

TUGAS AKHIR
PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI LIMBAH GAS
BUANG PLTU CILACAP EXPANSION 660 MW
Kapasitas 100.000 Ton/Tahun



Disusun Oleh :

RIZKA NUROHMAH

18242011013

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI CILACAP
CILACAP
2022

PENGESAHAN

Tugas Akhir Saudara.

Nama : Rizka Nurohmah
NIM : 18242011013
Judul : Pra Rancangan Pabrik Amonium Sulfat Dari Limbah Gas Buang PLTU
Cilacap Expansion 660 MW Kapasitas 100.000 Ton / Tahun

Telah disidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

Rabu, 02 Maret 2022

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S.1) Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Mengetahui,

Penguji 1



Christian Soolany, S.TP., M.Si.
NIDN. 0627128801

Penguji 2



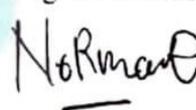
Arnesya Ramadhani, ST., MT.
NIDN. 0627019601

Pembimbing 1/Ketua Sidang



Siti Khuzaimah, ST., M.Pd
NIDN. 0622078605

Pembimbing 2/Sekretaris Sidang



Norma Eralita, M.Pd.
NIDN. 0630019003

Cilacap, 02 Maret 2022
Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Industri



Christian Soolany, S.TP., M.Si.
NIDN. 0627128801

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Rizka Nurohmah

NIM : 18242011013

Program Study : Teknik Kimia

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan plagiat karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Apabila terbukti/dapat dibuktikan bahwa skripsi ini adalah hasil plagiat, saya bersedia bertanggung jawab mendapatkan sanksi atas perbuatan saya tersebut.

Cilacap, 3 Februari 2022

Yang membuat pernyataan



Rizka Nurohmah

NIM 18242011013

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR**

Sebagai Civitas Akademik Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizka Nurohmah

NIM : 18242011013

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknologi Industri

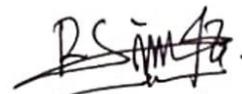
Jenis Karya : Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) hak royalti non eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas tugas akhir pra rancangan pabrik saya yang berjudul "Pra Rancangan Pabrik Amonium Sulfat dari Limbah Gas Buang PLTU Cilacap Expansion 660 MW" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Adanya hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada unsur paksa dari pihak lain.

Cilacap, 4 Maret 2022

Yang Menyatakan



Rizka Nurohmah
NIM 18242011013

MOTTO

Orang yang hebat adalah orang yang memiliki kemampuan menyembunyikan kesusahan, sehingga orang lain mengira bahwa ia selalu senang.” – Imam Syafi’i

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah robbil'alamin. Dengan izin Allah SWT atas pemberian anugrah yang tak ternilai dalam segala kekurangan yang selalu memberikan rahmat dan karunia sehingga skripsi ini dapat selesai disusun dan karya ini saya persembahkan untuk :

- Ibu dan bapak yang tak henti-hentinya mendo'akanku memebrikan semangat, motivasi, ilmu dan kasih sayang yang tak pernah putus selalu memberikan yang terbaik untuku, serta kakak dan adiku yang selalu berbahagia.
- Suaiku tersayang yang selalu sabar dan memberikan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini
- Dosen-dosen UNUGHA yang telah banyak mendidik, memotivasi, mengingatkan dan mengarahkan saya.
- Sahabat-sahabatku yang telah memberikan semangat dan mengajarkanku banyak hal.
- Teman-teman Teknik Kimia UNUGHA, terimakasih atas kerjasama dan persahabatannya hingga saat ini, semoga kita sukses dan selalu dalam lindungan-Nya

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan *Amonium Sulfat* Dari Limbah Gas Buang PLTU Cilacap *Expansion* 660 MW Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat Sarjana Strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Kimia, Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap.

Selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendoakan untuk kelancaran tugas akhir penulis.
2. Christian Soolany, S.TP., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap sekaligus sebagai penguji 1.
3. Siti Khuzaimah, S.T., M.Pd selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap dan selaku pembimbing 1 tugas akhir atas saran, kritik dan arahannya dan yang selalu mengawal tugas akhir ini mulai dari awal hingga akhir.
4. Norma Eralita, M.Pd selaku pembimbing 2 tugas akhir yang selalu mengawal tugas akhir ini mulai dari awal hingga akhir.
5. Anesya Ramadhani, S.T., M.T selaku penguji 2.
6. Rekan-rekan yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata penyusun berharap semoga tugas akhir pra rancangan pabrik kimia ini, dapat bermanfaat bagi penyusun pada khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Cilacap, Februari 2022

Penyusun

ABSTRAK

Pabrik *Amonium Sulfat* dari gas buang PLTU dengan kapasitas 100.000 ton per tahun akan didirikan di kota Cilacap pada tahun 2023. Tujuan pendirian pabrik *Amonium Sulfat* sebagai pengendalian pencemaran emisi (SO_2 dan NO_x) yang terkandung dalam limbah gas buang PLTU dan juga sebagai pemenuhan kebutuhan *Amonium Sulfat* dalam negeri. Salah satu metode untuk menurunkan kadar SO_2 dan NO_x adalah dengan menerapkan prinsip netralisasi dengan teknologi pengolahan gas buang *mesin berkas elektron (MBE)*. Dimana nantinya pengolahan limbah gas buang PLTU akan dialirkan melalui *cooler* kemudian masuk kedalam *mesin berkas elektron*. Sebelum masuk *mesin berkas elektron (MBE)* cairan NH_4OH diuapkan menjadi *Amonia (NH_3)* menggunakan *Evaporator* kemudian diinjeksikan masuk ke *MBE*. Produk yang dihasilkan adalah *Amonium Sulfat ($(NH_4)_2SO_4$)* dengan kemurnian 85% dan *amonium nitrat NH_4NO_3* , maka dari itu diperlukan *electrostatic precipitator (ESP)* untuk memisahkan abu layang kemudian disimpan digudang penyimpanan. Sehingga kadar polutan SO_2 dan NO_x menjadi berkurang dan memenuhi syarat untuk dilepas ke lingkungan. Dari perhitungan Hasil perhitungan neraca massa dan panas alat secara keseluruhan, tidak ada selisih massa atau energi yang masuk dan massa atau energi yang keluar, maka neraca massa berlangsung secara kontinyu dan neraca panas berada pada kondisi setimbang atau tidak ada massa dan panas yang hilang. Berdasarkan analisa hasil ekonomi, modal awal keseluruhan Rp.27.585.957.451.663, keuntungan yang diperoleh setiap tahun sebelum pajak Rp.19.464.134.056 dan keuntungan yang diperoleh setelah dipotong pajak (25%) sebesar 14.598.100.542 modal kembali 8,27 tahun beroperasi sebelum dipotong pajak dan 9,97 tahun pabrik beroperasi setelah dipotong pajak.

Kata kunci : *Amonium Sulfat*, Gas Buang PLTU, Netralisasi

ABSTRACT

The ammonium sulfate plant from PLTU exhaust gas with a capacity of 100.000 tons per year will be established in Cilacap city in 2023. The purpose of establishing the Amonium sulfate factory is to control emission pollution (SO_2 and Nox) contained in the PLTU exhaust gas waste and also to fulfil the domestic demand for Amonium sulfate.

The working principle of this PLTU waste gas treatment is that the exhaust gas passes through the cooler and then enters the electron beam machine. Before entering the electron beam machine (MBE), the NH_4OH liquid is evaporated into Ammonia (NH_3) using an evaporator and the injected into to the MBE. The resulting product are Amonium sulfate $(NH_4)_2 SO_4$ and Amonium Sulfat $(NH_4)_2NO_3$, therefore an electrostatic precipitator (ESP) is needed to separate fly ash and the store it in a storage warehouse. So that the pollutant levels SO_2 and Nox are reduced and meet the requirement to be released into to environment.

By taking into account several factors, such as aspects of raw material supply, transportation, labor, marketing and utilities, in 2023 the factory location is quite strategic in the Cilacap Industrial Estate (KIC) with a capacity 100.000 tons per year, the factory will operate for 24 hours. Year hours per day and 330 days per year. The form of the company is a PT (Limited Liability Company) with a line and staff organizational structure. The work system is based on the division of working hours consisting of shift and non shift employess. From the calculation results of the mass balance and heat balance of the tool as a whole, there is no difference in mass or energy entering and mass or energy coming out, then the mass balance takes place continuously and the heat balance is in a state of equilibrium or there is no mass and heat loss. Based on economic results, the total initial capital is Rp.27.585.957.451.663, the profit earned every year before tax is Rp. 19.464.134.056, and the profit earned after tax (25%) is Rp 14.598.100.542 capital return 8,27 years of operation before tax and 9,97 years of factory operation after deducting tax.

Keywords : Amonium Sulfate, Flue gas, Netraliszation

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
HALAMAN PENGESAHAN	II
PERNYATAAN KEASLIAN.....	III
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	IV
MOTTO.....	V
PERSEMBAHAN.....	VI
KATA PENGANTAR.....	VII
ABSTRAK	VIII
ABSTRACT	IX
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR TABEL.....	XII
DAFTAR GAMBAR.....	XIII
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	4
1.3 Tinjauan Pustaka	4
1.4 Pemilihan Proses	10
1.5 Kapasitas Perancangan.....	12
1.6 Pemilihan Lokasi Pabrik	13
BAB II URAIAN PROSES	19
BAB III SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK	
3.1 Bahan Baku	23
3.2 Produk	24
BAB IV DIAGRAM ALIR	25
4.1 Diagram Alir Kualitatif	25
4.2 Diagram Alir Kuantitatif	26
BAB V NERACA MASSA.....	27
5.1 Neraca Massa Tiap Alat	27
5.2 Neraca Massa Keseluruhan	27

BAB VI NERACA PANAS.....	29
BAB VII SPESIFIKASI ALAT	31
BAB VIII UTILITAS.....	38
8.1 Penyediaan Air	38
8.2 Penyediaan Steam.....	44
8.3 Penyediaan Listrik.....	45
8.4 Penyediaan Bahan Bakar	45
8.5 Penyediaan Udara Tekan.....	45
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	46
9.1 Lokasi Pabrik.....	46
9.2 Lay Out Pabrik	46
9.3 Lay Out Peralatan.....	50
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN.....	53
10.1 Fungsi Perusahaan.....	53
10.2 Struktur Organisasi.....	53
10.3 Jaminan Sosial.....	63
10.4 Tenaga Kerja	64
BAB XI EVALUASI EKONOMI	69
11.1 Fungsi Perusahaan.....	69
11.2 Biaya Pembuatan.....	69
11.3 Dasar Perhitungan	71
11.4 Analisa Kelayakan.....	73
11.5 Hasil Perhitungan	75
BAB XII KESIMPULAN	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	
Lampiran A Neraca Massa.....	83
Lampiran B Neraca Panas.....	88
Lampiran C Perhitungan Spesifikasi Alat.....	96
Lampiran flow diagram alir.....	101

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor <i>Amonium Sulfat</i> Tahun 2016-2020	4
Tabel 1.2 Syarat Mutu <i>Amonium Sulfat</i>	7
Tabel 1.3 Jenis Proses Pembuatan <i>Amonium Sulfat</i>	12
Tabel 1.4 Data Impor <i>Amonium Sulfat</i>	13
Tabel 5.1 Neraca Massa <i>Cooler</i>	28
Tabel 5.2 Neraca Massa <i>Evaporator</i>	28
Tabel 5.3 Neraca Massa <i>Reaktor</i>	29
Tabel 5.4 Neraca Massa <i>ESP</i>	29
Tabel 6.1 Neraca Panas <i>Cooler</i>	30
Tabel 6.2 Neraca Panas <i>Evaporator</i>	30
Tabel 6.3 Neraca Panas <i>Reaktor</i>	30
Tabel 6.4 Neraca Panas <i>ESP</i>	31
Tabel 7.1.1 Spesifikasi Alat <i>Cooler</i>	32
Tabel 7.1.2 Spesifikasi Alat <i>Evaporator</i>	33
Tabel 7.1.3 Spesifikasi Alat <i>Reaktor</i>	34
Tabel 7.1.4 Spesifikasi Alat <i>ESP</i>	35
Tabel 7.1.5 Spesifikasi Alat <i>Screw Conveyor</i>	35
Tabel 7.1.6 Spesifikasi Alat <i>Bucket Elevator</i>	36
Tabel 7.1.7 Spesifikasi Alat <i>Filter Udara</i>	36
Tabel 7.1.8 Spesifikasi Alat Tangki <i>Amonia</i>	37
Tabel 7.1.9 Spesifikasi Alat Pompa	37
Tabel 7.1.10 Spesifikasi Alat <i>Stack</i>	38
Tabel 8.1 Kebutuhan Air Pendingin.....	43
Tabel 8.2 Kebutuhan <i>Steam</i>	44
Tabel 8.3 Kebutuhan Air Perkantoran	44
Tabel 8.4 Tabel Kebutuhan Keseluruhan.....	45
Tabel 9.1 Area Bangunan.....	49
Tabel 9.2 Jadwal Kerja	67

Tabel 9.3 Perincian Jumlah Karyawan, Penggolongan Gaji dan Pendidikan	
Karyawan	68
Tabel 11.1 Harga CEP alat	71
Tabel 11.2 <i>Purchased Equipment Cost</i>	76
Tabel 11.3 biaya <i>Physical Plant Cost</i>	76
Tabel 11.4 biaya <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	76
Tabel 11.5 biaya <i>Working Capital (WC)</i>	77
Tabel 11.6 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	77
Tabel 11.7 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	77
Tabel 11.8 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	78
Tabel 11.9 Biaya <i>Manufacturing Cost (MC)</i>	78
Tabel 11.10 Biaya <i>General Expenses (GE)</i>	78
Tabel 11.11 Biaya <i>Production Cost</i>	78
Tabel 11.12 Analisa Kelayakaan Ekonomi.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2 Lokasi Pabrik.....	17
Gambar 4.1 Diagram Alir Kualitatif	26
Gambar 4.2 Diagram Alir Kuantitatif	26
Gambar 9.1 Lay Out Letak Bangunan	50
Gambar 9.2 Lay Out Peralatan.....	53
Gambar 10.1 Struktur Organisasi.....	63
Gambar 11.1 Grafik Harga CEP	71
Gambar 11.12 Grafik Kelayakan Ekonomi.....	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemakaian batubara untuk sumber energi semakin meningkat, pada tahun 2018 penggunaan batubara sudah banyak diperlukan pada aktivitas industri. Batubara merupakan bahan utama yang berguna untuk bahan bakar PLTU yang menyuplai keperluan energi listrik untuk sebuah industri. Sentral listrik yang ada di Indonesia pada saat ini kebanyakan dari mereka memakai bahan bakar dari fosil seperti minyak bumi dan batubara. Dari beberapa macam pembangkit tenaga listrik, salah satunya ialah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang mana sumber bahan bakarnya masih memakai batubara. Pada tahun 2021 Indonesia mempunyai persediaan batubara sebesar 38.84 milyar ton atau sebesar 3,1 % dari keseluruhan persediaan batubara di dunia. Persediaan batubara itu sebesar 67,9 % dapat dijumpai di Sumatra, 31,6 % berada di Kalimantan dan sisanya berada di pulau Jawa, Papua serta Sulawesi. Dari berbagai macam persediaan batubara yang ada di Indonesia alih-alih yang memiliki kualitas untuk memenuhi standar baku mutu emisi (BML) 2000 masih kurang dari pada 10 %. Kebanyakan persediaan batubara Indonesia memiliki kualitas yang belum memenuhi standar BME 2000 (Kementrian ESDM, 2021)

PLTU merupakan pembangkit listrik yang menggunakan energi kinetik dari uap yang selanjutnya membentuk sebuah energi listrik. Bahan utama dari PLTU ialah generator yang dikaitkan dengan turbin yang digerakkan dengan tenaga kinetik dari uap panas atau kering dengan menggunakan bahan bakar utama yakni minyak bakar dan batubara serta MFO (*Marine Fuel Oil*) untuk *start up* awal. (Indonesia Re, 2020)

PLTU akan tetap melakukan produksi menciptakan listrik tanpa bergantung pada musim. PLTU ini suatu pembangkit listrik unggulan serta merupakan kebutuhan primer untuk industri di dunia guna memenuhi kebutuhan energi listrik. Batubara sebagai bahan bakar banyak digunakan pada industri pembangkit listrik,

disamping harganya yang relatif murah dari pada bahan bakar minyak, batubara merupakan sumber energi yang sangat mudah cara mendapatkannya yaitu berasal dari alam, sehingga ketersediaannya masih cukup melimpah (Indonesia Re, 2020)

Penggunaan batubara dengan jumlah yang cukup besar seperti pada PLTU Cilacap yang membutuhkan sekitar 18 juta ton/tahun (*Centralized Control Main Equipment Operating Procedures*, 2016) ternyata membawa dampak serius, terutama bagi lingkungan, sebab polusi yang dihasilkan di udara seperti zat SO_2 dan NO_x akibat dari aktivitas industri bisa mencelakakan manusia serta lingkungannya. Pemuasan polusi yang mengandung gas semacam CO , CO_2 , SO_2 , NO_2 , hidrokarbon serta abu yang cukup banyak menjadi akar polutan yang relatif besar. Hal yang terjadi setelah itu akan mengakibatkan hujan asam yang berakibat bahaya, sebab adanya limbah abu hasil dari reaksi pembakaran batubara ialah abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*) yang mempunyai kandungan silikon dioksida (SiO_2) serta kalsium oksida (CaO) (Mufrodi, 2010).

Gas pada limbah PLTU gas monoksida, gas nitrogen dioksida, dan nitrogen oksida ketiganya memiliki jenis yang tidak sama serta ketiganya cukup berbahaya untuk kesehatan. Gas NO mengotori udara secara visual sehingga akan susah dicermati sebab gas NO tidak memiliki warna serta bau sebaliknya gas NO_2 mengotori lingkungan cukup mudah dicermati dari bau gas amat menyengat serta berwarna coklat. Udara yang mempunyai kandungan gas NO jika berada pada ambang normal masih cukup aman dan tidak bahaya, namun jika tahap NO ada dalam ambang tinggi, secara umum pencemaran udara gas SO_x bermula sebab pembakaran bahan fosil yaitu batubara. Gas belerang (SO_x) terdiri dari dua jenis yakni SO_2 dan SO_3 dimana perubahan ini akan menciptakan SO_2 yang relatif banyak dari gas SO_3 meskipun gas SO_2 mempunyai dominan yang lebih namun pertautannya dengan udara yang berisi oksigen akan menciptakan SO_3 .

Banyaknya proses industri nyatanya terdapat yang menciptakan partikel-partikel yang bisa merambah ke udara. Akibatnya dari pembakaran bahan bakar batubara di PLTU menghasilkan emisi gas buang (*flue gas*) yang berisi SO_2 dan NO_x dengan dosis yang relatif tinggi. Hal itu termasuk dalam sumber polutan yang relatif besar. Proses yang berlangsung di udara dapat mengakibatkan hujan asam

yang berdampak bahaya untuk lingkungan. Pemakaian batubara dengan kualitas kecil dengan taraf berisi belerang bisa mengakibatkan tingkat pencemaran udara yang makin memprihatinkan, sehingga perlu dilakukan upaya untuk mengurangi hal tersebut antara lain FGD (*Flue Gas Desulphurisation*), SCR (*Selective Catalytic Reduction*) dan EB-FGT (*Electron Beam Flue Gas Treatment*) menggunakan MBE (*mesin bekas elektron*). Teknologi konvensional FGD untuk SO_2 dan SCR untuk NO_x sudah banyak digunakan pada beberapa negara maju, tetapi teknologi konvensional masih terbilang cukup mahal dan implementasinya membutuhkan tempat yang cukup luas. Suatu teknologi yang baru mulai diimplementasikan pada kelas industri ialah cara pembersihan gas limbah SO_2 dan NO_x dengan *mesin berkas elektron (MBE)* yang bisa meminimalisir taraf polusi gas limbah hingga ambang batas aman guna lingkungan (Puspa, 2007).

Pengelolaan gas limbah PLTU menjadi *Amonium Sulfat* sangat cocok di Indonesia, sebab Indonesia termasuk dalam salah satu negara agraris dengan bidang pekerjaan utama dalam bidang pertanian lebih dari 2,50 juta masyarakatnya adalah petani, (Kominfo, 2019) sehingga akan dapat memberikan efek yang signifikan dalam pemenuhan kebutuhan pupuk dalam negeri. *Amonium Sulfat* ialah garam anorganik yang dapat dipakai untuk pupuk *nitrogen* tidak hanya untuk *pupuk NPK*, *urea* dan *amonium nitrat*. Dalam pupuk tersebut mengandung senyawa *sulfur* berbentuk *anion sulfat* yang mudah meresap pada tanaman, serta senyawa *nitrogen* berbentuk kation *amonium* yang dengan mudah melepaskan *hidrogen*. Selain digunakan untuk pupuk, *Amonium Sulfat* juga dapat dipakai untuk sektor industri guna fermentasi, bahan tahan api, penyamakan, dan pengolahan air (Puspa, 2007)

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ferdinand Mangundap (2013) menunjukkan bahwa produksi pabrik amonium sulfat di Indonesia dirasakan sangat penting, terutama di era industri kimia modern saat ini. Hal ini mencerminkan pentingnya amonium sulfat sebagai bahan baku pupuk, mengatasi permasalahan yang ada dan menghemat devisa. Hasil pra rencana pabrik yang dilakukan belum sesuai atau mencukupi kebutuhan *Amonium Sulfat* di Indonesia sehingga penting dilakukan perencanaan yang lebih lanjut sesuai dengan kemajuan teknologi sehingga nantinya dapat memenuhi kebutuhan *Amonium Sulfat*

di Indonesia.

Pabrik *Amonium Sulfat* di Indonesia saat ini ada tiga pabrik yakni PT. Petrokimia Gresik dengan kapasitas 400.000 ton/tahun (sumber www.petrokimia-gresik.com), PT. Timuraya Tunggal dengan kapasitas 72.000 ton/tahun (sumber www.bsn.go.id) dan PT. Pupuk Indonesia dengan kapasitas 575.640 ton/tahun (sumber www.pupuk-indonesia.com), sedangkan pertumbuhan konsumsi kebutuhan akan pupuk ini terus meningkat, sehingga setiap tahun Indonesia harus melakukan impor dari luar negeri dengan rata-rata sebesar 1.071.840 per tahunnya sebagaimana data berikut:

Tabel 1.1 Data Impor *Amonium Sulfat* Tahun 2016-2020

No	Tahun	Jumlah (dalam ton)	% Pertumbuhan
1	2016	930.688	
2	2017	1.070.492	0,1305
3	2018	1.303.692	0,1788
4	2019	1.067.577	- 0,2211
5	2020	986.750	- 0,0819
	Jumlah	5.359.199	0,0063
	Rata-rata	1.071.840	0,001575

Sumber: BPS (2021)

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dan beberapa penelitian yang sudah dilakukan, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut dalam tugas akhir dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan *Amonium Sulfat* Dari Limbah Gas Buang PLTU Cilacap Expansion 660 MW Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

1.2. Tujuan

Tujuan pendirian pabrik *Amonium Sulfat* dari Limbah Gas Buang PLTU yang akan didirikan adalah sebagai berikut:

1. Pemanfaatan limbah *gas buang PLTU* menjadi *Amonium Sulfat* sebagai Pengendalian emisi SO_2 dan NO_x
2. Pemenuhan kebutuhan *Amonium Sulfat* dalam negeri

1.3. Tinjauan Pustaka

1.3.1 Amonium Sulfat

Amonium sulfat atau $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ merupakan garam anorganik dengan berbagai kegunaan. Seperti sebagai pupuk untuk membentengi unsur hara tanah atau sebagai bahan tambahan pangan. Amonium sulfat mengandung 21% unsur nitrogen dan 24% unsur belerang. Amonium sulfat terurai ketika dipanaskan hingga suhu 250°C , pertama-tama membentuk amonium bisulfat. Ketika dipanaskan sampai suhu tinggi, amonium sulfat terurai menjadi amonia, nitrogen, sulfur dioksida, dan air. (Liu & Chen, 2002).

