dan kendaraan

Dalam perancangan layout peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila

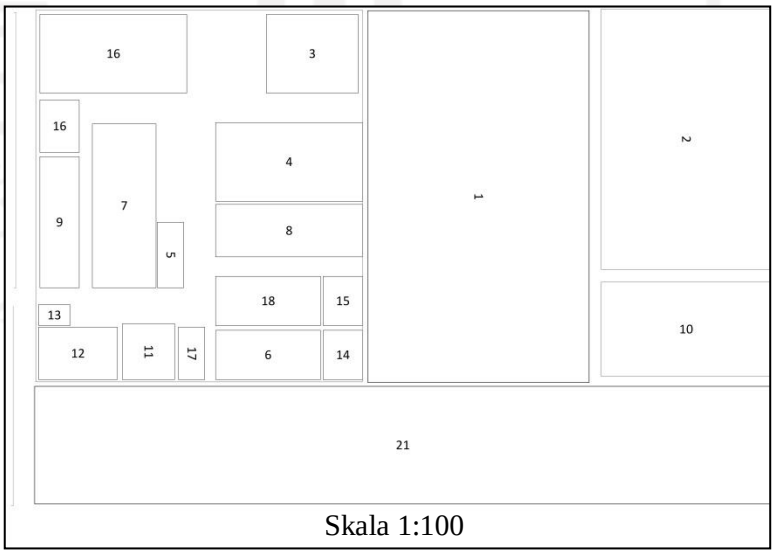
terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

e. Pertimbangan Ekonomi

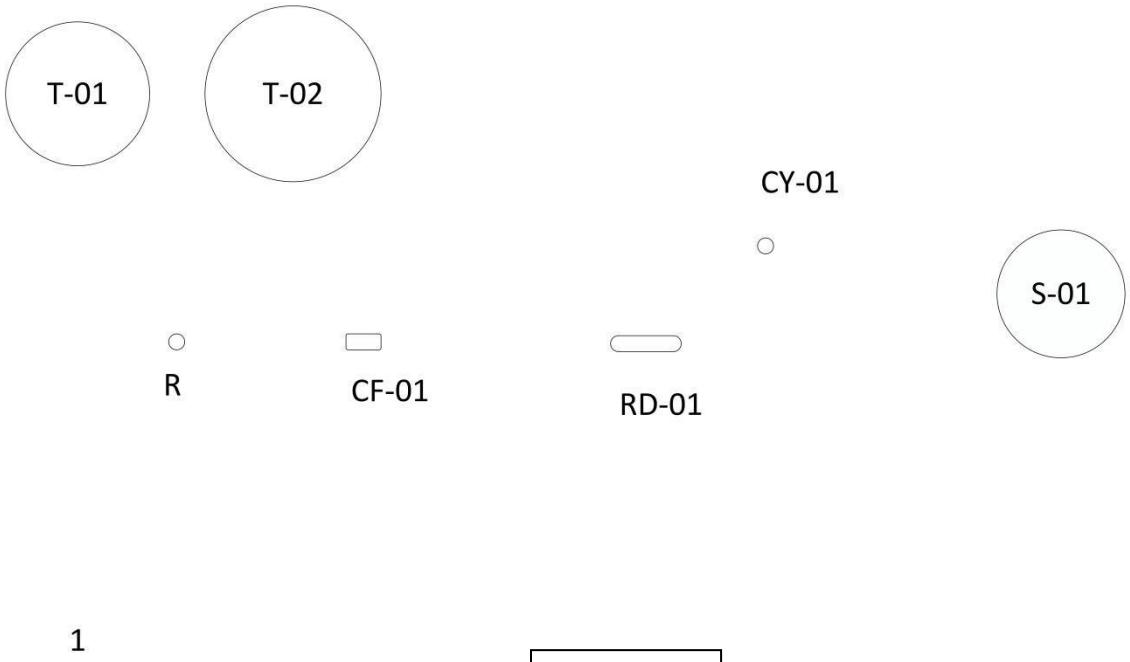
Penempatan alat – alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya perancangan dan biaya operasi serta menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menggantungkan dari segi ekonomi tetapi tetap mengedapankan keamanan produksi.

f. Jarak antar alat proses

Jarak tiap alat dalam pabrik memiliki pertimbangannya masing masing, ada yang diletakan berdampingan ada yang diletakan agak berjauhan. Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.



Gambar 4.4 Tata letak pabrik dan alat proses



Gambar 4.5 Tata letak alat proses

Keterangan: Tata letak pabrik

1. Area Proses	8. Laboratorium	15. Control utilititas
2. Area Utilitas	9. Parkir utama	16. Area Mess
3. Bengkel	10.Parkir truk	17. Masjid
4. Gudang peralatan	11.Perpustakaan	18. Unit pemadam kebakaran
5. Kantin	12.Poliklinik	19. Taman
6. Kantor Teknik dan Produksi	13.Pos keamanan	20. Jalan
7. Kantor Utama	14.Control room	21. Daerah perluasan

4.4. Organisasi Perusahaan

Organisasi perusahaan merupakan hal yang penting karena berhubungan dengan efektifitas dalam peningkatan kemampuan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produk yang telah dihasilkan. Dengan adanya pengaturan organisasi perusahaanyang teratur dan baik maka akan tercipta sumber daya manusia yang baik pula.

4.4.1. Bentuk Perusahaan

Dalam mendirikan suatu perusahan yang dapat mencapai tujuan dari perusahaan itu secara terus – menerus, maka harus dipilih bentuk perusahaan apa yang harus didirikan agar tujuan itu tercapai. Bentuk – bentuk badan usaha yang ada dalam praktek di Indonesia, antara lain adalah :

a. Perusahaan Perorangan
b. Persekutuan dengan firma
c. Persekutuan Komanditer

d. Perseroan Terbatas

e. Koperasi

f. Perusahaan Negara

g. Perusahaan Daerah (Sutarto, 2002)

Bentuk badan usaha yang digunakan dalam Pabrik Ammonium Sulfat adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bahan hukum yang didirikan berdasarkan perjanjian, melakukan kegiatan usaha dengan modal dasar yang seluruhnya terbagi dalam saham, dan memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dalam UU No. 1 tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT) dalam peraturan pelaksanaannya.

Berikut adalah syarat – syarat pendirian Perseroan Terbatas (PT) :

a. Didirikan oleh dua perseorangan (badan hukum) atau lebih.
b. Didirikan dengan akta otentik yaitu di hadapan notaris.
c. Modal dasar perseroan terendah adalah Rp 20.000.000,- atau 25% dari modal dasar.

Pemilihan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) berdasarkan pertimbangan – pertimbangan berikut :

a. Kedudukan antar pemimpin perusahaan dengan pemegang sahan terpisah satu sama lain.
b. Tanggung jawab para pemegang saham terbatas karena segala sesuatu mengenai perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan.
c. Modal lebih mudah didapatkan selain dari bank juga diperoleh dari penjualan saham.

d. Kelangsungan kehidupan PT lebih terjamin karena tidak dipengaruhi oleh berhetinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan.

4.4.2. Struktur Organisasi

Menurut pendapat ahli, arti kata organisasi adalah kelompok orang yang secara sadar bekerjasama untuk mencapai tujuan bersama dengan menekankan wewenang dan tanggung jawab masing – masing.Berikut adalah tiga unsur utama dalam organisasi :

a. Adanya sekelompok orang.
b. Adanya hubungan dan pembagian tugas.
c. Adanya tujuan yang ingin dicapai.

Menurut pola hubungan kerja, serta lalu lintas wewenang dan tanggung jawab, maka bentuk – bentuk organisasi dapat dibedakan menjadi :

a. Bentuk organisasi garis
b. Bentuk organisasi fungsional
c. Bentuk organisasi garis dan staf
d. Bentuk organisasi fungsional dan staf

Struktur organisasi yang digunakan pada perusahaan adalah sistem organisasi garis dan staf dengan pertimbangan sebagai berikut :

a. Dapat digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus dan secara masal.

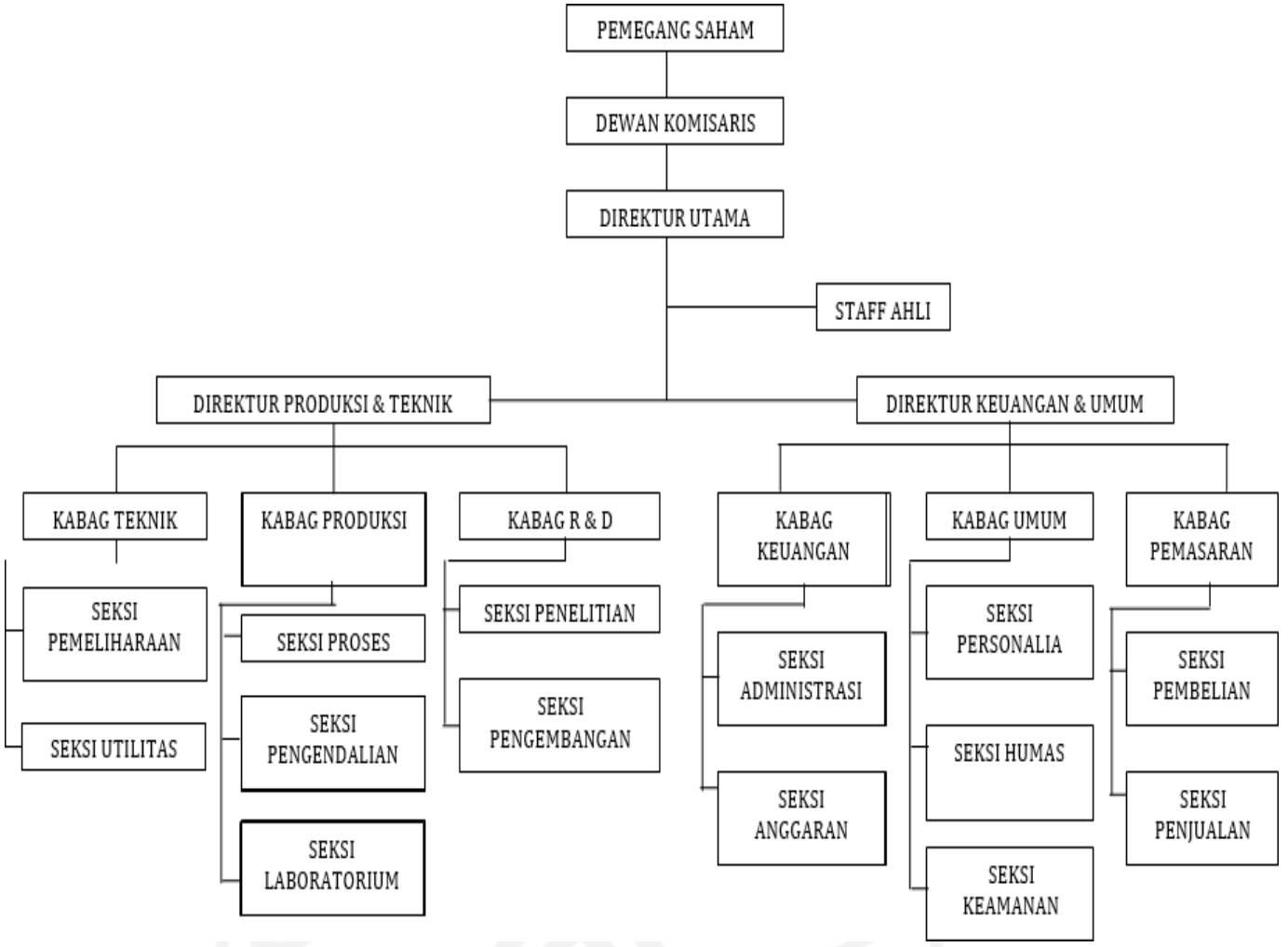
b. Disiplin kerja lebih baik karena terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah.

c. Tiap kepala bagian secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan agar tujuan tercapai.

d. Direktur memegang pimpinan tertinggi yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Anggota Dewan Komisaris merupakan perwakilan dari pemegang saham yang dilengkapi dengan staf ahli yang memiliki tugas memberikan saran kepada Direktur.

e. Staf ahli memudahkan pengambilan keputusan.

f. Perwujudan "*The Right Man in The Right Place*" dapat dengan mudah dilaksanakan.



