

TA/TK/2007/266

**PRA RANCANGAN PABRIK AMMONIUM SULFAT
DARI LIMBAH GAS BUANG PLTU
KAPASITAS 675 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Kimia



Oleh :

Nama : PUSPA RISMA SARISKA

No. Mhs. : 02 521 169

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK AMMONIUM SULFAT DARI LIMBAH GAS BUANG PLTU KAPASITAS 675 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

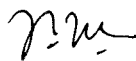
Nama : PUSPA RISMA SARISKA

No Mahasiswa : 02 521 169

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

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

Yogyakarta, Februari 2007



Puspa Risma Sariska

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK AMMONIUM SULFAT DARI LIMBAH GAS BUANG PLTU KAPASITAS 675 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : PUSPA RISMA SARISKA

No Mahasiswa : 02 521 169

Yogyakarta, Desember 2006

Pembimbing I

Bachrun Sutrisno, Ir., MSc.

Pembimbing II

Muhadi Ayub W, Ir., MEng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK AMMONIUM SULFAT DARI LIMBAH GAS BUANG PLTU KAPASITAS 675 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

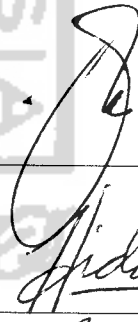
Di Susun Oleh :
Puspa Risma Sariska
No. Mahasiswa : 02521169

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri - Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 28 Februari 2007

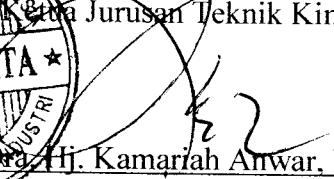
Dosen Penguji,
Ir. H. Bachrun Sutrisno, MS

Arif Hidayat, ST., MT

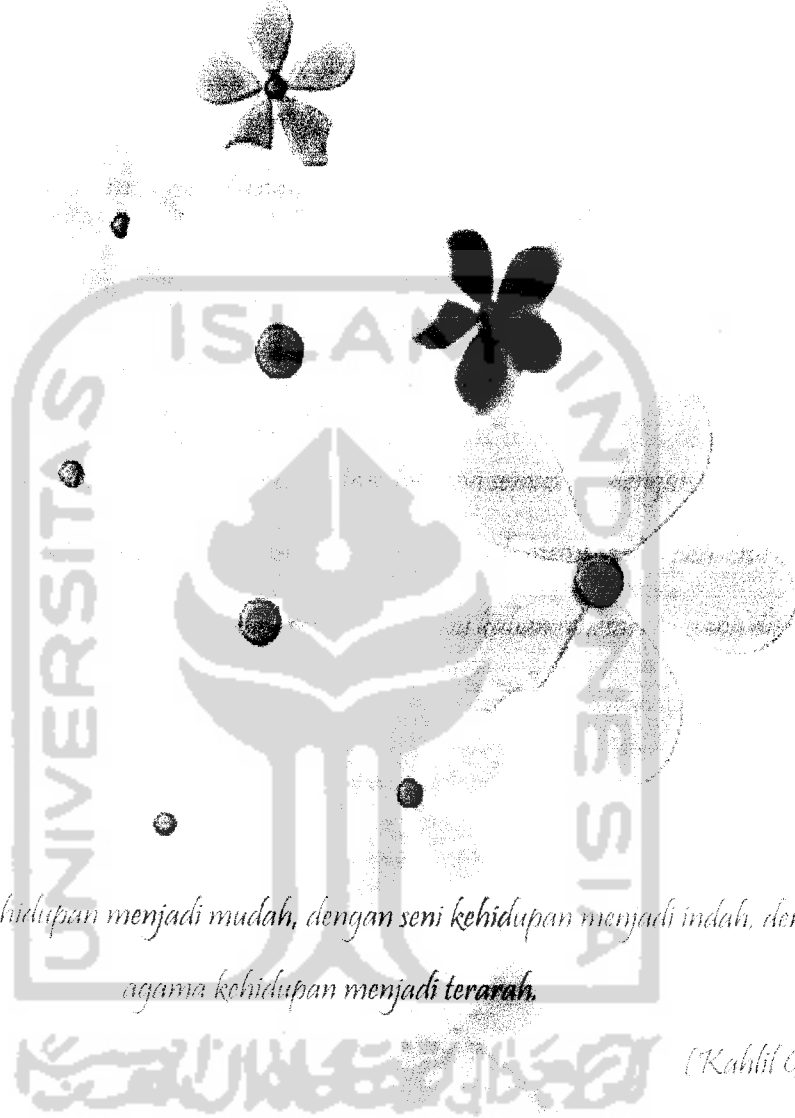
Ir. Agus Taufiq, MSc.




Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


Hj. Kamariah Anwar, MS.

MOTTO



*Dengan ilmu kehidupan menjadi mudah, dengan seni kehidupan menjadi indah, dengan
agama kehidupan menjadi terarah.*

(Kahlil Gibran)



Thanks To:

Pak Bahrun dan pak Ayub makasih atas bimbingannya selama ini hingga kami dpt menyelesaikan TA ini, makasih juga atas kesabaran & waktu yang diluangkan buat kami....

Kamu adalah orang yang sll ada dihatiku mpe kapanpun, ku kan sll menyayangimu N makasih atas semua, semua, semua dan semuanya yang udah kamu berikan untukku...

My partnerku makasih ya kamu dah jadi partnerku, dari kita KP mpe TA...mungkin aku banyak kekurangannya selama qt bareng2 maafin aku ya...???semoga apa yang qt cita2kan & angan2kan dpt twujud ok....!!! N jgn lupa undangannya yee ta tgg lho...!!

Tuk se2org disana, tanpa kamu sadari n tau, kamu dah bisa merubah hidupku tuk jadi yang lbh baik...thanks yo pren...

Anak2 Kost D4TC 17 (jgn lupakan mbkmu yg cantik ini hehehe...aku syg ma kamu...), Ayo ya semangat (Ayo ya semangat ok!!!!), Kapan nich buatin qt ponakan lagi??), X-an dah kuanggap seperti keluargaku sendiri, aku minta maaf kl aada salah..N

Makasih banget buat x-an semua atas dukungan, perhatian dan kebersamaannya selama ini...Aku sayang x-an love u all Muuuuach...

Tuk Sobat2ku Farida (Cpt buruan nikah n buatin aku ponakan hihhi...), Ning (tetap semangat Ok...!!qt jgn pantang nyerah), Prima (Maafin smua kesalahanku ya???ingat hdp tu byk resiko) pknya mksh bgt, bgt, bgt atas semua yang x-an berikan pdku, Aku syg bgt ma x-an smua muach...!!muach...!!muach...!!

: Pa' De Ropik, Firman, Wisnu, Indra, Giri, Ucup (Rauf), Singgih,
Lulik, Rully, Cinung (Comel), Yanie, Danik, Che2, Nike, Simbah (Yono), Aji,
Tantra, Alim, Mamih (Ika), Cemron, Elin, Ratka. Kangen neh ma x-an semua
kpn ya qt kumpul2 lagi, touring bareng pst seru bgt ya...???mg hub.qt ga
bakhir mpe disini aja....

Uma (thanks pren kamu dah bantu aku slm ini, akhirnya kini aku menyusumu
hehe...marilah qt b'juang bisama), Ucu (Akhirnya qt bisa lu2s mbareng2 n jgn
lupa ye undangannya ditunggu), Nova (gmn neh skg?Sukses yo..),
(wah asyik nich krjnya bs keli2ng pulau hihl..), Aji (kpn nich
meridnya???ntr keburu disamber org tuch..), (kamu ko rame bgt
sich...akhirnya qt bisa lu2s brg ye..)

Buat cah2 bimbingan BATAN (pd akhirnya aku
menytusul x-an juga hehehe...) (qt wisuda bareng2 nich..)

My Motorcycle "B 3328 FI" yang setia menemaniku kemana pun aku pergi N
disegala cuaca...

semua sukses sll buat x-an semua..

Buat org2 yg gak bs disbtin 1 per 1 makasih atas semua, perhatian, doa N
dukungannya...pokoknya THANKS BUANGEI, BUUUANGEI!!!!!!!

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah Wala Kuwata Illa Billah. Karena atas rahmat, hidayah dan inayah dari Allah SWT, akhirnya penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Ammonium Sulfat dari Limbah Gas Buang PLTU dengan kapasitas Produksi 675 Ton / Tahun” dapat terselesaikan dengan baik.

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menempuh jenjang S1 dan sesuai dengan kurikulum yang ada di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Selama melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan, penyusun banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, tidaklah berlebihan jika penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan moril maupun material kepada penulis selama menyelesaikan tugas akhir dan penyusunan laporan.
2. Ibu Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Bachrun Sutrisno, Ir.,MT, selaku Dosen pembimbing I atas bimbingan dan bantuan dalam penulisan tugas akhir.
4. Bapak Muhadi Ayub W, Ir.,MEng, selaku Dosen pembimbing II atas bimbingan dan bantuan dalam penulisan tugas akhir.

5. Seluruh staf dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia atas segala bantuannya.
6. Kepada kedua Orang Tua kami tercinta atas doanya dan selalu mencurahkan kasih sayang dan bimbingannya serta dukungannya.
7. Rekan-rekan yang telah memberikan dorongan dan bantuan kepada kami selama melaksanakan tugas akhir hingga penyusunan laporan, serta pihak-pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Segala daya dan upaya telah tercurah demi terselesaikannya laporan ini. Akan tetapi penyusun sangat sadar dengan segala keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran guna perbaikan laporan ini. Dan semoga laporan ini berguna bagi kita semua. Amien.

Wassalamualaikum wr.wb.

Yogyakarta, Februari 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

Lembar Judul Tugas Akhir Prarancangan Pabrik	i
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Penguji	iv
Lembar Persembahan dan Motto	v
Lembar Ucapan Terima Kasih	vi
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiv
Abstract	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik	3
1.3 Tinjauan Pustaka	5
BAB II PERANCANGAN PRODUK	
2.1 Spesifikasi Produk	23
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	25
2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu	25
2.4 Pengendalian Kualitas	26

BAB III PERANCANGAN PROSES	
3.1 Uraian Proses	30
3.2 Metode Perancangan	31
3.3 Spesifikasi Alat Proses	38
3.4 Perencanaan Produksi	48
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	
4.1 Lokasi Pabrik	53
4.2 Tata Letak Pabrik	55
4.3 Tata Letak Alat Proses	60
4.4 Utilitas	64
4.5 Laboratorium	104
4.6 Organisasi Perusahaan	104
4.7 Analisa Ekonomi	133
BAB V PENUTUP	146
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

1.1. Konsentrasi Maksimum SO ₂ Terhadap Waktu	9
1.2. Pengaruh SO ₂ Terhadap manusia	11
1.3. Syarat Mutu Ammonium Sulfat	22
3.1. Neraca Massa Total	32
3.2. Neraca Massa Cooler	33
3.3. Neraca Massa Evaporator	33
3.4. Neraca Massa Reaktor MBE	33
3.5. Neraca Massa ESP	34
3.6. Neraca Massa Stack	34
3.7. Neraca Panas Cooler	35
3.8. Neraca Panas Evaporator	35
3.9. Neraca Panas Reaktor MBE	36
3.10. Neraca Panas ESP	36
3.11. Neraca Panas Stack	37
4.1 Perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik	58
4.2 Kebutuhan Air Pendingin	70
4.3. Kebutuhan Steam	71
4.4. Kebutuhan Listrik Untuk Menggerakkan Motor di dalam Proses	74
4.5. Kebutuhan Listrik Untuk Menggerakkan Motor di dalam Utilitas	74
4.6. Rencana Pengaturan Jadwal Kerja Group	120
4.7. Penggolongan jabatan	122
4.8. Jumlah karyawan pada masing-masing bagian	123

4.9. Perincian golongan dan gaji karyawan	125
4.10. Indeks harga alat pada berbagai tahun	135
4.11 Fixed Capital Investment	140
4.12. Working Capital	141
4.13. Manufacturing Cost	141
4.14. General Expense	142



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Proses Terbentuknya hujan asam	14
Gambar 3.1. Diagram alir kualitatif	51
Gambar 3.2. Diagram alir kuantitatif	52
Gambar 4.1. Tata letak pabrik	59
Gambar 4.2. Tata letak alat proses	63
Gambar 4.3. Diagram Pengolahan Air Utilitas	103
Gambar 4.4. Struktur Organisasi pabrik Ammonium Sulfat	121
Gambar 4.5. Grafik BEP dan SDP	145

INTISARI

Gas buang PLTU berbahan bakar batubara antara lain mengandung SO_2 dan NO_x . Salah satu usaha untuk menurunkan kadar SO_2 dan NO_x adalah dengan menerapkan teknologi pengolahan gas buang dengan menggunakan mesin berkas elektron (MBE).

Prinsip kerja dari pengolahan limbah gas buang PLTU ini adalah gas buang dialirkan melalui cooler kemudian masuk kedalam mesin berkas electron. Sebelum masuk mesin berkas elektron (MBE) cairan NH_4OH diuapkan menjadi Ammoniak (NH_3) menggunakan Evaporator kemudian diinjeksikan masuk ke MBE. Produk yang dihasilkan ammonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan ammonium sulfat 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 kelingkungan.

Dari hasil evaluasi ekonomi diperoleh modal tetap sebesar Rp 266.560.953.290,08. Laba yang diperoleh sebelum pajak Rp. 58.723.252.500,83 dan sesudah pajak sebesar Rp. 29.361.626.250. Kebutuhan modal kerja sebesar Rp 61.625.734.050,41. Percent return on investment (ROI) sebelum pajak 11,01 % dan setelah pajak 5,51%. Pay out time (POT) sebelum pajak 4,76 tahun dan sesudah pajak 6,45 tahun. Break even point (BEP) sebesar 47,66 % dan shut down point (SDP) sebesar 16,05 %. Discounted cash flow (DCF) sebesar 51,22 %. Dari hasil evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak dan menarik untuk dikaji dan didirikan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pada saat ini pemakaian batubara dalam kegiatan industri sangat banyak di perlukan. Batubara terutama digunakan sebagai bahan bakar pada PLTU yang memasok kebutuhan energi listrik bagi industri tersebut. Pusat-pusat listrik di Indonesia saat ini umumnya juga menggunakan bahan bakar fosil seperti batubara dan minyak bumi. Diantara beberapa jenis pembangkit tenaga listrik, salah satunya adalah jenis Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batubara sebagai bahan bakarnya. Indonesia memiliki cadangan batubara 36,5 milyar ton atau sebanyak 3,1 % dari seluruh cadangan batubara dunia. Cadangan batubara tersebut 67,9 % terdapat di Sumatra, 31,6 % terdapat di Kalimantan dan sisanya terdapat di Jawa, Sulawesi dan Papua. Dari sekian banyak cadangan batubara di Indonesia ternyata yang kualitasnya memenuhi standar baku mutu emisi (BME) 2000 kurang dari 10 %. Sebagian besar cadangan batubara Indonesia kualitasnya tidak memenuhi standar BME 2000.

Pada pembakaran dan pemecahan (pemisahan cracking) batubara selain dihasilkan gas buangan (CO, NO_x, dan SO_x). Juga banyak dihasilkan partikel-partikel terdispersi ke udara sebagai bahan pencemar. Partikel-partikel tersebut antara lain : karbon dalam bentuk abu atau fly ash (C), debu silika, debu alumina dan oksida-oksida besi. Penelitian lebih jauh mengenai dampak pemakaian bahan bakar batubara ternyata menarik, karena selain mengeluarkan partikel-partikel tersebut diatas yang tidak radioaktif, juga dilepaskan partikel-partikel radioaktif

karena batubara sebagai bahan bakar fosil juga mengandung unsur-unsur radioaktif tersebut akan ikut keluar bersama-sama komponen hasil pembakaran lainnya. Dari hasil penelitian telah terbukti bahan selain menghasilkan gas CO, NO_x, SO_x, C dan sejumlah abu maupun debu. Gas nitrogen oksida, gas monoksida dan gas nitrogen dioksida, keduanya mempunyai sifat yang sangat berbeda dan keduanya sangat berbahaya bagi keselamatan. Gas NO yang mencemari udara secara visual sulit diamati karena gas tersebut tak berwarna dan berbau. Sedangkan gas NO₂ mencemari udara mudah diamati dari baunya yang sangat menyengat dan warnanya coklat.

Udara yang mengandung gas NO dalam batas normal relatif aman dan tak berbahaya, kecuali bila fase NO berada dalam konsentrasi tinggi. Sebagian besar pencemaran udara oleh gas belerang oksida (SO_x) berasal dari pembakaran bahan-bahan fosil, terutama batubara. Ada dua macam gas belerang (SO_x) yaitu : SO₂ dan SO₃. dalam hal ini perubahan akan menghasilkan gas SO₂ yang lebih banyak dari pada gas SO₃. walaupun gas SO₂ lebih dominan atau akan tetapi pertemuannya dengan udara yang mengandung oksigen akan menghasilkan SO₃.

Berbagai macam proses industri ternyata ada yang menghasilkan partikel-partikel yang dapat menyebar ke udara lingkungan. Akibat dari pembakaran bahan bakar batubara di PLTU menghasilkan emisi gas buang (flue gas) yang mengandung SO₂ dan NO_x dengan kadar yang cukup tinggi. Hal ini merupakan sumber polusi udara yang cukup besar. Reaksi yang terjadi di udara akan menyebabkan hujan asam yang berbahaya bagi lingkungan. Meningkatnya penggunaan batubara berkualitas rendah dengan kadar kandungan belerang yang

menyebabkan tingkat pencemaran udara yang makin memprihatinkan. Berbagai teknologi dan proses telah dikembangkan untuk mengurangi emisi SO_2 dan NO_x , diantaranya adalah FGD (*Flue Gas Desulphurisation*), SCR (*Selective Catalytic Reduction*) dan EB-FGT (*Electron Beam Flue Gas Treatment*) menggunakan MBE (mesin bekas elektron).

Penerapan teknologi EB-FGT di PLTU untuk memecahkan permasalahan yang berhubungan dengan peraturan mengenai pengelolaan lingkungan hidup mempunyai kelebihan diantaranya yaitu merupakan suatu sistem proses yang kompak karena dapat mengolah SO_2 dan NO_x secara serentak dengan tingkat efisiensi tinggi, penerapan teknologi ini sangat cocok untuk pengolahan gas buang dengan kandungan SO_2 yang tinggi dan membutuhkan air proses sedikit, ramah lingkungan karena proses akan mengubah polutan menjadi pupuk pertanian dan tidak menghasilkan limbah/polutan baru, lebih ekonomis ditinjau dari segi konstruksi dan operasi instalansi, serta pengaruh terhadap biaya produksi tenaga listrik relatif kecil bahkan ada kemungkinan berubah menjadi keuntungan bila produk pupuk dapat dikelola dengan baik, lahan yang dibutuhkan untuk instalansi ini relatif lebih kecil dibandingkan dengan teknologi sejenis yang lain.