Amonium Sulfat, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ dianggap sebagai ZA, *zwavelzure amoniak*, dimana pada awalnya pupuk ZA dipakai untuk pertanian dengan berisikan 20-21%, dalam bentuk kristal putih, abu-abu, biru kebiru-biruan, atau relatif kuning, bersifat larut air dan kurang higroskopis (M. Isnaini 2006).

Amonium Sulfat (ZA) menggunakan rumus kimia $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ adalah pupuk nitrogen yang berisi kurang lebih 21% nitrogen dan 24% sulfur. Hal tersebut secara alamiah terjadi menjadi mascagnite mineral dan memberikan banyak kelebihan menjadi pupuk, misalnya fisik yang baik, higroskopitas rendah, baik agronomi efektivitas, kehidupan jangka panjang, dan stabilitas kimia yang sangat baik (Gowariker, 2009).

Amonium Sulfat adalah pupuk yang mempunyai bentuk asam, sehingga dipakai dalam pH netral atau basa tanah. Dalam bentuknya mengalir bebas, secara langsung diimplementasikan dalam tanah atau dicampur menggunakan bahan granular lainnya. *Amonium Sulfat* juga memasok sulfur, yang mana adalah nutrisi krusial bagi tanaman. Pupuk tersebut juga tahan terhadap pembersihan lantaran bisa teradsorpsi pada tanah koloid, tanah liat dan humus, dan menggantikan kalsium. *Amonium Sulfat* terserap garam amonium kemudian diubah sebagai nitrat oleh bakteri nitrifikasi guna dipakai (Hidayat, 2021)

Berdasarkan uraian diatas bisa disimpulkan bahwa *Amonium Sulfat* $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ merupakan bahan kimia yang banyak dipakai pada industri pertanian menjadi pupuk dan pada industri kimia. Berdasarkan hasil penelitian Eka dan Rifqi (2016) proses produksi *amonium sulfat* terdiri berdasarkan 4 tahapan : 1) reaksi

antara *amonia* dan *asam sulfat* pada reaktor *Bubble Column* melalui reaksi netralisasi yang diikuti dengan menggunakan pembentukan kristal *Amonium Sulfat* pada reaktor dalam suhu 107° C dan tekanan atmosferis, 2) pemisahan kristal *Amonium Sulfat* berdasarkan larutan induknya pada indera *Centrifuge* menggunakan perbandingan 1:1, 3) pengeringan kristal *Amonium Sulfat* pada *Rotary Dryer* dalam suhu 120° C buat mencapai kadar air 0,15%, 4) Pengepakan produk dalam berukuran komersial 25 kg. Pada tabel 1.2 menggambarkan syarat mutu *Amonium Sulfat*.

Tabel 1.2 Syarat Mutu *Amonium Sulfat*

No	Uraian	Persyaratan
1	Kadar <i>Nitrogen</i>	Min 20,8%
2	Kadar <i>Belerang</i>	Min 23%
3	<i>Asam bebas</i> , sebagai H_2SO_4	Maks 0,10%
4	Kadar Air	Maks 1,0%

Sumber : Standar Nasional Indonesia (www.dpring.go.id)

1.3.2 Proses Pembuatan *Amonium Sulfat*

Pada tahun 1920-an, proses karbonisasi batubara ini sangat populer di industri. Namun, proses ini telah tertunda dalam pengembangannya karena meningkatnya instalasi *oil-gas process* serta penggunaan minyak dan gas alam untuk pemanasan. Di sisi lain, batu bara yang dikarbonasi masih dipakai untuk menghasilkan *Amonium Sulfat*. Ada tiga cara untuk memproduksi *Amonium Sulfat* dari batu bara, yaitu langsung, tidak langsung, dan semi langsung. Dalam proses langsung, semua gas didinginkan terlebih dahulu untuk menghilangkan sejumlah besar tar sebelum dikirim ke *saturator tipe bubble* atau *spray*. *Kristal Amonium Sulfat* dipisahkan dari cairannya, dicuci dalam *centrifuge*, dikeringkan, dan selanjutnya disimpan (Septiyan, 2018).

Proses langsung ini mempunyai banyak kelemahan, secara khusus kontaminasi produk karena kontaminasi dengan tar, *pyridine*, atau komponen organik lainnya telah secara signifikan menurunkan harga *Amonium Sulfat* di pasar, dan juga *klorid* dari minyak ataupun air yang dipakai dapat mengakibatkan *Amonium klorida* serta mengakibatkan korosif, namun hal tersebut tidak akan

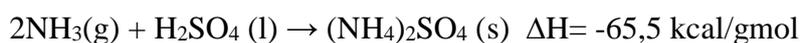
terjadi apabila sudah dipasangkan peralatan utama untuk pencegah korosif. Selain itu cara tersebut mempunyai kelebihan yakni biaya investasi dan operasi yang relatif rendah, sebab adanya keterbatasan dari cara yang digunakan, sehingga mulailah dicari cara baru baru yakni suatu cara tidak langsung. Dalam tahap ini gas panas dalam *oven* awalnya didinginkan menggunakan sirkulasi *wash liquor* dan *scrubbing air*. *Liquor* yang telah digabungkan kemudian dipisah dengan *amonia bebas* didalam *stripping*, setelah itu di *stripper*, *liquor* tersebut diolah menggunakan larutan biasa guna memisahkan *Amonium kloridanya*. Kemudian, akan dialirkan dalam *saturator* yang selanjutnya membentuk *Amonium Sulfat* (Septiyan, 2018).

Sedangkan tahap semi langsung, gas didinginkan lalu dihilangkan tarnya guna mengolah kondensatnya yang berisi relatif banyak amonianya. Tahap ini diolah menggunakan hasil *Amonium Sulfat* yang lebih murni serta menggunakan *yield recovery amonia* yang relatif tinggi. Akan tetapi, seiring berjalannya waktu *Amonium Sulfat* awal pengolahan melewati bahan baku (*by product*) dari tahap kimia semacam *caprolactam* dan *acrylonitrile*. Bahan lainnya yakni cairan asam sulfat (*sulfuric acid*) berasal dari limbah produksi *steel* (Septiyan, 2018)

Terdapat tiga cara pembuatan *Amonium Sulfat* menurut bahan baku yang paling banyak dipakai yakni :

a. Reaksi Netralisasi

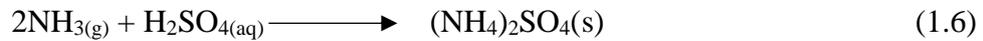
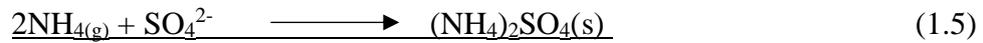
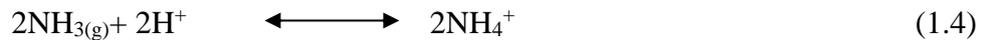
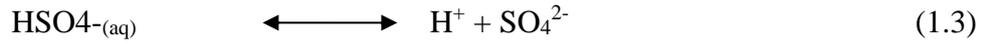
Secara umum pembuatan *Amonium Sulfat* berasal dari penetralan reaksi *amonia* dan *asam Sulfat kuat* dalam ambang keasaman diatas 70%. Tahap ini berangsur pada tahap gas-cair dimana *amonia* dalam *gas* dan *asam sulfat* pada fasa cair. Oalahan yang diciptakan akan berbentuk kristal *amonium sulfat [(NH₄)₂SO₄]* yang telah berbaur dalam larutan *mother liquor*. Dibawah ini adalah reaksi pembentukan *Amonium Sulfat* :



(Kirk-Othmer 4th ed ,1998)

Berdasarkan teori *Bronsted-Lowry* (Vogel, 1979), tata cara proses produksi *amonium sulfat [(NH₄)₂SO₄]* ialah :





Mekanisme reaksi berdasarkan teori *Bronsted-Lowry* yang mendasarkan pada reaksi *asam-basa*, dimana asam sebagai pendonor proton dan basa sebagai penerima proton (akseptor). *Asam Sulfat* (H_2SO_4) akan terurai menjadi sebuah proton (H^+) dan sebuah basa konjugat (HSO_4^-). Selanjutnya, basa konjugat HSO_4^- akan terurai menjadi sebuah proton (H^+) dan sebuah basa konjugat SO_4^{2-} . Dua buah proton (H^+) yang terbentuk akan bereaksi dengan basa (NH_3) membentuk asam konjugat NH_4^+ . Asam konjugat ini akan bereaksi dengan basa konjugat SO_4^{2-} membentuk *Amonium Sulfat* atau $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Reaksi bersifat eksotermis (67,710 cal/gm) atau sekitar 4320 BTU/lb.N. Panas yang timbul ini dikendalikan dengan penambahan air panas pada reaktor. Pada unit atmosfer pendinginan dapat dilakukan dengan pendinginan air melalui *vessel*.

Pemilihan kondisi operasi pada suhu 105-110⁰C dan tekanan 1 atm. Gas *ammonia* dan *asam sulfat* cair bereaksi secara stoikhiometri membentuk *Amonium Sulfat* dengan konversi reaksi over all sebesar 98%. Suhu dalam *reactor* dijaga dengan pertimbangan bahwa pada suhu yang terlalu tinggi *asam sulfat* akan membentuk *aerosol* dan bereaksi dengan *gas amonia* menjadi *amonium bisulfat* [NH_4HSO_4]. Senyawa *amonium bisulfat* ini berupa kristal putih yang bersifat korosif dan berbahaya, seperti menyebabkan iritasi pada kulit. Pembentukan *amonium bisulfat* bisa terjadi jika temperatur reaksi jauh lebih dari 100⁰C dan melebihi temperatur leleh *Amonium Sulfat* (235-280⁰C). Akan tetapi apabila temperatur reaksi terlalu rendah dapat menyebabkan konversi reaksi menjadi kecil (kurang maksimal) (Septiyan, 2018)

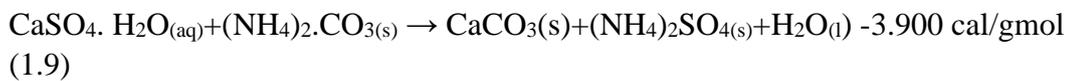
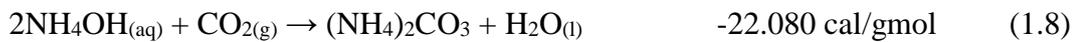
Pada proses reaksi dan kristalisasi yang terbentuk dalam unit yang sama yaitu *saturator*. Panas reaksi diserap dengan cara menguapkan air yang terdapat dalam *saturator*. Penguapan air juga akan menyebabkan kristal-kristal *amonium sulfat* akan terbentuk. Kristal tersebut kemudian akan dipisahkan dengan *mother*

liquor. *Mother liquor* dikembalikan dalam *saturator* untuk mempercepat proses *kristalisasi*. Kristal kemudian dikeringkan dan dikemas (Septiyan, 2018).

b. *Amonium Sulfat* dari *Gypsum* dan *Amonium Carbonat*

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 yang terjadi adalah:



Proses ini digunakan pada negara-negara yang memiliki sumber *kalsium Sulfat* tetapi tidak memiliki *sulfur* untuk memproduksi *Amonium Sulfat*. Baik produk dari proses ini dapat digunakan pada industri semen atau juga dapat digunakan pada pabrik *kalsium Amonium nitrat*. Larutan *amonium karbonat* jenuh digunakan dalam proses dimana dibuat dengan cara melarutkan *karbon dioksida* dalam larutan *amonium 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°C. Campuran reaksi difilter untuk memisahkan *kalsium karbonat* dan *kalsium sulfat* yang tidak bereaksi dari larutan *amonium sulfat* (Faith & Keyes, 1957).

c. Proses *Morino Ammonia* dengan *Sulfur dioxide*

Pada *Marino Proses* ditemukan teknik pengurangan kadar *sulfur* dengan biaya yang rendah untuk unit yang kecil. Proses ini meliputi reaksi larutan *ammonia* dengan *sulfur dioxide* dalam *reaktor crystalisser* untuk membentuk kristal *amonium sulfat*. Gas yang tidak bereaksi dibuang ke udara.

Tahapan reaksinya adalah sebagai berikut:



Reaksi yang terjadi berada pada tekanan 0,1 – 5 atm dan suhu 200–450⁰C menggunakan *katalis V₂O₅*. *Amonium Sulfit kristal* dicentrifuge dari *kristalizer* dan dioksidasi menjadi *amonium sulfat* dalam *rotary dryer*. Konversi yang dihasilkan adalah 75%. *Amonium Sulfit* kristal dialirkan dari *kristallizer* menuju *centrifuge* untuk memisahkan cairan dan kristal.

1.3.3 Kegunaan *Amonium Sulfat*

Amonium Sulfat terutama digunakan sebagai pupuk untuk memberikan unsur hara *Nitrogen* dan *Belerang* pada tanaman sebagai berikut:

1. Unsur hara *Nitrogen*

- a. Membuat tanaman menjadi lebih hijau segar, banyak mengandung butir hijau daun yang penting dalam fotosintesis.
- b. Mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, cabang dan sebagainya).
- c. Menambahkan kandungan protein hasil panen.

2. Unsur hara *belerang*

- a. Membuat pembentukan butir hijau daun (*chlorophyl*), sehingga daun menjadi lebih hijau.
- b. Menambahkan kandungan protein dan vitamin hasil panen.
- c. Memacu pertumbuhan anakan produktif.
- d. Berperan sebagai sintesa minyak yang berguna bagi proses pematangan zat gula.

Disamping digunakan sebagai pupuk, *Amonium Sulfat* juga digunakan dalam bidang industri seperti untuk pengolahan air, fermentasi, bahan tahan api dan penyamakan.

1.4. Pemilihan Proses

Proses pembuatan *Amonium Sulfat* dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu Reaksi Netralisasi, *Amonium Sulfat* dari *Gypsum* dan *Amonium Carbonat* dan Proses *Morino Ammonia* dengan *Sulfur dioxide*. Untuk dapat menyeleksi proses yang baik untuk digunakan dalam pembuatan pabrik *Amonium Sulfat* ini perlu

dilakukan peninjauan mengenai perbandingan tiap-tiap proses yang ada. Berikut merupakan uraian mengenai seleksi proses yang dilakukan:

Tabel 1.3 Jenis Proses Pembuatan Amonium Sulfat

Parameter:	Jenis Proses		
	Netralisasi	Messerburg	Morino
Bahan baku	NH_3 dan H_2SO_4	NH_3 , CO_2 , $CaSO_4.H_2O$, H_2O	NH_3 , SO_2 , H_2O , O_2
Bahan baku	Dalam negeri	Dalam negeri	Dalam negeri
Proses	Kontinyu	Batch	Kontinyu
Suhu	105-110 ⁰ C	70 ⁰ C	200-450 ⁰ C
Tekanan	1 atm	1 atm	5 atm
Produk samping	-	$CaCO_3$	-
Katalis	-	-	V_2O_5
Konversi	98%	95%	75%
Kemurnian Produk	95% (Kandungan ZA pada larutan induk 40%)	98,5% (Kandungan ZA pada larutan induk 41%)	75% (Kandungan ZA pada larutan induk 25%)
Aspek dampak lingkungan	Tidak memiliki hasil samping dan gas buang dimasukan ke dalam <i>cyclone</i> sehingga tidak terbuang ke lingkungan.	Hasil samping dapat diolah kembali menjadi gypsum sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku tanpa menimbulkan pencemaran lingkungan	Masih terdapat sisa larutan yang susah diolah sehingga dapat mencemari lingkungan
Korosivitas bahan	Tingkat keasaman kristal tidak menentu sehingga menyulitkan dalam proses pencucian	Keasaman rendah sehingga mempermudah pencucian dan mencegah korosivitas bahan	Keasaman tinggi sehingga menyulitkan pencucian dan dapat menimbulkan korosivitas bahan
Pabrik Indonesia	Di PT Petrokimia Gresik menjadi salah satu perusahaan yang menggunakan proses netralisasi	Metode ini biasanya digunakan untuk hasil buang CO_2 dari limbah gas PLTU	Belum terdapat pabrik di Indonesia yang menggunakan metode ini

Dari Perbandingan proses pembuatan *Amonium Sulfat* pada Tabel 1.3 diatas disimpulkan bahwa proses yang paling menguntungkan adalah proses netralisasi. Kelebihan proses netralisasi langsung adalah konversi reaksi yg tinggi, Tekanan dan Suhu operasi yang rendah, tidak ada reaksi samping, tidak membutuhkan katalis, prosesnya sederhana serta bahan baku yang mudah didapat. Sehingga proses yang digunakan adalah proses netralisasi. (Septiyan, 2018)

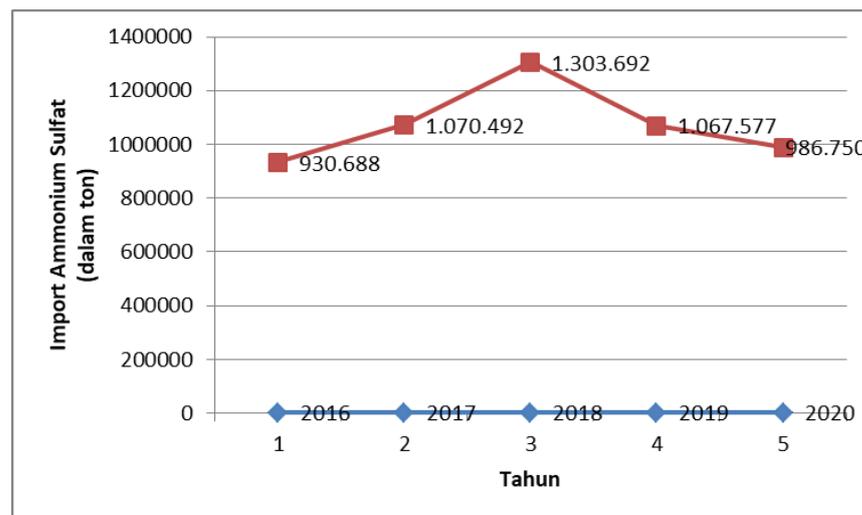
1.5. Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas produksi pabrik menggunakan beberapa pertimbangan diantaranya adalah prediksi kebutuhan *Amonium Sulfat* di Indonesia dan Ketersediaan bahan baku. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2016-2020 menunjukkan bahwa impor *Amonium Sulfat* tiap tahun mengalami fluktuatif sebagaimana tabel berikut ini.

Tabel 1.4 Data Impor *Amonium Sulfat* Tahun 2016-2020

No	Tahun	Jumlah (dalam ton)	% Pertumbuhan
1	2016	930.688	
2	2017	1.070.492	0,1305
3	2018	1.303.692	0,1788
4	2019	1.067.577	- 0,2211
5	2020	986.750	- 0,0819
	Jumlah	5.359.199	0,0063
	Rata-rata	1.071.840	0,001575

Sumber: BPS (2021)



Gambar 1.1 Grafik Impor *Amonium Sulfat* Tahun 2016-2020

Dari data statistik kebutuhan *amonium sulfat* di Indonesia yang mengalami fluktuatif rata rata peningkatan sebesar 0,001575 %, jika pabrik diproyeksikan untuk tahun 2023 maka perkiraan kebutuhan pada tahun tersebut dapat dihitung menggunakan:

$$F = F_0(1+i)^n$$

Dengan:

F = Perkiraan kebutuhan Amonium Sulfat pada tahun 2023 (ton)

F₀ = Kebutuhan Amonium Sulfat pada tahun 2020

i = pertumbuhan rata-rata

n = selisih waktu (tahun)

(Peter & Timmerhaus, 2003)

$$F = F_0(1+i)^n$$

Diketahui: F₀ = 986.750 ton

$$n = 2023 - 2020 = 3$$

i = Pertumbuhan Rata-rata = 0,001575

$$F = 986.750 \text{ ton } (1 + 0,001575)^3$$

$$= 986.750 \text{ ton } (1,001575)^3$$

$$= 986.750 \text{ ton } (1,0047324458)$$

$$= 991.419,741 \text{ ton}$$

$$\text{Rencana produksi } 10\% = 991.419,741 \text{ ton} \times 10\%$$

$$= 99.141,9471 \text{ ton}$$

$$= 100.000 \text{ ton}$$

Dari perhitungan data diatas didapatkan perkiraan jumlah kebutuhan *Amonium Sulfat* tahun 2023 sebesar 991.419,740 ton. Rencana produksi *Amonium Sulfat* sebesar 10% 99.141,9471 ton per tahun \approx 100.000 ton per tahun dengan waktu operasi selama 24 jam sehari, 330 hari per tahun.

Beberapa pertimbangan-pertimbangan pendirian pabrik *Amonium Sulfat* antara lain:

1. Memanfaatkan limbah *gas buang PLTU* agar tidak mencemari lingkungan terutama udara.

2. Menambah lapangan pekerjaan di era industri 4.0 sehingga dapat mengurangi angka pengangguran di Indonesia.
3. Menambah devisa negara dengan meningkatkan komoditi ekspor *Amonium Sulfat* untuk memenuhi kebutuhan di dalam dan luar negeri.