Gambar 4.5 Struktur Organisasi

4.4.3. Tugas dan Wewenang

a. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah pemilik perusahaan dan/atau beberapa orang yang mendirikan perusahaan dengan modal yang dikumpulkan bersama. Tugas dan wewenang dari para pemegang saham sendiri antara lain adalah:

i. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris.
ii. Mengangkat dan memberhentikan direktur dewan direksi.
iii. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta perhitungan untung rugi perusahaan.

b. Dewan Komisaris

Dewan komisaris adalah orang yang melaksanakan tugas sehari-hari pemegang saham dan merupakan perpanjangan tangan pemegang saham. Tugas dan wewenang dewan komisaris sendiri antara lain adalah:

i. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
ii. Mengawasi tugas-tugas direksi.
iii. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

c. Dewan Direksi

Dewan direksi terdiri atas direktur utama sebagai pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggung-jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung-jawab terhadap dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan

yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi Direktur Operasi dan Produksi dan Direktur Administrasi dan Umum. Tugas Direktur Utama antara lain, sebagai berikut:

i. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir jabatannya.
ii. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
iii. Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
iv. Mengoordinir kerja sama dengan Direktur Produksi dan Direktur Keuangan dan Umum

Tugas Direktur Operasi dan Produksi adalah sebagai berikut:

i. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi teknik dan pemasaran.
ii. Mengoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan *General Manager* yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Administrasi dan Umum adalah sebagai berikut:

i. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan dan pelayanan umum.
ii. Mengoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan *General Manager* yang menjadi bawahannya.

d. Staf Ahli

Staf Ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Direktur dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahlianya masing-masing. Tugas dan wewenang Staf Ahli adalah sebagai berikut:

i. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
ii. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
iii. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

e. General Manager

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh perusahaan. Kepala bagian dapat pula bertindak sebagai staf direktur bersama-sama staf ahli.

Tugas dan wewenang *General Manager* Operasi dan Produksi:

i. Bertanggung jawab kepada Direktur Operasi dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.
ii. Mengoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan manajer yang menjadi bawahannya, yaitu: Manajer *Plant* Proses, Manajer *Plant* Utilitas, Manajer *Quality Control* (QC), Manajer Pemeliharaan Alat, Manajer Pengembangan Proses dan Produk, Manajer *Health, Safety, Security, and Environmental* (HSSE), Manajer Penjualan Domestik, Manajer Penjualan

Internasional, dan Manajer *Quality Assurance* (QA).

Tugas dan wewenang *General Manager* Administrasi dan Umum:

i. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, serta bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan.

ii. Mengoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan manajer yang menjadi bawahannya, yaitu: Manajer Penyediaan dan Pengembangan SDM, Manajer IT, Manajer Pelayanan Umum, Manajer Keuangan, dan Manajer Akuntansi.

f. Manajer

Secara umum tugas manajer adalah mengoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh perusahaan. Manajer dapat pula bertindak sebagai staf direktur bersama-sama staf ahli. Berikut ini adalah tugas dan wewenang setiap manajer:

Tugas dan wewenang Manajer *Plant* Proses, antara lain:

i. Mengawasi jalannya proses produksi

ii. Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

Tugas dan wewenang Manajer *Plant Utilitas* yaitu melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan uap, air dan tenaga listrik.

Tugas dan wewenang Manajer *Quality Control* (QC), yaitu:

i. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan produk.

ii. Memberikan rekomendasi terhadap tindakan koreksi proses yang berjalan

iii. Mengawasi hal-hal tentang buangan pabrik.

Tugas dan wewenang Manajer Pemeliharaan Alat, yaitu:

i. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik

ii. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

Tugas dan wewenang Manajer Pengembangan Proses dan Produk, antara lain:

i. Meninjau dan merekomendasikan strategi baru terkait pengembangan proses produksi

ii. Meninjau dan merekomendasikan strategi baru terkait proses pengembangan produk.

Tugas dan wewenang Manajer *Health, Safety, Security, and Environmental* (HSSE), antara lain:

i. Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan kerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

ii. Membuat dan memelihara dokumen terkait kesehatan dan keselamatan kerja (K3)

iii. Melakukan evaluasi sekaligus pemetaan kemungkinan atau peluang insiden kecelakaan yang dapat terjadi.

Tugas dan wewenang Manajer Penjualan Domestik, antara lain:

i. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi dalam negeri.

ii. Mengatur distribusi produk dalam negeri.

Tugas dan wewenang Manajer Penjualan Internasional, yaitu:

i. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi dalam negeri.

ii. Mengatur distribusi produk dalam negeri.

Tugas dan wewenang Manajer *Quality Assurance* (QA), yaitu:

i. Memastikan suatu produk yang dilepas ke pasaran sudah memenuhi semua standar kualitas untuk setiap komponennya.

ii. Membuat perencanaan, prosedur, dan spesifikasi/standar proses dan produk yang akan dipasarkan.

Tugas dan wewenang Manajer Penyediaan dan Pengembangan SDM, antara lain:

i. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.

ii. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.

iii. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

Tugas dan wewenang Manajer IT, antara lain:

i. Melakukan pengembanagan dan peningkatan sistem informasi dan teknologi perusahaan.

ii. Bertanggung jawab dalam keseluruhan proses yang berkaitan dengan IT.

iii. Memastikan semua sistem IT berjalan lancar dan memberikan solusi apabila terjadi permasalahan.

Tugas dan wewenang Manajer Pelayanan Umum, yaitu mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat luar.

Tugas dan wewenang Manajer Keuangan, antara lain:

i. Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

ii. Menghitung pengunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan.

iii. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

Tugas dan wewenang Manajer Akuntansi, antara lain:

i. Memproses data dan informasi keuangan untuk menghasilkan laporan keuangan perusahaan.

ii. Merencanakan dan mengoordinasikan penyusunan anggaran perusahaan serta mengontrol realisasi penggunaan anggaran.

g. Karyawan dan Operator

Secara umum, tugas karyawan dan operator adalah melaksanakan pekerjaan sesuai divisi masing-masing. Karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi bekerja.

4.4.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik amonium sulfat ini akan beroperasi selama 24 jam dalam sehari dan 330 hari dalam setahun. Sisa hari selain hari libur akan digunakan untuk perbaikan, perawatan, dan *shut down*. Pembagian jam kerja karyawan yaitu dengan sistem *shift* dan *non shift*.

a. Karyawan *Shift*

Karyawan yang secara langsung menangani proses produksi yang mempunyai hubungan kelancaran produksi bekerja dengan sistem *shift*, yaitu operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, bagian keamanan, dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Hal ini dilakukan akibat proses produksi yang berlangsung selama 24 jam per hari, sehingga karyawan harus selalu hadir karena berhubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran proses. Para karyawan *shift* akan bekerja bergantian setiap hari dengan pengaturan sebagai berikut:

i. *Shift* pagi (I) : jam 08.00 – 16.00
ii. *Shift* sore (II) : jam 16.00 – 00.00
iii. *Shift* malam (III) : jam 00.00 – 08.00

Untuk karyawan *shift* dibagi dalam 4 regu (A, B, C, D) dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dilakukan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-

tiap *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Barikut adalah jadwal kerja *shift* karyawan:

Tabel 4.2 Jadwal kerja *shift* kerja karyawan

REGU	HARI KE-											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A		I	I	I		II	II	II		III	III	III
B	I		II	II	II		III	III	III		I	I
C	II	II		III	III	III		I	I	I		II
D	III	III	III		I	I	I		II	II	II	

Keterangan:

1,2,3,…,12 : hari ke-

A,B,C,D : regu

I,II,III : *shift*

: libur

Jadwal kerja *shift* karyawan hari ke-13 mengikuti jadwal kerja *shift* karyawan hari ke-1. Jadwal kerja *shift* karyawan hari ke-14 mengikuti jadwal kerja *shift* karyawan hari ke-2, dan seterusnya.

b. Karyawan *Non-Shift*

Karyawan yang tidak menangani proses produksi pabrik secara langsung bekerja dalam sistem *non*-shift yaitu seperti direktur, staf ahli, manajer, kepala bagian, kepala seksi, dan bagian administrasi. Berikut jadwal kerja karyawan *non-shift*:

i. Hari Senin-Kamis:

- Jam kerja : 08.00 – 12.00
- Istirahat : 12.00 – 13.00
- Jam Kerja : 13.00 – 16.00

ii. Hari Jumat:

- Jam kerja : 08.00 – 11.30
- Istirahat : 11.30 – 13.30
- Jam Kerja : 13.30 – 16.00

Dan libur pada hari Sabtu, Minggu, serta hari libur nasional.

4.4.5. Pembagian Jabatan

Berikut ini pembagian jabatan dalam pabrik amonium sulfat:

1. Direktur Utama : S2
2. Direktur Produksi & Teknik : S1
3. Direktur Administrasi & Umum : S1
4. Staf Ahli : S1
5. Kepala Bagian Produksi : S1
6. Kepala Bagian Teknik : S1
7. Kepala Bagian Pemasaran : S1
8. Kepala Bagian Keuangan & Administrasi : S1
9. Kepala Bagian Umum : S1
10. Kepala Bagian K3& Litbang : S1
11. Kepala Seksi Proses : S1

12. Kepala Seksi Pengendalian : S1
13. Kepala Seksi Laboratorium : S1
14. Kepala Seksi Pemeliharaan : S1
15. Kepala Seksi Utilitas : S1
16. Kepala Seksi Pembelian : S1
17. Kepala Seksi Pemasaran : S1
18. Kepala Seksi Administrasi : S1
19. Kepala Seksi Kas : S1
20. Kepala Seksi Personalia : S1
21. Kepala Seksi Humas : S1
22. Kepala Seksi Keamanan : S1
23. Kepala Seksi K3 : S1
24. Kepala Seksi Litbang : S1
25. Karyawan dan Operator : D3/D4/S1
26. Tenaga Medis : D3/S1
27. Sopir : SLTA atau sederajat
28. *Librarian* : SLTA atau sederajat
29. *Cleaning Service* : SLTA atau sederajat

4.4.6. Kesejahteraan Karyawan

Peningkatan efektifitas kerja pada perusahaan dilakukan dengan cara pemberian fasilitas untuk kesejahteraan karyawan. Upaya yang dilakukan selain memberikan upah resmi adalah memberikan beberapa fasilitas lain kepada setiap tenaga kerja berupa :

a. Fasilitas cuti tahunan selama 12 hari.
b. Fasilitas cuti sakit berdasarkansurat keterangan dokter.
c. Tunjangan hari raya dan bonus berdasarkan jabatan.
d. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja lebih dari jumlah jam kerja pokok.
e. Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian, yang diberikan kepada keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia baik karena kecelakaan sewaktu bekerja.
f. Pelayanan kesehatan berupa biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit akibat kecelakaan kerja.
g. Penyediaan kantin, tempat ibadah dan sarana olah raga.
h. Penyediaan seragam dan alat-alat pengaman (sepatu dan sarung tangan).
i. *Family Gathering Party* (acara berkumpul semua karyawan dan keluarga) setiap satu tahun sekali.

BAB V

UTILITAS

5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk mendukung kelancaran proses produksi pada pabrik amonium sulfat ini, diperlukan sarana penunjang yaitu penyediaan utilitas. Termasuk dalam penyediaan dan pengolahan air (*Water Treatment System*).

5.1.1 Unit Penyediaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik amonium sulfat ini, sumber air yang digunakan yaitu dari Laut Anyer dengan pertimbangan:

a. Tidak terdapat sungai yang memadai untuk dijadikan sumber air di sekitar lokasi pabrik, Ciwandan.
b. Laut Anyer merupakan sumber air terdekat dengan lokasi pabrik.

Air yang diperlukan pada pabrik amonium sulfat ini, antara lain:

a. Air Pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor faktor berikut:

i. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
ii. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
iii. Dapat menyerap sejumlah panaspersatuan volume yang tinggi.

iv. Tidak mudah menyusut dengan adanya perubahan temperatur pendingin.

v. Tidak terdekomposisi.

b. Air Proses

Air Proses ini diunakan dalam proses pembuatan produk secara langsung. Syarat agar iir ini dapat digunakan adalah harus cukup murni, bebas dari segala pengotor, mineral, dan oksigen, yang disebut sebagai air bebas mineral (*demineralized water*)

c. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut:

i. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2, CO_2, H_2S dan NH_3. O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

ii. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silica.

iii. Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan akan menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat yang

tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi

d. Air sanitasi.