1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Ada beberapa pertimbangan dalam pemilihan kapasitas pabrik ammonium sulfat . Penentuan kapasitas pabrik ammonium sulfat dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku ammonium sulfat di peroleh dari limbah gas buang PLTU dengan kapasitas 20.000 m³/jam. Limbah yang tidak bermanfaat diolah menjadi bahan yang memiliki nilai guna.

Karena keterbatasan bahan baku limbah gas buang PLTU dengan kapasitas gas buangnya 20.000 m³/jam maka pabrik ammonium sulfat dirancang dengan kapasitas produksi 675 ton/tahun yang diperoleh dari jumlah produk (NH₄)₂SO₄ yang dijumlahkan dengan NH₄NO₃ sebanyak 85,8142 kg/jam. Dari hasil tersebut diatas diperoleh hasil sebesar 675 ton/tahun yang tiap tahunnya hanya mampu memenuhi kapasitas sebesar kapasitas tersebut diatas dan hanya untuk memenuhi kebutuhan di daerah sekitar cilacap.

Di indonesia kebutuhan ammonium sulfat:

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2001	447.996
2002	419.651
2003	479.282
2004	680.000
2005	680.000
2006	680.000

Sumber: (www.petrokimia-gresik.com)

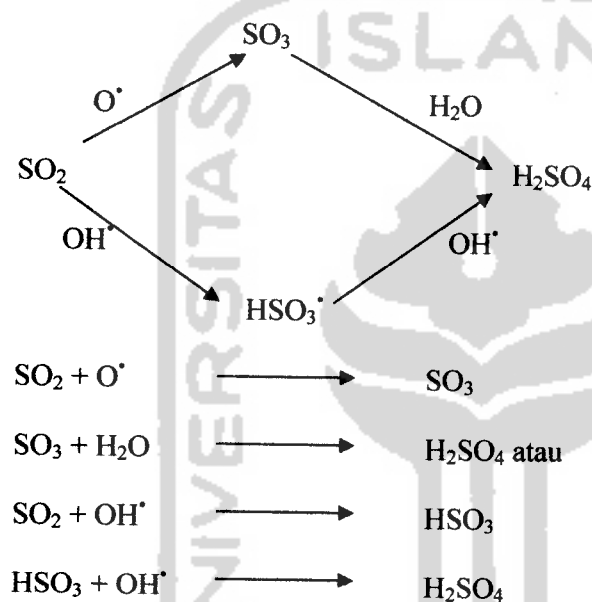
1.3 Tinjauan Pustaka

Berikut ini adalah rantai reaksi terjadinya pembentukan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan NH_4SO_3 :

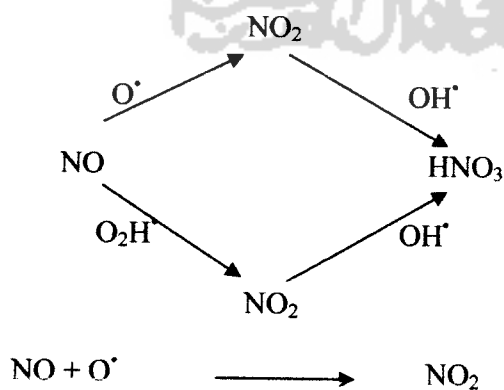
1. Pembentukan radikal bebas

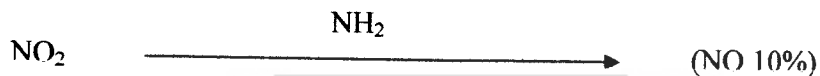
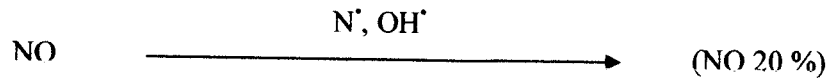
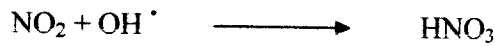
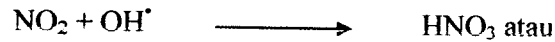


2. Oksidasi SO_2 dan pembentukan H_2SO_4



3. Oksidasi NO_x dan Pembentukan HNO_3





4. Reaksi dari asam dengan NH_3 dalam solid *by-product*



Pengurangan kadar SO_2 secara termal

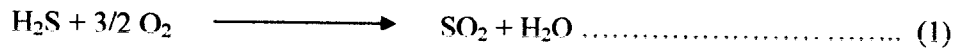


Sumber : Turhan et al.,2002. halaman 1106

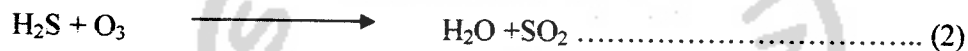
1.3.1 Sulfur Dioksida (SO_2)

Gas SO_2 ini merupakan bagian dari pencemar udara, kadarnya sampai 18 %. Gas ini mudah dikenali dari baunya yang khas yaitu menyengat dan amat membahayakan manusia (Sastrawijaya, 2000).

Asal dari sulfur dioksida dapat diperoleh secara alami maupun sumber buatan. Sumber alamiah contohnya adalah gunung-gunung berapi, pembusukan bahan-bahan organik oleh mikroba serta reduksi sulfat secara biologis. Pada proses pembusukan akan menghasilkan H_2S dan prosesnya dijelaskan sebagai berikut :



Sulfur dioksida dapat bersifat sebagai *secondary* maupun *primary pollutants*. Pembangkit listrik, industri, gunung dan lautan melepaskan SO_2 , SO_3 , dan SO_4^{2-} dan gas-gas ini sebagai *primary pollutants*. Sebagai tambahan, proses dekomposisi biologis dan beberapa industri melepaskan H_2S yang teroksidasi, dan gas ini dikenal sebagai *secondary pollutants*. Salah satu reaksi terpenting dari gas ini yang menyertakan ozon adalah :



Pembakaran bahan bakar fosil yang masih mengandung sulfur yang menghasilkan gas sulfur dioksida, berjalan pada reaksi :

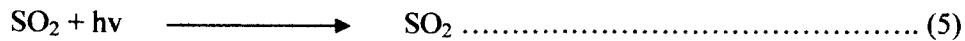


Pada reaksi ini menunjukkan untuk setiap gram sulfur dalam bahan bakar, dua gram SO_2 dilepaskan ke atmosfer. Karena pembakaran tidak berjalan secara sempurna, diperkirakan sekitar 5 % sulfur menjadi abu, maka hanya 1,90 % SO_2 dari setiap bahan bakar yang dilepaskan ke udara (Davis et al., 1998).

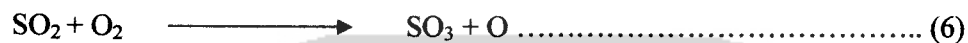
Mayoritas SO_2 yang dilepas di udara, dikonversikan menjadi bentuk garam, yang akan dihilangkan dengan proses sedimentasi atau dengan proses *washout* melalui *presipitasi*. Konversi sulfat ini melewati dua cara, yaitu dengan oksidasi katalitik ataupun oksidasi *photochemical*. Pada cara pertama akan berjalan efektif jika butiran-butiran air masih mengandung Fe^{2+} , Mn^{2+} atau NH_3 yang ditunjukkan pada reaksi :



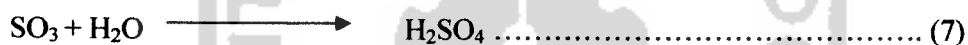
Pada kelembapan rendah, proses konversi utama adalah pada oksidasi *photochemical*. Reaksi pertama berjalan seperti persamaan sebagai berikut :



Molekul yang tereksitasi lalu bereaksi dengan O_2 untuk membentuk SO_3 seperti yang ditunjukkan pada reaksi dibawah ini :



Sulfur trioksida ini mempunyai sifat *very hygroscopic* dan secara cepat akan berubah menjadi hujan asam bila terkena air, yang ditunjukkan pada reaksi dibawah ini :



Gas H_2S diproduksi oleh pembusukan bahan organik, letusan gunung berapi, dan sedikit akibat industri. Jumlah SO_2 karena oksidasi H_2S adalah 80 % dan sisanya adalah 20 % SO_2 . dari 20 % inilah, sekitar 16 % adalah bersumber dari pembakaran minyak bumi yang masih mengandung belerang, pelelehan logam *non-ferro*, dan kilang minyak. Bila bahan bakar masih mengandung belerang, ini artinya mutunya masih rendah dan mempunyai nilai ekonomis rendah daripada bahan bakar yang kadar belerangnya lebih sedikit. Indonesia adalah salah satu negara pengguna sumber bahan bakar yang masih mengandung kandungan sulfur yang ada pada batu bara, aneka macam gas, bensin dan solar. Sumber-sumber SO_2 diperkirakan memberikan kontribusi sepertiga dari seluruh SO_2 yang ada dalam atmosfer. (Sastrawijaya, 2000). Penyumbang terbesar dilakukan oleh industri, ini tentunya menjadi keprihatinan yang sangat besar dikarenakan dimasa mendatang, industri akan semakin banyak bermunculan

dengan konsumsi penggunaan bahan bakar fosil yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Standar kandungan SO_2 sebagai salah satu sumber pencemar tentunya berbeda karena persebarannya tidak merata dan perbedaan jenis bahan bakar yang digunakan. Khusus untuk industri dan pemukiman telah diadakan penelitian mengenai kadar perbedaan SO_2 yang dinyatakan dalam bpj (bagian per juta) atau ppm (*part per million*), berikut ini adalah penjelasannya :

Tabel 1.1 Konsentrasi Maksimum SO_2 Terhadap Waktu

PERIODE	KONSENTRASI MAKSIMUM SO_2	
	PEMUKIMAN	INDUSTRI / DAGANG
SATU JAM	0,025 ppm	0,40 ppm
24 JAM	0,10 ppm	0,20 ppm
SATU TAHUN	0,02 ppm	0,05 ppm

Sumber : Sastrawijaya, 2000

Khusus untuk Indonesia, penyumbang terbesar SO_2 ada pada sektor transportasi karena bahan bakar yang digunakan masih mengandung bahan pengotor berupa belerang yang kadarnya cukup tinggi, namun dengan melihat kenyataan bahwa PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel) dan PLTU (Pembangkit listrik Tenaga Uap) yang banyak dioperasikan sebagai sumber energi listrik di Indonesia, tentunya operasi PLTD dan PLTU seperti ini akan menyumbangkan kontribusi SO_2 yang sangat signifikan. Di dunia sekarang ini, sebetulnya sangat jarang adanya kontaminan pengotor pada bahan bakar yang secara rutin digunakan seperti timbal dan sulfur khusus untuk bensin, maupun sulfur dan solar (minyak diesel). Batubara diperkirakan mengandung sulfur 1 – 8

%, dan untuk sekedar menurunkan bahkan menghilangkan kandungan sulfur pada batubara, memerlukan biaya yang sangat mahal, sehingga di Indonesia tidak pernah diambil tindakan (Sastrawijaya, 2000). Khusus untuk timbal, penggunaan dalam campuran bahan bakar sudah dilarang oleh PBB sejak lama.

Di dalam udara, sulfur dioksida mengalami reaksi-reaksi fotokimia dan berubah menjadi berbagai senyawa sebelum jatuh ke permukaan bumi. SO_2 jika bereaksi dengan kabut yang berisi uap air akan membentuk asam sulfat, selain sangat berbahaya bagi kesehatan, juga merusak struktur logam dan bangunan. SO_2 juga dapat tereduksi menjadi SO_3^- yang mempunyai sifat iritan yang lebih kuat dari SO_2 . selanjutnya, baik SO_3^- maupun SO_2 dapat bereaksi pula dengan air menjadi asam sulfat yang merupakan iritan yang kuat. Jumlah SO_2 di alam sangat bervariasi dengan musim maupun dengan keadaan cuaca sehingga dapat pula disebut sebagai variasi *diurnal*. Sebagai gambaran betapa berbahaya gas ini bagi kesehatan, setiap kali kita bernafas, maka udara masuk dalam pipa kapiler dalam paru-paru yang amat luas, diperkirakan 25 kali luas permukaan kulit kita. Setiap permukaan jaringan yang dilalui udara mengandung uap air yang mudah sekali bereaksi dengan SO_2 . akhirnya setiap jaringan kita terdapat asam sulfat. Sebagai bahan perbandingan, apabila kulit kita terkena satu tetes asam sulfat pekat, maka kulit kita akan melepuh terbakar, bila yang terkena adalah organ dalam tubuh kita, maka daya rusak dari asam sulfat akan lebih besar dan berbahaya. Dari gambaran ini kita dapat mengetahui bahwa SO_2 sebenarnya sangat merusak dan menurunkan kualitas kesehatan manusia dan lingkungan.

SO₂ dikenal sebagai gas tidak berwarna, bersifat iritan kuat bagi kulit dan selaput lendir. Pada konsentrasi 6 – 12 ppm SO₂ sangat mudah diserap oleh selaput lendir saluran pernafasan bagian atas sampai bagian laring pada saluran tenggorokan, inilah disebut sebagai sumber utama ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan atas) yang banyak diderita masyarakat dikota besar ataupun seseorang yang sering terpapar asap pabrik maupun asap kendaraan bermotor (Slamet, 2002). Bila terlalu sering terpapar, maka potensi munculnya kanker akan semakin besar. Daya rusak SO₂ cukup sebesar 6 ppm untuk melumpuhkan dan merusak organ tubuh. Oleh karena itu, pada daerah industri dan pusat kota perlu dipasang alat pengukur sehingga kadarnya dapat diketahui oleh semua masyarakat, dan pada batas tertentu yang sudah mulai membahayakan, perlu dilakukan tindakan penanggulangan (sastrawijaya,2000). Selain efek terhadap kesehatan, mulai konsentrasi 0,2 ppm terjadi kemampuan visibilitas, dan pada konsentrasi ini peningkatan angka kematian (mortalitas) sudah dapat diamati. Pada konsentrasi SO_x 0,04 ppm dengan partikulat 169 u/m³ menimbulkan peningkatan yang tinggi dalam kematian akibat *bronchitis* dan kanker paru paru (Soedomo, 1999). Berikut ini tabel yang menunjukan pengaruh konsentrasi SO₂ terhadap manusia (Fardiaz, 1992):

Tabel 1.2 Pengaruh SO₂ Terhadap manusia

Konsentrasi (ppm)	Pengaruh
3 - 5	Jumlah terkecil yang dapat dideteksi dari baunya
8 - 12	Jumlah terkecil yang segera mengakibatkan iritasi tenggorokan

20	Jumlah terkecil yang segera mengakibatkan iritasi mata
20	Jumlah terkecil yang segera mengakibatkan batuk
20	Maksimum yang diperbolehkan untuk kontak dalam waktu lama
50 - 100	Maksimum yang diperbolehkan untuk kontak dalam waktu singkat (30 menit)
400 - 500	Berbahaya meskipun kontak secara singkat

Sumber : Fardiaz, 1992

Selain pengaruhnya terhadap kesehatan, sulfur dioksida juga berpengaruh terhadap tanaman dan hewan dan untuk hal terakhir, pengaruhnya sangat menyerupai manusia. Untuk tanaman biasanya akan terjadi kerusakan pada daun yang menjadi putih (*nekrosis*) atau muncul bercak-bercak kuning. Pengaruh pada daun ini terjadi ketika *stomata* dalam posisi terbuka pada siang hari. Secara nilai ekonomi, sayuran yang rusak karena paparan SO_2 sangat mempengaruhi harga jual dan sayuran yang dianggap cacat ini dianggap murah (Slamet, 2002). Khusus untuk masalah pertanian, sudah banyak penelitian serta dokumentasi dari akibat pengaruh SO_2 . konsentrasi minimum yang dapat menimbulkan kerugian terhadap tanaman adalah 0,03 ppm (Soedomo, 1999). Pada hewan ternak, akan merusak gigi, karena daun yang mengandung asam sulfat ikut terkunyah. Kerusakan gigi, ditengarai menjadi penyebab menurunnya daya tahan hewan terhadap berbagai serangan penyakit. Selain itu, nilai ekonomis hewan menjadi terpangkas. Pada ikan, akan terjadi penurunan populasi, cacat fisik bahkan kematian massal, karena pH air berubah setelah air terkena asam sulfat dalam kandungan dan jangka waktu tertentu.

Harta benda juga dapat terpengaruh oleh SO_2 . gedung-gedung sejarah, patung patung seni, genting, batuan sekeras granit, dan bangunan atau struktur yang terbuat dari logam dapat cepat rusak karena SO_2 dapat dengan mudah menjadi H_2SO_4 atau H_2SO_3 yang sifatnya sangat korosif. Dahulu ketika cat tembok masih mengandung PbO , maka SO_2 dapat bereaksi menjadi PbS yang berwarna hitam. Ini membuat tembok menjadi cepat kotor meningkatkan biaya perawatan. Untuk bahan yang terbuat dari karet seperti ban mobil bila terpapar H_2SO_4 akan menjadi getas dan selanjutnya timbul retakan dan daya elastisitas karet menjadi hilang (karet menjadi keras). Plastik dan kertas pun akan mudah pecah bila terpapar zat ini. Selain itu, warna barang akan terpengaruh menjadi pudar. Padahal kita ketahui bahwa setiap benda diberi warna melalui cat, selain alasan estetika juga untuk perlindungan dari kerusakan.

Dari penjelasan diatas belum termasuk akumulasi antara SO_2 dan NO_x yang selanjutnya keduanya berubah menjadi hujan asam setelah jatuh ketanah dalam butiran butiran air melalui hujan. Hujan asam ini akan merusak hamper semua parameter lingkungan yang ada alam seperti tumbuhan, hewan, tanah, danau, hutan dan sungai. Ditambah lagi, kerusakan terhadap logam, cat, dan bangunan yang terbuat dari batu seperti rumah dan patung termasuk didalamnya beton dan semen. Gambar berikut adalah ilustrasi proses pembentukan hujan asam.



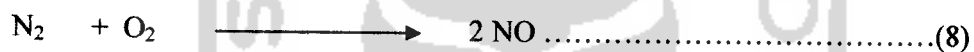
Gambar 1.1 Proses Terbentuknya hujan asam yang diakibatkan dari pelepasan gas hasil pembakaran minyak bumi (Usada, 2004).