1.6. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi adalah hal yang sangat penting dalam perancangan pabrik, karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan, faktor yang perlu dipertimbangkan guna mendapatkan tempat yang terbaik. Lokasi pendirian pabrik *Amonium Sulfat* dipilih berdasarkan parameter pemilihan lokasi pabrik dengan metode *factor rating*, yaitu dengan membandingkan dua lokasi yaitu lokasi 1 (Kesugihan, Cilacap) dan lokasi 2 (Adipala, Cilacap):

Tabel 1.5 Pemilihan Lokasi Pendirian Pabrik *Amonium Sulfat*

Faktor	Bobot	Lokasi 1		Lokasi 2	
		Nilai (%)	B x N	Nilai (%)	B x N
Pasar	25	80	20	100	25
Bahan Baku	20	100	20	50	10
Tenaga Kerja	20	75	17	80	16
Lisrtrik, Air	15	80	12	80	12
Telepon	10	75	7,5	90	10
Transportasi	5	100	5	80	4
Perluasan	5	100	5	60	3
Jumlah			86,5		80

Sumber : Manajemen Operasi, 2009 (Alviano, 2014)

Berdasarkan Tabel 1.5 dapat dipilih lokasi pendirian pabrik berdasarkan hasil penilaian dengan skor tertinggi. Lokasi I (Kesugihan, Cilacap) dengan skor 86,5 dan lokasi 2 (Adipala, Cilacap) dengan skor 80. Berdasarkan hal tersebut maka dipilih lokasi pendirian pabrik *Amonium Sulfat* di kawasan Kesugihan, Cilacap dengan pertimbangan sebagai berikut :

1.6.1 Faktor Utama

Faktor utama secara langsung memberikan efek berjalannya suatu pabrik agar sesuai dengan tujuan berdirinya pabrik dalam proses produksi dan distribusi dan hal ini tidak boleh ditinggalkan, adapun faktor utama tersebut adalah:

a. Sumber bahan baku

Bahan baku adalah faktor utama untuk menjalankan operasi industri, sehingga adanya bahan baku ini sangatlah penting. Sumber bahan baku yang di gunakan adalah *gas buang dari PLTU* dengan kapasitas 20.000 ppm/s \approx 531.556,593 ton/tahun. Gas buang PLTU nantinya akan diambil dari PLTU Cilacap unit 3 *expansion* 660 MW.

b. Sarana Transportasi

Transportasi yang dimaksud adalah transportasi yang dapat menunjang keberhasilan berjalannya pabrik tersebut meliputi transportasi untuk pekerja, transportasi untuk penyedia bahan baku dan alat serta transportasi pemasaran. Transportasi ini diharuskan nyaman dan efisien baik itu dari jalur darat, air dan udara. Dipilih Cilacap karena untuk sistem transportasi memiliki kondisi yang baik, dekat pelabuhan Tanjung Intan Cilacap (\pm 13 km), bandara Tunggul Wulung (\pm 11km) , lokasi pasar atau tempat tersedianya bahan baku (\pm 15 km) sehingga proses pemasaran produk tidak mengalami kesulitan.

c. Utilitas

Dalam utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik maka kebutuhan tersebut diharapkan dapat dipenuhi dengan mudah. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan murah karea area kawasan ini memiliki sumber aliran sungai yaitu sungai serayu dan dapat juga bekerjasama dengan PDAM setempat, bahan bakar diperoleh dari Pertamina Cilacap dan untuk suplai pemenuhan kebutuhan listrik dapat diperoleh dari PLTU Cilacap dan digunakan generator (apabila listrik mati).

d. Tenaga kerja dan tenaga ahli

Tenaga kerja merupakan pondasi berdirinya pabrik, dengan didirikannya pabrik di Cilacap, dimana Cilacap merupakan daerah dengan padat penduduk, dekat dan banyak perguruan tinggi, komunitas masyarakat sehingga tersedia

tenaga kerja yang memadai yang nantinya akan mempermudah menyiapkan tenaga kerja serta regenerasi tenaga kerjanya.

e. Pemasaran

Letaknya di kawasan industri, banyak industri yang membutuhkan Amonium Sulfat, produk diharapkan pemasarannya tidak hanya di Indonesia tetapi juga diekspor, karena Amonium Sulfat merupakan salah satu sumber energi industri, bahan baku industri kimia, bahan campuran industri kimia dan pertanian.

f. Pembuangan Limbah

Cilacap merupakan daerah yang strategis berdekatan dengan pantai, memiliki aliran sungai seperti serayu, memiliki lahan yang luas, pembuangan limbah dapat langsung dilakukan di sungai atau membuat tempat khusus limbah tentunya semua dilakukan berdasarkan izin dan standar yang telah ditentukan pemerintah.

g. Faktor Iklim dan Geografi Lokal (Keadaan Tanah)

Geografi lokal mencakup topologi dan drainase serta kondisi tanah yang semuanya berdampak pada biaya konstruksi dalam satu atau lain cara. Iklimnya juga berbeda-beda menurut kedekatannya dengan topologi dan kedekatan yang berbeda dengan badan air yang besar atau ruang terbuka yang luas. Cilacap merupakan lokasi yang cocok karena kondisi tanah yang berada di daratan, dekat dengan pesisir pantai dan memiliki iklim tropis sangat mendukung untuk pembangunan pabrik tersebut.

1.6.2 Faktor Pendukung

Faktor pendukung secara tidak langsung berperan penting dalam dunia industri karena sangat mempengaruhi berjalannya industri tersebut. Faktor-faktor pendukung penentuan lokasi pabrik meliputi:

a. Harga Tanah dan Perluasan Pabrik

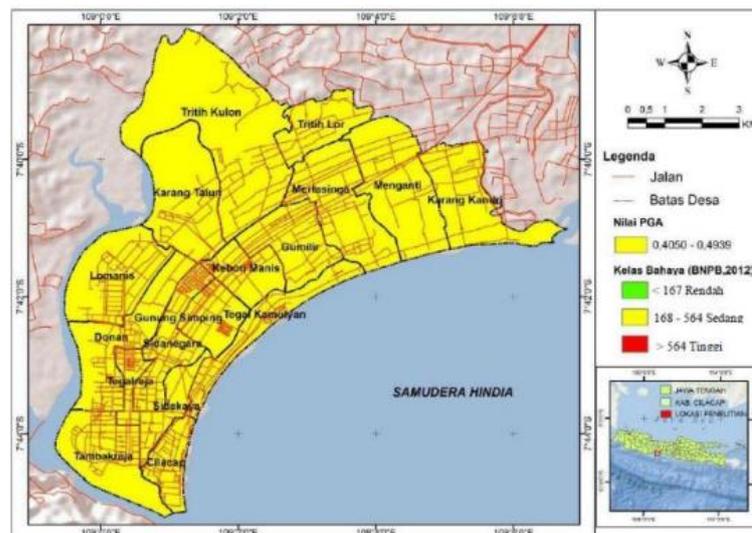
Cilacap merupakan daerah kawasan industri sehingga harga tanah yang tersediapun dapat dikatakan relatif mahal tetapi masih terjangkau. Terkait rencana pengembangan Cilacap adalah daerah industri dimana lahan disana

dipersiapkan guna mendirikan industri sehingga tidak akan mempengaruhi daerah penduduk ketika pabrik akan diperluas areanya.

b. Letak Geografis

Cilacap adalah sebuah Kabupaten Tingkat II di Jawa Tengah, terletak di wilayah Pantai Selatan Pulau Jawa dengan pelabuhan alam yang menyokong. Wilayah Cilacap dan sekitarnya telah direncanakan oleh Pemerintah sebagai pusat pengembangan produksi di selatan Jawa. Identifikasi lokasi pabrik sangat penting untuk kelancaran kegiatan perusahaan. Dari pertimbangan tersebut, luas lahan yang tersedia dan memenuhi persyaratan untuk membangun sebuah pabrik.

Salah satu kondisi geografis yang mempengaruhi pendirian pabrik adalah pergerakan tanah, karena Indonesia merupakan negara yang terletak pada lempeng pergunungan aktif yang memiliki tanah subur tetapi memicu kekhawatiran terhadap bencana alam. Sebidang tanah dengan yang berada di daerah Kesugihan Cilacap dekat jalan raya berjarak sekitar 400 meter termask dalam zona kuning perijinan shm sudah terkondisi, kondusif, tidak terlalu dekat dengan pemukiman warga sangat cocok untuk pendirian pabrik Amonium Sulfat. Berdassrkan beberapa analisa bahaya gempa bumi, kota Cilacap menunukan kategori tingkat bahaya sedang.(Muhaimin, 2016)



Gambar 1.2 Peta Wilayah Potensi Gempa Bumi Cilacap

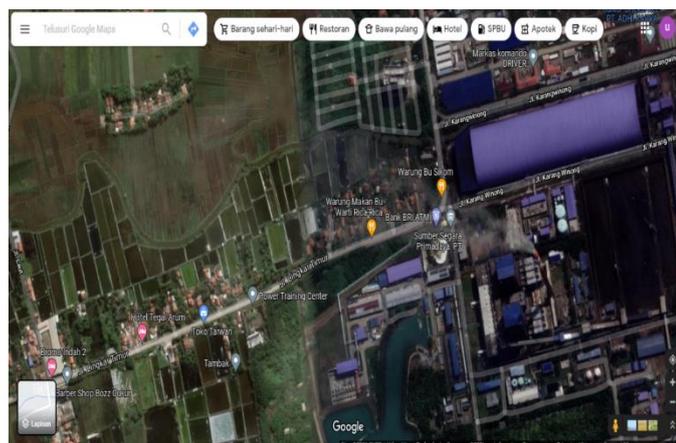
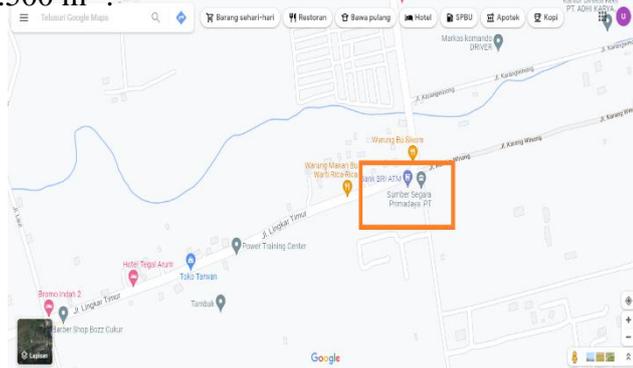
c. Batasan Hukum dan Pajak

Pabrik yang memerlukan modal tinggi maka permasalahan terkait perizinan dan pajak diperhatikan secara detail, namun bagi industri baru akan didukung oleh peraturan daerah.

d. Kebijakan Pemerintah

Pada saat mendirikan pabrik, diperlukan pertimbangan pedoman pemerintah yang relevan. Hubungan antara kebijakan pembangunan industri dengan pemerataan pekerjaan dan hasil pembangunan. Gresik adalah kawasan yang disiapkan untuk daerah industri guna mematuhi kebijakan pemerintah

Atas pertimbangan faktor diatas sehingga pabrik *Amonium Sulfat* dirancang untuk dibangun pada daerah Industri Cilacap, yang berada di daerah Kesugihan Cilacap Selatan Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Tepatnya berada disebelah PT Sumber Segara Primadaya dengan luas wilayah diperkirakan mencapai 8.500 m².



Gambar 1.3 Lokasi Pabrik

BAB II URAIAN PROSES

2.1 Tinjauan Proses Secara Umum

Industri *Amonium Sulfat* dari *amonia* dan *asam sulfat* memiliki daya tampung produksi sebesar 100.000 ton/tahun, dan pabrik beroperasi terutama di PLTU daerah Cilacap. Bahan baku yang dipakai merupakan gas limbah dari PLTU yang terdiri atas O_2 , CO_2 , H_2O , N_2 , SO_2 , NO_x dan *fly ash* pada tekanan 1 atm dan suhu $125^\circ C$. Gas buangan tersebut di masukkan ke dalam *cooler* dan dinginkan dengan air pada suhu $30^\circ C$ dengan tekanan 0,1053 atm. Gas yang keluar dari *cooler* dengan suhu $65^\circ C$ dan tekanan direduksi menjadi 0.0197 atm menggunakan *I.D Fan*.

Setelah gas itu masuk kedalam reaktor *mesin berkas electron* (R-MBE) yang didalamnya masih ada tiga proses yakni : transmisi penggerak menggunakan kecepatan transmisi 0.1 m/s dan daya motor penggerak 600 watt, lengan ayun yang berbentuk U dengan berukuran 4cm x4cm x4cm, dan penyetop berkas menggunakan panjang 120 cm, lebar 10 cm, tinggi 3cm dan tebal bahan 3mm. Didalam *reactor MBE* menggunakan suhu $74^\circ C$ dibubuhi alat *ventilation fan* (VF) menggunakan daya 200 Hp, yang bermanfaat membuang panas yang terdapat dalam *reaktor MBE* yang lalu akan dibuang dengan *satck*. Setelah keluar pada *reaktor* gas berubah bentuk sebagai butiran-butiran lantaran sudah terjadi proses penyatuan gas menggunakan elektroda-elektroda dan masuk kedalam *Electrical Static Precipitator* (ESP).

Pada *ESP* yang menggunakan arus searah (DC) yang cukup besar dengan tegangan 46.153,3643 V, alat pengendap berupa tabung silinder dengan dinding yang menerima muatan positif sedangkan ditengah terdapat kawat yang diletakkan dipusat silinder, sejajar denfan dinding tabung, diberikan muatan negatif. Adanya perbedaan tegangan yang cukup besar menyebabkan corona discharge dibagian pusat silinder. Akibatnya polusi udara dan polusi udaranya ialah aerosol seolah olah mendapati ionisasi. Polusi berubah menjadi ion negatif namun udara bersih yang

bebas dari aerosol sebagai ion positif serta masing-masing ion akan mengarah pada elektroda yang relefan.

Kotoran aerosol menjadi ion negatif ditarik ke dinding tabung dan dikeluarkan ke udara melewati *stack*. Disisi lain udara bersih tanpa aerosol berada dipusat silinder dan dihembuskan keluar dan melalui *screw conveyor*, *bucket elevator* serta disimpan di gudang penyimpanan.

2.2 Deskripsi Proses

Proses pembuatan *Amonium Sulfat* dari gas buangan PLTU pada prinsipnya memiliki beberapa proses yakni :

1. Tahap Persiapan Bahan Baku
2. Tahan Reaksi
3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

2.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

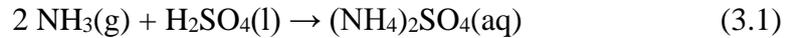
Bahan baku utama yang digunakan dalam industri *amonium sulfat* adalah *asam sulfat* dan *amonia* yang diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik. *Asam Sulfat* dengan kemurnian 98% disimpan dalam *tangki* (T-01) dengan tekanan 1 atm, suhu 30°C dan waktu tinggal 7 hari, lalu *asam sulfat* disuplai ke *reactor gelembung* (R-01) menggunakan *pompa* (P-01) yang dipanaskan terlebih dahulu dengan *heater* (HE-01) sampai suhu sesuai dengan suhu *reactor* 107°C.

Amonia dengan kemurnian 99% disimpan dalam *tangki* (T-02) pada tekanan 1 atm dan suhu -33,5°C. pada fase cair yang dilengkapi dengan pendingin untuk menjaga suhu *Amonia* yang digunakan dalam produksi *Amonium Sulfat* berbentuk gas sehingga tekanan di dalam *reactor* (R-01) tidak meningkat, sebelum memasuki *reactor* (R-01) *amonia* dipompa oeh *pompa* (P-02) melalui *vaporizer* (VAP-01) untuk mengubah fasa menjadi gas.

2.2.2 Mekanisme Reaksi

Tahap ini terjadi dalam satu alat yang sama yakni R-01. Suhu dalam *reaktor* (R-01) dijaga 107°C dalam tekanan 1 atm. Gas *amonia* yang dimasukkan dengan bentuk gelembung melewati *sparger* pada *reaktor*. *Asam*

sulfat cair dan gas amonia dimasukkan ke *reaktor (R-01)* secara bergantian hingga *supersaturated*, dan terjadi proses pembuatan *Amonium Sulfat* yang berbentuk kristal. Reaksi yang ada pada reaktor yakni :



Reaksi antara *amonia* dan *asam sulfat* sangat eksotermis (menghasilkan panas), sehingga *reaktor (R-01)* membutuhkan pendingin dan pengatur suhu. Karena air digunakan sebagai media pendingin, panas reaksi yang dihasilkan diserap oleh air dan digunakan untuk menguapkan air pada reaktor. Selain sebagai pendingin, air juga digunakan untuk mengontrol konsentrasi larutan dalam saturator.

Air yang menguap dengan campuran gas *ammonia* yang keluar dari atas *reactor* masuk ke dalam *kondenser (CD-01)* guna didinginkan sebelum masuk ke *separator (SEP-01)* guna dipisah antara air dan *ammonia* dimana kemudian *ammonia* akan dikembalikan pada *reaktor (R-01)*.

Kristal *Amonium Sulfat* terbentuk ketika kondisi di dalam *reaktor* menjadi lewat jenuh (*supersaturated*). Kondisi ini dapat dicapai dengan menguapkan air dalam *saturator* dan membuat keadaan *Amonium Sulfat* melebihi solubilitasnya dalam air, akibatnya kristal terbentuk di dalam *reaktor (R-01)*, dan gelembung gas yang terbentuk di dalam *reactor* ialah media pencampuran yang relatif efektif, selain pemuai media kontak antara reaktan, gelembung gas mengedarkan kristal yang mengendap di dasar *reaktor*.

Level dalam *reaktor* harus dijaga antara 70% dan 80% dari level saturator (Belda, A.S, 2014). Apabila tingkat larutan terlalu tinggi sejumlah besar *gas amonia* yang dilepaskan ke udara menyebabkan kristalisasi di *condenser*. Untuk mempertahankan tingkat ini dan mempercepat pembentukan kristal maka *mother liquor* dari *mother liquor tank (ML-T)* dialirkan. Jumlah kristal tidak boleh melebihi 50% volume, jika terlalu besar pengendapan akan terjadi dibagian bawah reaktor yang dapat menyumbat saluran reaktor.

Kristal dan *Mother liquor* hasil reaktor berbentuk *slurry* yang setelah itu dikeluarkan memakai *pompa (P-01)* melalui *cooler (C-01)* untuk direndahkan suhunya menjadi 40°C sebelum melalui proses *centrifuge (CF-01)* yang

memisahkan Kristal *Amonium Sulfat* dan larutan *mother liquor*nya.

2.2.3 Pemurnian Produk

1. Tahap Pemisahan Produk

Ada 3 tahapan pemurnian hasil *amonium sulfat* yakni tahap pemisahan, pengeringan, dan pengepakan hasil produk reaktor yang berbentuk *slurry* dipisahkan dengan *centrifuge* (CF-01) melewati *pompa* (P-03). *Centrifuge* ini digunakan untuk memisahkan antara kristal *Amonium Sulfat* dari *mother liquor*. Kristal *Amonium Sulfat* yang telah terpisah akan tetap berisi air 2% (w/w) yang akan dikeringkan dalam *rotary dryer* (RD-01). *Mother liquor* akan dimuat pada *Mother liquor tank* (ML-T) dan dikembalikan dalam *reaktor* (R-01) guna memperlaju proses kristalisasi.

2. Tahap Pengeringan Produk

Kristal *Amonium Sulfat* keluaran *centrifuge* (CF-01) dibawa memakai *belt conveyor* (BC-01) lalu masuk ke *screw conveyor* (SC-01) menuju ke alat pengering. Alat yang dipakai pada pengeringan ini yakni *rotary dryer* (RD-01). Tahap pengeringan bertujuan guna meminimalisir kadar air pada kristal *Amonium Sulfat* yang awalnya 2% (w/w) menjadi 0,1 % (w/w) atau maksimum 1% (w/w). *Rotary dryer* (RD-01) ini memakai udara panas menjadi media pengering menggunakan suhu 160°C. Udara panas, uap air serta debu kristal yang ikut pada udara panas ditarik menggunakan *dust fan* (F-301) menuju *venturi scrubber*. Gas yang mengandung ZA disemprot menggunakan air guna melarutkan debu ZA yang terikut. Cairan yang mengandung debu kemudian ditampung pada tanki *Mother Liquor* (ML-T) menjadi umpan *saturator*.

3. Bagging Unit

Kristal *Amonium Sulfat* yang telah keluar dari *rotary dryer*, lalu dibawa dengan *belt conveyor* (BC-02) setelah itu dipindahkan ke *bucket elevator* (BE-01), dan masuk ke dalam *solid storage* (SS-01) untuk diangkat ke bagian pengepakan dengan *belt conveyor* (BC-02).