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

i. Syarat fisika, meliputi:

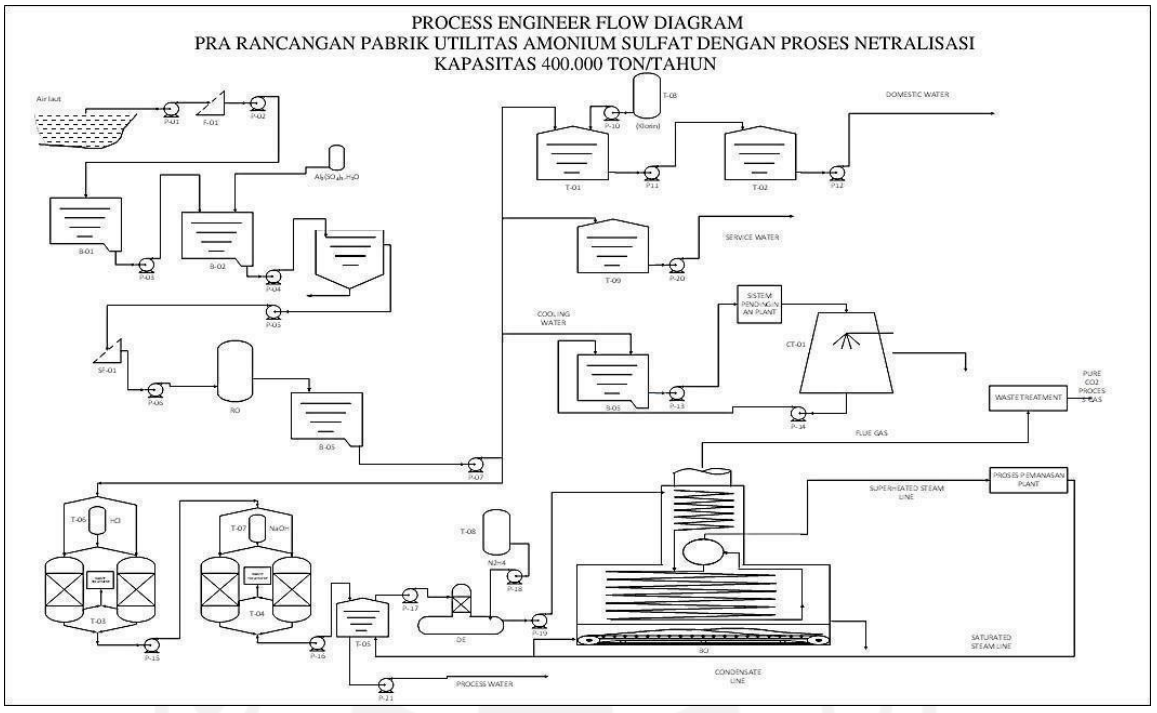
- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

ii. Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat actor dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri.

5.1.2 Unit Pengolahan Air

Dalam perancangan pabrik amonium sulfat ini, kebutuhan air diambil dari air laut yang terdekat dengan pabrik, yaitu dari Laut Anyer.



Gambar 5.1 *Process engineer flow diagram* unit pengolahan air

Keterangan:

a. BU-1 : Bak air Pendingin

b. T-01 : Tangki Klorinasi/ Karbon aktif (TU-01)

c. T-02 : Tangki air bersih (T-02)

d. T-03 : Tangki kation *exchanger*

e. T-04 : Tangki anion *exchanger*

f. T-05 : Tangki air *boiler*

g. T-06 : Tangki H_2SO_4

h. T-07 : Tangki NaOH

i. T-08 : Tangki N_2H_4

j. T-09 : Tangki air servis

k. TU-03 : Klorin

l. P : Pompa

m. De : *Deaerator*

n. Bo : *Boiler*

o. CT : *Cooling Tower*

Tahap-tahapan pengolahan air, yaitu seperti berikut:

a. Penampungan (*Reservoir*)

Air laut dipompakan ke filter untuk menyaring partikel besar sebelum masuk ke areal pengolahan air. Air laut disimpan di *reservoir* sebelum masuk kedalam proses pengolahan air lebih lanjut. Padatan padatan yang lolos dari filter pertama dibiarkan mengendap. Pengendapan pada *reservoir* tidak memerlukan peralatan khusus. Gaya gravitasi dimanfaatkan untuk pengendapat pada *reservoir*.

b. Koagulasi dan Flokulasi

Air dari *reservoir* dipompakan ke bak koagulasi dan dicampurkan dengan $Al_2(SO_4)_3$ (tawas padat) secara *rapid mixing* sehingga membentuk gumpalan. Gumpalan yang terbentuk ini biasa disebut sebagai flok. Flok-flok ini akan mengendap di dasar bak dan air yang memiliki kandungan flok yang rendah akan dialirkan ke bak-bak berikutnya untuk memastikan flok-flok yang terbentuk telah terendapkan semaksimal mungkin.

Penggunaan tawas dalam proses ini dilandaskan bahwa tawas adalah suatu garam hasil perpaduan basa lemah dan asam

kuat. Oleh karena itu, air yang bersifat basa, akan mudah terhidrolisis dengan penambahan tawas.

c. Filtrasi

Air dari bak-bak pengendap dialirkan ke filter pasir untuk menyaring partikel-partikel yang masih lolos dari proses sebelumnya. Filter pasir memiliki beberapa komponen yaitu 3 lapisan padatan yang memiliki porositas yang berbeda. Lapisan paling hingga bawah berturut-turut adalah batu krikil kasar, batu krikil halus, dan pasir. Air yang keluar dari filter ini akan disubjekkan kepada proses demineralisasi terlebih dahulu untuk menurunkan kadar salinitas dari air laut.

d. Desalinasi

Desalinasi pada pabrik sodium karbonat ini menggunakan teknologi *Membrane Reverse Osmosis*. *Reverse Osmosis* adalah suatu proses buatan yang berkebalikan dengan osmosis biasa. Pada proses osmosis, air akan melewati membran semi-permeabel ke arah konsentrasi yang lebih tinggi. Proses ini adalah proses yang terjadi secara alami. Sedangkan pada *reverse* osmosis air yang memiliki konsentrasi garam yang tinggi dipompakan dengan tekanan yang tinggi ke dalam membran, sehingga proses perpindahan massa akan memiliki arah yang terbalik daripada peristiwa osmosis. Air yang memiliki kadar salinitas yang rendah akan menembus membran, sedangkan

yang masih bersisa akan menjadi konsentrat dari proses ini. Dengan *reverse* osmosis, air laut yang memiliki kadar berkisar 10.000 ppm bisa diturunkan menjadi 100 ppm. Air keluaran dari proses desalinasi ini akan didistribusikan ke setiap bagian yang membutuhkan air bersih.

e. Demineralisasi

Air bersih dari proses desalinasi akan masuk kedalam proses demineralisasi. Proses demineralisasi ini terbagi menjadi 2, yaitu pelunakan air dan dealkalinasi. Proses pelunakan air terjadi pada kation *exchanger*. Didalam kation *exchanger*, mineral-mineral sadah seperti Ca2+, Mg2+, Na+, K+, dan mineral lainnya akan dibebaskan dari air bersih. Mineral ini akan ditangkap oleh suatu resin berjenis *hydrogen-zeolite*. Resin memiliki kapasitas untuk menangkap ion-ion ini. Suatu waktu resin tidak mampu lagi untuk menangkap mineral, maka akan disubjekkan kedalam proses regenerasi resin. Regenerasi resin kation *exchanger* dilakukan dengan penambahan asam kuat HCl, sehingga akan membentuk garam-garam seperti NaCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$, KCl, dan mineral sadah lainnya dan dibuang ke unit pengolahan limbah. Air keluaran dari kation *exchanger* adalah air bebas mineral yang tendensi untuk membentuk*scalling*-nya sudah diminimalkan.

Air yang telah melewati kation *exchanger* akan disubjekkan kedalam anion *exchanger* untuk dilakukan proses dealkalinasi. Proses ini bertujuan untuk menangkap ion-ion negatif seperti HCO^{3-},CO_3^{2-}, SO_4^{2-},Cl^- , dan lain-lain. Ion negatif ini harus ditangkap karena akan jika air bersifat basa ini dipanaskan, akan berpotensi untuk membentuk gas CO_2 yang bisa menurunkan performa *boiler* dan alat proses lainnya. Proses penangkapan ion-ion memiliki mekanisme yang mirip pada proses pelunakan air. Perbedaan utama nya adalah jenis resin yang digunakan. Jenis resin yang digunakan *weakly basic anion exchanger*. Pada proses ini, saat resin sudah memenuhi kapasitasnya untuk menangkap ion, resin akan diregenerasikan dengan menambahkan basa kuat NaOH sehingga terbentuk garam seperti $NaHCO_3$, NaCl, Na_2CO_3, $CaSO_4$, dan lain-lain. Air keluaran dari anion *exchanger* ini sudah bisa digunakan sebagai air proses. Tetapi untuk penggunaan sebagai air umpan *boiler*, perlu dilakukan proses lebih lanjut.

6. Dearasi

Air keluaran dari proses demineralisasi yang akan dijadikan umpan *boiler* akan disubjekkan ke proses dearasi untuk menghilangkan gas-gas terlarut dalam air, terutama gas O_2 yang berpotensi untuk menyebabkan korosi pada *boiler*. Korosi pada boiler memiliki konsekuensi yang sangat berbahaya, selain

perpendekan umur *boiler*. Pengikisan didalam *boiler* berpotensi menyebabkan peledakan dikarenakan ekspansi tekanan yang tidak sesuai dengan tekanan desain. Untuk menghilangkan gas-gas terlarut, senyawa N_2H_4 (hidrazin) ditambahkan untuk mengikat O_2 dan gas terlarut lainnya. Sehingga air tanpa gas terlarut dapat diperoleh dan dijadikan air umpan *boiler*.

5.2. Unit Pembangkit *Steam*

Pada pabrik ini, *steam* dibangkitkan boiler jenis *Stoker Water Tube Boiler* with *Travelling Grate*. Kapasitas *boiler* adalah 41.169,6 kg jam^{-1} *superheated* steam 350^oC ; 80 bar abs. Bahan bakar yang digunakan adalah batu bara. Batu bara yang dibutuhkan adalah sebanyak 7,2 ton jam-1 dengan jenis batu bara bituminous yang di*supply* melalui sistem *travelling grate* yang ada pada *boiler*. *Boiler* dilengkapi dengan unit *economizer safety valve system* dan pengaman yang bekerja otomatis. Kadar-kadar pengotor pada air umpan boiler yang masih lolos dari tahap pengolahan air sebelumnya diatur terlebih dahulu. Selain itu juga perlu untuk mengatur pH untuk mengurangi resiko korosi. Maka dari itu perlu untuk mengatur pH agar bertahan pada range 10,5-11,5. Sebelum masuk ke *boiler*, umpan di panaskan terlebih dahulu di dalam *economizer*. Di dalam alat ini terjadi pertukaran panas dengan memanfaatkan panas dari *flue* gas pembakaran batubara yang keluar dari *boiler*. Di dalam *boiler* api yang keluar dari *burner* akan memanaskan permukaan pipa dalam *boiler* yang berisi air umpan *boiler* yang telah dipanaskan di *economizer*. Gas sisa pembakaran

nantinya akan masuk ke dalam *economizer* sebelum dialirkan ke unit *recovery flue* gas, panas dapat diserap secara maksimal. Pemanasan air di atas titik didihnya pada tekanan jenuhnya akan menghasilkan *superheated steam*. Pada saat tekanan *boiler* mencapai 80 bar abs dan suhu mencapai 295^{o}C air akan berubah menjadi *saturated steam* dan dialirkan ke salah satu bagian *boiler* yaitu *superheater*. *Saturated steam* akan terus dipanaskan hingga suhunya mencapai 350^{o}C. *Superheated steam* yang terbentuk akan dialirkan ke *steam header*. Lalu pada *steam header* akan terjadi pembagian arus *steam*. Sebagian *superheated steam* langsung dialirkan ke proses pemanasan di RB-02, dan sebagian *superheated steam* dialirkan ke turbin untuk menghasilkan listrik dan menurunkan tekanan *steam* hingga menjadi *saturated steam* dengan tekanan 4,7 bar abs dan suhu 150^{o}C. Lalu *saturated steam* ini akan dialirkan ke alat proses yang membutuhkan pemanasan.

5.3. Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan *power* - *power* yang dinilai penting antara lain *boiler*, kompresor, pompa.