Penyebab utama hujan asam adalah menurunnya pH air sehingga air yang semula sifatnya adalah netral dengan pH berkisar 7 berubah menjadi dibawah 7 sehingga bersifat asam yang reaktif. Sebagai gambaran, di Amerika, hujan asam 2/3 diakibatkan oleh SO_2 dan 1/3 oleh NO_x dan keduanya berasal dari pembangkit listrik tenaga batubara (USEPA, 1998). Ini tentunya identik dengan Indonesia dan sebagian besar pembangkit listrik PLN disumbangkan oleh tenaga batubara yang terpusat di pulau Jawa. Selain batubara, pembakaran bahan bakar fosil yang masih mengandung sulfur organik dan inorganik akan menghasilkan sekitar 30 bagian sulfur dioksida untuk setiap bagian sulfur trioksida. Oksida-oksida sulfur biasanya terdiri atas sulfur dioksida, sulfur trioksida, asam sulfit dan sulfat. Sulfur dioksida merupakan bagian yang paling dominan, sehingga oksida oksida sulfur biasanya diukur sebagai sulfur dioksida (soedomo, 1999).

1.3.2 Nitrogen Oksida (NO_x)

Gas nitrogen terjadi pada semua proses pembakaran yang kemudian akan bereaksi dengan oksigen pada suhu tinggi sehingga terbentuk NO_2 , dan oksida nitrogen lainnya seperti N_2O_4 , N_2O_5 , dan lainnya tidak stabil. Dari semua bentuk oksida nitrogen di alam, yang paling stabil adalah NO dan NO_2 .

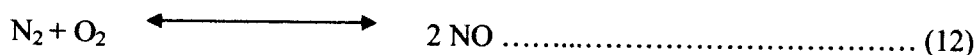
Peran nitrogen sangat penting dalam siklus untuk kesetimbangan alam. Sekitar 78 % udara terdiri dari nitrogen, dan 20 % volume adalah oksigen. Beberapa mikroorganisme mampu mengikat nitrogen bebas. Kegiatan bakteri dalam tanah melepaskan N_2O ke atmosfer. Pada lapisan stratosfer dan troposfer bagian atas, atom oksigen bereaksi dengan nitrogen oksida menjadi bentuk nitrit oksida (NO).



Atom oksigen dihasilkan dari disosiasi ozon. Nitrit oksida selanjutnya bereaksi dengan ozon menjadi bentuk nitrogen dioksida.



Proses pembakaran diketahui menyumbangkan 96 % sebagai sumber antropogenik dari nitrogen oksida. Meskipun nitrogen dan oksigen yang ada di atmosfer berjalan pada waktu yang bersamaan, hubungan diantaranya hanya ada bila dalam kondisi dibawah 1600 °K. pada reaksi dibawah ini akan muncul gas NO dengan persamaan sebagai berikut:



Jika pembakaran ini secara cepat didinginkan setelah bereaksi, dan dilepaskan ke atmosfer, maka NO akan bereaksi dengan O_2 membentuk NO_2 . lalu gas ini sebagian akan berubah menjadi NO_2^- atau NO_3^- dalam bentuk partikulat, lalu akan dilanjutkan dengan proses *washed out by precipitation*. Inilah yang menjadi penyebab hujan asam akibat partikulat bersentuhan dengan air menjadi HNO_3 .

Kilat dan sinar kosmis juga mampu mengikat nitrogen dan membentuk senyawa dengan unsur lain, sehingga dihasilkan senyawa yang bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman hewan. Siklus nitrogen sangat kompleks, banyak hal yang belum diketahui secara pasti.

Nitrogen oksida (NO_x) termasuk bahan pencemar udara. Sekitar 10 % pencemar udara setiap tahun adalah nitrogen oksida. Ada delapan kemungkinan hasil reaksi bila nitrogen bereaksi dengan oksigen. Yang jumlahnya cukup banyak hanyalah tiga yaitu N_2O , NO, dan NO_2 . yang tersangkut dengan pencemaran udara hanyalah NO dan NO_2 . bagian terbesar nitrogen oksida yang ada di atmosfer, adalah hasil dari aktifitas alam seperti hasil metabolisme bakterial, rawa, hutan dan lain-lainnya.

NO_x adalah nama generik dari sebuah kumpulan gas yang sangat reaktif dan terdiri dari nitrogen serta oksigen dalam berbagai kadar (USEPA, 1998). Kebanyakan nitrogen oksida ini mempunyai sifat tidak berwarna dan tidak berbau. Tetapi salah satu gas yang bersifat polutan yaitu nitrogen oksida (NO_2) bersama sama dengan partikel tampak seperti lapisan berwarna merah kecoklatan di daerah pemukiman padat ataupun industri. Penampakan ini akan mudah diamati pada pagi hari, dan kota yang mudah untuk diamati adalah Jakarta, dan menurut PBB,

kota ini merupakan kota dengan kualitas udara terburuk ketiga di dunia, setelah Mexico City dan Bangkok. NO_x dapat dikenali oleh indra penciuman manusia pada kadar 0,12 ppm.

Yang termasuk bagian dari senyawa yang bersifat *gaseous* dari NO_x adalah sebagai berikut (Kiely, 1997):

- NO $\longrightarrow$ Nitrit oksida
- NO_2 $\longrightarrow$ Nitrogen dioksida
- NO_3 $\longrightarrow$ Nitrogen trioksida
- N_2O $\longrightarrow$ Nitrous Oxide
- N_2O_5 $\longrightarrow$ Nitrogen pentaoksida

Senyawa-senyawa asam nitrogen meliputi (Kiely, 1997):

- HNO_2 $\longrightarrow$ Nitrous acid
- HNO_3 $\longrightarrow$ Asam nitrit

NO yang ada di udara belum lama diketahui. Kemungkinan sumbernya adalah pembakaran yang dilakukan pada suhu tinggi. Mula-mula terbentuk NO tetapi zat ini akan mengalami oksidasi lebih lanjut oleh oksigen atau ozon, lambat atau cepat, menghasilkan NO_2 . NO_x yang diemisikan dari pembuangan pembakaran (kombusi) pada temperatur tinggi, adalah hasil dari reaksi nitrogen dengan oksigen. Dengan adanya hidrokarbon pada siang hari dan akibat adanya radiasi foton-UV, senyawa ini akan membentuk ozon fotokimia, dan inilah yang sering disebut sebagai *photochemical smog*.

NO_2 merupakan gas beracun, berwarna coklat-merah, berbau seperti asam nitrat. Pengaruhnya dalam pencemaran sangat besar. Sekitar 50 % nitrogen oksida

berasal dari pembakaran dalam sumber stationer seperti pabrik (pembakaran gas alam, batubara, minyak dan kayu), sekitar 40 % berasal dari pembakaran dalam alat transportasi (bensin, solar, batubara, atau kayu dikendaraan), dan 10 % lagi karena pembakaran hutan, sampah padatan, pembakaran pertanian dan sampah batubara, dan proses industri. Produksi nitrogen oksida terjadi untuk 60 % di perkotaan dan yang 40 % diluar kota.

NO sering dikaitkan dengan pencemaran udara yang disebabkan oleh sektor transportasi karena NO yang terjadi banyak dihasilkan pada pembakaran dalam mesin bensin. Jika suhunya semakin meningkat, maka produksi NO akan terus bertambah. Perlu ada penyesuaian kerja mesin untuk keseimbangan sisa pembakaran berupa NO, CO dan hidrokarbon. Kendaraan yang terawat dan mempunyai usia yang tidak terlalu tua akan mempunyai kadar gas buang yang lebih rendah.

Nitrogen oksida terbentuk ketika suatu bahan yang terbakar berada pada suhu yang tinggi seperti pada proses pembakaran minyak bumi. Sumber-sumber utama penghasil NO₂ adalah kendaraan bermotor, peralatan listrik, dan sumber lain yang menggunakan pembakaran yang menggunakan bahan bakar minyak bumi seperti rumah tangga, industri, dan bangunan komersial lainnya.

Nitrogen oksida adalah salah satu gas yang terbentuk dan terdapat dilapisan atmosfer bagian bawah (troposfer), ini tentunya dapat menimbulkan potensi gangguan kesehatan terutama yang terkait dengan ISPA. Secara singkat, bahaya dari pengaruh gas nitrogen oksida adalah sebagai berikut (USEPA, 1998):

- Secara mudah dan cepat bereaksi menjadi partikel nitrat, aerosol asam, sebagaimana NO_2 yang dapat menyebabkan masalah gangguan pernafasan.
- Berperan dalam terbentuknya hujan asam
- Berperan dalam nitrifikasi, dan hal ini berperan dalam menurunkan kualitas air
- Memberikan kontribusi pada pembentukan partikel-partikel di atmosfer, ini mengurangi daya pandang dan merugikan bagi dunia penerbangan dan pariwisata.
- Dapat bereaksi menjadi senyawa lain yang bersifat toksik
- Berperan besar dalam pemanasan global.

Spesies nitrogen oksida yang sering didapat dalam atmosfer adalah NO, NO_2 , maupun N_2O . Baik NO maupun NO_2 didapat dari udara yang belum atau tidak tercemar, sedangkan N_2O adalah zat yang tidak pernah ada dalam udara yang murni. Sumber utama nitrogen oksida adalah pembakaran. Penelitian di Amerika tahun 1965 menyebutkan bahwa kendaraan bermotor menyumbangkan lebih dari 50 % kadar nitrogen oksida di atmosfer setiap tahunnya. Dan kendaraan bermotor memproduksi nitrogen dioksida dalam bentuk NO sebanyak 98 %. Di dalam udara, NO ini akan berubah menjadi NO_2 .

NO dan NO_2 dapat merusak manusia dan lingkungannya. NO mempunyai kemampuan membatasi kadar oksigen dalam darah, seperti halnya dengan CO. NO juga mudah bereaksi dengan oksigen membentuk NO_2 . Jika NO_2 bertemu dengan uap air di udara atau dalam tubuh manusia akan terbentuk segera HNO_3

yang amat merusak tubuh karena bersifat asam kuat. Karena itulah NO_2 akan terasa pedih jika mengenai mata, hidung, saluran nafas dan jantung. Pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kematian.

NO_2 adalah gas yang toksik bagi manusia. Efek yang terjadi tergantung dari dosis serta lamanya paparan yang diterima seseorang. Konsentrasi NO_2 yang berkisar antara 50 – 100 ppm dapat menyebabkan peradangan paru-paru bila terpapar selama beberapa menit saja. Pada fase ini orang dapat sembuh kembali dalam 6 – 8 minggu. Konsentrasi 150 – 200 ppm dapat menyebabkan *bronchioli* yang disebut sebagai “*bronchioli fibrosis obliterans*”. Orang dapat meninggal dalam waktu 3 – 5 minggu setelah pemaparan. Konsentrasi lebih dari 500 ppm dapat mematikan dalam waktu 2 – 10 hari. Hal ini sering dialami petani yang memasuki gudang makanan ternak (*silo*) dan terjadi akumulasi gas NO_2 , oleh karena penyakit paru-paru ini dikenal sebagai *silo filter's disease*. Kemampuan indra penciuman manusia dalam mendeteksi NO_x pada konsentrasi 0,12 ppm. Pada konsentrasi dibawah 0,05 ppm, nitrogen oksida tidak menimbulkan efek yang berbahaya bagi kesehatan.

Dari semua jenis nitrogen oksida (NO_x), jenis NO_2 adalah yang paling berbahaya. Karena itulah, NO_2 banyak menjadi fokus dalam penelitian. Penelitian aktifitas mortalitas antara NO dan NO_2 menunjukkan bahwa NO_2 kadar racunnya empat kali lipat bila dibandingkan dengan NO . sampai saat ini, korban kematian akibat NO belum pernah dilaporkan, namun demikian pada konsentrasi udara ambien yang normal, NO dapat mengalami oksidasi menjadi NO_2 yang dihasilkan dari proses pembakaran biasa.

NO₂ akan merusak barang-barang logam, dalam hal ini mempunyai sifat yang sama seperti SO₂. Oksidasi ini akan menimbulkan karat pada logam. NO₂ juga dapat mengabsorpsi sinar ultraviolet (UV) dari matahari. Molekul NO₂ yang berenergi ini akan bereaksi secara beruntun dengan hidrokarbon yang berada di udara. NO₂ juga dapat berperan dalam pembentukan PAN (*Peroxy Acetyl Nitrates*) ataupun *photochemical smog*, dengan bantuan hidrokarbon (HC) dan sinar matahari yang ditunjukkan dalam persamaan reaksi sebagai berikut :



Penggunaan NO₂ secara luas sebetulnya sudah dimulai pada akhir abad ke 18. Dimulai dari penggunaannya sebagai obat bius (anestesi) bagi dunia kedokteran. Dalam kadar kecil, gas ini juga sering disebut sebagai gas ketawa (*laughing gas*). Selain anestesi, penggunaan NO₂ juga berperan dalam dunia makanan seperti pembuatan *whipped cream*, dan pengolahan industri makanan susu (*dairy industry*). Contohnya adalah dalam proses pengadukan dan sebagai zat pengembang, selain itu juga berfungsi sebagai *bacteriostatic* (*stops bacteria from growing*) dan gas NO₂ bekerja tanpa mempengaruhi rasa dan bau. Dalam dunia otomotif, gas senyawa nitrogen juga berperan sebagai zat stimulus mesin pada mesin bensin 4 langkah dengan menggunakan alat bantu kecepatan yang disebut sebagai NOS (*Nitrous Oxides System*). Jadi dalam penjelasan diatas telah diketahui bahwa tidak selamanya senyawa nitrogen merugikan bagi kehidupan manusia.

1.3.3. Ammonium Sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)

Ammonium Sulfat adalah pupuk buatan berbentuk kristal dengan rumus kimia $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yang mengandung unsur hara nitrogen dan belerang. Ammonium Sulfat tidak beracun bahkan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk.

Ammonium Sulfat dikalangan para petani sering disebut dengan pupuk Z.A yang dalam bahasa belanda “Zwavelzuur Ammoniak”. Ammonium sulfat tidak mempunyai kecenderungan kuat untuk menggumpal. Kegunaan produk dari Ammonium Sulfat antara lain :

1. Bahan campuran pembuatan pupuk
2. Bahan industri

Tabel 1.3 Syarat Mutu Ammonium Sulfat

No	Uraian	Persyaratan
1	Kadar Nitrogen	Min 20,8 %
2	Kadar Belerang	Min 23 %
3	Asam bebas, sebagai H_2SO_4	Maks 0,10 %
4	Kadar air	Maks 1,0 %

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

Pupuk ZA hanya mengandung 21% berat nitrogen. Harga pupuk ZA lebih murah dari pupuk urea, serta dapat menyumbangkan unsur S (belerang) yang juga esensial bagi tumbuh-tumbuhan. Penggunaan pupuk ZA yang terlalu banyak akan menyebabkan tanah bersifat asam.

1.3.4. Ammonium Nitrat (NH_4NO_3)

Ammonium nitrat merupakan suatu pupuk nitrogen yang sangat penting karena kandungan nitrogennya tinggi (33 %), pembuatannya sederhana dan murah, dan mengandung suatu kombinasi yang berharga, yaitu nitrogen dalam bentuk yang dapat bekerja cepat dan nitrogen dalam bentuk ammonia yang kerjanya lambat. Ammonium nitrat cenderung menggumpal pada waktu disimpan. Ammonium nitrat masih banyak dipakai sebagai komponen penting dalam bahan peledak.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memperoleh kualitas produk yang bagus dan sesuai dengan target yang diinginkan, maka perancangan produk dirancang berdasarkan variabel utama yaitu : spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu, dan teknik pengendalian kualitas yang efektif.

2.1. Spesifikasi Produk

2.1.1. Ammonium Sulfida

Rumus molekul	: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Berat Molekul	: 132,14 Kg/Kmol
Titik didih	: 276 °C
Titik lebur	: 235 °C
Specific gravity	: 0,6211
Berat jenis uap	: 1,77 g/cc
Kenampakkan	: kristal/butiran berwarna abu – abu sampai putih
Kadar air	: 0,15 %

2.1.2. Ammonium Nitrat

Rumus molekul	: NH_4NO_3
Berat Molekul	: 80,04 Kg/Kmol
Titik didih	: 210 °C

Titik lebur	: 169,5 °C
Specific gravity	: 0,817
Berat jenis uap	: 1,725 g/cm ³
Kenampakkan	: kristal / butiran

2.2. Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah Gas Buang PLTU dengan kapasitas 20.000 m³/jam

2.3. Spesifikasi Bahan Pembantu

2.3.1. Amoniak

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

2.3.2. Ammonium dioksida

Rumus molekul	: NH_4OH
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

2.4. Pengendalian Kualitas

2.4.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

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.

2.4.2. Pengendalian Kualitas Proses

Untuk memperoleh kualitas produk standart maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada. Pengendalian dan pengawasan jalannya produksi dilakukan dengan data pengendalian yang berpusat di *control room* dilakukan dengan cara *automatic* yang menggunakan beberapa indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, maupun suhu operasi dapat

diketahui dari isyarat yang diberikan, misalnya berupa : nyala lampu dan bunyi alarm.

Beberapa kontrol yang dijalankan yaitu :

- a) Kontrol terhadap tinggi cairan dalam tangki (*level control*)
- b) Kontrol terhadap aliran bahan baku dan produk
- c) Kontrol terhadap kondisi operasi

Alat kontrol yang dipakai diset / dikondisikan pada kondisi tertentu:

a) *Level Control*

Merupakan alat yang ditempatkan / dipasang pada bagian atas tangki, jika belum memenuhi atau melebihi batas yang diinginkan maka akan timbul isyarat yang berupa suara dan nyala lampu.

b) *Flow Rate*

Merupakan alat yang ditempatkan / dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan keluar alat proses.

c) *Temperatur Control*

Jika terjadi penyimpangan pada set suhu yang telah ditetapkan, maka akan timbul isyarat yang berupa suara dan nyala lampu.

d) *Level Indikator*

Merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengukur ketinggian suatu fluida dalam suatu alat tertentu.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai

dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standart dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

2.4.3. Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh produk sesuai dengan spesifikasi yang di rencanakan, maka produksi yang dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi di harapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

- 1. Pengendalian Kualitas**

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

- 2. Pengendalian Kuantitas**

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain.