BAB III

SPEKIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK

3.1 Bahan Baku

3.1.1 Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah Gas Buang PLTU dengan kapasitas 20.000 ppm/s \approx 531.556,593 ton/tahun. Kadar kandungan SO_2 dan NO yang cukup tinggi dalam gas buang (*flue gas*) PLTU ini yang akan dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan pabrik *Amonium Sulfat*. Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku Gas Buang yang diperoleh dari PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) di Cilacap yang akan digunakan sebagai bahan baku sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

3.1.2 Spesifikasi Bahan Pembantu

1. *Amonia*

Rumus molekul	: NH_3
Berat Molekul	: 17
Titik didih	: $-33,3\text{ }^\circ\text{C}$
Titik lebur	: $-77,7\text{ }^\circ\text{C}$
Suhu kritis	: $131\text{ }^\circ\text{C}$
Tekanan kritis	: 165,5 atm
Kapasitas pemanas	: 0,607 kcal/g $^\circ\text{C}$
Berat jenis	: 0,5943 gr/ml
Specific gravity	: 0,817
Viskositas	: 0,1276 (Cp)
Kemurnian	: 99,5 %
Kenampakan	: cairan bening tak berwarna
Sifat larutan	: larut dalam pelarut organik dan larut dalam air

2. *Amonium Dioksida*

Rumus molekul	: NH ₄ OH
Berat Molekul	: 35,0457
Titik didih	: 339,825°K
Titik lebur	: 586,875 °K
Suhu kritis	: 253,75 °K
Kemurnian	: 25 %
Kenampakkan	: cairan tidak berwarna

3.2 Spesifikasi Produk

Target Produk yang diinginkan : 100.000Ton/Tahun

$$: 100.000 \text{ Ton} \times \frac{100.000 \text{ Ton}}{\text{Tahun}} \times \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ Tahun}} \times \frac{1 \text{ Tahun}}{330 \text{ Hari}} \times \frac{1 \text{ Hari}}{24 \text{ Jam}}$$

: 12626,263 Kg/Jam

1. *Amonium Sulfida*

Rumus molekul	: (NH ₄) ₂ SO ₄
Berat Molekul	: 132,14Kg/Kmol
Titik didih	: 276 ⁰ C
Titik lebur	: 235 ⁰ C
Specific gravity	: 0,6211
Berat jenis uap	: 1,77g/cc
Kenampakkan	: kristal/butiran berwarna abu-abu sampai putih
Kadar air	: 0,15%

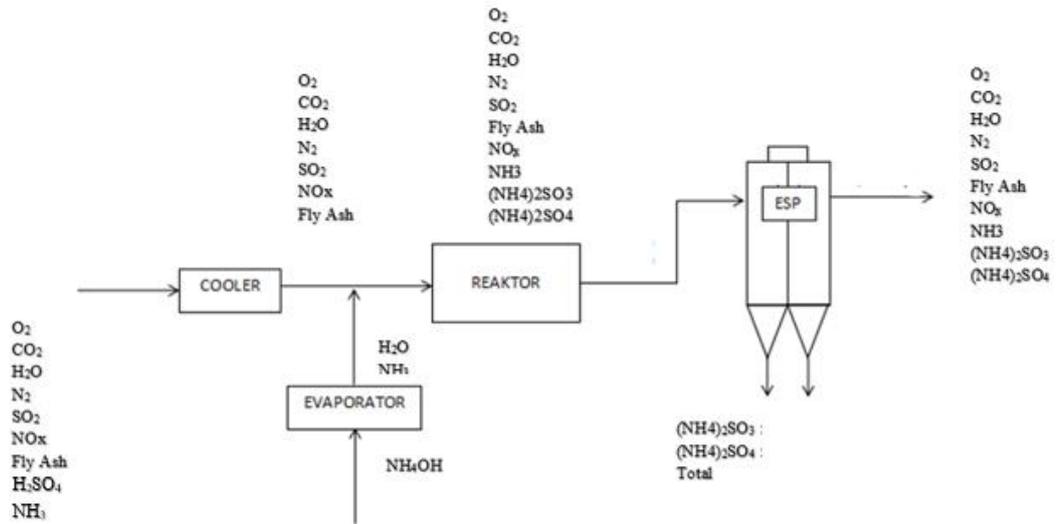
2. *Amonium Nitrat*

Rumus molekul	: NH ₄ NO ₃
Berat Molekul	: 80,04 Kg/Kmol
Titik didih	: 210 ⁰ C
Titik lebur	: 169,5 °C
Specific gravity	: 0,817
Berat jenis uap	: 1,725g/cm ³
Kenampakkan	: kristal/butiran

BAB IV
DIAGRAM ALIR

4.1 Diagram Alir Kualitatif

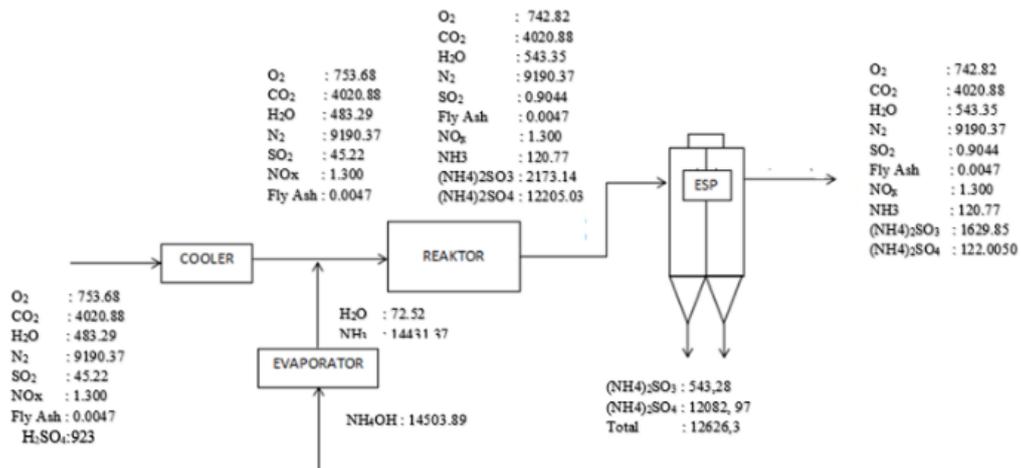
DIAGRAM ALIR KUALITATIF PERANCANGAN PABRIK
AMONIUM SULFAT



Gambar 4.1 Diagram Alir Kualitatif

4.2 Diagram Alir Kuantitatif

DIAGRAM ALIR KUANTITATIF PERANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT



Gambar 4.2 Diagram Alir Kuantitatif

BAB V
NERACA MASSA

5.1 Neraca Massa Keseluruhan

Basis perhitungan neraca massa:

- a. Kapasitas rancangan/tahun : 100.000 Ton/Tahun
- b. Waktu Operasi : 330 Hari
- c. Satu Hari Kerja : 24 Jam
- d. Produk yang diinginkan : 100.000Ton/Tahun
: $100.000 \frac{\text{Ton}}{\text{Tahun}} \times \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ Tahun}} \times \frac{1 \text{ Th}}{330 \text{ Hr}} \times \frac{1 \text{ Hari}}{24 \text{ Jam}}$
: 12626,263 Kg/Jam
- e. Proses yang terjadi : Kontinyu

5.2 Neraca Massa Tiap Alat

Neraca massa tanpa reaksi:

$$\text{Akumulasi} = \text{input} - \text{output} + \text{generasi} - \text{konsumsi}$$

Asumsi proses dalam keadaan steady state sehingga akumulasi = 0. Karena tidak ada reaksi sehingga generasi dan konsumsi = 0, maka persamaan neraca massa menjadi:

$$0 = \text{input} - \text{output} + 0 - 0$$

$$\text{Input} = \text{output}$$

Neraca massa dengan reaksi:

$$\text{Akumulasi} = \text{input} - \text{output} + \text{generasi} - \text{konsumsi}$$

Asumsi proses dalam keadaan steady state, sehingga akumulasi = 0 maka persamaan neraca massa menjadi:

$$0 = \text{input} - \text{output} + \text{generasi} - \text{konsumsi}$$

$$\text{Input} = \text{output} - \text{generasi} + \text{konsumsi}$$

5.2.1 Neraca Massa Cooler

Tabel 5.1 Neraca Massa Cooler

Komponen	Arus 1	Arus 2
	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
CO ₂	4020,88182	4020,88182
H ₂ O	483,2971822	483,2971822
O ₂	753,6798163	753,6798163
N ₂	9190,37168	9190,37168
SO ₂	45,22078898	45,22078898
NO _x	1,300097683	1,300097683
Fly Ash	0,004710499	0,004710499
Total	14494,7561	14494,7561

5.2.2 Neraca Massa Evaporator

Tabel 5.2 Neraca Massa Evaporator

Komponen	Arus 3	Arus 4
	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
NH ₄ OH	14503,89355	
NH ₃		14431,37408
H ₂ O		72,51946774
Total	14503,89355	14503,89355

5.2.3 Neraca Massa Reaktor

Tabel 5.3 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Arus 2	Arus 4	Arus 5
	Input (Kg/Jam)		Output (Kg/Jam)
CO ₂	4020,88182		4020,88182
H ₂ O	483,2971822	72,51946774	543,35267
O ₂	753,6798163		742,8223049
N ₂	9190,37168		9190,37168
SO ₂	45,22078898		0,90441578
NO _x	1,300097683		1,300097683
Fly Ash	0,004710499		0,004710499
NH ₃		14431,37408	120,7706675
(NH ₄) ₂ SO ₃			2173,145878
(NH ₄) ₂ SO ₄			12205,02642
Total	14494,7561	14503,89355	28998,6
	28998,6		

5.2.4 Neraca Massa ESP

Tabel 5.4 Neraca Massa ESP

Komponen	Arus 5	Arus 6	Arus 7
	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)	
CO ₂	4020,88182		4020,88182
H ₂ O	543,35267		543,35267
O ₂	742,8223049		742,8223049
N ₂	9190,37168		9190,37168
SO ₂	0,90441578		0,90441578
NO _x	1,300097683		1,300097683
Fly Ash	0,004710499		0,004710499
NH ₃	120,7706675		120,7706675
(NH ₄) ₂ SO ₃	2173,145878	543,2864694	1629,859408
(NH ₄) ₂ SO ₄	12205,02642	12082,97616	122,0502642
Total	28998,6	12626,3	16372,3
		28998,6	

BAB VI

NERACA PANAS

1. Kapasitas Produksi = 100.000 Ton/Tahun
2. Basis Perhitungan = 1 Jam Operasi
3. Satuan Energi = Kilo Joule (KJ)
4. Satuan Massa = Kilogram (Kg)
5. Waktu Operasi = 330 Hari
6. Suhu Referensi = 25°C
7. Basis Neraca Massa = 1000 Kg/Jam
8. Produk yang diinginkan = 12626,26 Kg/Jam

Perhitungan neraca energi menggunakan neraca energi komponen dan neraca energi *overall*. Dalam perhitungan ini menggunakan teori Hukum Kekekalan energi dengan asumsi aliran *steady state* dengan persamaan umum berikut:

Akumulasi energi di dalam sistem = (energi yang masuk)-(energi yang keluar)

$$\Delta(H + EP + EK) = \Delta E = Q+W$$

$$\Delta E = (U_1+EK_1+EP_1)-(U_2+EK_2+EP_2)+ Q+W+P_1V_1-P_2V_2$$

$$\Delta E = ((U_1+P_1V_1)+EK_1+EP_1)-((U_2+P_2V_2)+EK_2+EP_2)+ Q+W$$

$$\Delta E = (H_1+EK_1+EP_1)-(H_2+EK_2+EP_2)+ Q+W$$

$$\Delta E = E_{t2} - E_{t1} = Q+W - \Delta(H+EK+EP)$$

Neraca Energi untuk proses kimia (*non flow system*) dan keadaan *steady state* :

Sistem non alir dianggap terjadi di dalam alat alat proses, seperti alat penukar panas (HE), reaktor, mixer, dan alat-alat transfer massa lainnya.

Pada sistem ini, biasanya EP dan EK \lll Q dan W, sehingga EP dan EK dapat diabaikan sehingga neraca energinya menjadi :

$$\Delta U + \Delta PV = Q + W$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta PV = Q + W$$

$$\Delta H = Q + W$$

$$H_{out} - H_{in} = Q + W$$

Untuk beberapa proses, biasanya nilai W sangat kecil, sehingga:

$$H_{out} - H_{in} = Q = \Delta H$$

Dengan H_{in} = entalpi arus masuk

H_{out} = entalpi arus keluar

Aliran Energi Input Sistem

$$\Delta H_{input} = \text{mol masuk (kmol)} \times C_p \text{ (Kj/kmol K)} \times \Delta T \text{ (K)}$$

Aliran Energi Output Sistem

$$\Delta H_{output} = \text{mol keluar (kmol)} \times C_p \text{ (Kj/kmol K)} \times \Delta T \text{ (K)}$$

Panas Sensible

$$Q = H = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T - T_{ref})$$

Panas Laten

$$Q = m \cdot \lambda$$

$$Q = m \cdot (H_v - h_l)$$

Perhitungan neraca energi untuk sistem yang melibatkan reaksi:

$$\Delta H_{reaksi} = \Delta H_{reaktan} + \Delta H_{produk} + \Delta H_{rxn}^{298.15}$$

$$\Delta H_{rxn}^{298.15} = \Delta H_{rxn}^{298.15} \text{ Produk} - \Delta H_{rxn}^{298.15} \text{ Reaktan}$$

6.1 Neraca Panas Cooler

Kondisi perubahan entalpi : Panas *Sensible*



Tabel 6.1 Neraca Panas Cooler

Komponen	Masuk (Kj)	Keluar (Kj)
CO ₂	323158,272	119058,311
H ₂ O	85963,3449	31670,706
O ₂	65728,4168	24215,7325
N ₂	907135,637	334207,866
SO ₂	2680,68837	987,622031
Nox	99,4249703	36,6302522
Fly Ash	0,00447497	0,00164867
Q Pendingin		874588,919
Total	1384765,79	1384765,79

6.2 Neraca Panas *Evaporator*

Kondisi perubahan entalpi : Panas *Sensible*

EVAPORATOR

Tabel 6.2 Neraca Panas *Evaporator*

Komponen	Masuk (Kj)	Keluar (Kj)
NH ₄ OH	31183,3711	0
NH ₃	0	1904941,38
H ₂ O	0	8146,69197
Q Steam	1881904,7	
Total	1913088,07	1913088,07

6.3 Neraca Panas *Reaktor E-Beem*

Kondisi perubahan entalpi : Panas *Sensible*

REAKTOR

Tabel 6.3 Neraca Panas *Reaktor*

Komponen	Masuk (Kj)	Keluar (Kj)
CO ₂	136066,641	166681,635
H ₂ O	41626,2205	49848,641
O ₂	27675,1229	33413,6329
N ₂	381951,847	467891,013
SO ₂	1128,71089	27,6534169
Nox	41,8631454	51,2823531
Fly Ash	0,0018842	0,00230814
NH ₃	1269960,92	13019,078
(NH ₄) ₂ SO ₃		73474,0621
(NH ₄) ₂ SO ₄		382151,582
Q Pendingin		671892,744
Total	1858451,33	1858451,33

6.4 Neraca Panas ESP

Kondisi perubahan entalpi : Panas *Sensible*



Tabel 6.4 Neraca Panas ESP

Komponen	Masuk (Kj)	Keluar (Kj)
CO ₂	166681,635	68033,3204
H ₂ O	49848,641	20346,3841
O ₂	33413,6329	13638,2175
N ₂	467891,013	190975,924
SO ₂	27,6534169	11,2871089
Nox	51,2823531	20,9315727
Fly Ash	0,00230814	0,0009421
NH ₃	13019,078	5313,90937
(NH ₄) ₂ SO ₃	73474,0621	29989,4131
(NH ₄) ₂ SO ₄	382151,582	155980,238
Q Pendingin		702248,957
Total	1186558,58	1186558,58

BAB VII
SPESIFIKASI ALAT

7.1 Spesifikasi Alat Proses

7.1.1 Cooler

Tabel 7.1.1 Spesifikasi *Cooler* 01

Kode	:	C-01
Fungsi	:	Untuk mendinginkan gas buang dari hasil buangan gas PLTU dengan kapasitas 20.000 m ³ /jam
Jenis	:	Doubel pipe cooler
Bahan	:	Stainless Steel type 304
Kondisi Operasi	:	Suhu Masuk : 125°C Suhu Keluar : 90°C Tekanan : 1 atm
Shell	:	Fluida panas : Gases ID Shell : 12 in Baffle space : 0,66 m Pass : I Pressure drop : 0,1428 psi
Tube	:	Fluida dingin : Water OD : 1 in Panjang : 10 ft Jumlah : 14buah Pitch : 1,875 triangular pitch Pass : 6 Pressure drop : 0,8423 psi
Jumlah	:	1
Harga	:	US\$ 15.858

7.1.2 Evaporator

Tabel 7.1.2 Spesifikasi *Evaporator*

Kode	:	EVP-01
Fungsi	:	Untuk menguapkan larutan NH ₄ OH sebanyak 176,9592 kg/jam sebelum diumpun ke reaktor
Jenis	:	Short tube vertical evaporator
Bahan	:	Stainless Steel type 304
Kondisi Operasi	:	Suhu Masuk : 30°C Suhu Keluar : 85°C Tekanan : 1 atm
Shell	:	Fluida dingin: NH ₃ dan H ₂ O ID Shell : 39 in Baffle space : 0,4953 m Pass : 1 Pressure drop: 0,0000103 psi
Tube	:	Fluida dingin: <i>Steam</i> OD : 0.75 in Panjang : 15 ft Jumlah : 1,170 buah Pitch : <i>I triangular pitch</i> Pass : 2 Pressure drop: 0,0080 psi
Jumlah	:	1
Harga	:	US\$ 14.632

7.1.3 Reaktor

Tabel 7.1.3 Reaktor

Kode	:	R-01
Fungsi	:	Penyetop berkas electron dan media pengukur arus berkas sebelum dikenakan pada target dan untuk mengetahui besar arus berkas elektrcn yang dihasilkan oleh MBE
Jenis	:	Transmisi penggerak lengan ayun dan penyetop
Kecepatan MBE	:	0,1 m/s
Daya Motor	:	600 Watt
Kondisi Operasi	:	Lengan ayun: Panjang : 4 cm Lebar : 4 cm Tinggi : 4 cm Tebal : 3 mm Penyetop Berkas Panjang : 120 cm Lebar : 10 cm Tinggi : 3 cm Tebal : 3 mm
Jumlah	:	1
Harga	:	US\$ 196.412

7.1.4 Elektro Statik Precipitator (ESP) atau pengendap debu

Tabel 7.1.4 ESP

Kode	:	ESP-01
Fungsi	:	Memisahkan, menangkap dan mengendapkan butiran/serbuk $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan NH_4NO_3 yang terdispersi dengan ukuran terendah 0,001 - 10 mikror.
Jenis	:	Dry tipe, tangki segiempat tegak, bagian bawah kerucut
Bahan	:	Structural Steel
Kondisi Operasi	:	Lengan ayun: Temperatur : 70°C Tekanan : 0,7895 atm
Dimensi ESP	:	Tinggi : 5 m Panjang : 5 m Lebar ; 2 m
Jarak antar plate	:	0,0302
Jumlah	:	1
Harga	:	US\$ 18.165

7.1.5 Screw Conveyor

Tabel 7.1.5 Screw Conveyor

Kode	:	SC-01
Fungsi	:	Mengangkut $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan NH_4NO_3 dari ESP (<i>Electrical Static Precipitator</i>) menuju bucket elevator untuk disimpan ditempat penyimpanan
Jenis	:	Screw Conveyor
Panjang screw	:	10 ft
Kapasitas	:	15 ton/jam
Putaran	:	80 rpm
Diameter Shaft	:	2 in
Diameter flight	:	10 in
Diameter pipa	:	3 in
Power Motor	:	0.25 Hp
Jumlah	:	1
Harga	:	US\$ 5.786

7.1.6 Bucket Elevator

Tabel 7.1.6 *Bucket Elevator*

Kode	:	BE-01
Fungsi	:	Mengangkut $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan NH_4NO_3 secara vertical menuju gudang penyimpanan
Jenis	:	<i>centrifugal discharge elevator</i>
Ukuran Bucket	:	6 x 4 x 4.5 in
Kapasitas	:	12 ton/jam
Bucket Spasing	:	12 in
Rpm Shaft	:	43
Lebar Belt	:	7 in
Power Motor	:	1 Hp
Jumlah	:	1
Harga	:	US\$ 9.714

7.1.7 Filter Udara

Tabel 7.1.7 *Filter Udara*

Kode	:	ID-FAN
Fungsi	:	Menarik udara pengering dari reactor
Jenis	:	<i>Automatic air filter</i>
Power	:	200 Hp
Power Motor	:	1 Hp
Jumlah	:	2
Harga	:	US\$ 9.028

7.1.8 Tangki Amonia

Tabel 7.1.8 Tangki Amonia

Kode	:	T-01
Fungsi	:	Menyimpan Bahan Baku
Jenis	:	<i>Vertical Vessel</i> dengan <i>Torispherical dished head</i>
Bahan	:	Carbon Steel SA 283 Grade C
Kondisi Operasi	:	Temperatur : 85°C Tekanan : 1 atm
Ukuran Alat	:	Diameter Tangki : 6,3330 m Tinggi Tangki : 12,6667 m Tebal Shell : 0,25 in Tebal Head : 0,25 in
Jumlah	:	1
Harga	:	US\$ 18.802

7.1.9 Pompa

Tabel 7.1.9 Pompa

Kode	:	P-01
Fungsi	:	Mengalirkan NH_4O_2 ke tangki penyimpanan sebelum diuapkan di evaporator
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan	:	<i>Stainless Steel</i>
Ukuran Alat	:	Diameter Nominal : 2 in ID : 2,067 in OD : 2,38 in Schedule Number : 40 Power Standar : 0,3 Hp
Jumlah	:	1
Harga	:	US\$ 8.472

7.1.10 Stack

Tabel 7.1.10 Stack

Kode	:	ST-01
Fungsi	:	Membuang gas buang yang berasal dari ESP
Jenis	:	<i>Silinder Vertikal</i>
Bahan	:	<i>Stainless Steel</i>
Ukuran Alat	:	Diameter Stack : 9 in Tinggi Stack : 74 m
Jumlah	:	1
Harga	:	US\$ 9.673

BAB VIII

UTILITAS

8.1 Penyediaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sungai, air sumur, air danau, maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik *Amonium Sulfat* ini air yang digunakan berdasarkan air sungai yang terdapat dengan lokasi pabrik. Adapun pertimbangan dalam menggunakan air sungai adalah :

- a. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- b. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah jika dibandingkan dengan proses pengolahan sumber air yang lain.

Adapun air yang digunakan meliputi air pendingin, air proses, air umpan boiler, air sanitasi dan air untuk kebutuhan yang lainnya.

a. Air pendingin

Pada umumnya digunakan air sebagai media pendingin. Hal ini dikarenakan faktor-faktor sebagai berikut:

1. Air mudah diperoleh dalam jumlah yang besar
2. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
3. Dapat menyerap panas yang tinggi persatuan volume
4. Tidak mudah menyusut secara berarti dengan adanya perubahan temperatur dingin

Air pendingin juga sebaiknya mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung mikroorganisme yang dapat menimbulkan lumut. Untuk mengatasinya maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut:

1. Phosphat, untuk mencegah timbulnya kerak
2. Klorin, membunuh mikroorganisme
3. Zat dispersan, mencegah terjadinya penggumpalan

b. Air umpan Boiler

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

1. Zat yang menyebabkan korosi

Korosi disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_3 , H_2S yang masuk ke badan air.

2. Zat yang menyebabkan keras

Pembentukan kerak disebabkan karena suhu tinggi dan kesadahan yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat. Dan biasanya air yang diperoleh dari proses pemanasan bisa menyebabkan kerak pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar

3. Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan dapat menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

c. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor dan perumahan. Adapun syarat air sanitasi meliputi:

1. Syarat Fisik

- Suhu dibawah suhu udara luar
- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa
- Tidak berbau

2. Syarat Kimia

- Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
- Tidak beracun

3. Syarat Bakteriologis

- Tidak mengandung bakteri-bakteri terutama bakteri yang pathogen

d. Air minum.

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi:

1. *Clarifier*

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan desinfektan maupun dengan penggunaan ion exchanger. Mula-mula raw water ditampakan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

a. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.

b. Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*; sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara grafitasi dan di blowdown secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/menyaring partikel-partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sandfilter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

3. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm. Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

a. *Kation Exchanger*

Kation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H⁺ sehingga air yang akan keluar dari kation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H⁺. Dalam reaksi di bawah ini, lambang R menunjukkan radikal penukaran kation. (George T. Austin)

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat (H₂SO₄).

Reaksi:



b. *Anion Exchanger*

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO₃²⁻, C⁻ dan SO₄²⁻ akan membantu garam resin tersebut. Dalam reaksi di bawah ini, lambang R menunjukkan radikal penukaran anion.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

Reaksi:



c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hiarazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:



Kedalam *deaerator* juga dimasukan *low steam kondensat* yang berfungsi sebagai media pemanas. Air yang keluar dari *deaerator* ini di dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler (*boilerfeed water*).

4. Pendinginan dan Menara Pendingin

Air yang telah digunakan pada cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin.

Perhitungan Kebutuhan Air

a. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 8.1 Kebutuhan Air Pendingin

No	Nama Alat	Kebutuhan Air (Kg/Jam)
1	Cooler	483,2971822
2	Reaktor	543,35267
Total		1026,649852

Air pendingin yang telah digunakan dapat dimanfaatkan kembali setelah didinginkan dalam *Cooling Tower*. Selama operasi kemungkinan adanya kebocoran, maka perlu adanya *Make-up* air 20 %.

$$\begin{aligned} \text{Maka } \textit{Make-up} \text{ air pendingin} &= 20 \% \times 1026,649 \text{ kg/jam} \\ &= 205,33 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Untuk penyediaan steam pada pabrik ini harus dilakukan proses demineralisasi dan deaerasi untuk menghilangkan larutan dan asam yang merusak *steel* pada sistem serta melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air.