Spesifikasi diesel yang digunakan adalah:

Kapasitas : 600 kW

Jenis : Generator diesel

Jumlah : 1 unit

Prinsip kerja dari diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan listrik PLN 100%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dapat dilihat pada tabel berikut.

a. Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses

Tabel 5.1 Kebutuhan listrik untuk alat proses

Alat	**Kode alat**	**Daya**	
		HP	**Watt**
Reaktor	R-01	-	-
Centrifuge	CF-01	20	14.914
Rotary Driyer	RD-01	40	29.828
Cyclone	CC-01	-	-
Pompa-1	PU-01	0,750	559,275
Expander	EX-01	200	149.140
Screw Conveyor-1	SC-01	6,090	4.541,296
Screw Conveyor-2	SC-02	11,282	8.412,992
Screw Conveyor-3	SC-03	10,153	7.571,124
Screw Conveyor-4	SC-04	0,076	56,723
Blower-1	BL-01	10	7.457
Blower-2	BL-02	0,750	559,275
Silo-01	SL-01	-	-
Total		**388,100**	**289.406,984**

b. Kebutuhan Listrik untuk alat Utilitas

Tabel 5.2 Kebutuhan listrik untuk alat utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		HP	**Watt**
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	B-02	2	1.491,400
Blower Cooling Tower	BL-01	0,250	186,425
Kompresor Udara	CP-01	5	3.728,500
Pompa-01	PU-01	0,050	37,285
Pompa-02	PU-02	10	7.457
Pompa-03	PU-03	5	3.728,500
Pompa-04	PU-04	5	3.728,500
Pompa-05	PU-05	0,750	559,275
Pompa-06	PU-06	0,750	559,275
Pompa-07	PU-07	0,250	186,425
Pompa-08	PU-08	0,250	186,425
Pompa-09	PU-09	0,250	186,425
Pompa-10	PU-10	0,050	37,285
Pompa-11	PU-11	0,050	37,285
Pompa-12	PU-12	20	14.914
Pompa-13	PU-13	0,050	37,285
Pompa-14	PU-14	1,500	1.118,550
Pompa-15	PU-15	1,500	1.118,550
Pompa-16	PU-16	0,750	559,275
Pompa-17	PU-17	0,050	37,285
Pompa-18	PU-18	0,050	37,285
Pompa-19	PU-19	0,050	37,285
Pompa-20	PU-20	0,500	372,850
Pompa-21	PU-21	0,050	37,285
Total		**27,550**	**38.888**

Kebutuhan listrik untuk keperluan lain = 200 kwatt

Total kebutuhan listrik adalah 538,508 kwatt

5.4. Unit Penyediaan Udara Tekan

Proses yang terjadi pada unit penyedia udara instrumen pada dasarnya yaitu untuk mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrumen udara. Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 46,728 m^3 /jam.

5.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada *generator* dan *boiler*. Bahan bakar yang digunakan untuk *generator* adalah solar (*Industrial Diesel Oil*) sebanyak 59 kg/jam yang diperoleh dari PT. Pertamina. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada *boiler* adalah solar sebanyak 250 kg/jam yang juga diperoleh dari PT. Pertamina.

5.6. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari proses di pabrik ini berupa limbah gas. Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah tersebut diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu lingkungan. Hal ini dilakukan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan.

Limbah gas merupakan keluaran dari reaktor. Limbah yang keluar dari reaktor masih mengandung H_2SO_4. Limbah tersebut perlu diolah lebih lanjut sebelum di buang ke lingkungan, karena H_2SO_4 berbahaya bila terhirup oleh masyarakat sekita sehingga perlu umpankan ke Unit Pengolahan Limbah (UPL)

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

6.1. Analisis Keuangan (*Finance*)

6.1.1. Capital Investment

Capital Investment adalah akumulasi pengeluaran yang diperlukan untuk membangun dan mengoperasikan fasilitas-fasilitas pabrik. *Capital Investement* mencakup beberapa hal yaitu:

a. Fixed

Biaya untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik. Biaya *fixed capital* didapatkan dari penjumlahan biaya pembangunan *plant*, biaya kontraktor, dan biaya cadangan (biaya tidak terduga).

b. Working Capital

Biaya yang diperlukan dalam penjalanan usaha agar operasi dapat berjalan sesuai dengan target di waktu tertentu. Biaya ini didapatkan dari biaya bahan baku untuk kebutuhan produksi dan siklus produksi, biaya penyimpanan produk sebelum dikirimkan ke konsumen, biaya pelayanan konsumen, dan biaya pembayaran gaji, jasa, dan material.

6.1.2. Total Production Cost

Manufaturing Cost adalah akumulasi dari *Direct, Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost* yang berkaitan dalam pembuatan produk. *Manucaturing Cost* mencakup beberapa hal yaitu:

a. Direct Manufacturing Cost

Direct Cost merupakan pengeluaran yang langsung berkaitan dengan pembuatan suatu produk atau operasi manufaktur. Biaya *direct manufacturing cost* didapatkan dari total biaya bahan baku, tenaga kerja, *supervisor, maintenance*, dan *plant supplies*.

b. Indirect Manufacturing Cost

Indirect Cost merupakan pengeluaran pengeluaran yang tidak langsung ditinjau dari operasi pabrik. Biaya *indirect manufacturing cost* didapatkan dari total biaya *payroll overall*, laboratorium, *plant overhead*, *packaging*, dan *shipping*.

c. Fixed Manufacturing Cost

Fixed Cost merupakan biaya – biaya tertentu yang tetap dikeluarkan pada saat pabrik beroperasi maupun tidak. Biaya *fixed manufacturing cost* didapatkan dari total biaya depresiasi, pajak properti, dan asuransi.

d. General Expenses

Berupa pengeluaran umum meliputi pengeluaran–pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost.*

6.2. Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisa kelayakan digunakan untukmengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak secara ekonomi. Berikut adalah perhitungan – perhitungan yang digunakan dalam analisa kelayakan ekonomi dari suatu rancangan pabrik.

6.2.1. *Persent Return Of Investment* (ROI)

Return On Investment merupakan suatu tingkatan keuntungan yang bisa didapatkan dari hasil tingkat investasi yang dikeluarkan. Nilai ROI didapatkan menggunakan rumus:

$$ROI_{sebelum\ pajak} = \frac{Keuntungan\ sebelum\ pajak}{Fixed\ capital} \times 100\%$$

$$ROI_{setelah\ \ pajak} = \frac{Keuntungan\ setelah\ pajak}{Fixed\ capital} \times 100\%$$

6.2.2. *Pay Out Time* (POT)

Waktu pengembalian modal yang didapatkan dari keuntungan. Perhitungan ini diperlukan dengan tujuan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi akan kembali. Nilai POT didapatkan menggunakan rumus:

$$POT_{sebelum\ pajak} = \frac{Fixed\ capital}{Keuntungan\ sebelum\ pajak + 0{,}1 \times fixed\ capital}$$

$$POT_{setelah\ pajak} = \frac{Fixed\ capital}{Keuntungan\ setelah\ pajak + 0{,}1 \times fixed\ capital}$$

6.2.3. *Break Even Point* (BEP)

BEP adalah titik impas produksi dimana menunjukan tingkat jumlah biaya dan penghasilan dengan nilai yang sama. Titik ini melambangkan kondisi pabrik dimana tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Pabrik akan mengalami keuntungan jika pabrik beroperasi di atas titik impas (BEP), begitu juga sebaliknya pabrik akan mengalami kerugian apabila pabrik beropeasi dibawah BEP. BEP digunakan untuk menganalisa performa pabrik, sehingga tidak memiliki batasan pasti. Semakin kecil nilai BEP, maka kemungkinan pabrik untung dengan produksi yang sedikit akan semakin besar. Nilai *break even point* didapatkan menggunakan rumus:

$$BEP = \frac{Fa + (0{,}3 \times Ra)}{Sa - Va - (0{,}7 \times Ra)} \times 100\%$$

Keterangan:

Fa : *fixed cost* atau total biaya depresiasi, pajak properti, dan asuransi

Ra : *regulated cost* atau total biaya gaji karyawan, *payroll overhead*, supervisi, *plant overhead*, laboratorium, *generalexpense*, *maintenance*, dan *plant supplies*

Va : *variable cost* atau ttal biaya bahan baku, *packaging*, *shipping*, dan royalti

Sa : *sales* atau biaya penjualan

6.2.4. *Shut Down Point* (SDP)

SDP adalah titik penetuan suatu operasi pabrik atau aktivitas produksi dihentikan. Hal ini dapat terjadi jika nilai *variable cost* yang terlalu tinggi, atau faktor lainnya seperti sistem manajemen yang buruk buruk sehingga tidak dapat menghasilkan suatu profit. Nilai *shut down point* didapatkan menggunakan rumus:

$$BEP = \frac{0{,}3 \times Ra}{Sa - Va - (0{,}7 \times Ra)} \times 100\%$$

6.2.5. *Discounted Cash Flow* (DCF)

Discounted Cash Flow Rate adalah besarnya perkiraan profit yang dihasilkan dalam setiap tahun, berdasar dari investasi yang tidak kembali selama umur pabrik. Batasan DCFR sendiri adalah 1,5 kali bunga bank. Nilai DCFR didapatkan dengan menggunakan rumus:

$$DCFR = 1{,}5 \times suku\ bunga\ banyak$$

6.3. Hasil Analisa Kelayakan

6.3.1 Penentuan *Fixed Capital Investment* (FCI)

Tabel 6.1 *Physical Plant Cost* (PPC)

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Purchased Equipment cost*	109.128.312.740	7.615.374
2	*Delivered Equipment Cost*	27.282.078.185	1.903.844
3	Instalasi cost	46.925.174.478	3.274.611
4	Pemipaan	39.286.192.586	2.741.535
5	Instrumentasi	32.738.493.822	2.284.612
6	Insulasi	8.730.265.019	609.230
7	Listrik	16.369.246.911	1.142.306
8	Bangunan	150.175.000.000	10.479.763.
9	*Land & Yard Improvement*	53.809.000.000	3.754.990
Physical Plant Cost (PPC)		**484.443.763.742**	**33.806.264**

Tabel 6.2 *Direct Plant Cost* (DCP)

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Teknik dan Konstruksi	96.888.752.748	6.761.253
Total (DPC + PPC)		**581.332.516.490**	**40.567.517**

Tabel 6.3 *Fixed Capital Investment* (FCI)

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Total DPC + PPC	581.332.516.490	40.567.517
2	Kontraktor	23.253.300.660	1.622.701
3	Biaya tak terduga	58.133.251.649	4.056.752
Fixed Capital Investment (FCI)		**662.719.068.799**	**46.246.969**

6.3.2 Penentuan *Total Production Cost* (TPC)

Tabel 6.4 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material*	2.354.725.499.587	164.321.389
2	*Labor*	24.980.400.000	1.743.224
3	*Supervision*	2.997.648.000	209.187
4	*Maintenance*	13.254.381.376	924.939
5	*Plant Supplies*	1.988.157.206	138.741
6	*Royalty and Patents*	44.303.020.237	3.091.627
7	*Utilities*	30.445.461.340	2.124.596
Direct Manufacturing Cost (DMC)		**2.472.694.567.747**	**172.553.703**

Tabel 6.5 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Payroll Overhead*	3.747.060.000	261.484
2	*Laboratory*	2.498.040.000	174.322
3	*Plant Overhead*	19.984.320.000	1.394.579
4	*Packaging and Shipping*	221.515.101.186	15.458.137
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		**247.744.521.186**	**17.288.522**

Tabel 6.6 *Fixed Manufacturing Cost* (FMC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Depreciation*	66.271.906.880	4.624.697
2	*Propertu taxes*	13.254.381.376	924.939
3	*Insurance*	6.627.190.688	462.470
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		**86.153.478.944**	**6.012.106**

Tabel 6.7 *Manufacturing Cost* (MC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Manufacturing Cost (DMC)*	2.472.694.567.747	172.553.703
2	*Indirect Manufacturing Cost (IMC)*	247.744.521.186	17.288.522
3	*Fixed Manufacturing Cost (FMC)*	86.153.478.944	6.012.106
Manufacturing Cost (MC)		**2.806.592.567.877**	**195.854.331**

Tabel 6.8 *Working Capital* (WC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material Inventory*	642.197.863.524	44.814.924
2	*In Process Inventory*	382.717.168.347	26.707.409
3	*Product Inventory*	255.144.778.898	17.804.939
4	*Extended Credit*	1.208.264.188.289	84.317.110
5	*Available Cash*	765.434.336.694	53.414.818
Working Capital (WC)		**3.253.758.335.751**	**227.059.200**

Tabel 6.9 *General Expense* (GE)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Administration*	168.395.554.073	11.751.260
2	*Sales expense*	617.450.364.933	43.087.953
3	*Research*	224.527.405.430	15.668.347
4	*Finance*	156.659.096.182	10.932.247
General Expense (GE)		**1.167.032.420.618**	**81.439.806**