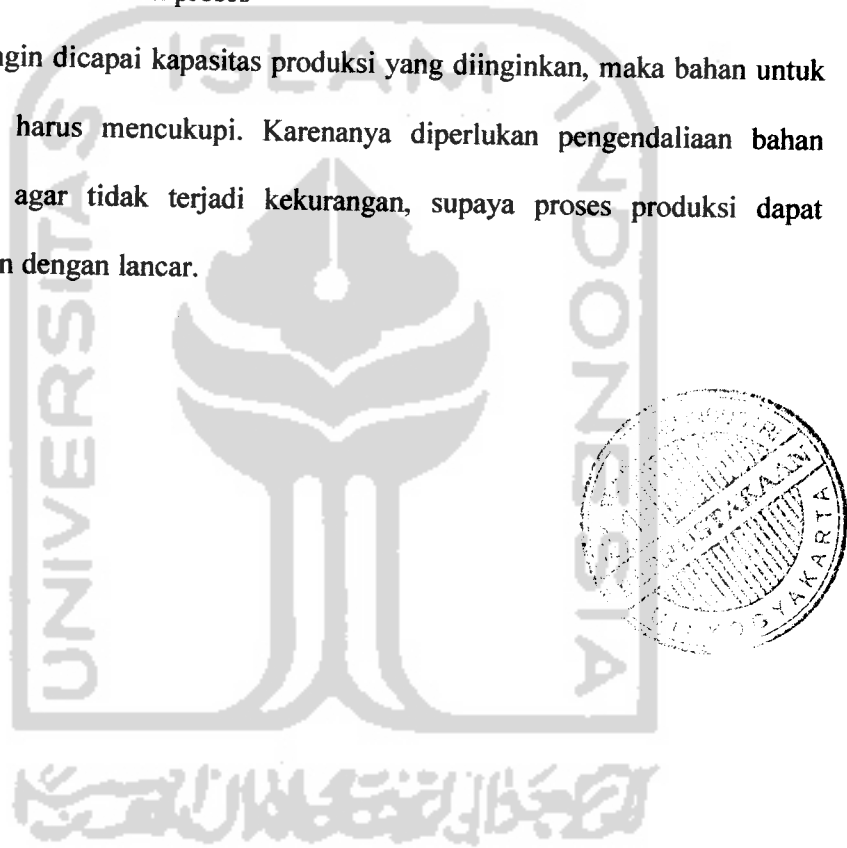
Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian bahan proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan, supaya proses produksi dapat berjalan dengan lancar.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Bahan baku yang digunakan adalah hasil gas buangan dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang terdiri dari 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 didinginkan menggunakan air dengan suhu $30^\circ C$ dan tekanannya sebesar 0,1053 atm. Gas yang keluar dari cooler dengan suhu $65^\circ C$ dan tekanan diturunkan menjadi 0.0197 atm dengan menggunakan I.D Fan. Kemudian gas yang keluar cooler tersebut di beri reagen amoniak yang dibuat dari NH_4OH yang diuapkan, cairan NH_4OH 25% dari tangki penyimpanan (T-01) sebanyak 176.9592 Kg/jam dipompa dengan pompa (P-01) hingga tekanannya 2.5 atm, kemudian dialirkan ke evaporator hingga suhu $100^\circ C$ untuk diuapkan, amoniak dengan suhu $45^\circ C$ dan tekanan 1,5 atm yang berupa gas diturunkan tekanannya dari 1 atm menjadi 0.0197 atm dengan menggunakan I.D Fan.

Setelah itu gas masuk kedalam reaktor mesin berkas electron (R-MBE) yang didalamnya terdapat tiga tahap yaitu : transmisi penggerak dengan kecepatan transmisi 0.1 m/s dan daya motor penggerak 600 watt, lengan ayun yang berbentuk U dengan ukuran 4 cm x 4 cm x 4 cm, dan penyetop berkas dengan panjang 120 cm, lebar 10 cm, tinggi 3 cm dan tebal bahan 3 mm. didalam reactor MBE dengan suhu $74^\circ C$ ditambahkan alat ventilation fan (VF) dengan daya 200 Hp, yang berfungsi membuang panas yang ada didalam reaktor MBE yang

kemudian akan dibuang melalui satek. Setelah keluar dari reaktor gas berubah bentuk menjadi butiran-butiran karena telah terjadi proses penyatuan gas dengan elektroda-elektroda dan masuk kedalam Electrical Static Precipitator (ESP).

Didalam ESP menggunakan arus searah (DC) yang mempunyai tegangan cukup besar yaitu 46.153,3643 V, alat pengendap berupa tabung silinder dimana dindingnya diberi muatan positif sedangkan ditengah ada kawat yang ditempatkan dipusat silinder, sejajar dinding tabung, diberi muatan negatif. Adanya perbedaan tegangan yang cukup besar akan menimbulkan *corona discharge* didaerah pusat silinder. Hal ini menyebabkan udara kotor dan pengotor udaranya adalah aerosol seolah olah mengalami ionisasi. Kotoran udara menjadi ion negatif sedangkan udara bersih yang telah bebas dari aerosol menjadi ion positif dan masing masing akan menuju ke elektroda yang sesuai.

Kotoran yang berupa aerosol menjadi ion negatif akan ditarik oleh dinding tabung yang akan dibuang keudara melalui stack sedangkan udara yang bersih dan telah bebas aerosol akan berada ditengah tengah silinder dan kemudian terhembus keluar dan dilewatkan ke screw conveyor, bucket elevator dan kemudian disimpan di gudang penyimpanan.

3.2 Metode Perancangan

Setting perencanaan pendirian Pabrik Ammonium Sulfat dari Gas Buang PLTU dengan kapasitas 675 ton/tahun meliputi: neraca massa total,neraca massa tiap alat, neraca panas, dan spesifikasi alat.

Tabel 3.1 Neraca Massa Total

KOMPONEN	INPUT (Kg/jam)	OUTPUT (Kg/jam)
O ₂	1.334,392	13.514,418
CO ₂	5.248,3429	5.248,1227
H ₂ O	1.302,2385	1.458,1093
N ₂	19.016,8118	59.005,977
SO ₂	42,26	3,4009
NO _x	17	8,0518
NH ₃	21,4879	0,1543
N ₂	39989,1652	-
O ₂	12180,0260	-
NH ₄ OH	176,9592	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	72,3819 = 72,0839 + 0,298 (Produk + Gas)
NH ₄ NO ₃	-	13.7907 =13,7303+0.0604 (Produk + Gas)
FLY ASH	3,0	2,8916
TOTAL	79.331,6835	79.331,2982

Neraca Massa Tiap Alat

Tabel 3.2 Neraca Massa Cooler

No	Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
1.	O ₂	1.334,3926	1.334,3926
2.	CO ₂	5.248,3429	5.248,1227
3.	H ₂ O	1.302,2385	1.302,6380
4.	N ₂	19.016,8118	19.016,7833
5.	SO ₂	42,26	42,26
6.	NO _x	17	17
7.	Fly ash	3	2,88
Total		26.964,0458	26.964,1097

Tabel 3.3 Neraca Massa Evaporator

No	Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
1.	NH ₄ OH	176,9592	
2.	NH ₃	-	21,4879
3.	H ₂ O	-	155,4713
Total		176,9592	176,9592

Tabel 3.4 Neraca Massa Reaktor MBE

No	Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
1.	O ₂	1.334,4257	1.334,4257
2.	CO ₂	5.248,1227	5.248,1227
3.	H ₂ O	1.458,1093	1.458,1093
4.	N ₂	19.016,7833	19.016,7833
5.	SO ₂	42,26	3,4009
6.	NO _x	17	8,0518
7.	NH ₃	21,4879	0,1543

8.	(NH ₄) ₂ SO ₄	-	72,0839
9.	NH ₄ NO ₃	-	13,7303
10.	Fly ash	2,88	2,88
Total		27.141,0689	27.141,7422

Tabel 3.5 Neraca Massa ESP

No	Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
1.	O ₂	1.334,4257	1.334,4257
2.	CO ₂	5.248,1227	5.248,1227
3.	H ₂ O	1.458,1093	1.458,1093
4.	N ₂	19.016,7833	19.016,7833
5.	SO ₂	3,4009	3,4009
6.	NO _x	8,0518	8,0518
7.	NH ₃	0,1543	0,1543
8.	(NH ₄) ₂ SO ₄	72,0839	0,298
9.	NH ₄ NO ₃	13,7303	0,0604
10.	Fly ash	2,88	0,0116
Total		27.141,7422	27.141,4180

Tabel 3.6 Neraca Massa Stack

No	Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
1.	O ₂	13.514,418	13.514,418
2.	CO ₂	5.248,1227	5.248,1227
3.	H ₂ O	1.458,1093	1.458,1093
4.	N ₂	59.005,977	59.005,977
5.	SO ₂	3,4009	3,4009
6.	NO _x	8,0518	8,0518
7.	NH ₃	0,1543	0,1543

8.	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,298	0,298
9.	NH ₄ NO ₃	0,0604	0,0604
10.	Fly ash	0,0116	0,0116
Total		79.238,604	79.238,604

Neraca Panas

Tabel 3.7 Neraca Panas Cooler

No	Komponen	Input (Btu/jam)	Output (Btu/jam)
1.	O ₂	71.573,8072	71.575,6148
2.	CO ₂	281.001,9152	280.990,1254
3.	H ₂ O	154.730,0500	154.782,8648
4.	N ₂	1.330.283,6816	1.130.281,4877
5.	SO ₂	1.641,0505	1.641,0550
6.	NO _x	969,5443	969,5443
7.	Fly ash	180,5468	173,3249
Total		1.640.380,5956	1.640.414,5125

Tabel 3.8 Neraca Panas Evaporator

No	Komponen	Input (Btu/jam)	Output (Btu/jam)
1.	NH ₄ OH	7.102,4957	-
2.	NH ₃	-	873,8004
3.	H ₂ O	-	6.127,8963
Total		7.102,4957	7.031,6966

Tabel 3.9 Neraca Panas Reaktor E-Beem

No	Komponen	Input (Btu/jam)	Output (Btu/jam)
1.	O ₂	10.736,3422	10.736,3422
2.	CO ₂	42.148,5188	42.148,5188
3.	H ₂ O	25.987,5581	25.987,5581
4.	N ₂	169.542,2982	169.542,2982
5.	SO ₂	246,1576	19,8097
6.	NO _x	145,4316	68,8816
7.	(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-
8.	NH ₄ NO ₃	-	-
9.	NH ₃	393,2102	2,8236
10.	Fly ash	25,9987	25,9987
Total		249.225,5154	218.532,2309

Tabel 3.10 Neraca Panas ESP

No	Komponen	Input (Btu/jam)	Output (Btu/jam)
1.	O ₂	10.736,3422	10.736,3422
2.	CO ₂	42.148,5188	42.148,5188
3.	H ₂ O	25.987,5581	25.987,5581
4.	N ₂	169.542,2982	169.542,2982
5.	SO ₂	19,8097	19,8097
6.	NO _x	68,8816	68,8816

7.	(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-
8.	NH ₄ NO ₃	-	-
9.	NH ₃	2,8236	2,8236
10.	Fly ash	25,9987	0,1047
Total		218.532,2309	218.506,3368

Tabel 3.11 Neraca Panas Stack

No	Komponen	Input (Btu/jam)	Output (Btu/jam)
1.	O ₂	314.116,0553	314.116,0553
2.	CO ₂	12.762,3877	12.762,3877
3.	H ₂ O	75.075,1680	75.075,1680
4.	N ₂	1.519.734,9536	1.519.734,9536
5.	SO ₂	57,2280	57,2280
6.	NO _x	198,9912	198,9912
7.	(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-
8.	NH ₄ NO ₃	-	-
9.	NH ₃	8,1569	8,1569
10.	Fly ash	0,3025	0,3025
Total		2.030.953,2432	2.030.953,2432

3.3 Spesifikasi Alat Proses

3.3.1 Cooler 01

Fungsi : Untuk mendinginkan gas buang dari hasil buangan gas PLTU
dengan kapasitas 20.000 m³/jam

Jenis : Shell & Tube

Bahan : stainless Steel type 304

Jumlah : 1 buah

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 : 1

Pressure drop: 0,1428 psi

Tube :

Fluida dingin : Water

OD : 1 in

Panjang : 10 ft

Jumlah : 14 buah

Pitch : 1,875 triangular pitch

Pass : 6

Pressure drop : 0,8423 psi

3.3.2. Cooler 02

Fungsi : Untuk mendinginkan gas buang dari hasil buangan gas PLTU
dengan kapasitas 20.000 m³/jam

Jenis : Shell & Tube

Bahan : stainless Steel type 304

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Suhu masuk : 90 °C
- Suhu keluar : 65 °C
- Tekanan : 1 atm

Shell :

Fluida panas : Gases

ID Shell : 10 in

Baffle space : 0,66 m

Pass : 1

Pressure drop: 4,9027E-06 psi

Tube :

Fluida dingin: Water

OD : 1 in

Panjang : 10 ft

Jumlah : 21 buah

Pitch : 1,25 triangular pitch

Pass : 2

Pressure drop : 2 psi

3.3.3.Evaporator

Fungsi : Untuk menguapkan larutan NH_4OH sebanyak 176,9592 kg/jam
sebelum diumpan ke reaktor

Jenis : Short tube vertical evaporator

Bahan : stainless Steel type 304

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Suhu masuk : 30 °C
- Suhu keluar : 85 °C
- Tekanan : 1 atm

Shell :

Fluida dingin: NH_3 dan H_2O

ID Shell : 39 in

Baffle space : 0,4953 m

Pass : 1

Pressure drop: 0,0000103 psi

Tube :

Fluida dingin: Steam

OD : 0,75 in

Panjang : 15 ft

Jumlah : 1,170 buah

Pitch : 1 triangular pitch

Pass : 2

Pressure drop: 0,0080 psi

3.3.4.Reaktor MBE (Mesin Berkas Elektron)

Fungsi : Penyetop berkas elektron dan media pengukur arus berkas sebelum dikenakan pada target dan untuk mengetahui besar arus berkas elektron yang dihasilkan oleh MBE

Jenis : Transmisi penggerak.lengan ayun dan penyetop berkas

Jumlah : 1 buah

Kecepatan MBE : 0,1 m/s

Daya motor : 600 Watt

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 bahan : 3 mm

3.3.5. Elektro Statik Precipitator (ESP) atau alat pengendap debu

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 mikron sebanyak 27.141,7422 kg/jam

Jenis : Dry tipe, tangki segiempat tegak, bagian bawah kerucut

Bahan : *Structural Steel*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi

$T = 70^{\circ} \text{C}$, $P = -0,7895 \text{ atm}$

Dimensi ESP :

Tinggi : 6 m

Panjang : 5 m

Lebar : 2 m

Jarak antar plate : 0,0302 m

Jumlah plate : 17 buah

Power motor : 33 Hp

3.3.6. Screw Conveyor 01

Fungsi : Mengangkut $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan NH_4NO_3 dari ESP (Electrical Sta-tic Precipitator) menuju bucket elevator untuk disimpan ditempat penyimpanan

Jenis : screw conveyor

Jumlah : 1 buah

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

3.3.7. Screw conveyor 02

Fungsi : Mengangkut $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan NH_4NO_3 dari bucket elevator menuju tempat penyimpanan

Jenis : screw conveyor

Jumlah : 1 buah

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

3.3.8. Bucket Elevator

Fungsi : Mengangkut $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan NH_4NO_3 sebanyak 85,8142 kg / jam secara vertical menuju gudang penyimpanan

Jenis : centrifugal discharge elevator

Jumlah : 1 buah

Ukuran bucket : 6 x 4 x 4,5 in

Kapasitas : 12,7 ton/jam

Bucket spacing : 12 in

Bucked speed : 225 ft/menit

Rpm shaft : 43

Shaft diameter : head = $1 \frac{15}{16}$ in

Tail = $1 \frac{11}{16}$ in

Diameter pulley : head = 20 in

Tail = 14 in

Lebar belt : 7 in

Power motor : 1 Hp

3.3.9. Filter udara

Fungsi : Menarik udara pengering dari reaktor

Jenis : *Automatic* air filter

Power : 200 Hp

Jumlah : 1 buah

3.3.10. Filter udara

Fungsi : Menarik udara pengering dari cooler menuju stack

Jenis : *Automatic* air filter

Power : 300 Hp

Jumlah : 1 buah

3.3.11. Tangki Amoniak

Fungsi : Menyimpan bahan baku NH_4OH sebanyak 176,9592 kg/jam selama 15 hari.

Jenis : Vertical Vessel dengan Torispherical dished head

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Jumlah : 4 buah

Ukuran alat

Diameter Tangki : 6,3330 m

Tinggi Tangki : 12,6667 m

Tebal *Shell* : 0,25 in

Tebal *Head* : 0,25 in

Kondisi operasi

Suhu : 85 °C

Tekanan : 1 atm

3.3.12. Pompa 01

Fungsi : Mengalirkan NH_4OH ke tangki penyimpanan sebelum diuapkan di evaporator

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Stainless Steel*

Jumlah: 1 buah

Kondisi operasi

Dedit cairan : 1,5732 Gpm

Ukuran alat

Diameter nominal : 2 in

ID : 2,067 in

OD : 2,38 in

Schedule number : 40

Kecepatan putaran pompa : 1000 rpm

Power motor standar : 0,3 Hp

3.3.13. Pompa 02

Fungsi Mengalirkan NH_4OH dari tangki penyimpanan untuk diumpankan ke evaporator.

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Stainless Steel*

Jumlah: 1 buah

Kondisi operasi

Dedit cairan : 1,5732 Gpm

Ukuran alat

Diameter nominal : 2 in

ID : 2,067 in

OD : 2,38 in

Schedule number : 40

Kecepatan putaran pompa : 1000 rpm

Power motor standar : 0,3 Hp

3.3.14. Stack

Fungsi : Membuang gas buang yang berasal dari ESP (electrical Static Precipitator).