Tabel 8.2 Kebutuhan Steam

No	Nama Alat	Kebutuhan Air (Kg/Jam)
1	Evaporator	543,35267
Total		543,35267

Air pembangkit *steam* 80 % dimanfaatkan kembali, maka *make-up* yang diperlukan 20 %

$$\begin{aligned} \text{Maka } \textit{make up} \text{ air steam} &= 20 \% \times 543,352 \text{ kg/jam} \\ &= 108,670 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Air Perkantoran

Tabel 8.3 Kebutuhan Air Perkantoran

-Dianggap 1 Orang membutuhkan	150 ltr /hri (Sularso, 2015)
Jumlah Karyawan	102 orang
Kebutuhan Untuk karyawan	637, 5 Kg/jam
-Laboratorium	120,833 Kg/Jam
-Poliklinik	120,833 Kg/Jam
-Kantin, mushola dan kebon	110 kg/jam
Total	989,16 Kg/jam

d. Total Keseluruhan Kebutuhan Air

Tabel 8.4 Total Keseluruhan Kebutuhan Air

No	Penggunaan	Kebutuhan Air (Kg/Jam)
1	Kebutuhan Air pendingin	1026,649852
2	Kebutuhan Steam	543,35267
3	Kebutuhan Perkantoran	989,16
Jumlah		2559,162522

8.2 Penyediaan Steam

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 833,873 Kg/Jam

Tekanan : 14,7 Psi

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 Buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve system* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari water treatment plant yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O₂, Ca, Mg yang mungkin masih terikut, dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*.

Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5 - 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi. Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100 -102°C, kemudian diumpankan ke boiler Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (burner) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibiang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke steam header untuk didistribusikan ke area-area proses.

8.3 Penyediaan Listrik

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

Spesifikasi diesel yang digunakan adalah:

Kapasitas = 400,798 Kwh

Jenis = *Generator Diesel*

Jumlah = 1 Buah

Phase = 3 phase

Prinsip kerja diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini dimanfaatkan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan *generator* yang mamapu menghasilkan energi listrik. Listrik ini di distribusikan ke panel yang selanjutnya dialirkan ke unit pemakai. Pada sehari - hari digunakan listrik PLN 60% dan *diesel* 40%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya pabrik menggunakan listrik tenaga *diesel* 100 %.

8.4 Penyediaan Bahan Bakar

Penyediaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi bahan bakar yang digunakan pada *generator* dan *boiler*. Bahan bakar yang digunakan untuk *generator* adalah solar (*industrial diesel oil*) yang diperoleh dari Pertamina Balikpapan. Sedangkan bahan bakar pada *boiler* adalah medium *furnace oil* yang juga diperoleh dari Pertamina Cilacap.

8.5 Penyediaan Udara Tekan

Unit udara tekan digunakan untuk menjalankan instrumentasi. Pengolahan udara ini bebas dari air bersifat kering, bebas minyak dan tidak mengandung partikel - partikel lainnya. Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol *Pneumatic*, alat untuk penyediaan udara tekan berupa kompressor dan tangki udara.

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1 Lokasi Pabrik

Pendirian pabrik pengolahan limbah gas buang ini direncanakan akan didirikan di desa Karangandri, Kecamatan Kesugihan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah dengan mempertimbangkan mudahnya penyediaan bahan baku, penyediaan utilitas, tenaga kerja, transportasi, tempat pembuangan limbah, geografis yang baik, harga tanah terjangkau dan perizinan yang mudah, sehingga pabrik dapat beroperasi dalam memproduksi dengan biaya murah, waktu efisien, pemasaran mudah, keuntungan melimpah serta gampang dalam pengembangan pabrik tersebut.

9.2 Lay Out Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan bahan baku dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik efisien dan proses produksi serta distribusi dapat berjalan dengan lancar, keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos penjagaan, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas barang dan proses. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah:

- a. Pabrik Pengolahan Gas Buang PLTU ini merupakan pabrik baru sehingga dalam menentukan lay out tidak dibatasi bangunan yang sudah ada.
- b. Untuk mengantisipasi bertambahnya produksi diperlukan areal perluasan pabrik yang tidak jauh dari proses yang lama.
- c. Faktor keamanan terutama bahaya kebakaran. Dalam perancangaa lay out selalu diusahakan memisahkan sumber api dan sumber panas dari bahan yang mudah meledak. Unit-unit yang ada dikelompokkan agar memudahkan pengalokasian bahaya kebakaran yang mungkin terjadi.

- d. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *outdoor* untuk menekan biaya bangunan gedung, sedangkan jalannya proses dalam pabrik tidak dipengaruhi oleh perubahan musim.
- e. Fasilitas untuk karyawan seperti masjid, kantin, parkir dan sebagainya diletakkan strategis sehingga tidak mengganggu jalannya proses.
- f. Jarak antar pompa dan peralatan proses harus diperhitungkan agar tidak mengalami kesulitan dalam melakukan pemeliharaan dan perbaikan.
- g. Disediakan tempat untuk pembersihan alat agar tidak mengganggu peralatan lain. Jarak antar unit yang satu dengan yang lain diatur sehingga tidak saling mengganggu.
- h. Alat kontrol supaya diletakkan pada posisi yang mudah diawasi operator.

Secara garis besar lay out dapat dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu:

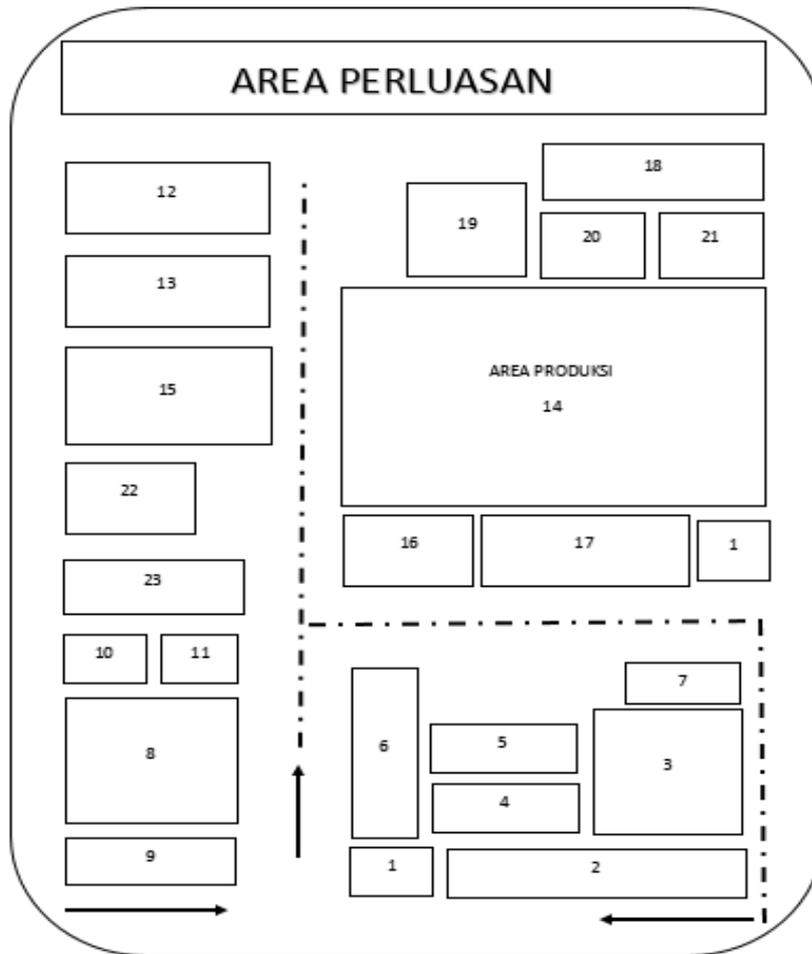
- a. Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol
Daerah administrasi / perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.
- b. Daerah proses
Merupakan daerah tempat dimana alat-alat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.
- c. Daerah pergudangan umum, fasilitas karyawan, bengkel dan garasi.
- d. Daerah utilitas
Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan listrik dipusatkan.
Dalam melakukan tata letak pabrik, tujuan yang hendak dicapai:
 - a. Mempermudah arus masuk dan keluar area pabrik
 - b. Proses pengolahan bahan baku menjadi produk lebih efisien
 - c. Mempermudah penanganan bahaya yang mungkin terjadi seperti kebakaran, ledakan dan lain-lain.
 - d. Mencegah terjadinya polusi.
 - e. Mempermudah pemasangan, pemeliharaan dan perbaikan.

f. Menekan biaya produksi serendah mungkin dengan hasil yang maksimum.

Susunan tata letak pabrik ini harus memungkinkan adanya distribusi bahan-bahan dengan baik, cepat, dan efisien. Pabrik *Amonium Sulfat* akan didirikan di atas tanah seluas 13.919 m²

Tabel 9.1 Area Bangunan *Pabrik Amonium Sulfat*

No	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
1	Area Proses	60 x 50	3.000
2	Laboratorium	30 x 20	600
3	Bengkel	40 x 10	400
4	Ruang Kontrol	20 x 10	200
5	Unit Pemadam Kebakaran	30 x 15	450
6	Kantor	45 x 20	900
7	Utilitas		
	• Pengolahan Air	25 x 10	250
	• Ruang Boiler	15 x 10	150
	• Pengolahan Limbah	20 x 20	400
	• Ruang Generator	15 x 10	150
8	Fasilitas		
	• Mushola	15 x 15	225
	• Poliklinik	10 x 10	100
	• Kantin	10 x 10	100
	• Aula	15 x 10	150
	• Lapangan Olahraga	10 x 10	100
	• Taman	10 x 10	100
	• Lapangan Olahraga	10 x 10	100
	• Taman	50 x 30	1500
	• Mess Direksi	15 x 10	150
	• Pusat Pelatihan		
z9	Pos Satpam	12 x 12	144
10	Parkir	30 x 25	750
11	Gudang		
	• Gudang Produk	25 x 20	500
	• Gudang Kimia	30 x 15	450
	• Gudang Bahan Baku	30 x 15	450
12	Perluasan	60 x 45	2700
Total		13.919	



Skala = 1:1000

Gambar 9.1 Lay Out Letak Pabrik Amonium Sulfat

Keterangan Gambar:

1	Pos Keamanan	9	Poliklinik	17	Gudang Produk
2	Area Parkir	10	Masjid	18	Pengolahan Air
3	Kantin	11	Kantin	19	Pengolahan Limbah
4	Aula	12	Gudang Bahan Baku	20	Ruang Generator
5	Pusat Pelatihan	13	Gudang Kimia	21	Ruang Boiler
6	Taman	14	Area Produksi	22	Bengkel
7	Tempat Olahraga	15	Laboratorium	23	Pemadam Kebakaran
8	Rumah Direksi	16	Ruang Control		

9.3 Lay Out Peralatan

Pengaturan tata letak peralatan pabrik harus dirancang sebaik mungkin, beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

a. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan yang ekonomis dan menunjang kelancaran serta keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevasi dari pipa, untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian 3 meter atau lebih sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

b. Aliran udara

Aliran udara didalam dan sekitar area proses sangat penting untuk diperhatikan guna menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan penumpukan atau akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Disamping itu perlu diperhatikan arah hembusan angin.

c. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau bresiko tinggi perlu diberikan penerangan tambahan.

d. Lalu lintas pekerja

Kelancaran lalu lintas pekerja yang baik ditandai dengan keleluasaan para pekerja untuk mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah, hal ini memudahkan bila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Disamping itu merupakan fungsi keamanan.

e. Pertimbangan ekonomi

Prinsip ekonomi mengacu pada penekanan biaya operasi terhadap tata letak peralatan pabrik, sehingga proses penyusunan lay out pabrik perlu dilakukan secara strategis dan optimal.

f. Jarak antar alat proses

Untuk alat yang mempunyai suhu dan tekanan yang tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya sehingga apabila terjadi ledakan/ kebakaran pada alat-

alat tertentu tidak membahayakan alat-alat proses lainnya. Dalam perancangan Pabrik *Amonium Sulfat* ini lay out peralatan dapat dilihat pada gambar 9.2

g. *Maintenance*

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan. Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan alat dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat memproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi:

a. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang rusak, kemudian dikembalikan seperti kondisi semula.

b. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang berifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah :

1. Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan

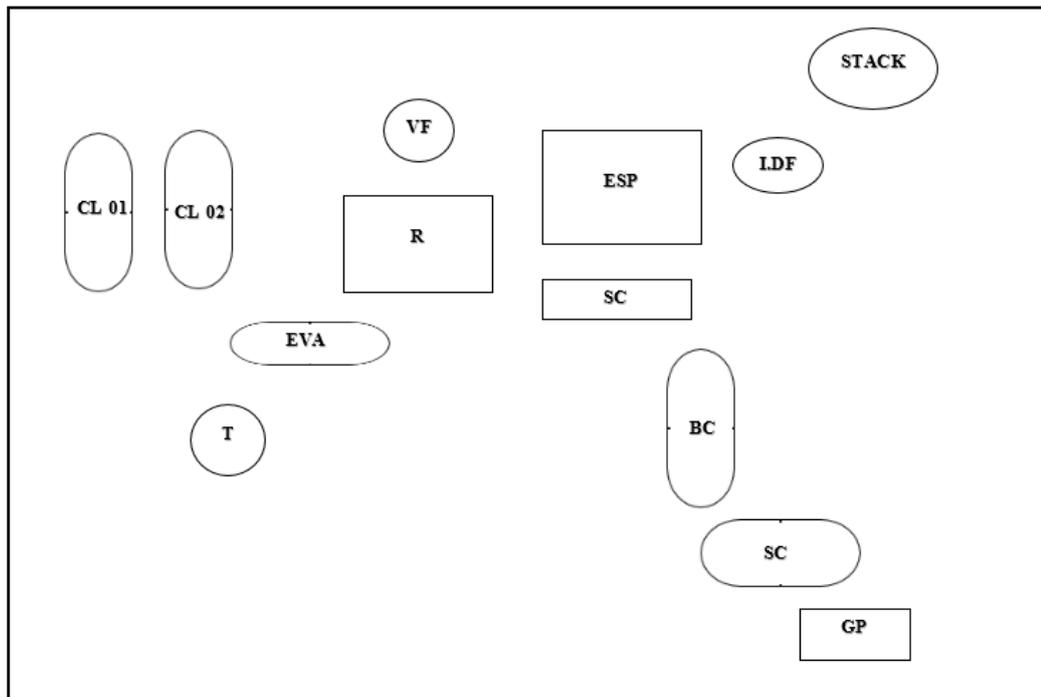
2. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin

- b. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan
- c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya faktor yang tidak penting.
- d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi faktor, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal



Gambar 9.2 *Lay Out* Letak Peralatan Produksi

BAB X

ORGANISASI PERUSAHAAN

10.1 Fungsi Perusahaan

Pabrik *Amonium Sulfat* akan didirikan dengan perencanaan sebagai berikut

Bentuk perusahaan : Perseroan terbatas

Lapangan usaha : Industri *Amonium Sulfat*

Status perusahaan : Swasta

Kapasitas pabrik : 100.000 Ton per tahun

Lokasi pabrik : Cilacap Jawa Tengah

Bentuk perusahaan yang didirikan adalah perseroan terbatas (PT) yang didirikan lebih dari satu orang yang bersama-sama mempunyai komitmen mendirikan perseroan dengan memasukan modalnya dalam bentuk saham dan akte notaris yang berbadan hukum (Gatot supramono, 1996).

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan perseroan terbatas (PT) adalah:

1. Perseroan terbatas (PT) berbentuk badan hukum.
2. Adanya pemisahan antara harta perusahaan dengan harta pribadi.
3. Mudah mendapatkan modal dari bank.
4. Modal dapat diperjualbelikan.
5. Keuntungan dibagi rata.
6. Mudah bergerak dipasar modal.

10.2 Struktur Organisasi

Organisasi merupakan suatu wadah atau alat dimana orang-orang yang mempunyai satu visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Struktur organisasi adalah gambaran secara sistematis tentang tugas dan tanggung jawab serta hubungan antara bagian-bagian dalam perusahaan. Dengan adanya struktur organisasi dengan diketahui wewenang dan tanggung jawab masing masing personil atas jabatan yang disandangnya, sehingga dapat bekerja sesuai dengan tugas dan wewenangnya. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

- a. Perumusan tujuan perusahaan jelas
- b. Pendelegasian wewenang

- c. Pembagian tugas kerja yang jelas
- d. Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- e. Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- f. Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : Sistem *line* dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawasan demi tercapai tujuan perusahaan. Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan garis organisasi staf ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau ahli yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Manajer Operasional serta Manajer Keuangan dan Umum. Dimana Manajer Operasional membawahi bidang produksi, utilitas, pemeliharaan dan *quality assurance* (QA). Sedangkan Manajer Keuangan dan Umum membawahi bidang pemasaran, administrasi dan keuangan dan Umum membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pada pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi (*Supervisor*) dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan atau staff perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok

regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staff ahli akan memberikan bantuan pemikiran, nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
2. Sebagai bahan orientasi pejabat.
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat
4. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.
5. Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
6. Penyusunan program pengembangan manajemen perusahaan akan lebih terarah.

Dengan sistem pembagian tugas menurut wewenang akan memudahkan dalam penyelesaian tugas dan pekerjaan yang menjadi tanggung jawab setiap tugas dan wewenang anggota organisasi.

A. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Pemilik saham adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham (RUPS). Adapun keputusan yang dihasilkan dari rapat tersebut adalah :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur Perusahaan.
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.

B. Dewan Komisaris

Dewan komisaris adalah orang atau sekelompok orang yang ditunjuk mengawasi kegiatan suatu perusahaan atau organisasi. Komisaris mempunyai tugas dan wewenangnya :

1. Mengatur dan mengkoordinir kepentingan para pemegang dan penentu kebijakan kepentingan perusahaan.
2. Sesuai dengan ketentuan yang digariskan dalam anggaran dasar perusahaan.
3. Memberikan penilaian dan mewakili para pemegang saham atas pengesahan neraca dan perhitungan rugi laba tahunan serta laporan lain yang disampaikan oleh direksi.
4. Bertanggung jawab atas stabilitas jalannya perusahaan dalam jangka panjang, baik bersifat ekstern maupun intern.

C. Direktur Utama

Direktur utama memiliki peran sangat penting dalam perusahaan yaitu sebagai pimpinan tertinggi. Direktur utama memiliki tugas dan wewenang dalam pengelolaan perusahaan yang sangat urgen, baik buruknya perusahaan atau naik turunnya perusahaan tergantung dari bagaimana caranya direktur utama menjalin kerjasama dengan anggotanya maupun non anggota. Direktur utama bertanggung jawab kepada pemegang saham dan komisaris atas segala tugas dan wewenang yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Tugas dan wewenang direktur utama yaitu:

1. Mengimplementasikan visi dan misi perusahaan
2. Memimpin dan mengawasi kegiatan dalam bidang kepegawaian, administrasi, kesekretariatan dan keuangan perusahaan.
3. Mengendalikan pengadaan peralatan, perlengkapan dan tenaga kerja.
4. Membuat rancangan pengembangan perusahaan
5. Membuat keterangan pencapaian kerja anggota untuk mencapai tujuan perusahaan
6. Memimpin rapat perusahaan
7. Bertanggung jawab kepada pemegang saham
8. Mewakili perusahaan dalam berhubungan dengan luar pihak perusahaan
9. Mengawasi berjalannya perusahaan
10. Mengangkat dan memberhentikan anggotanya
11. Meminta pertanggungjawaban anggotanya secara periodik

D. Sekretaris Perusahaan

Sekretaris perusahaan adalah orang yang membantu direktur utama dalam melaksanakan kegiatan yang berkaitan dengan administrasi.

Tugas sekretaris perusahaan adalah:

1. Membantu pekerjaan pemimpin perusahaan
2. Mencari informasi untuk pemimpin perusahaan.
3. Membuat makalah pidato pimpinan perusahaan.
4. Menghubungkan antara pemimpin dan bawahannya.
5. Menghubungkan antara pemimpin dan orang-orang diluar perusahaan
6. Pengarsipan.
7. Mengatur jadwal rapat perusahaan.
8. Menyiapkan layanan administrasi perusahaan

E. Staff Ahli dan R&D

1. Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada Direktur sesuai bidangnya.

Tugas dan Wewenangnya :

1. Memberikan saran dan perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum

2. Staff R&D

Staff R&D ini bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang penelitian dan pengembangan.

Tugas dan wewenangnya :

1. Memperbaiki proses, perencanaan alat dan pengembangan produksi.
2. Meningkatkan mutu produksi.
3. Meningkatkan efisiensi kerja.

F. Manajer

Didalam suatu perusahaan manager bertugas untuk memimpin, merencanakan langkah-langkah perusahaan serta mengkoordinasi, mengatur, menyiapkan dan melaksanakan strategi - strategi, terobosan-terobosan baru, selain

itu manager juga harus mengevaluasi keberjalanan kinerja angotanya guna memastikan pencapaian visi misi perusahaan

Tugas dan wewenangnya :

1. Berkoordinasi bersama seluruh kepala bagian untuk memastikan berjalannya perusahaan sesuai dengan rencana yang ditetapkan.
2. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.
3. Berkoordinasi dengan Direktur dalam menentukan slrategi dan target perusahaan.
4. Bertanggung jawab kepada Direktur atas berjalannya seluruh kegiatan perusahaan.

G. Kepala bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah me.igkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Produksi

Tugas dan wewenangnya :

- a. Kepala bagian produksi bertanggung jawab kepada manajer operasional dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.
- b. Mengadakan kerja satna dengan pihak luar dalam hal pengadaan bahan baku, memberikan laporan mengenai hasil produksi kepada manajer operasional serta menjaga kualitas produksi
- c. Merencanakan pcbagian tugas karyawan
- d. Mengawasi cara kerja karyawan yang menjadi tanggung jawabnya
- e. Menjaga agar kondisi ruangan (RH) agar tetap dalam keadaan yang diinginkan
- f. Mengatur pembagian istirahat karyawan agar tidak mengganggu kelancaran produksi
- g. Memperhatikan masalah-masalah yang terjadi dan segera diantisipasi agar proses dapat berjalan sesuaiyang direncanakan
- h. Bekerja sama dengan pihak lain guna kelancaran proses produksi
- i. Bertanggung jawab atas hasil produk yang telah diproduksi.