Tabel 6.10 *Total Production Cost* (TPC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Manufacturing Cost (MC)*	2.806.592.567.877	195.854.331
2	*General Expense (GE)*	1.167.032.420.618	81.439.806
Total Production Cost (TPC)		**3.973.624.988.494**	**277.294.137**

6.3.3 Penentuan *Fixed Cost* (Fa)

Tabel 6.11 *Fixed Cost* (Fa)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Depreciation*	66.271.906.880	4.624.697
2	*Property taxes*	13.254.381.376	924.939
3	*Insurance*	6.627.190.688	462.470
Fixed Cost (Fa)		**86.153.478.944**	**6.012.106**

6.3.4 Penentuan *Variable Cost* (Va)

Tabel 6.12 *Variable Cost* (Va)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw material*	2.354.725.499.587	164.321.389
2	*Packaging & shipping*	221.515.101.186	15.458.137
3	*Utilities*	30.445.461.340	2.124.596
4	*Royalties and Patents*	44.303.020.237	3.091.627
Variable Cost (Va)		**2.650.989.082.351**	**184.995.749**

6.3.5 Penentuan Regulated Cost (Ra)

Tabel 6.13 *Regulated Cost* (Ra)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Labor cost*	24.980.400.000	1.743.224
2	*Plant overhead*	19.984.320.000	1.394.579
3	*Payroll overhead*	3.747.060.000	261.484
4	*Supervision*	2.997.648.000	209.187
5	*Laboratory*	2.498.040.000	174.322
6	*Administration*	168.395.554.073	11.751.260
7	*Finance*	156.659.096.182	10.932.247
8	*Sales expense*	617.450.364.933	43.087.953
9	*Research*	224.527.405.430	15.668.347
10	*Maintenance*	13.254.381.376	924.939
11	*Plant supplies*	1.988.157.206	138.741
Regulated Cost (Ra)		**1.236.482.427.200**	**86.286.282**

6.3.6 Perhitungan Keuntungan

Harga jual produk Ammonium Sulfat = Rp 10.998,81/kg

Annual Sales (Sa) = Rp 4.430.302.023.726,45

Total Cost = Rp 3.973.624.988.494,31

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp 456.677.035.232,14

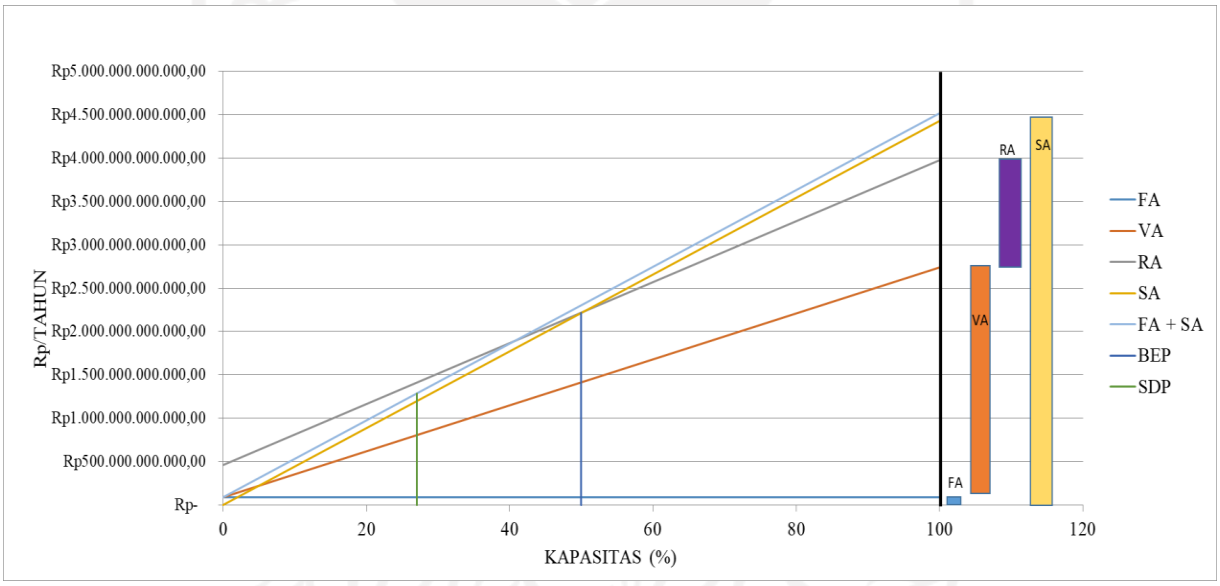
Keuntungan Setelah Pajak = Rp 296.840.072.901,00

Hasil analisa kelayakan pembangunan pabrik dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6.14 Parameter kelayakan pabrik

Parameter	Nilai
Return of Investment	
a. Sebelum pajak	68,91 %
b. Setelah pajak	44,79 %
Pay Out Time	
a. Sebelum pajak	1,3 tahun
b. Setelah pajak	2 tahun
Break Even Point	50,02 %
Shut Down Point	27,06 %
Discounted Cash Flow Rate	15,03 %

Representasi visual dari analisa di atas, dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 6.1 Grafik analisa *Break Even Point* dan *Shut Down Point*

6.4. Analisis Risiko Pabrik

Analisis risiko pabrik ini dilakukan untuk mengetahui segala risiko besar dan risiko kecil yang ada di pabrik amonium sulfat ini. Setelah mengetahui

segala risikonya, solusinya pun dianalisis untuk mengendalikan kemungkinan yang akan terjadi

6.4.1. Pengolahan Bahan Baku

Ada beberapa risiko selama pengolahan bahan baku, yaitu terjadi kecelakaan dalam transportasi bahan baku menuju pabrik maonium sulfat dan ada kemungkinan pekerja akan menghirup bahan baku tersebut. Untuk tabrakan ini memiliki risiko rendah dan untuk terhirupnya bahan baku memiliki risiko sedang kepada pekerja. Usaha pengendalian risiko ini dapat berupa pemilihan sopir yang lebih ketat, seperti memlih sopir yang sudah berpengalaman dalam mengendarai kendaraan bermuatan besar. Dapat juga dengan mengadakan *training* untuk setiap pekerja. Pemakaian alat pelindung diri (APD) selama bekerja juga turut berperan dalam pengendalian risiko ini.

6.4.2. Proses Pembuatan Produk

Selama proses pembuatan produk amonium sulfat, suhu operasi alat berkisar antara 25^{o}C sampai 150^{o}C dan tekanan berkisar antara 1 atm sampai 13 atm. Untuk kondisi operasi tersebut, tingkatannya termasuk risiko sedang. Risiko ini dapat dikendalikan dengan penerapan SOP bagi semua pekerja selama berada di lingkungan pabrik.

Selain kondisi operasi terdapat bahaya lain, yaitu limbah gas keluaran reaktor berupa H_2SO_4 yang apabila terhirup pekerja dan masyarakat sekitar akan berisiko tinggi yang dapat menimbulkan rasa terbakar pada saluran pernapasan hingga dapat menyebabkan kematian.

Oleh karena itu, pengendalian risiko ini dilakukan dengan mengumpankan gas H_2SO_4 ke unit Pengolahan Limbah (UPL).

6.4.3. Utilitas

Suhu operasi alat utilitas berkisar antara 27^oC sampai 150^oC dan tekanan operasi sebesar 1 atm. Dari kondisi operasi ini menunjukkan bahwa bagian utilitas pabrik memilik risiko sedang. Dapat dikendalikan dengan penerapan SOP yang tepat kepada semua pekerja selama berada di kawasan pabrik.

6.4.4. Ekonomi

Berdasarkan evaluasi ekonomi yang telah dilakukan, didapatkan bahwa nilai *break even point* (BEP) adalah 50,02% dengan *pay out time* (POT) sebelum pajak 1,3 tahun dan setelah pajak adalah 2 tahun, serta *return of investment* (ROI) sebelum pajak 68,91% dan setelah pajak 44,79%. Nilai BEP menyatakan bahwa pabrik hanya perlu melakukan produksi kurang lebih sebesar setengah dari kapasitas pabrik untuk mendapatkan keuntungan dan dilihat dari nilai POT, dapat dinyatakan bahwa pabrik merupakan pabrik risiko rendah karena nilai maksimal POT sebelum pajak adalah 5 tahun. Sedangkan nilai ROI lumayan tinggi. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa risiko tergolong rendah.

Berdasarkan analisis risiko dan pengendaliannya di atas, dapat disimpulkan bahwa pabrik amonium sulfat ini memiliki tingkat risiko yang rendah.

BAB VII

PENUTUP

7.1. Kesimpulan

Dari pra rancangan pabrik amonium sulfat dengan kapasitas 400.000 ton/tahun ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

a. Ditinjau dari kondisi operasi pabrik, sifat bahan baku, sifat produk, dan lokasi pabrik, pabrik ini tergolong ke dalam pabrik berisiko rendah.
b. Berdasarkan analisis ekonomi, didapatkan:
    i. Keuntungan setelah pajak adalah sebesar Rp 298.374.051.555,82.
    ii. ROI sebelum pajak sebesar 68,91% dan setelah pajak sebesar 44,79%. Untuk pabrik kimia risiko rendah, nilai ROI sebelum pajak minimal yang dapat diterima adalah 11%. (Aries, 1957)
    iii. POT sebelum pajak yaitu 1,3 tahun dan setelah pajak yaitu 2 tahun. Untuk pabrik kimia risiko rendah, nilai maksimal POT sebelum pajak adalah 5 tahun.
    iv. *Break Even Point* didapatkan pada kapasitas produksi 50,02% yang artinya bahwa pabrik ini tidak begitu perlu untuk sangat menekan kapasitas produksi untuk memperoleh keuntungan.
    v. *Shut Down Point* didapatkan pada kapasitas 27,06%, yang artinya bahwa pabrik ini hanya akan ditutup jika perusahaan memang tidak mampu lagi untuk menjalankan produksi.
    vi. *Discounted Cash Flow Rate* didapatkan sebesar 15,03 %.

c. Berdasarkan hasil analisa kelayakan ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pabrik amonium sulfat dengan kapasitas 400.000 ton/tahun ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

7.2. Saran

a. Mengoptimalkan pemilihan bahan baku, alat proses, dan alat penunjang untuk memaksimalkan keuntungan yang diperoleh.
b. Seiring dengan perkembangan pabrik kimia, diharapkan berkembangnya pengolahan limbah yang lebih ramah lingkungan untuk tetap menjaga kelestarian alam.

DAFTAR PUSTAKA

A Potter, &. P. (2007). *Buku Ajar Fundamental Keperawatan: Konsep, Proses, dan Praktik, edisi 4, Volume 2.* Jakarta: EGC.

Alibaba. (2022, January 6). *Chemical Machinery & Equipment*. Retrieved from Alibaba.com: https://www.alibaba.com/machinery/chemical-pharmaceutical-machinery/p43_p100010655?spm=a2700.8293689.HomeLeftCategory.d100010655.1af867afoq52ob

Aries, R. S. (1957). *Chemical Engineering Cost Estimation.* New York, united States of America: Mc Graw Hill Book Company Inc.

Assauri, S. (1998). *Manajemen Operasi dan Produksi.* Jakarta: LPFE UI.

Banchero, J. T. (1955). *Introduction to Chemical Engineering.* New York: Mc Graw Hill.

Brownell & Young, E. (1959). *Process Equipment Design.* New York: John Wiley & Sons.

Coulson, J. (1983). *Chemical Engineering, Vol. 6.* Oxford: Pergamon Press.

Gresik, P. (2021, December 30). *Production Capacity*. Retrieved from Petrokimia Gresik: https://petrokimia-gresik.com/page/kapasitas-produksi?hl=en

Gresik, P. (2022, January 4). *Produk*. Retrieved from Petrokimia Gresik: https://petrokimia-gresik.com/product/pupuk-za?hl=en

Heizer, J. d. (2006). *Manajemen Operasi, Edisi 7.* Jakarta: Salemba Empat.

Indonesia, A. P. (2021, December 30). *Consumption Report*. Retrieved from Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia: https://www.appi.or.id/consumption-report/fertilizer-consumption-60a5c46f427d1

Indonesia, A. P. (2021, December 30). *Supply Report*. Retrieved from Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia : https://www.appi.or.id/supply-report

Indrajani. (2011). *Perancangan Basis Data dalam All in 1*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.

Kern, D. (1950). *Process Heat Transfer, 24th Edition.* Singapore: Mc Graw Hill International Editions.