Jenis : silinder vertikal

Jumlah : 1 buah

Diameter stack : 9 m

Tinggi stack : 74 m

Suhu keluar stack : 891 °F

3.4 Perencanaan Produksi

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

a. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

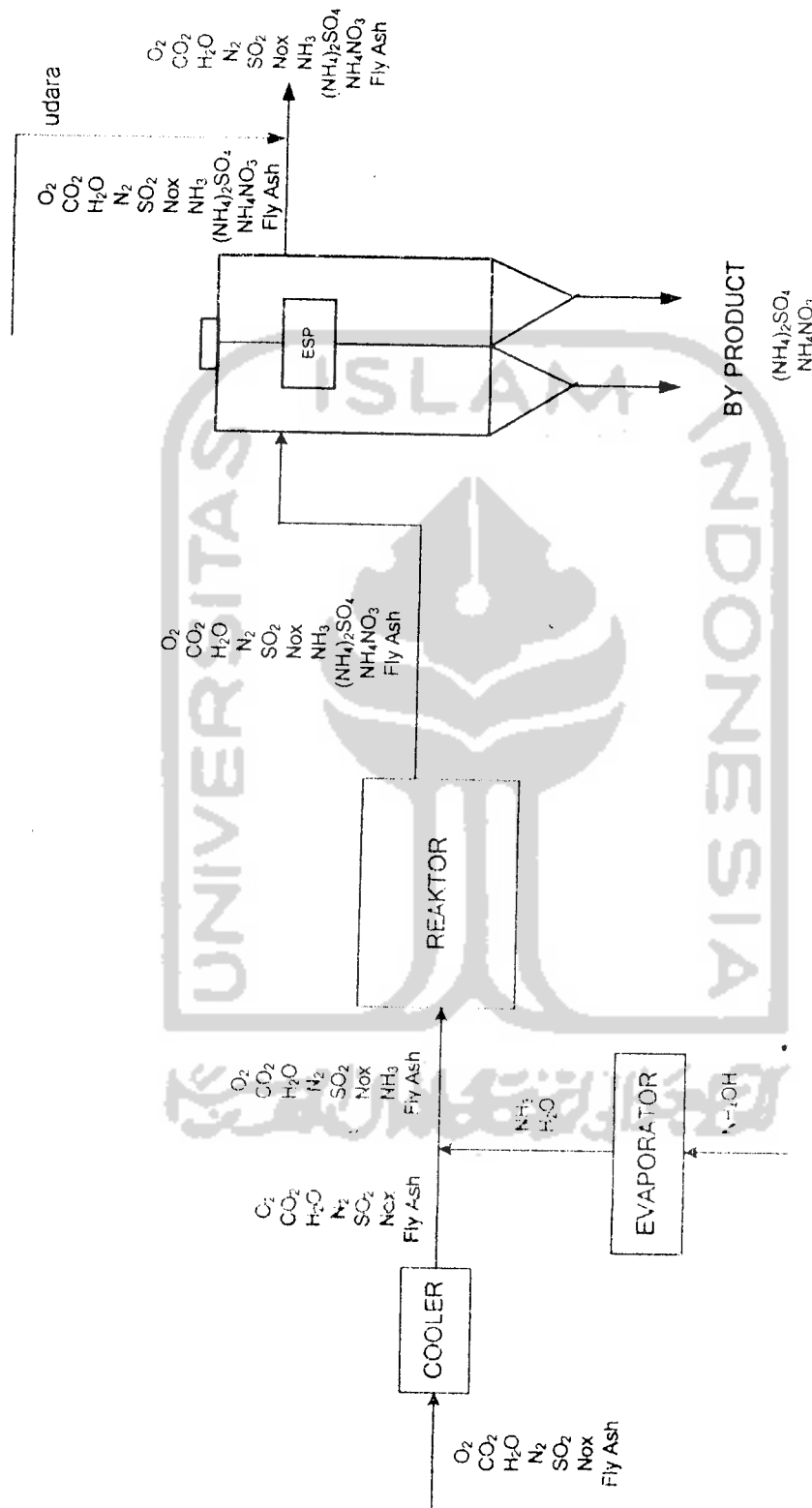
1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu :

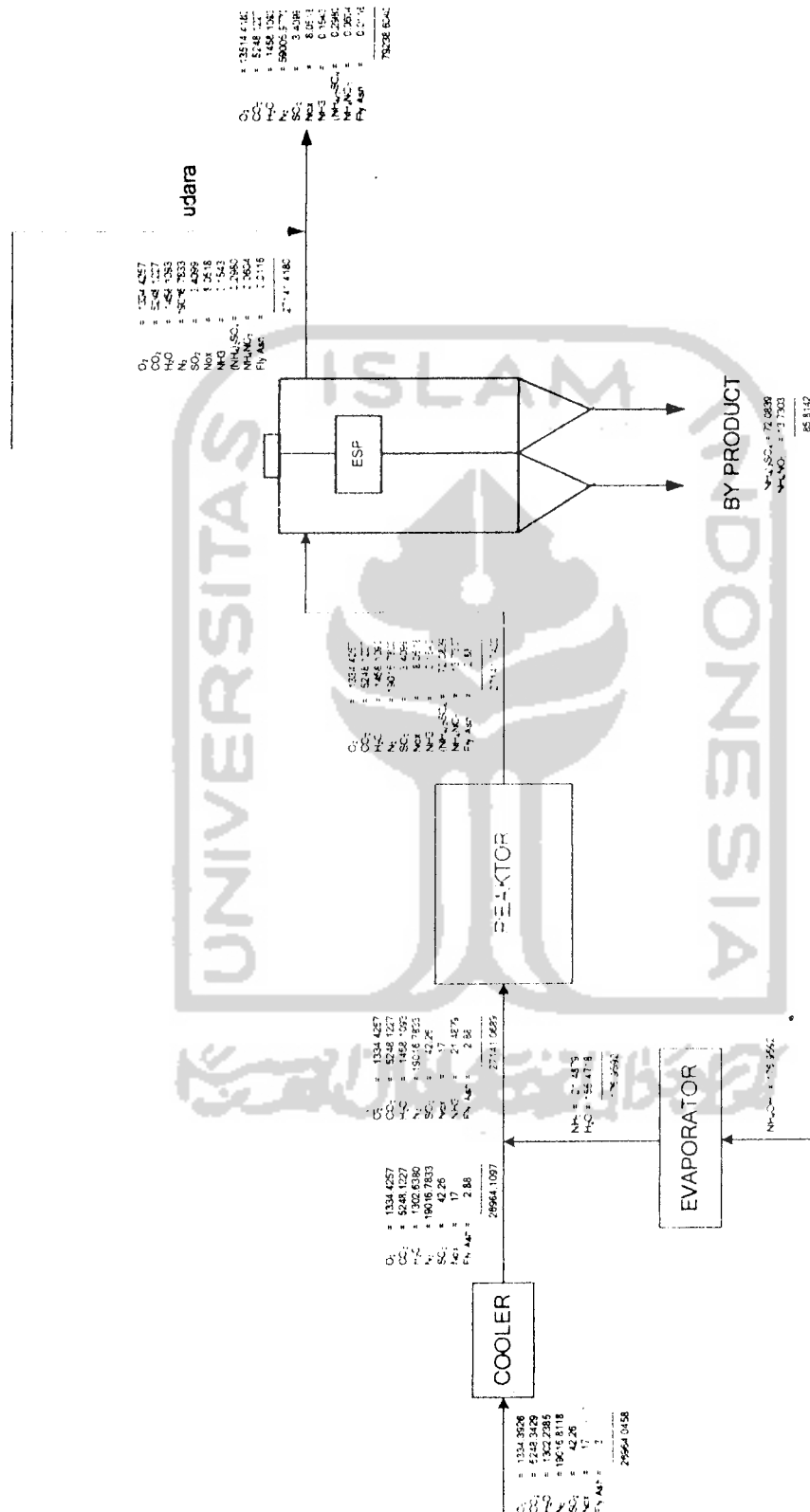
1. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
 2. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
 3. Mencari daerah pemasaran lain.
- b. Kemampuan Pabrik
- Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :
1. Material (bahan baku)
Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.
 2. Manusia (tenaga kerja)
Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar keterampilan meningkat.
 3. Mesin (peralatan)
Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin

efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.





GAMBAR 3.1 DIAGRAM ALIR KUALITATIF



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Letak geografis atau suatu pabrik akan berpengaruh terhadap kelangsungan perkembangan pabrik tersebut. Banyak faktor yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan dalam memilih atau menentukan lokasi suatu pabrik.

Pemilihan lokasi merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pendirian pabrik pengolahan limbah gas buang ini direncanakan akan didirikan di desa Karangandri, Kecamatan Kesugihan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain :

1. Sumber Bahan Baku

Di Cilacap terdapat PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) yang menghasilkan limbah gas buangan. Dengan dekatnya sumber bahan baku dari lokasi pabrik maka akan menghemat biaya transportasi dan penyimpanan.

2. Pasar

Pemilihan lokasi di daerah Cilacap ini sangat mendukung pemasaran produk Ammonium Sulfida, karena dekat pasar atau pabrik yang menggunakan Ammonium Sulfida sebagai bahan baku maka dapat mengurangi biaya distribusi dan pengiriman produk.

3. Utilitas

Dalam utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik maka kebutuhan tersebut di harapkan dapat dipenuhi dengan mudah. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan murah karena area kawasan ini memiliki sumber aliran sungai, yaitu sungai Serayu. Sedangkan untuk pemenuhan kebutuhan listrik, berasal dari PLTU Cilacap dan digunakan generator (apabila listrik mati) yang mampu menyuplai kebutuhan listrik pada pabrik ini.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, dengan didirikannya pabrik di Cilacap yang padat penduduknya memungkinkan untuk memperoleh tenaga kerja dengan mudah dan berkualitas baik dari kawasan Cilacap sendiri maupun dari daerah sekitar.

5. Sarana Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku dan penyaluran produk dengan adanya transportasi yang lancar baik darat dan laut. Dipilih Cilacap karena untuk sistem pengangkutan bahan baku dan produk mudah, karena lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan serta transportasi darat yang relatif lancar.

6. Letak Geografis

Daerah Cilacap merupakan satu Kabupaten Daerah Tingkat II di daerah Jawa Tengah yang terletak didaerah Pesisir Pantai Selatan Pulau Jawa yang memiliki pelabuhan alam yang sangat menunjang. Daerah Cilacap dan

sekitarnya telah direncanakan oleh Pemerintah sebagai pusat pengembangan produksi untuk wilayah Jawa bagian Selatan.

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting yang akan menentukan kelancaran perusahaan dalam menjalankan operasinya. Dari pertimbangan tersebut maka dengan adanya area tanah yang tersedia dan memenuhi persyaratan untuk pembangunan sebuah pabrik.

7. Batasan Hukum dan Pajak

Apabila pabrik membutuhkan investasi besar maka masalah perijinan dan pajak diperhatikan secara mendalam, tetapi untuk industri-industri baru tentunya akan dibantu oleh peraturan daerah.

4.2 Tata Letak 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.

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 penanggulangan 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.

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 perancangan *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.

- h. Jarak antar unit yang satu dengan yang lain diatur sehingga tidak saling mengganggu.
- i. 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

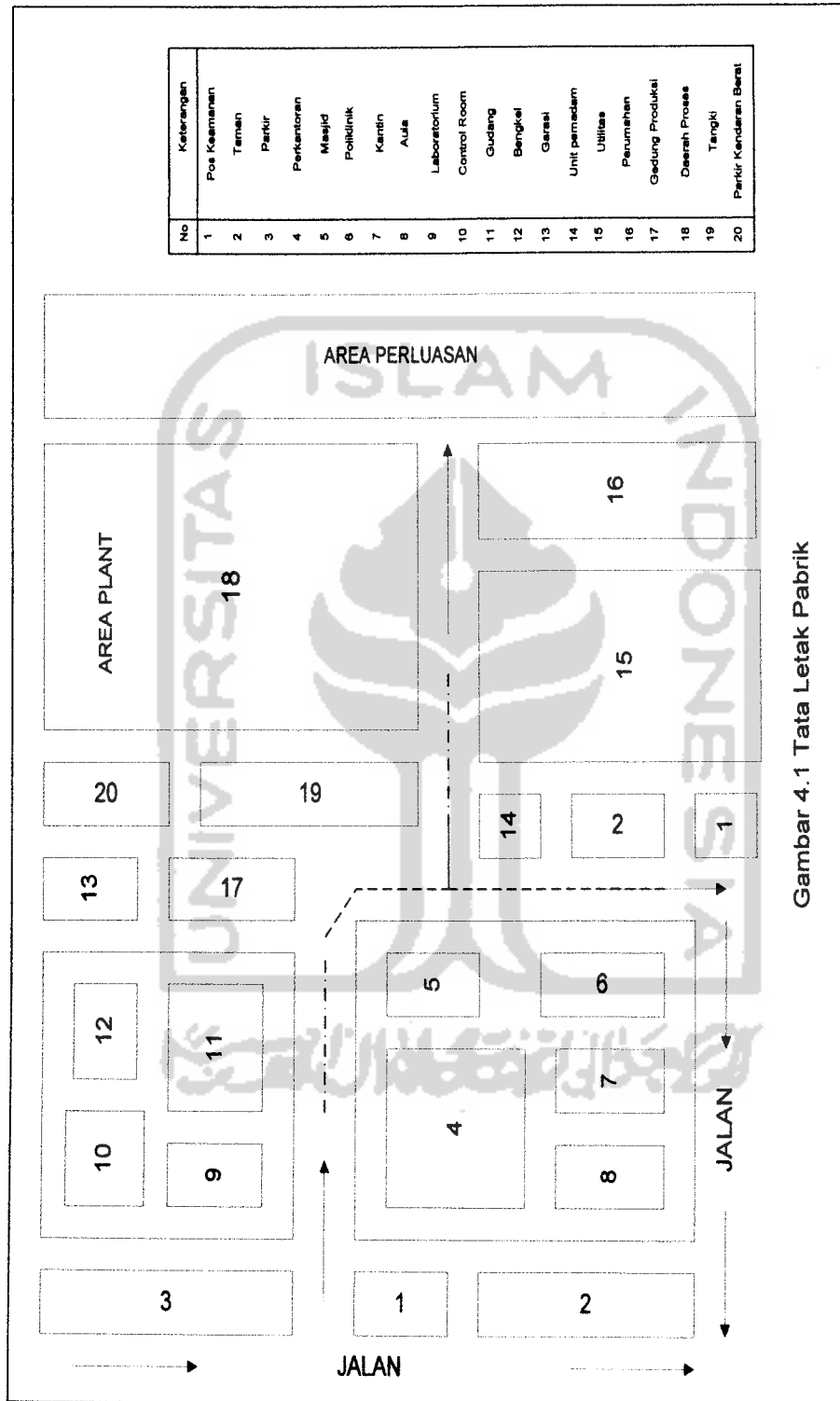
Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan listrik dipusatkan.

Bangunan-bangunan yang ada di lokasi pabrik adalah :

Susunan tata letak pabrik ini harus memungkinkan adanya distribusi bahan-bahan dengan baik, cepat, dan efisien. Pabrik Ammonium Sulfat akan didirikan di atas tanah seluas 20.800 m²:

Tabel 4.1 Perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik

No	Lokasi	Ukuran, m	Luas, m ²
1	Pos Kemanan	10x20, 4x5	220
2	Taman	60x10, 40x10	1000
3	Parkir	30x30	900
4	Perkantoran Administrasi	35x40	1400
5	Masjid	15x25	375
6	Poliklinik	10x25	250
7	Kantin	10x30	300
8	Aula	25x30	750
9	Laboratorium	50x25	500
10	Control Room	15x10	150
11	Gudang	15x30	450
12	Bengkel	15x30	450
13	Garasi	15x40	600
14	Unit Pemadam Kebakaran	15x40	600
15	Utilitas	30x50	1500
16	Perumahan	30x120	3600
17	Gedung Produksi	25x40	1000
18	Daerah Proses	35x120	4200
19	Tangki	25x50	1250
20	Parkir Kendaraan Berat	25x40	1000
Luas area terpakai			20.800



Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik

4.3 Tata Letak Mesin / Alat Proses

Dalam merancang *lay out* peralatan proses pada Pabrik Ammonium Sulfat ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

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 beresiko 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 Ammonium Sulfat ini *lay out* peralatan dapat dilihat pada gambar 4.1.

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 berproduksi 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 bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah :

◆ Umur alat

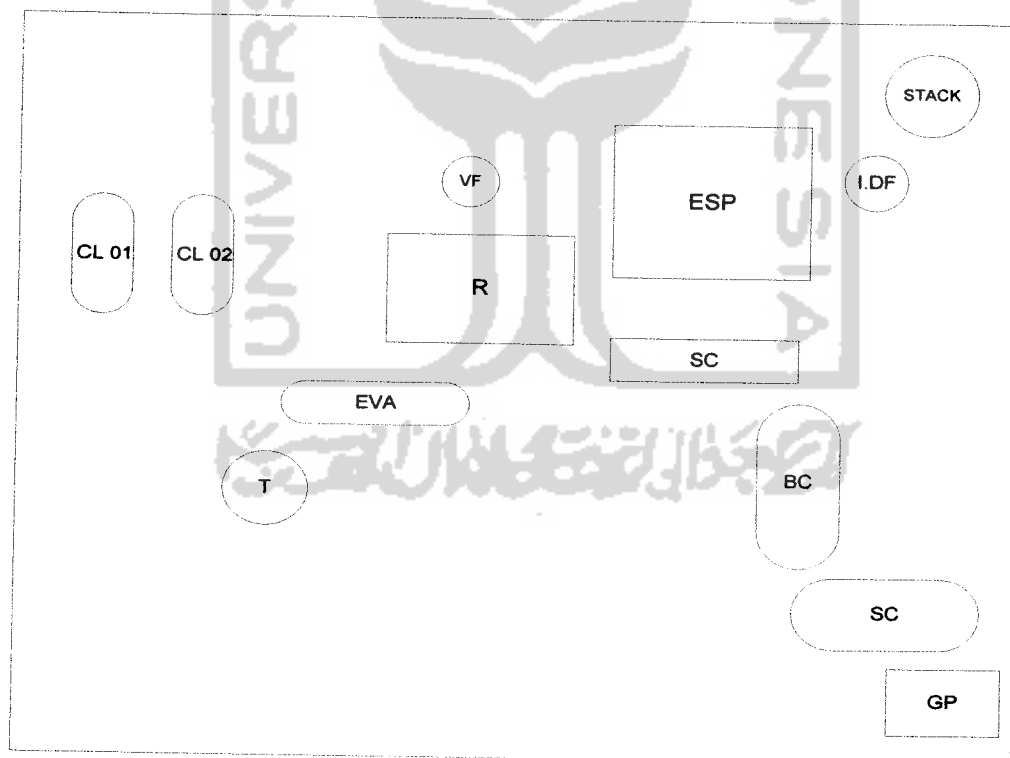
Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan

◆ 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 :

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



Gambar 4.2 Tata Latak Alat Proses

4.4 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit utilitas merupakan unit pendukung dalam penyediaan air, steam listrik dan bahan bakar. Keberadaan unit ini sangat penting dan harus ada. Adapun penyediaan utilitas ini meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar
5. Unit Pengolahan Limbah

4.4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan 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 Ammonium Sulfat ini air yang digunakan berdasarkan air sungai yang terdekat 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:

- Air mudah diperoleh dalam jumlah yang besar
- Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
- Dapat menyerap panas yang tinggi persatuan volume
- 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:

- Phosphat, untuk mencegah timbulnya kerak
- Klorin, membunuh mikroorganisme
- Zat dispersan, mencegah terjadinya penggumpalan

b. Air umpan Boiler

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

- Zat yang menyebabkan korosi

Korosi disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S yang masuk ke badan air.