2. Kepala Bagian Utilitas

Tugas dan wewenangnya:

- a. Memimpin dan mengkoordinir pelaksanaan operasional dalam pengadaan utilitas, tenaga dan instrumentasi
- b. Bertanggung jawab kepada manajer operasional atas hal-hal yang dilakukan bawahannya dalam menjalankan tugasnya masing-masing.
- c. Mengkoordinir supervisor yang menjadi bawahannya

3. Kepala Bagian *Maintenance*

Tugas kepala bagian *maintenance* peralatan antara lain :

- a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- b. Memperbaiki peralatan pabrik
- c. Merencanakan penggantian peralatan
- d. Menentukan spesifikasi peralatan pengganti atau peralatan baru yang akan digunakan

4. Kepala Bagian *Quality Assurance* (QA)

Tugas dan wewenangnya:

- a. Menetapkan standar kualitas dari produk yang dihasilkan perusahaan
- b. Penghubung antara konsumen dengan pihak perusahaan untuk masalah komplain produk
- c. Merencanakan perbaikan produk yang mengalami kerusakan
- d. Melaksanakan pengawasan dan mengkoordinir proses quality control

5. Kepala Bagian Pembelian dan Penjualan

- a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- b. Mengawasi dan Menganalisa produk
- c. Mengawasi kualitas buangan pabrik

6. Kepala bagian Keuangan dan Pemasaran

- a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- b. Mengatur distribusi barang dari gudang.
- c. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.
- d. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan.

7. Kepala Bagian Personalia dan Umum

- a. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan penejanya serta lingkungannya agar tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- b. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.
- c. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

8. Kepala Bagian Keamanan

Tugas dan wewenangnya:

- a. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
- b. Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun selain karyawan kedalam lingkungan perusahaan
- c. Menjaga dan memelihara kebeihasilan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

9. Supervisor

Supervisor adalah pelaksana dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para kepala bagian masing-masing, agar diperoleh hasil yang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Supervisor akan membawahi staf. Setiap supervisor bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

Tugas dan wewenangnya :

- a. Merencanakan rckruitmen dan pembinaan karyawan guna pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM) perusahaan.
- b. Mengarahkan staf dan karyawan secara langsung untuk mencapai sasaran perusahaan.
- c. Mengadakan pertemuan perorangan maupun kelompok untuk menciptakan hubungan yang baik, sehingga menimbulkan suasana yang menyenangkan dengan tidak meninggalkan peraturan-peraturan yang telah ditetapkan perusahaan.
- d. Memberikan motivasi kepada seluruh staff dan karyawan agar bekerja dengan kesadaran dan tanggung jawab serta mematuhi peraturan yang telah ditetapkan.

- e. Memberikan teguran dan peringatan apabila terjadi pelanggaran.
- f. Mengadakan pembinaan disiplin kerja.
- g. Melaksanakan absensi staf dan karyawan.
- h. Bertanggung jawab atas pengawasan, keoersihan, keamanan dan ketertiban perusahaan.
- i. Melaksanakan kerja, sama dan hubungan yang baik dengan perusahaan lain atau masyarakat sekitar.
- j. Bertanggung jawab atas semua kegiatan yang berhubungan dengan karyawan, perusahaan lain dan masyarakat sekitar.

10. Humas

Tugas seksi hubungan masyarakat antara lain:

- a. Mengatur kondisi kerja yang tenang dan dinamis. yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.
- b. Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

11. Keamanan

Tugas seksi keamanan antara lain:

- a. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan.
- b. Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik

10.3 Jaminan Sosial

Sebagai bentuk imbalan dari perusahaan kepada pegawainya, atas apa yang dilakukan pegawai, semua pegawai mendapatkan jaminan sosial sebagai berikut:

1. Gaji

Gaji diterima oleh seluruh pegawai perusahaan, besar kecilnya tergantung dari jabatan yang dimiliki dan waktu penerimaan gaji sesuai dengan status kepegawainya.

2. Tunjangan

Setiap pegawai mendapat tunjangan besar kecilnya tunjangan tergantung jabatan.

a. Tunjangan Anak Dan Istri

Tunjangan anak diberikan kepada anak maksimal 2 anak usia 18 tahun dan belum menikah sebesar 2% dari gaji pokok dan tunjangan istri sebesar 5% gaji pokok.

b. Tunjangan Jabatan

Tunjangan jabatan diberikan kepada pegawai tetap sebesar 500.000 dan pegawai non tetap sebesar 300.000.

c. Tunjangan Pensiun

Tunjangan pensiun diberikan kepada pekerja yang telah berusia 60 tahun dan bekerja diperusahaan sekurang-kurangnya 25 tahun dan diberikan sebesar gaji pokok terahir jabatan.

d. Tunjangan Kesehatan

Tunjangan diberikan kepada pegawai berupa asuransi BPJS.

e. Tunjangan transportasi dan komunikasi

Tunjangan transportasi dan komunikasi diberikan sebesar sebesar 300.000 untuk pegawai tetap dan 200.000 non pegawai tetap.

f. Tunjangan makan 1 kali dalam sehari kerja

3. Pengembangan karir

Setiap pegawai berhak mengembangkan karirnya untuk mengikuti pelatihan – pelatihan yang dapat meningkatkan karir pegawai dalam setahun sekali dan biayai oleh perusahaan.

4. Rekreasi Dan Olahraga
5. Kenaikan Gaji Dan Promosi
6. Hak Cuti dan Ijin

Hak cuti diberikan kepada karyawan selama 10 hari kerja selama 1 tahun

7. Pakaian kerja dan sepatu kerja

Setiap pegawai mendapatkan pakaian dan sepatu khusus alat pelindung diri bagi yang pegawai yang kerjanya membutuhkan APD.

10.4 Tenaga Kerja

10.4.1 Status Kepagawaian Dan Penggajian Karyawan

Dalam suatu perusahaan atau suatu lembaga, atau yang lebih umum disebut dunia pegawaian, tidak semua pekerja atau pegawai mempunyai status kepegawaian yang sama, sehingga muncul kewajiban maupun hak yang berbeda bedapula.

1. Karyawan Percobaan

Karyawan percobaan merupakan status Karyawan yang tergolong baru, status Karyawan percobaan disandang selama Karyawan yang bersangkutan sedang dalam masa percobaan. Batas waktu masa percobaan selama tiga bulan dengan gaji 75% gaji pokok. Karyawan percobaan diangkat dan diberhentikan oleh perusahaan tanpa mendapatkan surat keputusan (SK).

2. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah orang yang bekerja pada perusahaan diangkat dan diberhentikan tanpa surat keputusan (SK). Karyawan ini apabila bekerja akan mendapat gaji dan apabila Karyawan tidak bekerja maka tidak akan digaji. Karyawan dengan status ini digaji satu hari sekali, dua hari sekali, seminggu sekali atau 2 minggu sekali sesuai kesepakatan.

3. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah orang yang bekerja pada perusahaan diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK). Karyawan ini menerima gaji sebulan sekali. Dengan status ini gaji Karyawan tidak dihitung berdasarkan jumlah hari kerja tetapi gaji dibayarkan sama yaitu sebulan.

4. Karyawan Borongan

Karyawan borongan ialah orang yang bekerja pada perusahaan dengan menerima gaji berdasarkan hasil kerja yang dicapai, jadi kadang gaji lebih besar atau lebih kecil dari rata-rata yang diterima setiap hari. Karyawan ini diangkat dan diberhentikan perusahaan tanpa surat keputusan (SK).

5. Karyawan Musiman

Karyawan musiman ialah orang yang bekerja pada perusahaan dengan jangka waktu tertentu dan digaji sesuai kesepakatan. Karyawan ini diangkat dan diberhentikan tanpa surat keputusan (SK).

10.4.2 Pengaturan Jam Kerja Karyawan

Pengaturan jam kerja Karyawan pabrik methanol rencana pabrik beroperasi 24 jam non stop dalam sehari, jumlah hari kerja selama setahun sebanyak 330 hari. Hari-hari yang lain digunakan untuk perawatan dan perbaikan mesin. Dalam kerjanya, Karyawan dibedakan menjadi dua yaitu, Karyawan shift dan non shift.

1. Karyawan shift

Karyawan shift ialah orang yang bekerja sesuai shift yang diterima, Karyawan shift bekerja dalam sehari sebanyak 8 jam dalam seminggu 40 jam setiap setelah lima hari bekerja Karyawan shift diberi waktu berlibur 2 hari dan setiap minggunya shiftnya berganti, sehingga dibentuk 6 kelompok. Adapun pembagian jam shiftnya adalah sebagai berikut:

a. Karyawan Operasi

Shift Pagi : Pukul 07.00-16.00 WIB

Shift Sore: Pukul 16.00-24.00 WIB

Shift Malam : Pukul 24.00-07.00 WIB

b. Karyawan Keamanan

Shift Pagi : Pukul 06.00-14.00 WIB

Shift Sore: Pukul 14.00-22.00 WIB

Shift Malam : Pukul 22.00-06.00 WIB

Tabel 9.2 Jadwal Hari Kerja Karyawan

Kelompok/Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	L	L	M	M	M	M	M	L	L	P	P	P	P	P
2	M	M	M	M	M	L	L	P	P	P	P	P	L	L
3	L	L	S	S	S	S	S	L	L	M	M	M	M	M
4	S	S	S	S	S	L	L	M	M	M	M	M	L	L
5	L	L	P	P	P	P	P	L	L	S	S	S	S	S
6	P	P	P	P	P	L	L	S	S	S	S	S	L	L

Keterangan:

P= *Shift* Pagi

S= *Shift* Sore

M= *Shift* Malam

L= Libur

2. Karyawan *Non-Shift*

Karyawan non-shift adalah karyawan yang tidak menangani produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan *non-shift* ini adalah Direktur, Staff Ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi serta bawahan yang berada ditangan administrasi. Karyawan non-shift dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Hari Senin-Jumat: Pukul 07.00- 15.00 WIB

Hari Sabtu: Pukul 07.00-12.00 WIB

dengan waktu istirahat

Hari Senin-Kamis: Pukul 12.00- 13.00 WIB

Hari Jumat : Pukul 11.00 -13.00 WIB

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya, karena kelancaran produksi secara tidak langsung akan mempengaruhi perkembangan dan kemajuan perusahaan. Oleh karena itu

kepada seluruh karyawan perusahaan diberlakukan absensi. Disamping itu masalah absensi nantinya digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan di dalam perusahaan.

10.4.3 Perincian Jumlah Karyawan, Penggolongan Gaji Karyawan dan Pendidikan Karyawan

Tabel 9.3 Perincian Jumlah Karyawan, Penggolongan Gaji Karyawan dan Pendidikan Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Gaji Total /Tahun (Rp)	Pendidikan
1	Komisaris	1	107.000.000	1.284.000.000	S-2 Teknik Kimia
2	Direktur Utama	1	22.000.000	264.000.000	S-2 Teknik Kimia
3	Direktur Produksi dan Teknik	1	22.000.000	264.000.000	S-2 Teknik Kimia/ Mesin
4	Direktur Administrasi dan Keuangan	1	22.000.000	264.000.000	S-2 Ekonomi
5	Staff Ahli dan Produksi	1	20.000.000	240.000.000	S-2 Teknik Kimia/ Industri
6	Staff Ahli Administrasi dan Keuangan	1	20.000.000	240.000.000	S-2 Ekonomi
7	Sekretaris Utama	1	10.000.000	120.000.000	S-1 Sekretaris
8	Manager Produksi	1	15.000.000	180.000.000	S-2 Teknik Kimia/ Industri
9	Manager Teknik	1	15.000.000	180.000.000	S-2 Teknik Kimia/ Industri/ Mesin
10	Manager Research dan Develpment	1	15.000.000	180.000.000	S-2 Teknik Kimia
11	Manager Tenaga Umum	1	15.000.000	180.000.000	S-2 Psikologi
12	Manager Administrasi	1	15.000.000	180.000.000	S-1 Sekretaris
14	Manager Human Resource Departement	1	15.000.000	180.000.000	S-2 Psikologi/ Sosial
15	Kepala Proses	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Kimia
16	Kepala Pengendalian	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Kimia/Mesin
17	Kepala Penjamin Mutu	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Kimia
18	Kepala Utilitas	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Lingkungan
19	Kepala Pemeliharaan	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Mesin
20	Kepala Bengkel	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Mesin

21	Kepala Laboratorium	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Kimia
22	Kepala Penelitian	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Kimia
23	Kepala Pengembangan	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Kimia
24	Kepala Keuangan	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Ekonomi
25	Kepala Gudang	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Kimia
26	Kepala Logistik	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Industri
27	Kepala Keselamatan dan Kesehatan Kerja	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Mesin
28	Kepala Pelatihan Tenaga Kerja	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Mesin
29	Kepala Pembelian	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Ekonomi
30	Kepala Penjualan	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Ekonomi
31	Kepala Analisis Pasar	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Industri
32	Kepala Perencanaan	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Teknik Industri
33	Kepala Personalia	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Sosial
34	Kepala Humas	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Sosial
35	Kepala Keamanan	1	8.000.000	96.000.000	S-1 Sosial
36	Karyawan Proses	8	3.600.000	345.600.000	D-3 Teknik Kimia
37	Karyawan Pengendalian	8	3.600.000	345.600.000	D-3 Teknik Kimia
38	Karyawan Mutu	4	3.500.000	168.000.000	D-3 Teknik Kimia
39	Karyawan Utilitas	4	3.500.000	168.000.000	D-3 Teknik Lingkungan
40	Karyawan Keuangan	3	3.500.000	126.000.000	D-3 Ekonomi
41	Karyawan Laboratorium	4	3.500.000	168.000.000	D-3 Teknik Kimia
42	Karyawan Personalia	4	3.500.000	168.000.000	S-1 Psikologi
43	Karyawan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	2	3.000.000	72.000.000	D-3 Keselamatan Kerja
44	Karyawan Penjualan	4	3.500.000	168.000.000	D-3 Ekonomi
45	Karyawan Gudang	3	2.500.000	90.000.000	SLTA
46	Karyawan Keamanan	8	2.500.000	240.000.000	SLTA
47	Karyawan Bengkel	3	2.500.000	90.000.000	SLTA
48	Dokter	2	8.000.000	120.000.000	S-1 Kedokteran
49	Tenaga Medis	4	3.500.000	120.000.000	S-1 Kesehatan
50	Sopir	2	2.500.000	60.000.000	SLTA
51	Cleaning Servis	4	2.200.000	105.600.000	SLTA
Total		102	535.900.000	8.326.800.000	

BAB XI

EVALUASI EKONOMI

11.1 Fungsi Perusahaan

Dalam pra rancangan pabrik dibutuhkan analisa ekonomi untuk memperoleh analisa perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan memperhatikan pentingnya modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat kembali dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak didirikan. Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

1. Perhitungan *Capital Investment* (Modal Investasi)
 - a. *Fixed Capital Investment* (Modal Tetap)
 - b. *Working Capital* (Modal Kerja)
2. Perhitungan *Production Cost* (Biaya Produksi)
 - a. *Manufacturing Cost* (Biaya Pabrik)
 - b. *General Expense* (Pengeluaran Umum)
3. Analisa *Fit and Proper Test* (Kelayakan)
 - a. Keuntungan (*Profit on Sales*)
 - b. *Return On Investment* (ROI)
 - c. *Pay Out Time* (POT)
 - d. *Break Even Point* (BEP)
 - e. *Shut Down Point* (SDP)
 - f. *Discounted Cash Flow* (DCF)

11.2 Biaya Pembuatan

Harga alat proses selalu mengalami perubahan setiap tahunnya. Hal ini tergantung dari kondisi ekonomi yang terjadi serta cara pemakaiannya. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang dapat ditaksir dari harga alat tahun yang lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan yang ada sekarang adalah:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (\text{Aries \& Newton, hal. 16})$$

Dimana:

Ex: Harga alat pada tahun x

Ey: Harga alat pada tahun y

Nx: Nilai indeks pada tahun x

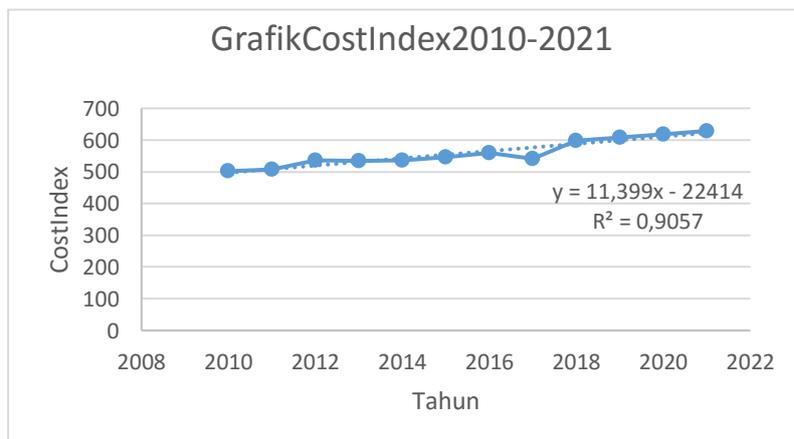
Ny: Nilai indeks pada tahun y

Tabel 11.1 Harga *Chemical Engineering Plant Cost Index*

Tabel CEP Index	
Tahun	Index
2010	501,9
2011	506,8
2012	535,7
2013	534,6
2014	535,67
2015	546,1
2016	559,8
2017	541,7
2018	597,94
2019	608,27
2020	618,6
2021	628,93

(Sumber : *Chemical Engineering* vol. dan www.che.com)

Data diatas diolah menjadi grafik CEP index untuk mengetahui indeks harga alat pada tahun yang diinginkan sebagai berikut:



Grafik 11.1 Harga *Chemical Engineering Plant Cost Index*

Berdasarkan grafik diperoleh persamaan $y = 11,399x - 22414$, sehingga indeks harga pada tahun 2023 adalah:

$$y = 11,399x - 22414$$

$$y = 11,399(2023) - 22414$$

$$y = 646.177$$

Untuk jenis alat yang sama namun berbeda kapasitasnya, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut:

$$Eb = Ea \left(\frac{Ca}{Cb} \right)^x \quad (\text{Aries \& Newton, hal. 15})$$

Dimana:

Ea : Harga alat a dengan kapasitas tertentu

Eb: Harga alat b dengan kapasitas tertentu

Ca : Kapasitas alat a

Cb: Kapasitas alat b

x: Eksponen

Besarnya harga eksponen x bermacam-macam tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya, misalnya Heat Exchanger shell and tube, harga $x = 0,6$. Harga x pada berbagai jenis alat padat dilihat pada *Peter & Timmerhaus hal 167* atau juga dapat dicari di www.matche.com kemudian baru dicari harga yang akan diketahui melalui indek. Sedangkan untuk alat yang tidak tercantum, harga x diestimasi sama dengan 0,6.

11.3 Dasar Perhitungan

Basis perhitungan:

Kapasitas produksi: 100.000 Ton/Tahun

Masa produksi: 1 tahun (330 hari)

Rencana pendirian: 2023

Kurs mata uang

Tahun	Kurs Dollar
2017	13.480
2018	14.409
2019	14.416
2020	13.866
2021	14.185
2022	14.267
Rata-rata	14.103

11.3.1 Capital Investment

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas produktif dan untuk menjalankannya. *Capital investment* meliputi:

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed capital investment adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya pada sebuah plant (pabrik) baru.

b. *Working Capital*

Working capital adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha (modal) secara normal dari suatu pabrik selama selang waktu tertentu.

11.3.2 Manufacturing Cost

Manufacturing cost merupakan jumlah dari *direct*, *indirect*, dan *fixed manufacturing cost*, yang berkaitan dengan produk

a. *Direct Manufacturing Cost*

Direct manufacturing cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Manufacturing Cost*

Indirect manufacturing cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung dari operasi pabrik. Dalam perhitungan didapat kesulitan menentukan batas antara *direct* dan *indirect*.

c. *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed manufacturing cost merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

11.3.3 General Expense

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

11.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak maka dilakukan suatu analisa/evaluasi kelayakan.

11.4.1 Percent Profit On Sales

$$\text{Percent Profit On Sales (POS)} = \frac{\text{Profit}}{\text{Harga Jual Produk}} \times 100\%$$

11.4.2 Percent Return On Investment

Return on investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan, (Aries & Newtorn, hal. 193).

Return On Investment (ROI)

$$= \frac{\text{Profit per year}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

11.4.3 Pay Out Time

Pay out time adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan *profit* sebelum dikurangi *depresiasi*.

$$\text{Pay Out Time (POT)} = \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\text{Profit per year} + \text{Depreciation per year}}$$

11.4.4 Break Event Point (BEP)

Break event point adalah titik impas yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP ini kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum

dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.