Kirk, R. &. (1983). *Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd Edition.* New York: A Wiley Inter Science.

Levenspiel, O. (1972). *Chemical Reaction Engineering, 2nd Edition.* Singapore: John Willey and Sons.

Levenspiel, O. (1999). *Chemical engineering. 3rd Edition.* New York: John Wiley and Sons.

Matches. (2022, January 6). *Matches' Process Equipment Cost Estimates*. Retrieved from Matches: http://matche.com/equipcost/Default.html

Perry, R. H. (2007). *Perry's Chemical Engineers' Handbook, Seventh Edition.* New York: McGraw-Hill.

Peters, M. a. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 4th Edition.* New York: Mc Graw Hill Book Co., Inc.

Sinnott, R. K. (1989). *Chemical Engineering Kinetics, 5th Edition.* Singapore: McGraw-Hill Book Company.

Smith, J. a. (1973). *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 3rd Edition.* Kogakusha, Tokyo: Mc Graw Hill.

Statistik, B. P. (2021, December 30). *Ekspor-Impor*. Retrieved from Badan Pusat Statistik: https://www.bps.go.id/exim/

Statistik, B. P. (2021, December 30). *Tanaman Pangan*. Retrieved from Badan Pusat Statistik: https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/895

Sutarto. (2002). *Dasar-Dasar Organisasi.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Treybal, R. (1981). *Mass Transfer Operation, 3rd Edition.* Singapore: McGraw-Hill Book Company.

Ulrich, G. D. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics.* New York: John Wiley and Sons, Inc.

Vogel. (1979). *Textbook of Macro and Semimacro Qualitative Inorganic Analysis, Fifth Edition.* New York: Longman Group.

Yamit, Z. (2013). *Manajemen Kualitas Produk & Jasa.* Yogyakarta: Ekonisia.

Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook.* New York: McGraw Hill Company, Inc.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN REAKTOR

Kode alat : R-01

Jenis : *Bubble Column Reactor*

Fungsi : Mereaksikan amonia dan asam sulfat menjadi amonium sulfat

Kondisi Operasi:

a. Suhu : 110^{o}C

b. Tekanan : 1 atm

c. Sifat reaksi : Eksotermis

Pada tahun 1923 G.N Lewis, mengajukan empat kriteria untuk reaksi asam basa:

a. Reaksi asam dan basa adalah reaksi yang cepat

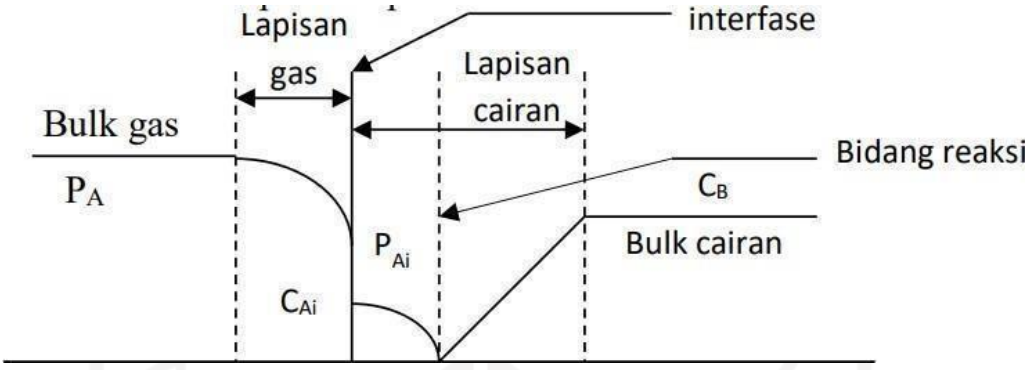
b. Suatu asam kuat atau basa kuat dapat mengganti asam yang lebih lemah atau basa yang lebih lemah dan suatu senyawa

c. Indikator dapat digunakan untuk menentukan titik ekivalensi reaksi asam basa

d. Asam dan basa dapat berfungsi sebagai katalis yang penting

Seperti halnya reaksi netralisasi yang lain, reaksi antara H_2SO_4 dan NH_3 berlangsung sangat cepat. Pembentukan fase lain dalam suatu reaksi kimia biasa mempengaruhi kecepatan reaksi. Dalam kasus dimana terjadi padatan, fenomena

pembentukan inti kristal, agregasi, dan aglomerasi menentukan ukuran dan struktur partikel padatan.



Mekanisme Reaksi :

Gas A berdifusi masuk ke bidang batas (interface gas-cair) melalui lapisan gas dan terus berdifusi masuk ke lapisan cairan. Karena kecepatan reaksi kimia berjalan cukup cepat maka reaksi terjadi di *liquid-film*, sehingga tidak ada A yang berdifusi masuk ke dalam larutan dan bereaksi dengan B di fase larutan (tidak adaA yang masuk ke main body of liquid untuk bereaksi). (Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, 2nd Edition, 1972)

Dimana :

PA : Konsentrasi bahan didalam fase gas yang dinyatakan dengan tekanan

Pai : Konsentrasi bahan di dalam interface yang dinyatakan dengan tekanan

Cai : Konsentrasi gas pada bidang batas gas-cair yang setimbang dengan konsentrasi gas.

CB : Konsentrasi bahan asam sulfat di dalam larutan

Kesetimbangan pada interface dinyatakan dengan Henry Law's :

$PAi = HA \times CAi$

Dimana :

HA = Koefisien Henry (Pa m^3/mol)

$A_{(g \rightarrow l)} + B_{(l)} \rightarrow C_{(l)} + D_{(l)}$

a. Zat A tidak dapat langsung bereaksi dengan zat B, zat A mengubah dahulu ke dalam fase cairan agar dapat bereaksi dengan zat B

b. Reaksi terjadi pada kondisi A cair dan B cair sehingga terbentuk produk C

Persamaan umum kecepatan reaksi partikel A :

$$-r''_A = \frac{1}{\frac{1}{k_{Ag}.a} + \frac{H_A}{k_{Ai}.a.E} + \frac{H_A}{k.C_{B0}.(1-X_B).f_i}}$$

Dengan:

k_{Ag} : Koefisien transfer massa dalamlapisan gas

a : Luas permukaan per satuan volume

k_{Ai} : Koefisien transfer massa dalam cairan

$k.C_{B0}$: Koefisien transfer massa dalampadatan

X_B : Konversi mol

f_i : Fraksi mol cairan

P_A : Tekanan parsial NH_3 di *bulk* gas, atm

Proses pembentukan amonium sulfat merupakan reaksi netralisasi yang terjadi antara gas amonia dan asam sulfat cair. Reaksi yang terjadi adalah:

$2NH_{3(g)} + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_{4(s)} + Q$

Mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^-$

$2NH_3 + 2H^+ \leftrightarrow 2NH_4^+$

$2NH_4^+ + SO_4^- \rightarrow (NH_4)_2SO_4$

$2NH_{3(g)} + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_{4(s)}$

Mekanisme ini adalah berdasarkan teori Bronsted-Lowry dimana asam merupakan proton donor dan basa merupakan proton akseptor

Dengan A : NH_3 B : H_2SO_4, dan C : $(NH_4)_2SO_4$, Maka langkah-langkah reaksi adalah sebagai berikut :

Persamaan stoikiometri komponen :

$F_A = F_{A0}(1\text{-}X_A)$

$F_B = F_{B0} - F_{A0} X_A$

$F_C = F_{C0} + F_{A0} X_A$

Transfer massa NH3 dari garis ke cairan

$A(g) \rightarrow A(l)$ $\qquad rA = Kl \,.\, a\,(\mathrm{PAg} - \mathrm{PAg}*)$

Reaksi kimia di fase cair

$A(l) \rightarrow B(l) \rightarrow Cl$ $\qquad rA = kr.\, CAL.\, CBL$

Transfer masa ammonium sulfat dari cairan ke permukaan kristal

$Cl \rightarrow C(s)$ $\qquad rC = kc\,.\,(Cc - Cc*)$

Langkah – langkah perancangan :

1. Menentukan Konstanta Kecepatan Reaksi

Kecepatan reaksi :

$k = Ae{-}E/RT$

$k = 1{,}1\ x\ 107e\ {-}96{,}2/RT$

Dimana : T = 107°C = 380 K

R = 1,9872 cal/mol.K

Maka k pada kondisi operasi didapatkan sebesar :

k = 9,684,245,221 L/kmol.s

(Sinnott, 1989)

2. Menentukan Kecepatan Laju Volumetric Umpan Masuk Ke Reactor

Komponen Pada Reaktor Saat Reaksi Netralisasi			
Fase Cair (kmol/jam)		Fase Gas (kmol/jam)	
H_2O	53,7	NH_3	757,8
H_2SO_4	378,9		

Komponen Pada Reaktor Saat Reaksi Netralisasi			
Fase Cair		Fase Gas	
H_2O	12%	NH_3	100%
H_2SO_4	88%		

Campuran Komponen Reaktor Saat Reaksi Netralisasi			
H_2O	966,6	Kg/jam	1%
H_2SO_4	37.889,1	Kg/jam	49%
NH_3	38.469,1	Kg/jam	50%
Total	77.324,8	Kg/jam	100%

Kecepatan laju volumetric umpan masuk reaktor:

$$F_v = \frac{m}{\rho}$$

Dimana:

m : Kecepatan umpan masuk reaktor, kg/jam

ρ : densitas komponen, kg/L

Menentukan densitas untuk fase cair:

$$\rho_L = A.\, B^{-(1-\frac{T}{T_C})^n}$$

Dimana :

ρ H_2SO_4 : densitas H_2SO_4, g/ml

ρ H_2O : densitas H_2O, g/ml

T : Temperatur operasi (380 K)

Tc : Temperatur kritis

Komponen	A	B	n	Tc (K)	T (K)	(1-(T/Tc))	ρl (gr/ml)	ρl (kg/l)
H_2SO_4	0,4217	0,1936	0,2857	925,00	380	0,8597	1,730	1,730
H_2O	0,3471	0,2740	0,2857	647,13	380	0,7766	0,949	0,949
$(NH_4)_2SO_4$							1,560	1,560

(Yaws, 1999)

Laju Volumetric umoan masuk fase cair

QL= 42,736 m^3/jam

Qv= 52.553,394 m^3/jam

3. Menentukan konsentrasi komponen umpan masuk reaktor

$$C_{Komponen} = \frac{mol\ komponen\ masuk}{Fv}$$

Ca_0 = 0,044 kmol/m^3

Cb_0 = 8,867 kmol/m^3

4. Menentukan Difusitas Gas

$$DAL = \frac{7.4.10^{-8}(\theta_L.Mb)^{0.5}(T)}{\mu_L.V_A^{0.6}}$$

(Coulson, 1983) vol 6 : 332

θL (Faktor asosiasi) : 1

BM (Berat Molekul) : 98 gr/mol

μL (Viskositas cairan H_2SO_4) : 0,174 gr/cm.s

T (Suhu operasi) : 38 K

VA (Volume molekular NH_3) : 25,8 cm^3/mol

DAL (Difusitas gas ke cairan) : 0,000860 cm^2/s

5. Menentukan Diameter Gelembung

$$D_B = \left[\frac{6.do.\sigma}{g(\rho_L - \rho_G)}\right]^{1/3} \qquad D_B < 0.078\left[\frac{\sigma}{\rho_L - \rho_G}\right]^{0.5}$$

DB (Diameter gelembung) : 0,095 cm

DO (Diameter orifice) : 0,002 cm

g (gravitasi bumi) : 980 cm/s^2

ρL (densitas cairan) : 0,909 gr/cm^3

ρG (densitas gas) : 0,000732 gr/cm^3

σL (Tegangan muka) : 0,063 N/m

6. Menentukan Koefisien Transfer Massa Fase Cair (Kal)

Untuk Db < 1 mm (0,1 cm)

$$\frac{K_{AL} \cdot D_b}{D_{AL}} = 2.0 + 0.31 \left[\frac{Db^3 . \Delta\rho . g}{\mu_L . D_{AL}} \right]^{1/3}$$

Untuk Db < 25 mm (2,5 cm)

$$\frac{K_{AL} \cdot D_b}{D_{AL}} = 0.42 \left[\frac{Db^3 . \Delta\rho . g}{\mu_L . D_{AL}} \right]^{1/3}$$