- Zat yang menyebabkan kerak

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.

- 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 :

a) Syarat Fisik

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

b) Syarat Kimia

- Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
- Tidak beracun

c) 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* diumpahkan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

1. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.
2. Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), kagulan 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 bagian *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi 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 *sand filter* 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.

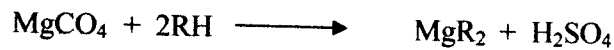
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

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 (H_2SO_4).

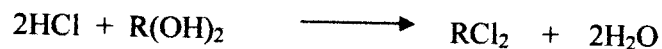
Reaksi:



b. Anion Exchanger

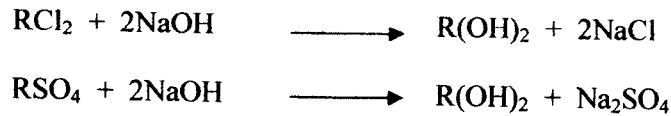
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut. Dalam reaksi di bawah ini, lambang **R** menunjukkan radikal penukaran anion.

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 kedalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hidrazin* (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 (*boiler feed 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 4.2 Kebutuhan Air Pendingin

No	Nama Alat	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	Cooler I	20,1561

2	Cooler 2	14,3972
3	Reaktor MBE	1549,0957
	Jumlah	1583,6490

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 %.

$$\begin{aligned}\text{Maka Make-up air pendingin} &= 20 \% \times 1583,6490 \text{ kg/jam} \\ &= 316,7298 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

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 4.3 Kebutuhan *Steam*

No	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	<i>Evaporator</i>	199,2271
	Total	199,2271

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

$$\begin{aligned}\text{Maka make up air steam} &= 20 \% \times 199,2271 \text{ kg/jam} \\ &= 39,8454 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

c. Kebutuhan Air Perkantoran dan Rumah Tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan = 150 ltr/hari (sularso p. 15)

Jumlah Karyawan = 150 orang

Kebutuhan air untuk karyawan = 3125 kg/jam

Diperkirakan kebutuhan air untuk :

Laboratorium = 20,8333 kg/jam

Poliklinik = 20,8333 kg/jam

Keperluan kantin, musholla & kebun = 625 kg/jam

Total kebutuhan air untuk kantor = 1604,17 kg/jam

Jumlah rumah = 30 rumah

Jumlah penghuni = 6 orang / rumah

Kebutuhan air = 0,3500 m³ / hari / orang

Total kebutuhan air untuk rumah tangga = 2625 kg/jam

Total kebutuhan air secara kontinyu = 6416,6667 kg/jam

Diambil angka keamanan 10% = 1.1 x 6773,2419 kg/jam

= 7450,5661 kg/jam

4.4.2. Unit Pembangkit Steam

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

Kapasitas : 199,2271 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 dibuang 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.

4.4.3 Unit Pembangkit Listrik

Unit ini ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik di seluruh area pabrik. Pemenuhan kebutuhan listrik di penuhi oleh PLTU dan sebagai cadangan adalah generator untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada PLTU.

Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik yaitu berdasarkan pertimbangan.

- Tenaga listrik yang di hasilkan cukup besar
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan *transformator*

Adapun kebutuhan listrik untuk pabrik ini meliputi :

a. Kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor di dalam proses dan utilitas

Tabel 4.4 Kebutuhan Listrik Untuk Menggerakkan Motor di dalam Proses

Kode alat	Nama alat	Jumlah	Power (Hp)	Total Power (Hp)
P-1	Pompa	1	0,3	0,3
P-2	Pompa	1	0,3	0,3
R-MBE	Reaktor mesin berkas elektron	1	0,8	0,8
ESP	Electrical static Precipitator	1	33	33
SC-01	Screw Conveyor	1	0,25	0,25
SC-02	Screw Conveyor	1	0,25	0,25
BE	Bucket Elevator	1	1	1
VF	Ventilation Fan	1	200	200
I.D F	I.D Fan	1	300	300
TOTAL			535,9	535,9

Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik Untuk Menggerakkan Motor di dalam Utilitas

Kode alat	Nama alat	Jumlah	Power (Hp)	Total Power (Hp)
P-1	Pompa	1	1,5	1,5
P-2	Pompa	1	1	1
P-3	Pompa	1	2	2

P-4	Pompa	1	1,5	1,5
P-5	Pompa	1	1,5	1,5
P-6	Pompa	1	7	7
P-7	Pompa	1	0.5	0.5
P-8	Pompa	1	2	2
P-9	Pompa	1	0.15	0.15
P-10	Pompa	1	0.1	0.1
P-11	Pompa	1	0.1	0.1
P-12	Pompa	1	0.15	0.15
P-13	Pompa	1	0.15	0.15
P-14	Pompa	1	7	7
FL-01	Flokulator	1	0.2	0.2
BL-01	Blower	1	1	1
DE-01	Daerator	1	0.2	0.2
CR-1	Compresor	1	2	2
Total			28,05	28,05

Kebutuhan total listrik untuk menggerakkan motor

$$\text{Kebutuhan Total Listrik} = \text{Total (a)} + \text{Total (b)}$$

$$= 535,9 \text{ Hp} + 28,05 \text{ Hp}$$

$$= 563,9500 \text{ Hp}$$

$$\text{Over design 20 \%} = 1,2 \times \text{Kebutuhan Total Listrik}$$

$$= 1,2 \times 563,95 \text{ Hp}$$

$$= 676,7400 \text{ Hp}$$

b. Kebutuhan Listrik Untuk Menggerakkan alat kontrol dan penerangan.

- Untuk alat kontrol diperkirakan 40 % dari kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor

$$\text{Kebutuhan Listrik} = 0,4 \times 676,74 \text{ Hp}$$

$$= 270,696 \text{ Hp}$$

- Untuk penerangan diperkirakan 50 % dari kebutuhan untuk menggerakkan motor

$$\text{Kebutuhan Listrik} = 0,5 \times 676,74 \text{ Hp}$$

$$= 338,37 \text{ Hp}$$

c. Kebutuhan listrik untuk perumahan.

Setiap rumah diperkirakan memerlukan listrik = 1.500 Watt

Jumlah rumah = 10 buah

Kebutuhan listrik perumahan = $10 \times 1.500 \text{ Watt}$

$$= 15.000 \text{ Watt}$$

$$= 15 \text{ Kw}$$

Total kebutuhan listrik = $(563,95 + 270,696 + 338,37) \text{ Hp}$

$$= 1.173,0160 \text{ Hp}$$

$$= 889,7180 \text{ Kw} + 15 \text{ Kw}$$

$$= 1.067,6616 \text{ Kw}$$

$$= 1.100 \text{ Kw}$$

Listrik sebesar ini dipenuhi oleh PLN sebesar 1.100 Kwatt apabila terjadi pemadaman di gunakan 1 Generator cadangan dengan kapasitas 1.100 Kw menggunakan bahan bakar *Industrial Diesel Oil* (IDO).

4.4.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar *Industrial Diesel Oil* (IDO) yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah *Medium Furnace Oil* yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Bahan bakar yang dibutuhkan adalah sebanyak 1.875,222 lt/bulan

4.4.5 Spesifikasi Alat – alat Utilitas

1. Pompa Utilitas (PU-01)

Kode : PU-01

Fungsi : Mengalirkan air sungai menuju bak pengendap sebanyak
7450,5661 kg/j

Tipe : Mixed flow

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 7450,5661 Kg/jam

Dimensi

- Diameter Luar : 2,88 in
- Diameter Dalam : 2,469 in

- *Schedule Number* : 40
- *Luas Penampang* : 0,0402 ft²
- *Nominal Pipe Size* : 2,5 in

Tenaga Motor : 1,5 Hp

2. Pompa Utilitas (PU-02)

Kode : PU-02

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap awal (BU-01) menuju
bak flokulator (FU) sebanyak 7450.5661 kg/jam

Tipe : Mixed flow

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 7450,5661 Kg/jam

Dimensi

- *Diameter Luar* : 2,88 in
- *Diameter Dalam* : 2,469 in
- *Schedule Number* : 40
- *Luas Penampang* : 0.0402 in²
- *Nominal Pipe Size* : 2,5 in

Tenaga Motor : 1 Hp

3. Pompa Utilitas (PU-03)

Kode : PU-03

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap awal (BU-01) menuju
bak *Clarifier* (CF) sebanyak 7450,5661 kg/jam

Tipe : Radial flow

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 7450,5661 Kg/jam

Dimensi

- Diameter Luar : 2,88 in
- Diameter Dalam : 2,469 in
- *Schedule Number* : 40
- Luas Penampang : 0,0402 ft²
- *Nominal Pipe Size* : 2,5 in

Tenaga Motor : 2 Hp

4. Pompa Utilitas (PU-04)

Kode : PU-04

Fungsi : Mengalirkan air dari bak *Clarifier* (CF) menuju bak sa-
ringan pasir (BU-02) sebanyak 7450,5661 kg/jam.

Tipe : Mixed flow

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 7450,5661 Kg/jam

Dimensi

- Diameter Luar : 2,88 in
- Diameter Dalam : 2,469 in
- *Schedule Number* : 40
- Luas Penampang : 0,0402 ft²
- *Nominal Pipe Size* : 2,5 in

Tenaga Motor : 1,5 Hp

5. Pompa Utilitas (PU-05)

Kode : PU-05

Fungsi : Mengalirkan air bersih dari air pencuci bak sa-ringan pasir
(BU-02) menuju bak penampung air bersih (BU-03)
sebanyak 7450,5661 kg/jam

Tipe : *Mixed Flow*

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 7450,5661 Kg/jam

Dimensi

- Diameter Luar : 2,88 in
- Diameter Dalam : 2,469 in
- *Schedule Number* : 40
- Luas Penampang : 0,0402 ft²

- *Nominal Pipe Size* : 2,5 in

Tenaga Motor : 1,5 Hp

6. Pompa Utilitas (PU-06)

Kode : PU-06

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih untuk didistribusikan ke bak penampung air untuk kantor dan rumah tangga sebanyak 7450,5661 kg/jam.

Tipe : Radial flow

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 7450,5661 Kg/jam

Dimensi

- *Diameter Luar* : 2,88 in
- *Diameter Dalam* : 2,469 in
- *Schedule Number* : 40
- *Luas Penampang* : 0,0402 ft²
- *Nominal Pipe Size* : 2,5 in

Tenaga Motor : 7 Hp

7. Pompa Utilitas (PU-07)

Kode : PU-07

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air bersih untuk didistribusikan
ke bak penampung air pendingin sebanyak 316,7298 kg/j

Tipe : Radial flow

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 316,7298 Kg/jam

Dimensi

- Diameter Luar : 0,840 inch
- Diameter Dalam : 0,622 inch
- *Schedule Number* : 40
- Luas Penampang : 0,021 ft²
- *Nominal Pipe Size* : 0,5 inch

Tenaga Motor : 0,5 Hp

8. Pompa Utilitas (PU-08)

Kode : PU-08

Fungsi : Mengalirkan air pendingin bebas dari bak penampung
menuju cooling tower untuk didinginkan sebanyak
253,3838 kg/jam.

Tipe : Radial flow

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 253,3838 kg/jam

Dimensi

- Diameter Luar : 1,32 inch
- Diameter Dalam : 1,049 inch
- *Schedule Number* : 40
- Luas Penampang : 0,0060 ft²
- *Nominal Pipe Size* : 1 inch

Tenaga Motor : 2 Hp

9. Pompa Utilitas (PU-09)

Kode : PU-09

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki anion menuju tangki kation
sebanyak 39,8454 kg/jam.

Tipe : Radial flow

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 39,8454 Kg/jam

Dimensi

- Diameter Luar : 0,405 inch
- Diameter Dalam : 0,269 inch
- *Schedule Number* : 40
- Luas Penampang : 0,0004 ft²

▪ *Nominal Pipe Size* : 0,125 inch

• *Tenaga Motor* : 0,15 Hp

10. Pompa Utilitas (PU-10)

Kode : PU-10

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki kation menuju tangki
deaerator sebanyak 39,8454 kg/j

Tipe : *Radial Flow*

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 39,8454 Kg/jam

Dimensi

▪ *Diameter Luar* : 0,405 inch

▪ *Diameter Dalam* : 0,269 inch

▪ *Schedule Number* : 40

▪ *Luas Penampang* : 0,0004 ft²

▪ *Nominal Pipe Size* : 0,125 inch

Tenaga Motor : 0,1 Hp

11. Pompa Utilitas (PU-11)

Kode : PU-11

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki deaerator menuju tangki um-
pan boiler sebanyak 39,8454 kg/j

Tipe : Radial flow

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 39,8454 Kg/jam

Dimensi

- Diameter Luar : 0,045 inch
- Diameter Dalam : 0,269 inch
- *Schedule Number* : 40
- Luas Penampang : 0,0004 ft²
- *Nominal Pipe Size* : 0,125 inch

Tenaga Motor : 0,1 Hp

12. Pompa Utilitas (PU-12)

Kode : PU-12

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki umpan boiler menuju tangki boiler sebanyak 39,8454 kg/j

Tipe : Radial flow

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 39,8454 Kg/jam

Dimensi

- Diameter Luar : 0,045 inch

- Diameter Dalam : 0,269 inch
- Schedule Number : 40
- Luas Penampang : 0,0004 ft²
- Nominal Pipe Size : 0,125 inch

Tenaga Motor : 0,15 Hp

13. Pompa Utilitas (PU-13)

Kode : PU-13

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki larutan kaporit menuju air kantor dan rumah tangga sebanyak 39,8454 kg/j

Tipe : Radial flow

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 39,8454 Kg/jam

Dimensi

- Diameter Luar : 0,045 inch
- Diameter Dalam : 0,269 inch
- Schedule Number : 40
- Luas Penampang : 0,0004 ft²
- Nominal Pipe Size : 0,125 inch

Tenaga Motor : 0,15 Hp

14. Pompa Utilitas (PU-14)

Kode : PU-14

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air menuju kantor dan rumah tangga sebanyak 6416,6667 kg/jam.

Tipe : *Radial Flow*

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : *Commercial Steel*

Kapasitas : 6416,6667 Kg/jam

Dimensi

- Diameter Luar : 2,38 in
- Diameter Dalam : 2,067 in
- *Schedule Number* : 40
- Luas Penampang : 0,0233ft²
- *Nominal Pipe Size* : 2 in

Tenaga Motor : 7 Hp

15. Bak Pengendap Awal (BU-01)

Kode : BU-01

Fungsi : Menampung air yang berasal dari air sungai dan mengendapkan kotoran-kotoran kasar yang terbawa dalam air dengan waktu tinggal 4 jam.

Jenis : Bak Empat Persegi Panjang

Jumlah : 1 buah

Volume : 35,7627 m³

Bahan : Beton Bertulang

Dimensi

Panjang : 5,3488 m

Lebar : 2,6744 m

Tinggi : 2,500 m

16. Bak Flokulator (FL)

Kode : FL

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan.

Jenis : Bak Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 8,9407 m³

Dimensi

■ Diameter : 2,2499 m

■ Tinggi : 2,2499 m

■ Jenis Pengaduk : *Marine Propeler 3 Blade*

■ Power Pengaduk : 0,2 Hp

17. Bak Clarifier (CL)

Kode : CL

Fungsi : Mengendapkan gumpalan -gumpalan kotoran dari bak koagulasi

Jenis : Bak Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 8,9407 m³

Dimensi

▪ Diameter : 2,2499 m

▪ Tinggi : 2,9999 m

18. Bak Saringan Pasir (BU-02)

Kode : BU-02

Fungsi : Menyaring koloid-koloid yang belum terendapkan di Clarifier.

Jenis : Bak Empat Persegi Panjang

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,2054 m³

Dimensi

▪ Lebar : 0,4506 m

▪ Tinggi : 1,2132 m

▪ Tinggi lapisan Pasir : 1,0110 m

▪ Panjang : 0,4508 m

19. Bak Penampung Air Bersih (BU-03)

Kode : BU-03

Fungsi : Menampung air yang keluar dari bak saringan pasir untuk dialirkan ke tangki demineralisasi, bak chlorinasi dan dialirkan sebagai air pendingin serta air proses.

Jenis : Bak Empat Persegi Panjang

Jumlah : 1 buah

Volume : 17,8814 m³

Bahan : Beton Bertulang

Dimensi

■ Panjang : 5,9802 m

■ Lebar : 2,9901 m

■ Tinggi : 2,5 m

20. Bak Penampung Air Kantor dan Rumah Tangga (BU-04)

Kode : BU-04

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan rumah tangga.

Jenis : Bak Empat Persegi Panjang

Jumlah : 1 buah

Volume : 54,6 m³

Bahan : Beton Bertulang

Dimensi

- Panjang : 8,5323 m
- Lebar : 4,2661 m
- Tinggi : 1,5 m

21. Bak Penampung Air Pendingin (BU-05)

- Kode : BU-05
- Fungsi : Menampung air dari cooling tower sebagai air pendingin untuk kemudian disirkulasikan ke alat-alat proses.
- Jenis : Bak Empat Persegi Panjang
- Jumlah : 1 buah
- Volume : 0,7602 m³
- Bahan : Beton Bertulang
- Dimensi
- Panjang : 2,6156 m
 - Lebar : 2,6156 m
 - Tinggi : 1,5 m

22. Cooling Tower (CTU)

- Kode : CTU
- Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan sebanyak 316,7298 kg/jam dari suhu 104°F menjadi 86°F.
- Jenis : Cooling Tower Induced Draft

Jumlah : 1 buah

Ground area : 0,0648 m²

Dimensi

▪ Panjang : 0,2545 m

▪ Lebar : 0,2545 m

▪ Tinggi : 2,7088 m

23. Blower Cooling Tower (BCTU)

Kode : BCTU

Fungsi : Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan.