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

Dimana:

Fa: *fixed manufacturing cost*

Ra : *regulated cost*

Va: *variabel cost*

Sa : *product sales*

11.4.5 Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain variabel cost yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi.

$$\text{Shut Down Point (SDP)} = \frac{0,3 \text{ Ra}}{\text{Sa} - \text{Va} - 0,7 \text{ Ra}} \times 100\%$$

11.4.6 Discounted Cash Flow (DCF)

Discounted cash flow adalah penentuan *rate of return* yang ekuivalen dengan *interest rate maximum (after taxes)*. Untuk dapat meminjam uang dari bank guna membiayai proyek pada masa servisnya, maka *interest rate maximum* yang didapatkan dari DCF harus lebih besar dari *interest bank*. Untuk mendapatkan *interest rate maximum* digunakan cara *trial and error* berdasarkan rumus.

$$\begin{aligned} & ((FC + WC) * (1 + i)^n) \\ & = (((1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + (1 + i)^{n-3} + (1 + i)^{n-4} \\ & \quad + (1 + i)^{n-5} + (1 + i)^{n-6} + (1 + i)^{n-7} \\ & \quad + (1 + i)^{n-8} \\ & \quad + (1 + i)^{n-9} + (1 + i)^{n-10} + 1) * C + WC + S \end{aligned}$$

Dimana:

n: *Plant Age*

FC: *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

C: *Cash Flow*

SV: Salvage Value

11.5 Hasil Perhitungan

a. Purchased Equipment Cost

Tabel 11.2 Purchased Equipment Cost	
Harga Alat (<i>Equipment Cost, EC</i>)	356431,8205
Biaya Pengangkutan (15% EC)	53464,77307
Asuransi Pengangkutan (1% EC)	3564,318205
Provisi Bank (0,5 % EC)	1782,159102
Transportasi (1% EC)	3564,318205
EMKL (5% EC)	17821,59102
Pajak (15% EC)	53464,77307
Jumlah PEC	490093,7532
	Rp6.992.167.576

c. Physical Plant Cost

11.3 Tabel biaya <i>Physical Plant Cost</i>	
Jenis PPC	US \$
<i>Purchased Equipment Cost</i>	490093,7532
<i>Equipment Installation Cost</i>	210740,3139
<i>Piping Cost</i>	421480,6277
<i>Instrumentation Cost</i>	147028,1259
<i>Insulation Cost</i>	39207,50025
<i>Electrical Cost</i>	73514,06297
<i>Building, process, and auxiliary Cost</i>	4140710,992
<i>Land Cost</i>	4121316,684
<i>Utilities Cost</i>	196037,5013
<i>Environment Cost</i>	122523,4383
Jumlah PPC	9962653

d. Fixed Capital Investment (FCI)

11.4 Tabel biaya <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		
Jenis FCI	US \$	Rupiah
<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	11955183,6	Rp170.564.604.420
<i>Contractor's Fee Cost</i>	1195518,36	Rp17.056.460.442
<i>Contingency Cost</i>	2988795,9	Rp42.641.151.105
Jumlah FCI	16139497,86	Rp230.262.215.968

--	--	--

e. Working Capital Investment

11.5 Tabel biaya Working Capital (WC)		
Jenis WC	US \$	Rupiah
<i>Raw Material Inventory</i>	66853303,2	Rp953.796.076.754
<i>In Process Inventory</i>	1575965426	Rp22.484.298.726.629
<i>Product Inventory</i>	87553634,75	Rp1.249.127.707.035
<i>Available Inventory</i>	87553634,75	Rp1.249.127.707.035
<i>Extended Inventory</i>	99484475,94	Rp1.419.345.018.242
Jumlah WC	1917410474	Rp27.355.695.235.695

f. Direct Manufacturing Cost

11.6 Tabel Direct Manufacturing Cost	
Jenis DMC	US \$
<i>Raw Material Cost</i>	735386335,2
<i>Labor Cost</i>	116997,2664
<i>Supervision Cost</i>	92521,20278
<i>Maintenance Cost</i>	968369,8716
<i>Plant Supplies Cost</i>	145255,4807
<i>Royalties and Patent Cost</i>	11938137,11
<i>Utilities Cost</i>	1782376,723
Jumlah DMC	750429992,9

g. Indirect Manufacturing Cost

11.7 Tabel Indirect Manufacturing Cost		
Jenis IMC	US \$	
<i>Payroll Overhead Cost</i>	23399,45328	
<i>Laboratory Cost</i>	23399,45328	
<i>Plant Overhead Cost</i>	99447,67646	
<i>Packaging and Transportation</i>	119381371,1	
<i>Shipping</i>	179072056,7	
Jumlah IMC	US \$	298599674,4
	Rupiah	Rp4.260.121.554.726

h. Fixed Manufacturing Cost

11.8 Tabel <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	
Jenis FMC	US \$
<i>Depreciation Cost</i>	1291159,829
<i>Property and Taxes</i>	161394,9786
<i>Insurance Cost</i>	161394,9786
Jumlah FMC	1613949,786

i. Manufacturing Cost

11.9 Tabel <i>Biaya Manufacturing Cost (MC)</i>	
Jenis MC	US \$
<i>Direct Manufacturing Cost</i>	750429992,9
<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	298599674,4
<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	1613949,786
Jumlah MC	1050643617

j. General ExPenses (GE)

11.10 Tabel <i>Biaya General Expenses (GE)</i>	
Jenis GE	US \$
<i>Administration Cost</i>	149057,265
<i>Sales Cost</i>	59690685,56
<i>Research and Development Cost</i>	23876274,23
<i>Finance Cost</i>	58006499,16
Jumlah GE	141722516,2

k. Cost Production

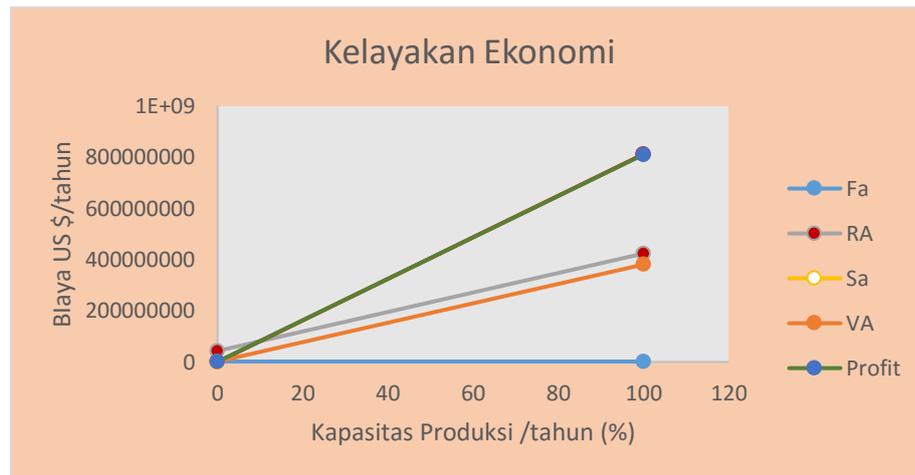
11.11 Tabel <i>Biaya Production Cost</i>	
Jenis PC	US \$
<i>Manufacturing Cost</i>	1050643617
<i>General Expenses</i>	141722516,2
Jumlah PC	1192366133

Analisa Kelayakan

Tabel 11. 12 Hasil Analisa Kelayakan

Analisis Ekonomi	Harga		Harga Rupiah
	US \$	%	
1. Modal (Capital Investment)			
a. Modal Tetap (FCI)	16139497,86		Rp230.262.215.968
b. Modal Kerja (WCI)	1917410474		Rp27.355.695.235.695
Sehingga TCI=FCI+WCI	1933549972		Rp27.585.957.451.663
2. Biaya Produksi (Manufacturing Cost)			
a. langsung (Direct Manufacturing Cost)	750429992,9		Rp10.706.384.708.097
b. Tak Langsung (Indirect Manufacturing Cost)	298599674,4		Rp4.260.121.554.726
c. Biaya tetap (Fixed Manufacturing Cost)	1613949,786		Rp23.026.221.597
Sehingga Manufacturing Cost (MC)	1050643617		Rp14.989.532.484.419
3. Pengeluaran Umum (General Cost)			
General Expenses	141722516,2		Rp2.021.955.138.873
4. Analisa Kelayakan Ekonomi			
Biaya produksi	1192366133		Rp16.032.555.027.882
Penjualan produk /Tahun	1125398733		Rp15.132.111.366.089
Keuntungan = Penjualan Produk-Biaya Produksi			
Keuntungan sebelum pajak	1447578,02		Rp19.464.134.056
Pajak di Indonesia (25%)			
Pajak	361894,505		Rp4.866.033.514
Keuntungan Setelah Pajak	1085683,515		Rp14.598.100.542
POS Sebelum Pajak		0,121256609	
POS Sesudah Pajak		0,090942456	
Sehingga:			
a. Percent Return on Investment (ROI)			
* Sebelum Pajak		8,969163926	%
* Sesudah Pajak		6,726872945	
b. Pay Out Time (POT)			
* Sebelum Pajak		8,271713629	Tahun
* Sesudah Pajak		9,978403754	
c. Break Event Point (BEP)		6,237686488	
d. Shut Down Point (SDP)		6,648367416	%
e. Discounted Cash Flow (DCF)		10,774695	
Umur Pabrik			12,5

Grafik Kelayakan



Gambar 11.2 Grafik Kelayakan Ekonomi

BAB XII

KESIMPULAN

Pabrik *Amonium Sulfat* dari gas buang PLTU dengan kapasitas 100.000 ton per tahun akan didirikan di kota Cilacap tahun 2023 dengan pengelolaan perseroan terbuka sebagai salah satu alternatif dalam pengendalian emisi SO₂ dan Nox dan guna memenuhi kebutuhan pasar Indonesia.

Banyaknya penggunaan *Amonium Sulfat* dalam salah satu sektor pertanian Indonesia sehingga akan mudah dipasarkan, pemanfaatan sumber daya alam yang lebih maksimal serta membuka lapangan kerja untuk masyarakat Indonesia serta dapat menumbuhkan perindustrian di Indonesia. Berdasarkan hasil ekonomi adalah sebagai berikut :

- a. Modal awal keseluruhan dalam satu tahun Rp. 27.585.957.451.663
- b. Keuntungan yang diperoleh setiap tahun sebelum pajak Rp. 19.464.134.056 dan keuntungan yang diperoleh setelah dipotong pajak (25%) sebesar Rp. 14.598.100.542
- c. Modal kembali 8.27 tahun beroperasi sebelum dipotong pajak dan 9.97 tahun pabrik beroperasi setelah dipotong pajak

Dari hasil analisis di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik *Amonium Sulfat* dari gas buang PLTU dengan kapasitas 100.000 ton per tahun ini layak dan baik untuk dipelajari lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. *Tabel Dinamis Ekspor Import*. Diakses melalui: <https://www.bps.go.id/exim/> pada tanggal 30 November 2021
- Faith, W.L., Keyes, D.E., and Clark, R.L., 1957. *Industrial Chemical, 2nd ed.* John Willey and Sons, Inc. New York.
- Eka, Rifqi. 2016. Pra Rancangan Pabrik Amonium Sulfat dari Amonia dan Asam Sulfat Kapasitas 650.000 Ton/Tahun. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Evina Belda. 2014. Clinical manifestatons and diagnostic criteria of atopic dermatitis
- Gowariker, V., Krishnamurty, V.N., Gowariker, S., Dhanorkar, M., Paranjape, K. 2009. *The Fertilizer Encyclopedia*. New Jersey: John Wiley & Sons. Inc. Publication.
- Ika Fitria Wati. 2007. Pra Rancangan Pabrik Amonium Sulfat Dari Limbah Gas Buang PLTU. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Isnaini, M. 2006. *Pertanian Organik*. Yogyakarta: Penerbit Kreasi Wacana.
- Kirk Othmer, 1998, "Encyclopedia of Chemical Technolog ", 4 nd .ed. Vol.7. Interscience Willey.
- Mangundap, Ferdinand. *Pabrik Amonium Sulfat Dengan Proses Netralisasi*. Pra Rancang Pabrik. Tidak Ditrbitkan. Diakses melalui: <http://eprints.upnjatim.ac.id/5427/1/file1.pdf> pada tanggal 30 Desember 2021.
- MF. Hidayat.2021. Pra Rancang Pabrik Tidak Diterbitkan. Universitas Diponegoro Semarang. Diakses melalu: <http://eprints.undip.ac.id> pada tanggal 14 Januari 2022.
- Mufrodi, Z. 2010. Modifikasi Limbah Abu Terbang sebagai Material Baru Adsorben. (<http://repository.upnyk.ac.id/606163.pdf>) diunduh pada tanggal 2 Agustus 2021
- Petrokimia Gresik, *Kapasitas Produksi Amonium Sulfat*. Diakses melalui: www.petrokimia-gresik.com pada tanggal 11 Januari 2022
- Indonesia Re. 2020. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). *Artikel*. Diakses melalui: <https://indonesiare.co.id/id/article/pembangkit-listrik-tenaga-uap-pltu> pada tanggal 15 Januari 2022.
- PT. Timuraya Tunggal, *Kapasitas Produksi Amonium Sulfat*. Diakses melalui: sumber www.bsn.g.id pada tanggal 11 Januari 2022
- PT. Pupuk Indonesia, *Kapasitas Produksi Amonium Sulfat*. Diakses melalui: sumber www.pupuk-indonesia.com, pada tanggal 11 Januari 2022
- Pupuk Indonesia. 2022. Diakses pada pupuk-indonesia.com

- Puspa Risma Sariska.2007. Pra Rancangan Pabrik Amonium Sulfat Dari Limbah Gas Buang PLTU. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Septiyan.2018. *Pabrik Amonium Sulfat Dengan Proses Netralisasi*. Pra Rancang Pabrik. Tidak Diterbitkan. Diakses melalui: <http://dspace.uui.ac.id> pada tanggal 14 Januari 2022.
- Standar Nasional Indonesia. Syarat Mutu Amonium Sulfat. Diakses pada [www.Dpring.go.id](http://www.dpring.go.id) pada 14 Januari 2022
- Vogel, (Teori Bronsted Lowry). (1979), "Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro Dan Semimikro", Edisi V, PT Kalman Media Pusaka, Jakarta.

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN NERACA MASSA

Kapasitas dan Diagram Alir Massa

1. Kapasitas perancangan/tahun= 100.000 Ton/Tahun
2. Waktu Operasi = 330 Hari
3. Satu Hari = 24 Jam
4. Produk yang diinginkan = Umpan 100.000 Ton/Tahun

$$= 100.000 \frac{\text{Ton}}{\text{Tahun}} \times \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ Tahun}} \times \frac{1 \text{ Tahun}}{330 \text{ Hari}} \times \frac{1 \text{ Hari}}{24 \text{ Jam}}$$

$$= 12626,263 \text{ Kg/Jam}$$

Data berat molekul kandungan flue gas						
komponen	% Vol	fx mol	BM	Kg	Mol	Massa (Dalam 1000)
CO ₂	19,4	0,194	44	8,536	6,30063	277,2277531
H ₂ O	5,7	0,057	18	1,026	1,85122	33,32189254
O ₂	5	0,05	32	1,6	1,62387	51,96396497
N ₂	69,68	0,6968	28	19,5104	22,6303	633,6485889
SO ₂	0,15	0,0015	64	0,096	0,04872	3,117837898
Nox	0,006	0,00006	46	0,00276	0,00195	0,08963784
Fly Ash	0,001	0,00001	1	0,00001	0,00032	0,000324775

1. Neraca Massa Cooler



Komponen:

- a. CO₂= Berat Molekul x Mol

$$= 44 \times 6,30063$$

$$= 277,227 \text{ Kg/Jam}$$
- b. H₂O= 18 x 1,85

$$= 33,32 \text{ Kg/Jam}$$
- c. O₂= 32 x 1,62

$$= 51,96 \text{ Kg/Jam}$$

- d. $N_2 = 28 \times 22,63$
 $= 633,65$
- e. $SO_2 = 64 \times 0,04872$
 $= 3,1178 \text{ Kg/Jam}$
- f. $Nox = 46 \times 0,00195$
 $= 0,089 \text{ Kg/Jam}$
- g. Fly Ash = $1 \times 0,00032$
 $= 0,00032 \text{ Kg/Jam}$

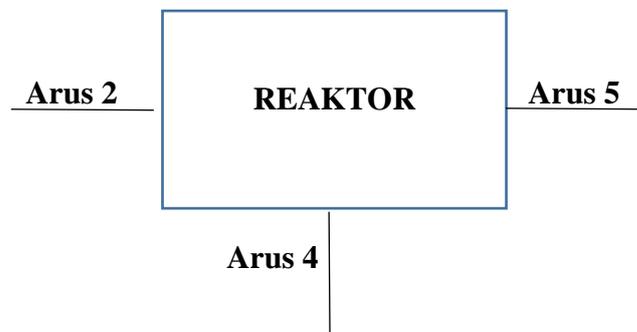
2. Neraca Massa Evaporator



Dengan basis NH_4OH 1000 Kg dengan komposisi NH_3 99,5% dan H_2O 0,05%
Maka;

- a. $NH_3 = 0,995 \times 1000$
 $= 995 \text{ Kg/Jam}$
- b. $H_2O = 0,005 \times 1000$
 $= 5 \text{ Kg/Jam}$

3. Neraca Massa Reaktor MBE



Reaksi

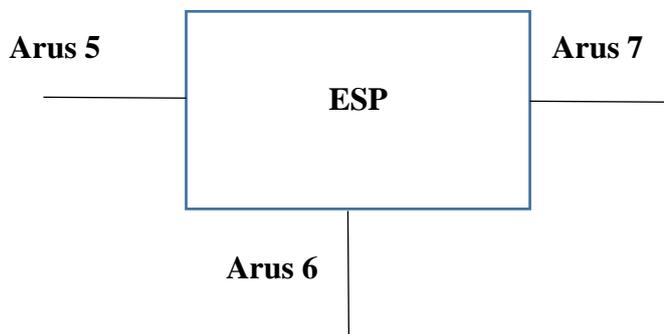


Dengan Konversi reaksi 98% maka;

- a. SO_2 bereaksi $= 0,98 \times 0,048716 \text{ Kmol}$
 $= 0,047742 \text{ Kmol}$
 $= 0,047742 \text{ Kmol} \times 64 \text{ Kg/Kmol}$
 $= 3,055 \text{ Kg/Jam}$
- SO_2 Sisa $= 0,048716 \text{ Kmol} - 0,047742 \text{ Kmol}$
 $= 0,000974 \text{ Kmol}$
 $= 0,000974 \text{ Kmol} \times 64 \text{ Kg/Kmol}$
 $= 0,062357 \text{ Kg/Jam}$
- b. NH_3 bereaksi $= 2 \times 0,047742 \text{ Kmol}$
 $= 0,095484 \text{ Kmol} \times 17 \text{ Kg/Kmol}$
 $= 1,623 \text{ Kg/Jam}$
 $= 995 \text{ Kg/Jam} - 8,3267 \text{ Kg/Jam}$
 $= 986,6732 \text{ Kg/Jam}$
- NH_3 Sisa $= 0,5852 \text{ Kmol} - 0,095484 \text{ Kmol}$
 $= 0,48981 \text{ Kmol}$
 $= 0,48981 \text{ Kmol} \times 17 \text{ Kg/Kmol}$
 $= 8,3267 \text{ Kg/Jam}$
- c. H_2O bereaksi $= 0,047742 \text{ Kmol}$
 H_2O sisa $= 1,851216 \text{ Kmol} - 0,047742 \text{ Kmol}$
 $= 1,803474 \text{ Kmol}$
 $= 1,803474 \text{ Kmol} \times 18 \text{ Kg/kmol}$
 $= 32,46254 \text{ Kg/Jam}$
- d. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ terbentuk $= 0,047742 \text{ Kmol}$
 $= 0,047742 \text{ Kmol} \times 116 \text{ Kg/Kmol}$
 $= 5,53806 \text{ Kg/Jam}$
 $= 1000 \text{ Kg/jam} / 116$
 $= 8,62 \text{ Kg/jam}$

$$\begin{aligned}
 &= 8,62 \times 116 \times 0,15 \\
 &= 149,83 \text{ Kg/jam} \\
 \text{e. O}_2 \text{ Bereaksi} &= 0,5 \times 0,046787 \text{ Kmol} \\
 &= 0,023394 \text{ Kmol} \\
 &= 0,023394 \text{ Kmol} \times 32 \text{ Kg/kmol} \\
 &= 0,748 \text{ Kg/Jam} \\
 \text{O}_2 \text{ Sisa} &= 1,6238 \text{ Kmol} - 0,023394 \text{ Kmol} \\
 &= 1,60048 \text{ Kmol} \times 32 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 51,21 \text{ Kg/Jam} \\
 \text{f. (NH}_4\text{)}_2\text{SO}_4 \text{ Terbentuk} &= 1000 \text{ Kg} / 132 \text{ Kg/Kmol} \times 0,99 \\
 &= 7,5 \text{ Kmol} \\
 &= 7,5 \text{ Kmol} \times 132 \text{ Kg/Kmol} \times 0,85 \\
 &= 841,5 \text{ Kg/Jam}
 \end{aligned}$$

4. Neraca Massa ESP



Komponen

$$\begin{aligned}
 \text{a. (NH}_4\text{)}_2\text{SO}_3 &= \text{Arus 6 Output} \\
 &= 0,25 \times 149,83 \text{ Kg/Jam} \\
 &= 37,46 \text{ Kg/Jam} \\
 &= \text{Arus 7 Output} \\
 &= 0,75 \times 149,83 \text{ Kg/Jam} \\
 &= 112,37 \text{ Kg/Jam} \\
 \text{b. (NH}_4\text{)}_2\text{SO}_4 &= \text{Arus 6 Output} \\
 &= 0,99 \times 841,5 \text{ Kg/Jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 833,085 \text{ Kg/Jam} \\
&= \text{Arus 7 Output} \\
&= 0,01 \times 841,5 \text{ Kg/Jam} \\
&= 8,415 \text{ Kg/Jam} \\
\text{Total produk} &= 37,45 \text{ Kg/Jam} + 833,085 \text{ Kg/Jam} \\
&= 870,5 \text{ Kg/Jam}
\end{aligned}$$

Dalam perhitungan neraca massa dengan basis umpan 1000 Kg/Jam maka diperlukan faktor koreksi supaya produk yang diinginkan sesuai dengan kapasitas produksi yang diinginkan.

$$\begin{aligned}
\text{Faktor Koreksi} &= \text{Produk yang diinginkan} / \text{Produk yang dihasilkan} \\
&= 12626,26 \text{ Kg/Jam} : 870,5 \text{ Kg/Jam} \\
&= 14,50
\end{aligned}$$

Komponen	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7
CO ₂	277,2278	277,2278			277,2278		277,2278
H ₂ O	33,32189	33,32189		5	37,46254		37,46254
O ₂	51,96396	51,96396			51,21537		51,21537
N ₂	633,6486	633,6486			633,6486		633,6486
SO ₂	3,117838	3,117838			0,062357		0,062357
NO _x	0,089638	0,089638			0,089638		0,089638
Fly Ash	0,000325	0,000325			0,000325		0,000325
NH ₄ OH			1000				
NH ₃				995	8,326776		8,326776
(NH ₄) ₂ SO ₃					149,8319	37,45797	112,3739
(NH ₄) ₂ SO ₄					841,5	833,085	8,415
Total	999,37	999,37	1000	1000	1999,365	870,543	1128,822

Setelah dikalikan faktor koreksi

Komponen	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7
CO ₂	4020,882	4020,882			4020,882		4020,882
H ₂ O	483,2972	483,2972		72,51947	543,3527		543,3527
O ₂	753,6798	753,6798			742,8223		742,8223
N ₂	9190,372	9190,372			9190,372		9190,372
SO ₂	45,22079	45,22079			0,904416		0,904416
No _x	1,300098	1,300098			1,300098		1,300098
Fly Ash	0,00471	0,00471			0,00471		0,00471
NH ₄ OH			14503,89				
NH ₃				14431,37	120,7707		120,7707
(NH ₄) ₂ SO ₃					2173,146	543,2865	1629,859
(NH ₄) ₂ SO ₄					12205,03	12082,98	122,0503
Total	14494,76	14494,76	14503,89	14503,89	28998,58	12626,3	16372,32

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN NERACA PANAS

- 9. Kapasitas Produksi = 100.000 Ton/Tahun
- 10. Basis Perhitungan = 1 Jam Operasi
- 11. Satuan Energi = Kilo Joule (KJ)
- 12. Satuan Massa = Kilogram (Kg)
- 13. Waktu Operasi = 330 Hari
- 14. Suhu Referensi = 25°C
- 15. Basis Neraca Massa = 1000 Kg/Jam
- 16. Produk yang diinginkan = 12626,26 Kg/Jam

Tabel B.1 Kapasitas Panas (Cp) Komponen dalam Kj/Kg°K

Komponen	Cp
CO ₂	0,846
H ₂ O	1,87
O ₂	0,918
N ₂	1,039
SO ₂	0,624
No _x	0,805
Fly Ash	0,01

Tabel B.2 Konstanta Antoine (Van Ness, 1987)

Komponen	A	B	C
CO ₂	6,339	0,01014	-0,000003145
H ₂ O	7,136	0,00264	0,0000000459
O ₂	6,117	0,003167	-0,000001005
N ₂	6,457	0,001389	-0,000000069
SO ₂	6,945	0,01001	-0,000003794

Tabel B.3 Panas Pembentukan ((ΔH_f) KJ/mol (Atkin's, 1996)

Komponen	Heat Formation
CO ₂	-393,77
H ₂ O	-286,03
O ₂	0
N ₂	0
SO ₂	-297
NO _x	33,2
Fly Ash	0
NH ₄ OH	-334
NH ₃	-45,887