KAL (Koefisien transfer massa) = 0,066 cm/s

Db (Diameter gelembung) = 0,095 cm

DAL (Difusitas gas melalui cairan) = 0,000860 cm^2/s

ρ_L (Densitas cairan) = 0,909 gr/cm^3

ρ_G (Densitas gas) = 0,000732 gr/cm^3

$\Delta\rho$ (Seisih gas) = 0,908 gr/cm.s

μ_L (Viskoitas solvent) = 0,174 gr/cm.s

g (gravitasi bumi) = 980 cm/s^2

7. Menentukan Bilangan Hatta

$$MH^2 = \frac{Konversi\ max\ dalam\ film}{Difusitas\ max melalui\ film}$$

(Levenspiel, 1999)

$$MH^2 = \frac{k . C_{H_2SO_4} . D_{AL}}{K_{AL}^{\ 2}}$$

MH (Bilangan Hatta) = 129,254

k (Konstanta kecepatan reaksi) = 9.684.251,429 L/kmol.s

Cbo (Konsentrasi cairan H_2SO_4) = 0,00887 kmol/L

DAL (Difusitas gas ke cairan) = 0,000860 cm^2/s

KAL (Koefisien transfer massa) = 0,066 cm/s

8. Kecepatan Linear Gelembung

$$Q^{6/5} = \frac{Db^3 .\pi .g^{3/5}}{1.378x6}$$

Q (Kecepatan volumetric gas tiaplubang orifice) = 0,038 cm^3/s

Db (Diameter gelembung) = 0,095 cm

g (gravitasi bumi) = 980 cm/s^2

Frekuensi Gelembung:

$$f_b = \frac{Q.g.(\rho_L - \rho_g)}{\pi .Do.\sigma}$$

(Perry, 2007) Ed. 5 P. 15-68

fb (frekuensi gelembung) (gelembung/s) =86,777

ρ_L (Densitas cairan) = 0,909 gr/cm^3

ρ_G (Densitas gas) = 0,000732 gr/cm^3

Do (diemater orifice) = 0,002 cm

σL (Tegangan muka) = 62,857 dyne/cm

Q (Kecepatan volumetric gas tiaplubang orifice) = 0,00385 cm^3/s

g (gravitasi bumi) = 980 cm/s^2

Volume Satu Gelembung

$$V_o = \frac{\pi . D^3}{b} = 0{,}000444\ cm6^{\ 3}$$

Menghitung Jumlah Orifice

$$N_b = \frac{Fvg}{V_o}$$

Nb (Jumlah orifice) = 118.468.846.880,092

Vo (Volume satu gelembung) = 0,000444 cm^3

Fvg (Kec. Laju volumetric umpan masuk gas) = 52.553.393,552 cm^3/s

Menghitung jumlah Lubang Orifice

$$N_{hole} = \frac{N_b}{f_b} = 1.365.206.158\ lubang$$

9. Kecepatan Linear Gelembung

$$V_t = \sqrt{\frac{2\sigma}{D_b.\rho_L}} + \sqrt{\frac{g.D_b}{2}}$$

Vt (Terminal velocity) = 260,291 cm/s

σL (Tegangan muka) = 62,857 dyne/cm

Db (Diameter gelembung) = 0,0946 cm

ρ_L (Densitas cairan) = 0,909 gr/cm^3

g (gravitasi bumi) = 980 cm/s^2

Reynold Gelembung:

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho_L.D_b.V_t}{\mu_L}$$

Re (Bilangan Reynold) = 128,598

ρ_L (Densitas cairan) = 0,909 gr/cm^3

Db (Diameter gelembung) = 0,0946 cm

Vt (Terminal velocity) = 260,291 cm/s

μ_L (Viskoitas solvent) = 0,174 gr/cm.s

10. Menentukan Diameter Sparger

$$Pt = 1.25 x Do$$

$$Lo = \frac{1}{4}.\pi.D_o^{\,2}$$

Pt (jarak antara pusat lubang orifice) = 0,0025 cm

Lo (Luas lubang orifice) = 0,00000314 cm^2

Pada orifice susunan triangular pitch, diperoleh hubungan :

$$Pt^{\,2} = CD^{\,2} + (1/2Pt)^2$$

$$CB^2 = CD^2 + DB^2$$

$$C_D = \frac{1}{2}\sqrt{3}Pt$$

$$L\Delta ABC = \frac{1}{4}\sqrt{3}.P_t^{\,2}$$

$$An = \frac{\frac{\pi}{4}.Do^2.\frac{1}{4}.\sqrt{3}.Pt^2}{\frac{\pi}{8}.Do^2}$$

$$An = \frac{1}{2}\sqrt{3}\,P_t^{\,2}$$

An (Luas sparger yang diperlukan tiap bulan) = 0,00000541 cm^2

Pt (Jarak antara pusat lubang orifice) = 0,0025 cm

Asp (Luas sparger) = 7389,395 cm^2

$$Dsp = \sqrt{\frac{4.Asp}{\pi}}$$

$$V_{gs} = \frac{Fvg}{A_{sp}}$$

$$H_g = \frac{V_{gs}}{V_{gs} + V_t}$$

Dsp (Diameter sparger) = 96,997cm

Asp (Luas sparger) = 7389,395 cm^2

Vgs (Kecepatan supervisial gas) = 7112,002 cm/s

Fvg (Kec. Laju volumetric umpan masuk gas) = 52553393,55 cm^3/s

Hg (Hold up gas) = 0,965

Vt (Terminal velocity) = 260,291 cm/s

11. Menentukn Koefisien Transfer Fase Gas (Kag)

$$\frac{K_{ag}.Pt}{Gm}.Sc^{0.56} = 0.281\,\mathrm{Re}^{0.4}$$

$$Gm = \frac{Fmol.O_2}{Asp}$$

$$Sc = \frac{\mu_g}{\rho_g.D_{AL}}$$

µg (Viskositas gas) = 0,000131 gr/cm.s

ρ_G (Densitas gas) = 0,000732 gr/cm^3

DAL (Difusitas gas ke cairan) = 0,000860 cm^2/s

Fmol NH3 (umpan masuk NH3) = 2.263 kmol/jam

Asp (Luas sparger) = 7389,395 cm^2

Pa (Tekanan toal) = 101.325 Pa

Re (Bilangan Reynold) = 128,598

Gm (Kecepatan Massal molar) = 3.062,344 kmol/jam.m^2

Sc (Schimidt Number) = 207,840

Kag (Koefisien transfer fae gas) = 29,841 mol/jam/m^2/pa

12. Menentukan Konstanta Henry (HA)

Table 23.2 Typical Values of $H_A = p_{Ai}/C_{Ai}$, Pa · m^3/mol, for Common Gases in Water

	N_2	H_2	O_2	CO	CO_2	NH_3
20°C	1.45×10^5	1.23×10^5	0.74×10^5	0.96×10^5	2600	0.020
60°C	2.16×10^5	1.34×10^5	1.13×10^5	1.48×10^5	6300	0.096
	slightly soluble gas ←				→ highly soluble gas	

HA (Konstanta Henry) = 0,184 Pa.m^3/mol

13. Menentukan Volume Dan Ukuran Reaktor

FL (Kecepatan alir molar umpan cair) = 378.891,481 mol/m^3

Cbo (Konsentrasi B mula-mula umpan masuk) = 8,866 kmol/L

FvL (Kecepatan laju volumetric) = 42.736.150,51 L/jam

X (konversi reaksi) = 0,98

Cao (konsentrasi A setelah mula) = 0,0431 kmol/m^3

KAL (Koefisien transfer massa) = 2,394 m/jam

Kag (Koefisien transfer fase gas) = 0,0298 kmol/jam/m^2

HA (Konstanta henry) = 0,184 Pa.m^3/mol

Pa (tekanan total) = 101.325 Pa

k (Konstanta kecepatan reaksi) = 9.684.251,429 L/kmol.s

E (Enhancement factor) = 1

a (luas kontak gas dan cairan) = 20 m^2/m^3

fl (volume fraksi cairan) = 0,98

Ra (Kecepatan reaksi A)

$$-r_A''' = \frac{1}{\frac{1}{k_{Ag}.a} + \frac{H_A}{k_{Al}.a.E} + \frac{H_A}{k.C_{BO}.(1-X_B).f_l}}.P_A$$

$$\frac{1}{K_{ag}.a} = 0{,}00168 \text{ m}^3\text{.jam.Pa/mol}$$

$$\frac{H_A}{K_{al}.a.E} = 0{,}00000383 \text{ m}^3\text{.jam.Pa/mol}$$

$$\frac{H_A}{k.C_{BO}(1-X_B).f_l} = \frac{0{,}1835}{84141756{,}3381\ (1xb)} = \frac{0{,}0000000022}{1-xb}\ m^3.jam.Pa/mol$$

$$\frac{1}{k_{Ag}.a} + \frac{H_A}{k_{Al}.a.E} + \frac{H_A}{k.C_{BO}.(1-X_B).f_l} = 0{,}00168 + \frac{0{,}0000000022}{1-xb}$$

$$-r_A''' = \frac{1}{\frac{1}{k_{Ag}.a} + \frac{H_A}{k_{Al}.a.E} + \frac{H_A}{k.C_{BO}.(1-X_B).f_l}}.P_A = \frac{101.325}{0{,}001679398 + \frac{0{,}0000000022}{1-xb}}$$

$$y = \int_{X_{B1}}^{X_{B2}} \frac{101.325}{0{,}0016794 + \frac{0{,}0000000022}{1-xb}}\ mol/m^3jam$$

Dengan menggunakan matlab dengan metode simpson 3/8 dengan batas ;

x_2 = 0,98 dan x_1 = 0 adalah

Volume Reaktor:

$$V_r = C_{B0} . F_{VL} . \int_{C_{B1}}^{C_{B2}} \frac{dC_B}{-r_A} \quad = 0{,}612 \text{ m}^3$$

14. Menentukan Waktu Tinggal Gelembung

$$\tau = \frac{V}{FvL}$$

t (Waktu tinggal gelembung) = 0,000860 menit

V (volume reaktor) = 612,261 L

FvL (Kec. Laju volumetric) = 42.736.150,51 L/jam

15. Volume Desain

$$V_t = \frac{Vcairan}{1 - Hg}$$

Vt (Terminal velocit) = 17.341,215 L

Hg (Hold up gas) = 0,965

V (Volume reaktor) = 612,261 L

Vdesain (Volum desain) = 20.809,458 L

D : H = 1 : 2

Volume silinder shell :

$$Vr = \frac{1}{4}\pi.Dr^2.Hr$$

$$Vr = \frac{1}{4}\pi.Dr^2.2.Dr$$

Maka:

$$Dr = \sqrt[3]{\frac{4.Vr}{2.\pi}}$$

Dr (Diameter) = 23,662 dm

Hs (tinggi) = 47,324 dm

16. Menentukan Pressure Drop

Pressure drop gas melalui orifice (ΔPo)

$$\Delta Po = 0.5x\frac{\rho_g.V_0^2}{0.9}$$ = 0,00029 kg/m^2

Pressure drop gas untuk mengetahui tegangan muka (ΔPσ) :

$$\Delta P\sigma = \frac{6 \text{ x } \sigma L}{Db}$$ = 398,570 kg/m2

Pressure drop untuk mengetahui tegangan muka hidrostatik (ΔPh)

$$\Delta Ph = \rho_L.g.H$$ = 4.220,903 kg/m2

Pressure drop total (ΔPt)

$$\Delta Pt = \Delta Po + \Delta P\sigma + \Delta Ph$$ =4.619,473 kg/m2 = 0,447 atm

17. Volume Desain Reaktor

a. Penentuan Tipe Tangki

Dipilih tangki silinder vertikal tinggi dengan torispherical head, dengan pertimbangan D : H = 1 : 2 dan reaktor bertekanan dan mengandung reaktan gas.

b. Penentuan Bahan Konstruksi

Dipilih material berupa stainless Steel SA-240 Grade 316 dengan pertimbangan bahwa reaktan di dalam bersifat basa sehingga akan terjadi kemungkinan korosi.

c. Menghitung Ketebalan Shell Reaktor

Kondisi operasi

P = 1,01325 bar = 14,696 psia

T = 380 K

Dimensi overdesign 20%

V = 20,80946 m^3

D = 2,36618 m

H = 4,73235 m

Berdasarkan persamaan 13.1 (Brownell & Young, 1959), persamaan ketebalan shell adalah :

$$ts = \frac{pr_i}{fE - 0{,}6p} + C$$

Allowable stress (f) = 16.100 psia (Walas, 1988)

Corrosion allowance (C) = 0,35 in (Walas, 1988)

Shell inside radius (ri) = 46,57826 in

Pressure in shell (P) = 20,81772 psia

Jenis sambungan (E) = single welded but joint with backing strip (Brownell & Young, 1959) 5.7.