Jumlah : 1 buah

Kebutuhan Udara : 42,3883 ft³/min

24. Tangki Kation Exchanger (KEU)

Kode : KEU

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg

Jenis : Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,0008 m³

Dimensi

- Diameter : 0,0020 m
- Tinggi : 1,778 m
- Tebal Tangki : 0,0031 m

25. Tangki *Anion Exchanger* (AEU)

Kode : AEU

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air dengan cara mengikat ion dengan zeolit (kation exchanger) dan R-NH₂ (anion exchanger)

Jenis : Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,0008 m³

Dimensi

- Diameter : 0,0236 m
- Tinggi : 1,905 m
- Tebal Tangki : 0,0031 m

26. Tangki Deaerator (DAU)

Kode : DAU

Fungsi : Menghilangkan gas-gas yang terlarut dalam air pembangkit steam untuk mencegah terjadinya korosi.

Jenis : Bak Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,1913 m³

Dimensi

- Diameter : 0,6246 m
- Tinggi : 0,6246 m
- Jenis Pengaduk : *Marine Propeler 3 Blade*
- Power Pengaduk : 0,2 Hp

27. Tangki Umpan *Boiler* (TU-01)

Kode : TU-01

Fungsi : Menampung Umpan *Boiler* sebanyak 39,8454 kg/j

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,0956 m³

Dimensi

- Diameter : 0,4992 m
- Tinggi : 0,4992 m

28. Tangki Penampung Kondensat (TU-02)

Kode : TU-02

Fungsi : Menampung kondensat dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan boiler.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,0956 m³

Dimensi

▪ Diameter : 0,4957 m

▪ Tinggi : 0,4957 m

29. Tangki Larutan Kaporit (TU-03)

Kode : TU-03

Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan dikantor dan rumah tangga.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,8942 m³

Dimensi

▪ Diameter : 1,0439 m

▪ Tinggi : 1,0439 m

30. Tangki Desinfektan (TU-04)

Kode : TU-04

Fungsi : Tempat klorinasi dengan maksud membunuh bakteri yang selanjutnya dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 7,7 m³

Dimensi

▪ Diameter : 2,1244 m

▪ Tinggi : 2,1244 m

31. Tangki Larutan NaCl (TU-05)

Kode : TU-05

Fungsi : Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk
meregenerasi *kation exchanger*

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,0014 m³

Dimensi

▪ Diameter : 0,1225 m

▪ Tinggi : 0,1225 m

32. Tangki Larutan NaOH (TU-06)

Kode : TU-06

Fungsi : Membuat larutan NaOH yang digunakan untuk meregene-
rasi *anion exchanger*

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,0050 m³

Dimensi

▪ Diameter : 0,1882 m

▪ Tinggi : 0,1882 m

33. Tangki Larutan Na₂SO₄ (TU-07)

Kode : TU-07

Fungsi : Melarutkan Na₂SO₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,0207 m³

Dimensi

▪ Diameter : 0,2670 m

▪ Tinggi : 0,2670 m

34. Tangki Larutan N₂H₄ (TU-08)

Kode : TU-08

Fungsi : Membuat larutan NaOH yang digunakan untuk meregenerasi *anion exchanger*.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,0207 m³

Dimensi

▪ Diameter : 0,3011 m

▪ Tinggi : 0,3011 m

35. Boiler

Kode : *Boiler*

Fungsi : Memproduksi *steam* jenuh pada suhu 212°F dan tekanan
14,7 psi

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Effisiensi Penguapan : 80 %

Panas yang dibutuhkan : 98589,8724 Btu/jam

Panas yang diberikan : 123237,3406 Btu/jam

Kebutuhan *Steam* : 199,2271 kg/jam

Kebutuhan Bahan Bakar : 3 liter/jam

36. Tangki Bahan Bakar Boiler (TU-09)

Kode : TU-09

Fungsi : Menyimpan bahan bakar untuk persediaan 6 hari sebagai
bahan bakar *boiler*.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Jumlah : 1 buah

Volume : 72 lt/hari

Dimensi

▪ Diameter : 0,9716 m

▪ Tinggi : 0,9716 m

37. Pengadaan udara tekan

Udara tekan digunakan untuk menggerakkan alat-alat kontrol secara pneumatis. Untuk memenuhi kebutuhan udara digunakan blower untuk menekan udara lingkungan.

Blower berfungsi untuk menekan udara lingkungan untuk keperluan instrumentasi.

Kebutuhan udara tekan kira-kira, $Q = 500 \text{ m}^3/\text{jam}$

$$= 8,3333 \text{ ft}^3/\text{menit}$$

Asumsi : $P_{\text{masuk}} = 1 \text{ atm}$; $P_{\text{keluar}} = 2 \text{ atm}$

Power Blower (Church, 1985)

$$Wad = \frac{k}{(k+1)} \cdot P \cdot Q \left(\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k}{k+1}} - 1 \right)$$

Udara, $k = 1,41$ (Tabel 11-2 Church, 1985)

$$Wad = 1,7263 \text{ Hp}$$

Dipakai blower centrifugal dengan motor standart NEMA 2 Hp.

4.4.6 Pengolahan Limbah

Pabrik Ammonium Sulfat menghasilkan limbah berupa air, garam, *acetone* dan impuritis dalam skala kecil. Pengolahan air limbah adalah pengolahan limbah pabrik yang belum memenuhi persyaratan (BOD, COD, dan lain-lain) secara mikrobiologis sehingga air yang keluar dari pabrik memenuhi persyaratan Undang-Undang Lingkungan Hidup.

a. Bak Netralisasi (*Neutralizing Pond*)

Bak ini digunakan untuk menurunkan suhu limbah pabrik. Pada bak ini limbah mempunyai pH 4 dan suhu sekitar 35°C

b. Menara Pendingin

Menara pendingin digunakan untuk menurunkan suhu limbah sebelum dimasukkan ke kolam-kolam. Hal ini dilakukan karena pada suhu tinggi bakteri-bakteri pengurai (pembentuk metan) mati, sedangkan suhu optimum perkembangan adalah 35°C.

Alat ini berupa antara menara yang dipasang kisi-kisi dengan tujuan untuk mempercepat proses pendinginan. Limbah dari pabrik dipompakan ke bagian atas menara pendingin, dan turun terpencar melalui kisi-kisi sehingga suhunya turun.

c. Kolam Pembiakkan (*Seeding Pond*)

Kolam ini ditujukan untuk membiakkan bakteri yang akan bekerja dalam kolam *anaerobik*. Isi *pond* ini sekitar 350 m³ dan berisikan bakteri dengan kadar tinggi. Sewaktu-waktu diberi limbah pabrik *Ammonium sulfat*

sebagai makanannya, dan pada waktu tertentu sebagian diisikan kedalam kolam *anaerobik* dengan cara *overflow*.

Tidak seluruhnya limbah melakukan *Seeding Pond*. Bakteri dalam *Seeding Pond* hidup apabila terlihat adanya gelembung gas metan yang timbul. pH dijaga selalu lebih kecil dari 6,5 - 6,8 dengan penambahan kapur / soda ash.

d. Kolam Anaerobik (*Anaerobic Pond*)

Pengolahan limbah pabrik *Ammonium sulfat* yang terutama terjadi di kolam ini, dimana lemak diubah menjadi gas metan. Kolam *anaerobik* ini dapat menampung air limbah pengolahan selama 60 hari (lemak diubah menjadi asam organik dan selanjutnya asam organik ini diubah menjadi gas metan) oleh bakteri *anaerobik* pembentukan metan. Untuk lebih mengaktifkan reaksi pembentukan metan maka cairan dalam kolam *anaerobik* belakang harus dipompakan secara terus-menerus setiap hari ke kolam *anaerobik* di muka. Apabila bakteri di dalam kolam ini kurang aktif, maka diambil bakteri aktif dari *Seeding Pond*, yang secara *overflow* bakteri aktif mengalir ke dalam kolam *anaerobik*, pH di dalam kolam ini dijaga minimal 6.

e. Kolam Aerasi (*Aeration Pond*)

Kolam aerasi ditujukan untuk memperkaya cairan limbah dengan oksigen dan membunuh bakteri anaerob dengan cara menyebarkan cairan ke udara dengan menggunakan aerator, atau dengan memasukkan udara ke dalam

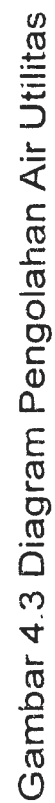
cairan dengan menggunakan kompressor. Aerator ataupun kompresor harus berjalan terus menerus.

f. Kolam Pengendapan (Settling Pond)

Kolam ini ditujukan untuk mengendapkan zat-zat padat yang dikandung cairan yang berasal dari kolam aerobik. Kolam pengendapan dapat menampung cairan limbah selama 15 hari olahan. Apabila terjadi pendangkalan karena pengendapan zat-zat padat maka dilakukan pembersihan / pengurasan.

g. Kolam Aerobik (Aerobic Pond)

Kolam ini ditujukan untuk memberikan kesempatan cairan dari kolam pengendapan untuk menyerap lebih banyak oksigen dari udara. Kolam ini dapat menampung limbah untuk 15 hari olahan. Kolam ini merupakan kolam terakhir dalam proses penanganan air limbah pabrik *Ammonium sulfat*. Dari kolam ini limbah yang telah diolah tadi dapat dialirkan ke lahan aplikasi atau *overflow* kolam ini dapat dibuang ke sungai



4.5. Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan peran yang lain adalah pengendalian pencemaran lingkungan, baik limbah gas maupun limbah cair. Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Tugas pokok laboratorium antara lain :

- a. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan
- b. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
- c. Melakukan kontrol dan analisa terhadap jalannya proses produksi yang ada kaitannya dengan tingkat pencemaran lingkungan yang meliputi polusi udara, limbah cair maupun limbah padat yang dihasilkan unit-unit produksi.
- d. Melakukan analisa dan kontrol terhadap mutu air proses, air pendingin, air umpan boiler, steam dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi. Dengan demikian sangat diperlukan koordinasi dan kerjasama yang baik antar bagian laboratorium dengan unit utilitas dan unit produksi.

4.6. ORGANISASI PERUSAHAAN

4.6.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik Ammonium Sulfat yang akan didirikan direncanakan mempunyai :

1. Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)

2. Lokasi perusahaan : Daerah Cilacap

Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan perseroan terbatas adalah didasarkan atas beberapa faktor, antara lain sebagai berikut :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pengurus perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah pemegang saham, sedangkan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staf yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staf, dan karyawan perusahaan.
5. Efisiensi manajemen. Pemegang saham dapat memilih orang sebagai dewan komisaris beserta direktur yang cakap dan berpengalaman.
6. Lapangan usaha lebih luas. Suatu perusahaan perseroan terbatas dapat menarik modal yang besar dari masyarakat, sehingga dapat memperluas usahanya.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas yaitu Perseroan Terbatas antara lain :

- ◆ Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum dagang
- ◆ Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham
- ◆ Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.
- ◆ Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham.
- ◆ Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.6.2. 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 staf 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 staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staf 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.

4.6.3. Tugas dan Wewenang

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

Tugas dan wewenangnya :

1. Mengatur dan mengkoordinir kepentingan para pemegang saham
Pemegang saham 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

Tugas dan wewenangnya :

1. Pejabat tinggi, memimpin perusahaan bersama-sama manejer.
2. Mengusahakan tercapainya tujuan perusahaan sesuai dengan anggaran dasar.
3. Memutuskan besarnya gaji dan upah
4. Memberikan pengawasan, pengarahan dan petunjuk guna mendapatkan suatu langkah kerja yang baik.
5. Mengambil keputusan dipenuhi atau tidaknya jumlah produksi yang dilakukan.
6. Bertanggung jawab atas berjalannya seluruh kegiatan perusahaan kepada Dewan Komisaris

d. 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.

e. *Manajer*

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 strategi dan target perusahaan.
4. Bertanggung jawab kepada Direktur atas berjalannya seluruh kegiatan perusahaan.

f. *Kepala Bagian*

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, 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 :

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

2. Kepala Bagian Utilitas

Tugas dan wewenangnya :

- Memimpin dan mengkoordinir pelaksanaan operasional dalam pengadaan utilitas, tenaga dan instrumentasi
 - Bertanggung jawab kepada manajer operasional atas hal-hal yang dilakukan bawahannya dalam menjalankan tugasnya masing-masing.
 - Mengkoordinir *supervisor* yang menjadi bawahannya
3. Kepala Bagian *Maintenance* membawahi :
- *Supervisor* pemeliharaan peralatan
Tugas *supervisor* pemeliharaan peralatan antara lain :
 - 1) Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
 - 2) Memperbaiki peralatan pabrik
 - *Supervisor* pengadaan Peralatan
Tugas *supervisor* pemeliharaan peralatan antara lain :
 - 1) Merencanakan penggantian peralatan
 - 2) Menentukan spesifikasi peralatan pengganti atau peralatan baru yang akan digunakan
4. Kepala Bagian *Quality Assurance*(QA)
- Tugas dan wewenangnya :
- Menetapkan standar kualitas dari produk yang dihasilkan perusahaan
 - Penghubung antara konsumen dengan pihak perusahaan untuk masalah komplain produk

- Merencanakan perbaikan produk yang mengalami kerusakan
- Melaksanakan pengawasan dan mengkoordinir proses quality control

Kepala Bagian *Quality Assurance* (QA) membawahi :

- *Supervisor* Laboratorium
- 3) Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
 - 4) Mengawasi dan Menganalisa produk
 - 5) Mengawasi kualitas buangan pabrik
5. Kepala bagian Keuangan dan Pemasaran

Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran bertanggung jawab kepada Manajer Keuangan dan Umum dalam bidang keuangan dan pemasaran.

- *Supervisor* Pembelian

Tugas *Supervisor* Pembelian antara lain :

- 1) Merencanakan besarnya kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu yang akan dibeli.
- 2) Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan
- 3) Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

- *Supervisor* Pemasaran

Tugas *Supervisor* Pemasaran antara lain :

1) Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.

2) Mengatur distribusi barang dari gudang.

- *Supervisor Keuangan*

Tugas *Supervisor Keuangan* antara lain :

1) Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.

2) Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan.

6. Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala Bagian Personalia dan Umum bertanggung jawab kepada Manajer Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Personalia dan Umum membawahi :

- *Supervisor Personalia*

Tugas *Supervisor Personalia* antara lain :

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

2) Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.

3) Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

- *Supervisor Humas*

Tugas *Supervisor Humas* antara lain :

- 1) Mengatur hubungan dengan masyarakat luar lingkungan perusahaan.

- Supervisor Keamanan

Tugas *Supervisor* Keamanan antara lain :

- 1) Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
- 2) Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun selain karyawan kedalam lingkungan perusahaan
- 3) Menjaga dan memelihara keberhasilan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

g. *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 :

1. Merencanakan rekrutmen dan pembinaan karyawan guna pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM) perusahaan.
2. Mengarahkan staf dan karyawan secara langsung untuk mencapai sasaran perusahaan.
3. Mengadakan pertemuan perorangan maupun kelompok untuk menciptakan hubungan yang baik, sehingga menimbulkan suasana

yang menyenangkan dengan tidak meninggalkan peraturan-peraturan yang telah ditetapkan perusahaan.

4. Memberikan motivasi kepada seluruh staff dan karyawan agar bekerja dengan kesadaran dan tanggung jawab serta mematuhi peraturan yang telah ditetapkan.
5. Memberikan teguran dan peringatan apabila terjadi pelanggaran.
6. Mengadakan pembinaan disiplin kerja
7. Melaksanakan absensi staf dan karyawan
8. Bertanggung jawab atas pengawasan, kebersihan, keamanan dan ketertiban perusahaan.
9. Melaksanakan kerja sama dan hubungan yang baik dengan perusahaan lain atau masyarakat sekitar.
10. Bertanggung jawab atas semua kegiatan yang berhubungan dengan karyawan, perusahaan lain dan masyarakat sekitar.

4.6.4. Ketenagakerjaan

Suatu perusahaan dapat berkembang dengan baik jika didukung oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mendukung perkembangan perusahaan adalah pemakaian sumber daya manusia untuk ditempatkan pada bidang-bidang pekerjaan sesuai keahlian. Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang sangat menunjang dalam masalah kelangsungan berjalannya proses produksi dan menjamin beroperasinya alat-alat dalam pabrik. Untuk itu harus dijaga hubungan antara karyawan dengan perusahaan, karena hubungan yang harmonis akan

menimbulkan semangat kerja dan dapat meningkatkan produktivitas kerjanya, yang pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas perusahaan.

Hubungan itu dapat terealisasi dengan baik jika adanya komunikasi serta fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan kepada karyawan. Salah satu contoh nyata adalah sistem pengajian atau pengupahan yang sesuai dengan upah Minimum Regional (UMR) sehingga kesejahteraan dapat ditingkatkan.

Sistem upah karyawan perusahaan ini berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian.

Menurut statusnya karyawan perusahaan ini dapat dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar pada setiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan.

Karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja, sistem upah yang diterima berupa upah borongan untuk suatu perusahaan.

Adapun karyawan yang bekerja dibagi menjadi dua kelompok, yaitu :

a. Karyawan non shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan harian adalah: Direktur, Staf Ahli, Manajer, Kepala bagian serta staff yang berada dikantor. Karyawan non shift dalam seminggu bekerja 6 hari, dengan pembagian jam kerja sebagai berikut :

- Hari senin – jum'at : jam 08.00 – 16.00 WIB
- Hari Sabtu : jam 08.00 – 12.00 WIB
- Waktu istirahat setiap jam kerja : jam 12.00 – 13.00 WIB
- Waktu istirahat hari jum'at : jam 12.00 – 13.00 WIB

b. Karyawan Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Karyawan shift dibagi menjadi 4 group (Group A, Group B, Group C, Group D) yang bekerja dalam 3 shift.