1. Cooler

Fungsi: Menurunkan suhu flue gas sebelum masuk reaktor

Panas Masuk:

Suhu Masuk : 125°C : 398°K

Suhu Referensi : 30°C : 303°K

dT: 95°K

Tabel B.4 Q1

Komponen	Massa (Kg/Jam)	Cp (Kj/Kg. K)	dT (K)	Q (kJ) = M.Cp.d T
CO ₂	4020,88182	0,846	95	323158,2719
H ₂ O	483,2971822	1,8723	95	85963,34485
O ₂	753,6798163	0,918	95	65728,41678
N ₂	9190,37168	1,039	95	907135,6367
SO ₂	45,22078898	0,624	95	2680,688371
NO _x	1,300097683	0,805	95	99,42497032
Fly Ash	0,004710499	0,01	95	0,004474974
Total	14494,76			1384765,788

Q Masuk : M.Cp,dT

: 1384765,788 Kj

Panas Keluar :

Suhu Keluar : 60°C : 333°K

Suhu Referensi : 30°C : 303°K
dT : 35°K

Tabel B.5 Q2

Komponen	Massa (Kg/Jam)	Cp (Kj/Kg. K)	dT (K)	Q (kJ) = M.Cp.d T
CO ₂	4020,88182	0,846	35	119058,3107
H ₂ O	483,2971822	1,8723	35	31670,706
O ₂	753,6798163	0,918	35	24215,7325
N ₂	9190,37168	1,039	35	334207,8661
SO ₂	45,22078898	0,624	35	987,6220313
No _x	1,300097683	0,805	35	36,63025222
Fly Ash	0,004710499	0,01	35	0,001648675
Total	14494,76			510176,8693

Q Keluar : M.Cp.dT
: 510176,8693 Kj

Menghitung panas yang diserap:

Q pendingin : Q Masuk – Q Keluar
: 1384765,788 Kj – 510176,8693 Kj
: 874588,9187Kj

Menghitung kebutuhan pendingin

Input Air masuk : 30 °C : 303°K
Output Air masuk : 65°C : 338°K
dT: 35°K

Q Pendingin : 510176,86 Kj / 1,87 Kj/Kg°K x 35°K
: 7785,334 Kg

2. Evaporator

Fungsi : Untuk menguapkan larutan NH₄OH sebelum diumpankan ke reaktor

Panas Masuk:

Suhu Masuk : 30°C : 303°K
Suhu Referensi : 25°C : 298°K
dT: 5°K

Tabel B.6 Q3

Komponen	Massa (Kg/Jam)	Cp (Kj/Kg. K)	dT (K)	Q (kJ) = M.Cp.d T
NH ₄ OH	14503,89355	0,43	5	31183,37113
NH ₃		2,2	5	0
H ₂ O		1,87	5	0
Total	14503,89			31183,37113

Q Masuk : M.Cp,dT
: 31183,37 Kj

Panas Keluar :

Suhu Keluar : 85°C : 358°K

Suhu Referensi : 25°C : 298°K

dT : 60°K

Tabel B.7 Q4

Komponen	Massa (Kg/Jam)	Cp (Kj/Kg. K)	dT (K)	Q (kJ) = M.Cp.d T
NH ₄ OH		0,43	60	0
NH ₃	14431,37408	2,2	60	1904941,379
H ₂ O	72,51947	1,8723	60	8146,691967
Total	14503,89			1913088,071

Q Keluar : M.Cp.dT
: 1913088,071 Kj

Menghitung Q Steam:

Q pendingin : Q Masuk – Q Keluar
: 1913088,071 Kj – 31183,371 Kj
: 1881904,699Kj

Menghitung kebutuhan steam S1

Pada T = 100 C dan P = 1 atm maka $\lambda = 2256,92$ Kj/Kg

Q Pemanas : 1881904,699 Kj/ 2256,92 Kj/Kg
: 833,837 Kg

3. Reaktor

Menghitung Panas pembentukan

ΔH_f Reaktan :

$$\begin{aligned} \Delta H_f \text{ SO}_2 &: \text{mol SO}_2 \times \Delta H_f \text{ SO}_2 \\ &: 0,04872 \text{ mol} \times -297 \text{ Kj/mol} \\ &: - 14,468 \text{ Kj} \\ \text{Reaktan Total} &: -14,468 \text{ Kj} \\ \Delta H_f \text{ Produk} &: \\ \Delta H_f (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 &: \text{mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 \times \Delta H_f (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 \\ &: 0,046787 \text{ mol} \times -365,5 \text{ Kj/mol} \\ &: - 17,100 \text{ Kj} \\ \Delta H_f (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 &: \text{mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times \Delta H_f (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \\ &: 0,000955 \text{ mol} \times -1180,9 \text{ Kj/mol} \\ &: - 1,127 \text{ Kj} \\ \text{Produk Total} &: -17,100 \text{ Kj} + (-1,127 \text{ Kj}) \\ &: -18,228 \text{ Kj} \end{aligned}$$

Menghitung Panas Reaksi

$$\begin{aligned} \Delta H_r \text{ 298 K} &: \Delta H_f \text{ Produk} - \Delta H_f \text{ Reaktan} \\ &: (-18,228 \text{ Kj}) - (-14,468 \text{ Kj}) \\ &: -3,759 \text{ Kj} \end{aligned}$$

Reaksi berlangsung secara eksotermis

Panas Masuk:

$$\text{Suhu Masuk} : 65^\circ\text{C} : 338^\circ\text{K}$$

$$\text{Suhu Referensi} : 25^\circ\text{C} : 298^\circ\text{K}$$

$$dT: 40^\circ\text{K}$$

Tabel B.8 Q5

Komponen	Massa (Kg/Jam)	Cp (Kj/Kg. K)	dT (K)	Q (kJ) = M.Cp.d T
CO ₂	4020,88182	0,846	40	136066,6408
H ₂ O	555,8166499	1,8723	40	41626,22055
O ₂	753,6798163	0,918	40	27675,12285
N ₂	9190,37168	1,039	40	381951,847
SO ₂	45,22078898	0,624	40	1128,710893
No _x	1,300097683	0,805	40	41,8631454
Fly Ash	0,004710499	0,01	40	0,0018842
NH ₃	14431,37408	2,2	40	1269960,919
Total	28998,65			1858451,326

Q Masuk : M.Cp,dT
: 1858451,326 Kj

Panas Keluar :

Suhu Keluar : 74°C : 347°K

Suhu Referensi : 25oC : 298°K

dT : 49°K

Tabel B.9 Q6

Komponen	Massa (Kg/Jam)	Cp (Kj/Kg. K)	dT (K)	Q (kJ) = M.Cp.d T
CO ₂	4020,8818	0,846	49	166681,635
H ₂ O	543,3527	1,8723	49	49848,641
O ₂	742,8223	0,918	49	33413,63292
N ₂	9190,3717	1,039	49	467891,0126
SO ₂	0,9044	0,624	49	27,65341688
Nox	1,3001	0,805	49	51,28235311
Fly Ash	0,0047	0,01	49	0,002308144
NH ₃	120,7706675	2,2	49	13019,07796
(NH ₄) ₂ SO ₃	2173,145878	0,69	49	73474,06213
(NH ₄) ₂ SO ₄	12205,02642	0,639	49	382151,5823
Total	14620			1186558,582

Q Keluar : M.Cp.dT
: 1186558,582 Kj

Menghitung Q Steam:

Qpendingin : Q Masuk – Q Keluar
: 1858451,32Kj – 1186558,582 Kj
:671892,74Kj

Menghitung kebutuhan steam S1

Input air masuk : 30°C : 303°K

Output air masuk : 50°C : 323°K

dT : 20°K

Q steam : 671892,74 Kj/ 1,87 Kj/Kg°K x 20°K
: 17942,97 Kg

4. ESP

Fungsi :Memisahkan, menangkap dan mengendapkan butiran/serbuk $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan NH_4SO_3 yang didispersi dengan ukuran 0,001 – 10 mikron

Panas Masuk:

Suhu Masuk : 74°C: 347°K

Suhu Referensi : 25°C: 298°K

dT: 49°K

Tabel B.10 Q7

Komponen	Massa (Kg/Jam)	Cp (Kj/Kg. K)	dT (K)	Q (kJ) = M.Cp.d T
CO ₂	4020,88182	0,846	49	166681,635
H ₂ O	543,35267	1,8723	49	49848,641
O ₂	742,8223049	0,918	49	33413,63292
N ₂	9190,37168	1,039	49	467891,0126
SO ₂	0,90441578	0,624	49	27,65341688
No _x	1,300097683	0,805	49	51,28235311
Fly Ash	0,004710499	0,01	49	0,002308144
NH ₃	120,7706675	2,2	49	13019,07796
(NH ₄) ₂ SO ₃	2173,145878	0,69	49	73474,06213
(NH ₄) ₂ SO ₄	12205,02642	0,639	49	382151,5823
Total	28998,58			1186558,582

Q Masuk : M.Cp,dT
: 1186558,582 Kj

Panas Keluar :

Suhu Keluar : 45°C : 318°K

Suhu Referensi : 25°C : 298°K

dT : 20°K

Tabel B.11 Q8

Komponen	Massa (Kg/Jam)	Cp (Kj/Kg. K)	dT (K)	Q (kJ) = M.Cp.d T
CO ₂	4020,88182	0,846	20	68033,32039
H ₂ O	543,35267	1,8723	20	20346,38408
O ₂	742,8223049	0,918	20	13638,21752
N ₂	9190,37168	1,039	20	190975,9235
SO ₂	0,90441578	0,624	20	11,28710893
NO _x	1,300097683	0,805	20	20,9315727
Fly Ash	0,004710499	0,01	20	0,0009421
NH ₃	120,7706675	2,2	20	5313,909372
(NH ₄) ₂ SO ₃	2173,145878	0,69	20	29989,41311
(NH ₄) ₂ SO ₄	12205,02642	0,639	20	155980,2377
Total	28998,58			484309,6253

Q Keluar : M.Cp.dT
: 484309,62 Kj

Menghitung panas yang diserap:

Q pendingin : Q Masuk – Q Keluar
: 1186558,582 Kj – 484309,62 Kj
: 702248,96Kj

Menghitung kebutuhan pendingin

Input Air masuk : 30 °C: 303°K

Output Air masuk : 50°C: 323°K

dT : 20°K

Q Pendingin : 702248,96 Kj / 1,87 Kj/Kg°K x 20°K
: 83196,35 Kg

LAMPIRAN C
PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT

1. ESP (Pengendap Debu Elektrostatik)

Fungsi : Memisahkan, menangkap dan mengendapkan butiran serbuk (NH₄)SO₄ atau zat pada, terdispersi terutama gas dan serbuk dengan ukuran terendah 0,001 – 10 mikron.

Jenis : dry tipe, tangki segi empat tegak dengan bagian bawah kerucut.

Kondisi Operasi :

Tekanan : - 600mmHg

Suhu : 70 °C

Kapasitas: 28998,6 Kg/J

: 22306,62 m³/j

Menghitung konstanta, nilai k didapat dari persamaan

$$K = \frac{3\Sigma}{(k + 2)}$$

Dimana :

Σ = Konstanta dielektrik untuk jarak relative pada partikel bebas, $\Sigma = 2$

k = nilai konstanta 1,5 - 2,4, diambil k=2

maka $K = \frac{3 \times 2}{(2+2)} = 1,5$

Untuk menghitung gaya coloumb yang dialami spherical partikel

$$q = \pi \times dp^2 \times \Sigma_0 \times Ech$$

dimana :

dp: diameter (m)

Σ_0 : Jarak yang diijinkan 8,85 E-12 c/(v/m)

Ech: kekuatan pengisian daerah v/m (maksimal 10000)

Diambil

L: 2 m

P: 5 m

T: 6 m

Diketahui:

$$U : 150 \text{ m/min}$$

$$F_g : 28998,6 \text{ Kg/J}$$

$$P_g : 1,3 \text{ Kg/m}^3$$

$$V : 22306,62 \text{ m}^3/\text{j} = 371,78 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$D_p : 0,1 \text{ mm} = 100 \mu\text{m}$$

$$\text{Eff} : 99,5 \%$$

$$\text{We} : 1-10 \text{ m/min (tabel 5.1 semen data book)}$$

$$: 10 \text{ cm} = 6 \text{ m/min}$$

$$\mu : 0,0119 \text{ Kg/ms}$$

sehingga

$$\begin{aligned} q &= 3.14 \times (100\mu\text{m})^2 \times 8.85\text{E-}12\text{c/v/m} \times 10000 \text{ v/m} \\ &= 2.7789\text{E-}03 \end{aligned}$$

Untuk menghitung luas plate:

$$\text{Ln}(1-\eta) = -A \text{ We}/Q$$

$$A = -Q \text{ Ln}(1-\eta)/\text{We}$$

$$A = -371,78 \text{ m}^3/\text{menit} \text{ Ln}(1-0,9950)/6\text{m}/\text{menit}$$

$$A = 327,61 \text{ m}^2$$

Jika plate mempunyai 2 sisi pada setiap bagian maka jumlah plate keseluruhan:

$$A = A_p (n-1)$$

Dimana:

$$n : \text{Jumlah plate}$$

$$A_p : 2 \text{ sisi plate area } (P \times L) \times 2$$

$$: (5 \times 2) \times 2$$

$$: 20 \text{ m}$$

Jadi

$$n : \frac{A}{A_p} + 1$$

$$n : \frac{327,61 \text{ m}^2}{20 \text{ m}} + 1$$

$$n : 17,3805 \text{ plate: } 18 \text{ Plate}$$

Menghitung dimensi efisiensi fraksi

$$\frac{C_1}{C_0} = 1 - \eta_{\text{hkkkkkkkk}}$$

$$\frac{C_1}{C_0} = 1 - 0,995$$

$$\frac{C_1}{C_0} = 0,005$$

Untuk menghitung jarak antar plate :

$$\ln\left(\frac{C_1}{C_0}\right) = -2 \times W \times H \times L / U \times H \times I$$

$$D = -2 \times W \times L / (U \times \ln(C_1/C_0))$$

$$D = 0.0302 \text{ m} = 3,02 \text{ cm}$$

Menghitung jumlah pintu masuk:

$$\begin{aligned} N_d &= \frac{Q}{U \times D \times H} \\ &= \frac{371,78 \text{ m}^3/\text{menit}}{150 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0.0302 \text{ m} \times 6 \text{ m}} \\ &= 13,68 \text{ buah} \\ &= 14 \text{ buah} \end{aligned}$$

Maka ukuran ESP (Electrical Static Precipitator)

H = 6 m dimana H : Tinggi ESP

P = 5 m P: Panjang ESP

L = 2 m L: Lebar ESP

D = 0,0302 m² D: Jarak antar plate

n = 18 plate n: Jumlah plate

2. Evaporator

Fungsi : Menguapkan NH₄OH sebelum diumpankan ke dalam reaktor

Jenis : Short Tube Vertical Evaporator

T1 : 100°C : 212°F

T2 : 65°C : 149°F

t1 : 30°C : 86°F

t2 : 85°C : 185°F

komposisi umpan:

Umpan	Massa (kg/jam)	Kmol/jam	Fr mol	Cp (Kj/Kg°K)	p camp (gr/cm ³)	p camp (Cp)	k (W/m.K)
NH ₃	14431,37	8,6373	0,8723	36,6932	1,1671	0,0112	0,0190
H ₂ O	72,51	1,2640	0,1277	31,5075	1,3090	0,0102	0,0213
Total	14503,89	9,9013	1	68,2007	2,4763	0,0214	0,0403

Fluida dingin

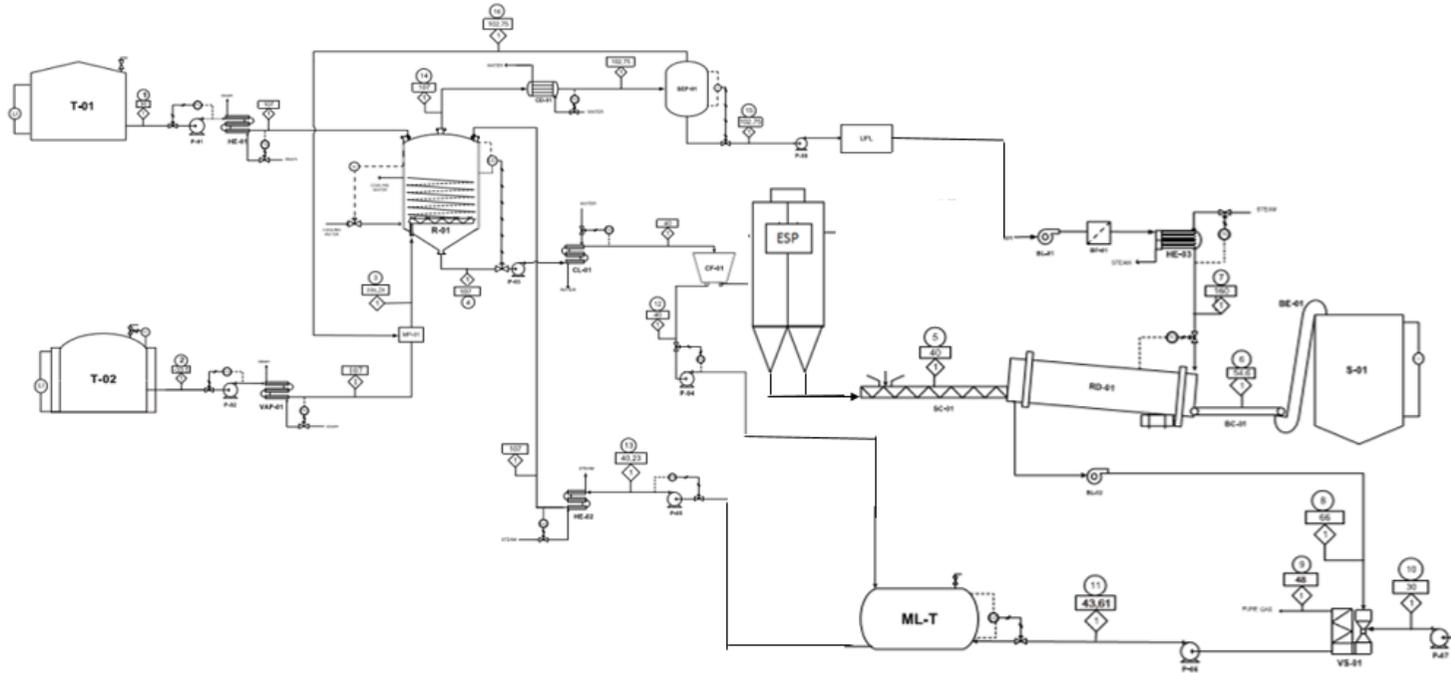
$$\begin{aligned}
 M &= 14503,89 \text{ kg/jam} &= 31908,558 \text{ lb/jam} \\
 Cp &= 68,2007 \text{ Kj/Kg.K} &= 1,6289E01 \text{ btu/(lb}^\circ\text{F)} \\
 K &= 4,0293E-02 \text{ W/(mxK)} &= 2,3281E-02 \text{ btu/ftjam}^\circ\text{F} \\
 p &= 2,4763 \text{ gr/cm}^3 &= 1,5459E+02 \text{ lb/cuft} \\
 \mu &= 0,0214 \text{ Cp} \\
 Qc &= mCp (T_2-T_1) \\
 Qc &= 31908,558 \text{ lb/jam} \times 1,6289E01 \text{ btu/(lb}^\circ\text{F)} \times (212^\circ\text{F}-149^\circ\text{F}) \\
 &= 32744785,58 \text{ btu/jam}
 \end{aligned}$$

Maka steam yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned}
 W_s &= m_a \\
 Cp &= 30,7245 \text{ Kj/Kg.K} = 7,3382 \text{ btu/(lb}^\circ\text{F)} \\
 \lambda \text{ Steam} &= 970,3 \\
 m_a &= \frac{Qc}{(\lambda + Cp \cdot \Delta T)} \\
 &= \frac{32744785,58 \text{ btu/jam}}{(970,3 + 7,3382 \text{ btu/(lb}^\circ\text{F)}) \cdot 63^\circ\text{F}} \\
 &= 22856,733 \text{ lb/jam} \\
 &= 10389,42 \text{ kg/jam} \\
 \text{LMTD} &= \frac{(T_1-t_2)-(T_2-t_1)}{\ln \frac{(T_1-t_2)}{(T_2-t_1)}} \\
 &= \frac{(212-185)-(149-86)}{\ln \frac{(212-185)}{(149-86)}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 42,488 \\
S &= \frac{t_2 - t_1}{(T_1 - t_1)} \\
&= \frac{185 - 86}{(212 - 86)} \\
&= 0,785 \\
R &= \frac{T_1 - T_2}{(t_2 - t_1)} \\
&= \frac{212 - 149}{(185 - 86)} \\
&= 0,636 \\
F_t &= 0,86 \\
\Delta T &= LMTD \times F_t \\
&= 42,488 \times 0,86 \\
&= 36,5397
\end{aligned}$$

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK AMONIUM SULFAT DARI LIMBAH GAS BUANG PLTU CILACAP EXPANSION 660 MW
KAPASITAS 100.000 TON PER TAHUN



Komponen	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7
CO ₂	4020,882	4020,882			4020,882		4020,88182
H ₂ O	483,2972	483,2972		72,51947	543,3527		543,35267
O ₂	753,6798	753,6798			742,8223		742,8223049
N ₂	9190,372	9190,372			9190,372		9190,37168
SO ₂	45,22079	45,22079			0,904416		0,90441578
N _{ox}	1,300098	1,300098			1,300098		1,300097683
Fly Ash	0,00471	0,00471			0,00471		0,004710499
NH ₄ OH			14503,89				
NH ₃				14431,37	120,7707		120,7706675
(NH ₄) ₂ SO ₃					2173,146	543,2865	1629,859408
(NH ₄) ₂ SO ₄					12205,03	12082,98	122,0502642
Total	14494,76	14494,76	14503,89	14503,89	28998,58	12626,3	16372,31804

Alat	Keterangan	Alat	Keterangan
	Tekanan, atm	CL	Cooler
	Nomor Arus	SC	Screw Conveyor
	Temperatur C	B E	Bucket Elevator
	Kontrol Value	T	Tangki Penyimpanan
	Arus Utama	P	Pompa
LC	Level Control	R-MBE	Reaktor Berkas Elektron
TC	Temperatur Control	ESP	Electrical Static Precipitator
LI	Level Indikator	PC	Pressure Control
FC	Flow Control	EVA	EVAPORATOR
		GP	Gudang Penyimpanan



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS NAHDLATUL
ULAMA AL-GHAZALI
CILACAP

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PABRIK AMONIUM SULFAT DARI LIMBAH GAS BUANG PLTU CILACAP EXPANSION 660 MW KAPASITAS 100.000 TON PER TAHUN

Dikerjakan Oleh:
RIZKA NUROHMAH (18242011013)

Dosen Pembimbing:
 1. Siti Khuzaimah, S.T., M.Pd.
 2. Norma Eralita, M.Pd.