Efisiensi Sambungan = 80% (Walas, 1988)

Tebal shell reaktor (ts) = 0,425 in

Maka diambil ts =4/9

Menghitung OD:

ID shell = 93,1565 in

OD shell = 94,6565 in

Berdasarkan (Brownell & Young, 1959) 5.7 , didapat nilai OD standar sebesar 96 in.

Maka didapatkan:

OD (outside diameter) = 96 in

ts (Tebal shell) = 7/16 in

icr (inside corner radius) = 5,875 in

r (radius head) = 90 in

E (efisiensi welding) = 90%

C (faktor korosi) = 0,35 in

F (allowable pressure) = 16.100 psia

d. Menghitung Ketebalan Head

Berdasarkan (Brownell & Young, 1959) 7.77

$$th = \frac{prw}{(2fE - 0.2p)} + C$$

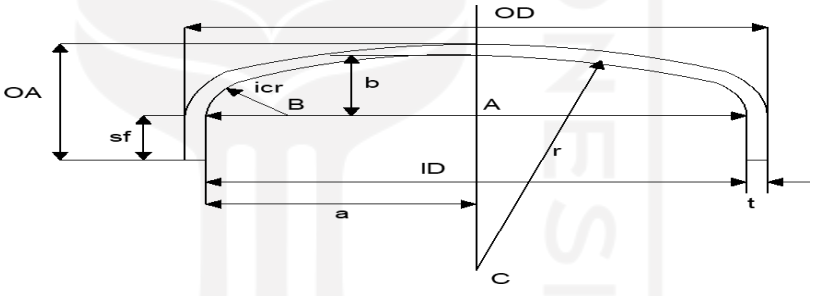
$$w = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{r}{icr}}\right)$$

W = 1,72849

Th = 0,47574

e. Menghitung Tinggi Head

Berdasarkan 5.8 (Brownell & Young, 1959), ketebalan head standar ½ in. standard straightflange berkisar antara 1.5-3.5 in.



Maka,

Sf = 2,5 in

ID = 95,125 in

a = 47,5625

AB = 41,6875 in

BC = 84,125 in

AC = 73,06961 in

b = r – AC = 16,9039 in

h head= f = sf+b+th = 0,50623 in

f. Menghitung Volume Total dan Tinggi Total Reaktor

Volume reaktor = volume shell + 2.Volume head

Volume shell = 21,7 m^3

Volume head = volume dish + volume straigh flange

Voume dish = 0,000049d^3

Maka, volume dish = 0,02440 ft^3

Volume sf = 10,28195 ft^3

Sehingga, volume reaktor= 786,88104 ft^3=22,28178 m^3

Tinggi total reaktor = tinggi shell + tinggi head

Tinggi shell = 4,73 cm

Tinggi head = 0,0506 m

Sehinga : Tinggi total reaktor = 5,745 m

g. Menentukan Jenis Sparger

Pada bagian bawah reaktor terdapat gas chamber berbentuk sama dengan head. Di dalam gas *chamber* terdapat sparger gas CO_2 yang membatasi shell dengan bottom

Dengan kondisi dan dimensi reaktor yang telah dithitung, dipilih sparger Sieve Tray, dengan pertimbangan sparger akan dibeli dengan spesifikasi:

i. Diameter gelembung yang dihasilkan adalah 0,003 m

ii. Tahan korosi

iii. Efisiensi sebesar 90%

iv. Distribusi gelembung yang homogen

v. Sparger akan dipesan langsung ke manufakturer spesial

vi. Sparger memiliki standar ISO:9001

h. Menghitung Kebutuhan Air Pendingin

Media pendingin digunakan cooling tower dengan suhu masuk 30^{o}C dan keluar pada suhu 45^{o}C.

Cp air 30^{o}C = 4,184 kJ/kgK

Cp air 45^{o}C = 4,1842 kJ/kgK

Tin = 30 ^{o}C = 303,15 K

Tout = 110 ^{o}C = 383,15 K

Tref = 25 ^{o}C = 298,15 K

Menghitung dH air

dH = 334,737 kJ/kg

sehingga didapatkan kebutuhan air pendingin:

Q = 134.115 kJ/jam

m = 400,659 kg/jam

i. Menghitung dT LMTD

Komponen	^{o}C	K	^{o}F
Suhu fluida panas masuk reaktor	119,85	393	247,73
Suhu fluida panas keluar reaktor	110	383,15	230
Suhu fluida dingin masuk reaktor	30	303,15	86
Suhu fluida dingin keluar reaktor	45	318,15	113

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}$$

No	Fluida panas	Fluida dingin	dT, F
1	247,73	113	134,73
2	230	86	144

Maka dT LMTD = 139,314^oF

Lalu menghitung luas transfer panas

Berdasarkan tabel 8, halaman 840, (Kern, 1950)

Nilai UD untuk aqueous solution berkisar antara 100-500 btu/ft^2.F.jam

Jika dipilih UD = 300 btu/ft^2.F.jam

Didapatkan luas transfer panas kira-kira

Q = 134.115 kJ/jam

A = 3 ft^2

Digunakan jenis pendingin coil

Dengan pertimbangan V reaktor > 300 gal.

j. Menghitung Jaket Pendingin

Jumlah air pendingin = 400,6589 kg/jam

Volume air pendingin = 0,4007 $m^{3/}$jam

Diameter dalam jaket (D1) = diameter dalam + (2 x tebal dinding)

D1 = 96 in = 2,4384 m

Tinggi jaket = 4,73 m

Asumsi jarak jaket = 5 in

Diameter luar jaket (D2) = (D1) + (2 x jarak jaket)

D2 = 106 in = 2,6924 in

k. Menghitung Luas yang dilalui Air Pendingin

$$A = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2)$$

A = 1.585,7 in^2 = 1,02303 m^2

Kecepatan air pendingin v

V = 0,39164 m/jam

Tebal dinding jaket (tj)

Bahan carboon steel Plate Sa-2

H-jaket = 4,73 m

Ph = 6,12174 psi

P design = 20,81772 psi

f = 12.650 psi

E = 0,8

Corrosion allowance = 0,125 in

Umur alat = 10 tahun

$$t_j = \frac{P\,D}{f\,E - 0{,}6\,P} + c$$

Tj = 0,32272 in

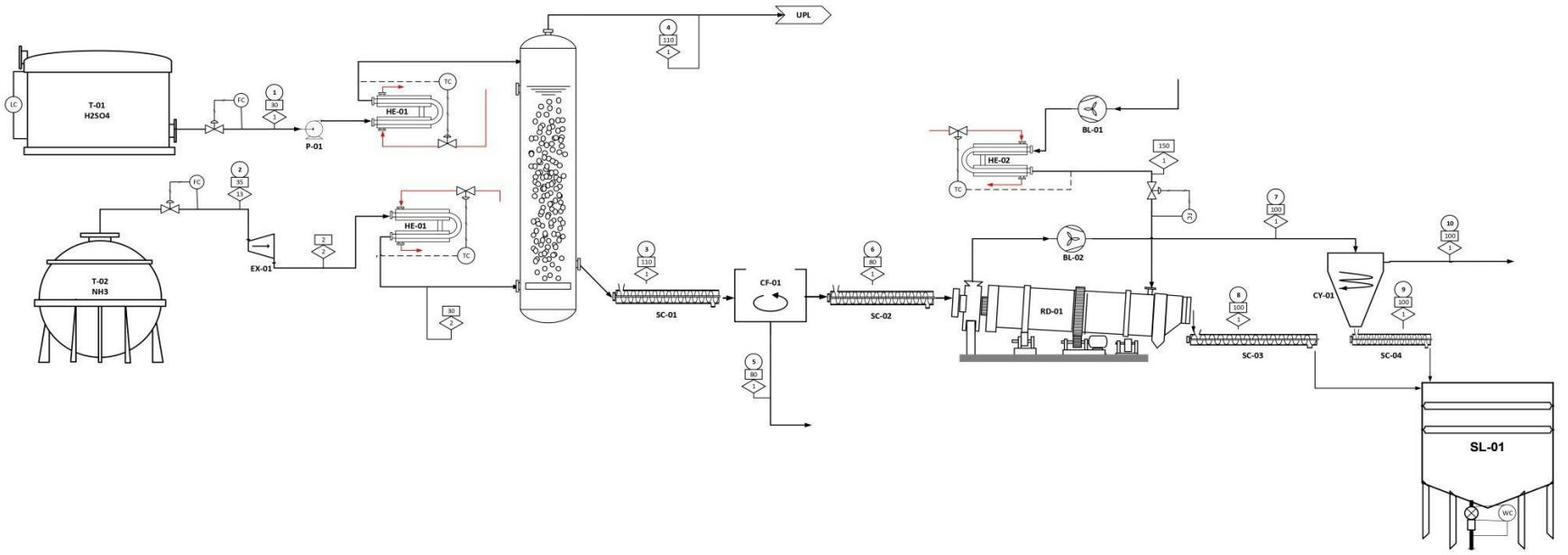
Dipilih jaket tebal yang =0.375 in (3/8")

18. Kesimpulan Reaktor

SPESIFIKASI REAKTOR				
Kode	R-01			
Fungsi	Mereaksikan Amonia dan Asam Sulfat menjadi produk Amonium Sulfat			
Jumlah	1 unit			
Jenis	*Bubble Column Reactor*			
Kondisi Operasi				
Tekanan Operasi	14,7	psi	1,01325223	bar
Suhu Operasi	224,6	F	107	oC
Dimensi Reaktor				
Material Manufaktur	*Stainless Steel SA-240 Grade 316*			
Diameter *Shell*	96	in	2,44	m
Tinggi *Shell*	186	in	4,732	m
Volume *Shell*	5732	Gal (US)	21,712	m3
Volume *Head*	77	Gal (US)	0,292	m3
Tinggi *Head*	20	in	0,506	m
Volume Reaktor	5886	Gal (US)	22,297	m3
Tinggi Reaktor	226	in	5,745	m
Tebal *Shell*	7/16	in	0,011	m
Tebal *Head*	0,5	in	0,013	m
Dimensi *Sparger* Gas CO_2				
Material Manufaktur	*Stainless Steel SA-240 Grade 316*			
Jenis *Sparger*	*Sieve Tray*			
Jenis *Pitch*	*Triangular*			
Diameter *Sparger*	38,1879	in	0,9700	m
Diameter *Orifice*	0,0008	in	0,0200	mm
jarak *sparger* dengan dinding reaktor	27,4795	in	697,9785	mm
Jumlah lubang *orifice*	1365206158	lubang	1365206158	lubang
Dimensi *Jacket*				
Material Manufaktur	*Carbon Steel SA285 Grade A*			
Diameter luar jaket	106	in	2,69	m
Tinggi jaket	186	in	4,73	m

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK AMMONIUM SULFAT DARI AMMONIA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES NETRALISASI

KAPASITAS PRODUKSI : 400.000 TON / TAHUN



Komponen	KG/Jam									
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10
Asam Sulfat (H2SO4)	38261,40			765						
Amoniak (NH3)		19779		6770						
Air (H2O)	780,84	66,71	780,84494	66,71	694,0844	86,760549	85,89077	0,86978	0,8697799	85,89077
Amonium Sulfat ((NH4)2SO4)			50505,051			50505		50000	500	5,050505
Debu Amonium Sulfat ((NH4)2SO4)							505,0505			
Total	39042,247	19845,507	51285,895	7601,859	694,0844	50591,811	590,941	50000,87	500,870	90,941

KETERANGAN			
R	Reaktor	FC	Flow Controller
EX	Expander	LC	Level Controller
HE	Heater	LI	Level Indicator
CL	Cooler	WC	Weight Controller
CY	Cyclone	TC	Temp. Controller
CF	Centrifuge	VR	Volume Recorder
RD	Rotary Dryer		Nomor Arus
SL	Silo		Temperatur (°C)
SC	Screw Conveyor		Tekanan (Atm.)
T	Tangki		Pipa
BL	Blower		Udara Tekan
P	Pompa		Sambungan Listrik

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK AMMONIUM SULFAT DARI AMMONIA
DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES NETRALISASI
KAPASITAS PRODUKSI : 400.000 TON / TAHUN

Dikerjakan oleh :

N A M A : 1. Metha Alya Izadini (17521009)
: 2. Gilang Geraldi Mandova (17521085)

DOSEN PEMBIMBING : 1. Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.
: 2. Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.

Gambar 6.2 Diagram Alir Proses