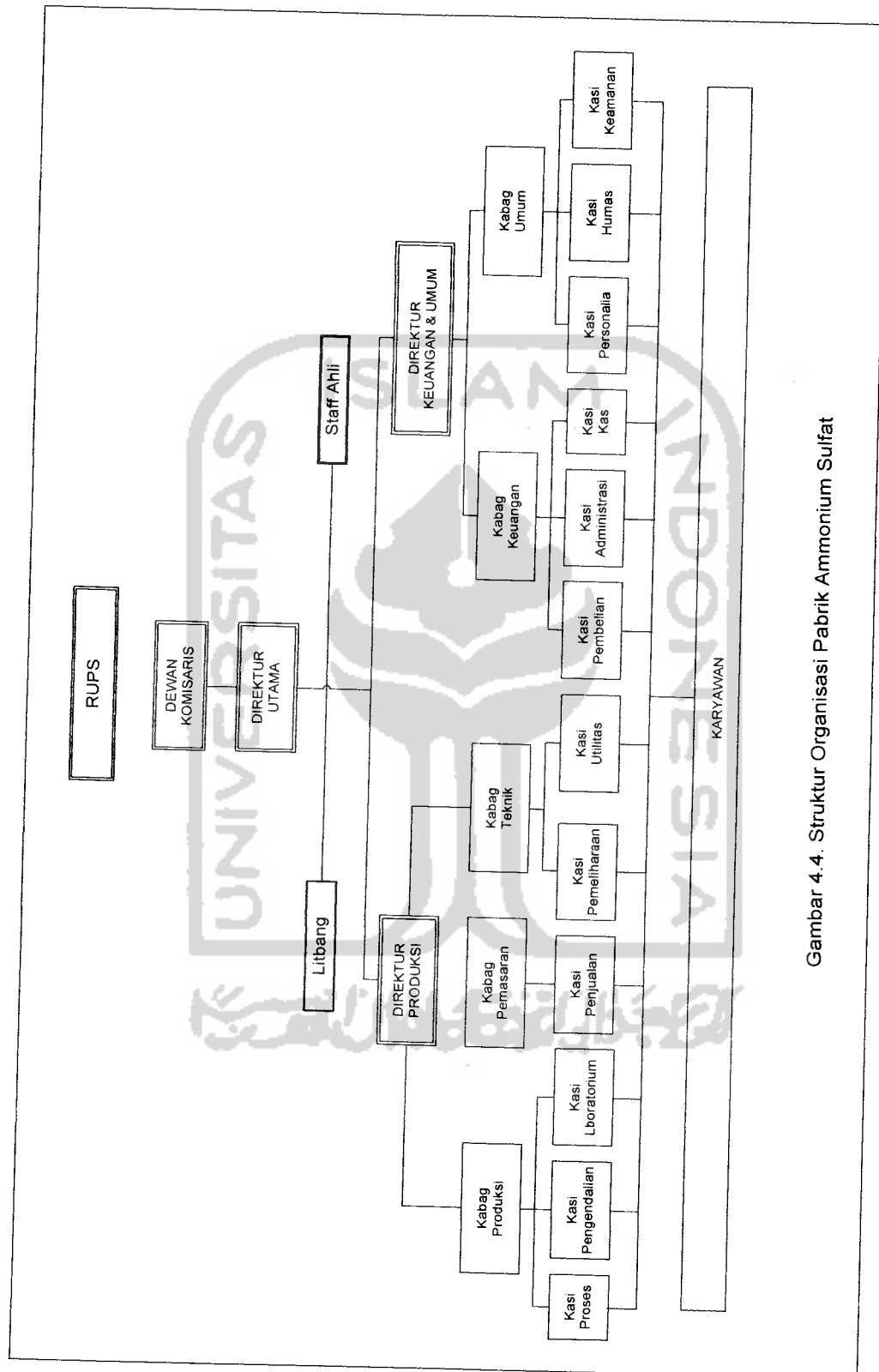
Pembagian jam kerja shift sebagai berikut :

- Shift I : jam 06.00 – 14.00 WIB
- Shift II : jam 14.00 – 22.00 WIB
- Shift III : jam 22.00 – 06.00 WIB

Adapun pengaturan kerja setiap group, yaitu masing-masing group bekerja selama tiga hari pada jam kerja yang berbeda-beda setiap group mendapat libur 2 hari setelah mereka bekerja selama tiga hari kerja yang berbeda dalam seminggu.

Tabel 4.6 Rencana Pengaturan Jadwal Kerja Group

Hari	Shift I	Shift II	Shift III	Libur
1	A	B	C	D
2	D	A	B	C
3	C	D	A	B
4	B	C	D	A
5	A	B	C	D
6	D	A	B	C
7	C	D	A	B
8	B	C	D	A



Gambar 4.4. Struktur Organisasi Pabrik Ammonium Sulfat

4.6.4.1 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

1. Penggolongan Jabatan

Tabel 4.7 Penggolongan jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
1.	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia
2.	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3.	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4.	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
5.	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Elektro
6.	Kepala Bagian R & D	Sarjana Teknik Kimia
7.	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi
8.	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
9.	Kepala Bagian Umum	Sarjana Hukum
10.	Kepala Seksi	Ahli Madya Teknik Kimia
11.	Operator	STM/SMU/Sederajat
12.	Sekretaris	Akademi Sekretaris
13.	Staff	Ahli Madya / D III
13.	Medis	Dokter
14.	Paramedis	Perawat
15.	Lain-lain	SD/SMP/Sederajat

2. Perincian Jumlah Karyawan

Tabel 4.8 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

NO	Jabatan	Jumlah
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Teknik dan Produksi	1
3.	Direktur Keuangan dan Umum	1
4.	Staff Ahli	2
5.	Sekretaris	3
6.	Kepala Bagian Umum	1
7.	Kepala Bagian Pemasaran	1
8.	Kepala Bagian Keuangan	1
9.	Kepala Bagian Teknik	1
10.	Kepala Bagian Produksi	1
11.	Kepala Bagian R & D	1
12.	Kepala Seksi Personalia	1
13.	Kepala Seksi Humas	1
14.	Kepala Seksi Keamanan	1
15.	Kepala Seksi Pembelian	1
16.	Kepala Seksi Pemasaran	1
17.	Kepala Seksi Administrasi	1
18.	Kepala Seksi Kas/Anggaran	1
19.	Kepala Seksi Proses	1

20.	Kepala Seksi Pengendalian	1
21.	Kepala Seksi Laboratorium	1
22.	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
23.	Kepala Seksi Utilitas	1
24.	Kepala Seksi Pengembangan	1
25.	Kepala Seksi Penelitian	1
26.	Karyawan Personalia	4
27.	Karyawan Humas	3
28.	Karyawan Keamanan	9
29.	Karyawan Pembelian	4
30.	Karyawan Pemasaran	4
31.	Karyawan Administrasi	3
32.	Karyawan Kas/Anggaran	3
33.	Karyawan Proses	35
34.	Karyawan Pengendalian	4
35.	Karyawan Laboratorium	6
36.	Karyawan Pemeliharaan	4
37.	Karyawan Utilitas	10
38.	Karyawan KKK	3
39.	Karyawan Litbang	4
40.	Karyawan Pemadam Kebakaran	4
41.	Medis	1

42.	Paramedis	3
43.	Sopir	8
44.	Cleaning Service	10
Total		150

3. Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Penggolongan Gaji Berdasarkan Jabatan

Tabel 4.9 Perincian golongan dan gaji karyawan

Golongan	Jabatan	Gaji/Bulan
1	Direktur Utama	Rp. 15.000.000,00
2	Direktur	Rp. 13.000.000,00
3	Staff Ahli	Rp. 10.000.000,00
4	Kepala Bagian	Rp. 8.000.000,00

5	Kepala Seksi	Rp. 5.000.000,00
6	Sekretaris	Rp. 1.500.000,00
7	Dokter	Rp. 4.000.000,00
8	Paramedis	Rp. 1.500.000,00
9	Karyawan	Rp. 1.500.000,00
10	Satpam	Rp. 1.200.000,00
11	Sopir	Rp. 900.000,00
12	Cleaning service	Rp. 500.000,00

4.6.5. Kesejahteraan Karyawan

Pemberian upah yang akan dibayarkan kepada pekerja direncanakan diatur menurut tingkat pendidikan, status pekerja dan tingkat golongan. Upah minimum pekerja tidak kurang dari upah minimum kota yang diberlakukan oleh pemerintah (Upah Minimum Regional) dan pelaksanaanya sesuai ketentuan yang berlaku pada perusahaan. Tingginya golongan yang disandang seorang karyawan menentukan besarnya gaji pokok yang diterima oleh karyawan tersebut. Karyawan akan mendapatkan kenaikan golongan secara berkala menurut masa kerja, jenjang pendidikan dan prestasi kerja.

4.6.6. Fasilitas Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat merangsang kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jemu dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan

lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan.

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah :

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh Dokter dan Perawat.

b. Pakaian Kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman dalam bekerja.

c. Makan dan Minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Koperasi

Koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan kerohanian

Perusahaan membangun tempat ibadah (masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktivitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transport tiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak Cuti

1. Cuti tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

2. Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari Kerja.

3. Cuti hamil

Wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dengan kedua minimal 2 tahun.

4.6.7. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Pabrik Ammonium Sulfat ini mengambil kebijakan dalam aspek perencanaan, pelaksanaan pengawasan keselamatan peralatan, dan karyawan dibawah unit Inspeksi Proses dan Keselamatan Lingkungan. Manajemen perusahaan sangat mendukung dan ikut berpartisipasi dalam program pencegahan kerugian baik terhadap karyawan, harta benda perusahaan, terjaganya kegiatan operasi serta keamanan masyarakat sekitar yang diakibatkan oleh kerugian. Pelaksanaan tugas dalam kesehatan dan keselamatan kerja ini berlandaskan :

1. UU no.1 / 1970

Mengenai keselamatan kerja karyawan yang dikeluarkan oleh Departemen Tenaga Kerja.

2. UU no.2 / 1951

Mengenai ganti rugi akibat kecelakaan kerja yang dikeluarkan oleh Departemen Tenaga Kerja.

3. UU no.23 / 1997

Mengenai pengolahan Lingkungan hidup yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup.

4. UU no.27 / 1999

Mengenai ketentuan AMDAL yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup.

Kegiatan yang dilakukan dalam rangka kesehatan dan keselamatan kerja antara lain : mengawasi keselamatan jalannya operasi proses, bertanggung

jawab terhadap alat – alat keselamatan kerja, bertindak sebagai instruktur safety, membuat rencana kerja pencegahan kecelakaan, membuat prosedur darurat agar penanggulangan kebakaran dan kecelakaan proses berjalan dengan baik, mengawasi bahan buangan pabrik agar tidak berbahaya bagi manusia.

4.6.8. Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk proses bahan baku dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian. Dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

4.6.9. Perencanaan Produksi

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

a. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu :

1. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
2. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
3. Mencari daerah pemasaran lain.

b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Material (Bahan Baku)

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

2. Manusia (Tenaga Kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar ketrampilan meningkat.

3. Mesin (Peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

4.6.10. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dilaksanakan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai standar, dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana, serta waktu yang tepat sesuai dengan jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

a. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi, kerusakan alat. Penyimpanagn dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan..

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan faktor lain yang dapat menghambat proses produksi. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

c. Pengendalian waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin mencapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan baku untuk proses harus mencukupi. Oleh karena itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

4.7 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik Ammonium Sulfat ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode:

1. *Return On Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow rate Of Return*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Production Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total Pendapatan.

4.7.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses seallu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonoi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat seakrang adalah:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (\text{Aries \& Newton P.16, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

Ex = harga alat pada tahun X

Ey = harga alat pada tahun Y

Nx = nilai indeks tahun X

Ny = nilai indeks tahun Y

Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari Majalah "*Chemical Engineering*".

Table 4.10 Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun	X (Tahun)	Y (Index)
1954	1	324
1679	2	343
1982	3	355
1990	4	356
1993	5	359.2
1994	6	368.1
1995	7	381.1
1996	8	381.7
1997	9	386.5
1998	10	389.5
1999	11	390,6
2003	12	414.9145
2010	13	441.2390

Sumber : Peters Timmerhouse, 2002

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

$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^x$$

Dimana:

E_a = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

E_b = Harga alat dengan kapasitas dicari.

C_a = Kapasitas alat A.

C_b = Kapasitas alat B.

x = Eksponen.

Besarnya harga eksponen bermacam-macam, tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Peter & Timmerhause 2th edition, halaman 170

4.7.2. Dasar Perhitungan

a. Capital Investment

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk pengoperasiannya. *Capital Investment* terdiri atas :

1. Fixed Capital Investment

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya

2. Working Capital Investment

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

b. Manufacturing Cost

Manufacturing Cost terdiri dari *direct*, *indirect* dan *fixed* *Manufacturing Cost* yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

1. Direct Manufacturing Cost

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk

2. *Indirect Manufacturing Cost*

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik

3. *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed Manufacturing Cost adalah harga yang berkenaan dengan dengan *fixed capital* dan pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap dan tidak tergantung pada waktu dan tingkat produksi.

c. *General Expense*

General Expense atau pengeluaran umum yang meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

4.7.3. Analisa Kelayakan

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

Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

a. *Return on Investment (ROI)*

ROI adalah perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun berdasarkan atas kecepatan pengembalian modal tetapyang telah diinvestasikan.

$$ROI = \frac{Keuntungan}{FixedCapital} \times 100\%$$

b. *Pay Out Time (POT)*

POT adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum di dapatkan suatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperluakn untuk kembalinya capital investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{FixedCapitalInvestment}{(KeuntunganTahunan + Depresiasi)}$$

c. *Break Event Point (BEP)*

BEP adalah titik impas dimana harga penjualan sama dengan total cost (tidak mempunyai keuntungan)

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

Dalam hal ini :

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Ragulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variabel Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual sales Value* pada produksi maksimum

d. *Shut Down Point (SDP)*

SDP adalah persentase minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam satu tahun, sehingga dapat dipahami bahwa apabila pabrik tidak mampu mencapai persentase minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus di shut down.

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

e. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan *Discounted Cash Flow* merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun selama umur ekonomi. *Rate of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada pabrik selama umur pabrik.

Pabrik Ammonium Sulfat merupakan pabrik yang beresiko rendah dan layak untuk didirikan, ini didasarkan atas pertimbangan – pertimbangan sebagai berikut:

1. Kondisi operasi

- Temperatur : rendah (65 °C)
- Tekanan : kecil (1 atm)

2. Bahan

- Tidak berbahaya

- Tidak beracun
- Tidak mudah terbakar
- Tidak mudah meleleh

4.7.4. Hasil Perhitungan

a. Fixed Capital Investment / Modal Tetap.

Tabel 4.11 Fixed Capital Investment

No	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Delivered Equipment</i>	8,566,792.17	85.667.921.740
2	<i>Equipment Instalation</i>	1,482,129.54	14.821.295.339,61
3	<i>Piping</i>	4,416,442.09	44.164.420.942
4	<i>Instrumentation</i>	956,054.01	9.560.540.066.27
5	<i>Insulation</i>	327,027.98	3.270.279.795,15
6	<i>Electrical</i>	74,493.84	744.938.449,92
7	<i>Buildings</i>	1,040,000	10.400.000.000,00
8	<i>Land and Yard Improvement</i>	500,000	5.000.000.000,00
9	<i>Utilities</i>	1,148,237.67	1.142.376.724,40
	<i>Physical Plant Cost</i>	18,511,177.31	185.111.773.118,11
10	<i>Engineering and Construction</i>	3,702,235.46	37.022.354.623,62
	<i>Direct Plant Cost</i>	22,213,412.77	222.134.127.741.73
11	<i>Contractor's Fee</i>	1,110,670.64	11.106.706.387,09
12	<i>Contingency</i>	3,332,011.92	33.320.119.161,26
13	<i>Fixed Capital</i>	26,656,095.33	266.560.953.290,08

b. Working Capital Investment / Modal Kerja.

Tabel 4.12 Working Capital

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	-	141.820.141,67
2	<i>In Process Inventory</i>	-	116.981.098,80
3	<i>Product Inventory</i>	-	15.597.479.838,77
4	<i>Extended Credit</i>	-	30.171.973.130
5	<i>Available Cash</i>	-	15.597.479.840
	Working Capital		61.625.734.050,41

Total *Capital Investment* dalam rupiah

$$= FC + WC$$

$$= \text{Rp. } 266.560.953.290,08 + \text{Rp. } 61.625.734.050,41$$

$$= \text{Rp. } 328.186.687.340,49$$

Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

A. Manufacturing Cost

Tabel 4.13 Manufacturing Cost

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Raw Materials</i>	-	1.701.841.700
2	<i>Labor Cost</i>	-	42.560.000
3	<i>Supervision</i>	-	85.300.000
4	<i>Maintenance</i>	-	29.855.000
5	<i>Plant Supplies</i>	-	4.478.250
6	<i>Royalties and Patents</i>	-	18.103.183.878
7	<i>Utilities</i>	-	4.719.215.302
	Direct Manufacturing Cost	-	25.070.374.131

8	<i>Payroll and Overhead</i>	-	85.300.000
9	<i>Laboratory</i>	-	63.975.000
10	<i>Plant Overhead</i>	-	426.500.000
11	<i>Packaging ang Shipping</i>	-	36.206.367.757
	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	-	36.782.142.757
12	<i>Depresiasi</i>	-	53.312.190.658,08
13	<i>Properti Tax</i>	-	10.662.438.131,60
14	<i>Insurance</i>	-	5.331.219.0645,80
	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	-	69.305.847.855,42
	<i>Manufacturing cost</i>	-	187.169.758.077,18

B. General Expense

Tabel 4.14 General Expense

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Administration</i>	-	4.825.272.041
2	<i>Sales Expanse</i>	-	14.475.816.122
3	<i>Research</i>	-	4.825.272.041
4	<i>Finance</i>	-	35.899.955.437
	TOTAL	-	60.026.315.640

Total Biaya Produksi = TMC + GE

= Rp. 187.169.758.077,18 + Rp. 60.026.315.640

= Rp. 247.196.073.717,43

Keuntungan (Profit)

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

Harga penjualan produk

1. Ammonium Sulfat

Harga jual 1 tahun = Rp. 67.500.000.000

2. Ammonium Nitrat

Harga jual 1 tahun = Rp. 294.563.677.565

3. Jasa pengolahan gas / Jasa flue gas treatment

= Rp. 316.800.000.000

Total Penjualan Produk = Rp. 678.863.677.565

Total Biaya Produksi = Rp. 247.196.073.717,43

Pajak keuntungan sebesar 50%.

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp. 58.723.252.500,83

Keuntungan Setelah Pajak = Rp. 29.361.626.250

Analisa Kelayakan

1. Persent Return of Investment (ROI)

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{FCI} \times 100\%$$

• ROI sebelum Pajak = 11,01 %

• ROI setelah Pajak = 5,51 %

2. Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

• POT sebelum Pajak = 4,76 tahun

• POT setelah Pajak = 6,45 tahun

3. Break Even Point (BEP)

Fixed Manufacturing Cost (Fa) = Rp. 69.305.847.855,42

Variabel Cost (Va) = Rp. 60.730.608.637

Regulated Cost (Ra) = Rp. 117.292.575.237

Penjualan Produk (Sa) = Rp. 362.063.677.565

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

$$\text{BEP} = 47,66 \%$$

4. Shut Down Point (SDP)

$$\text{SDP} = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100 \%$$

$$\text{SDP} = 16,05 \%$$

5. Discounted Cash Flow (DCF)

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital (FC) = Rp. 286.005.722.106,69

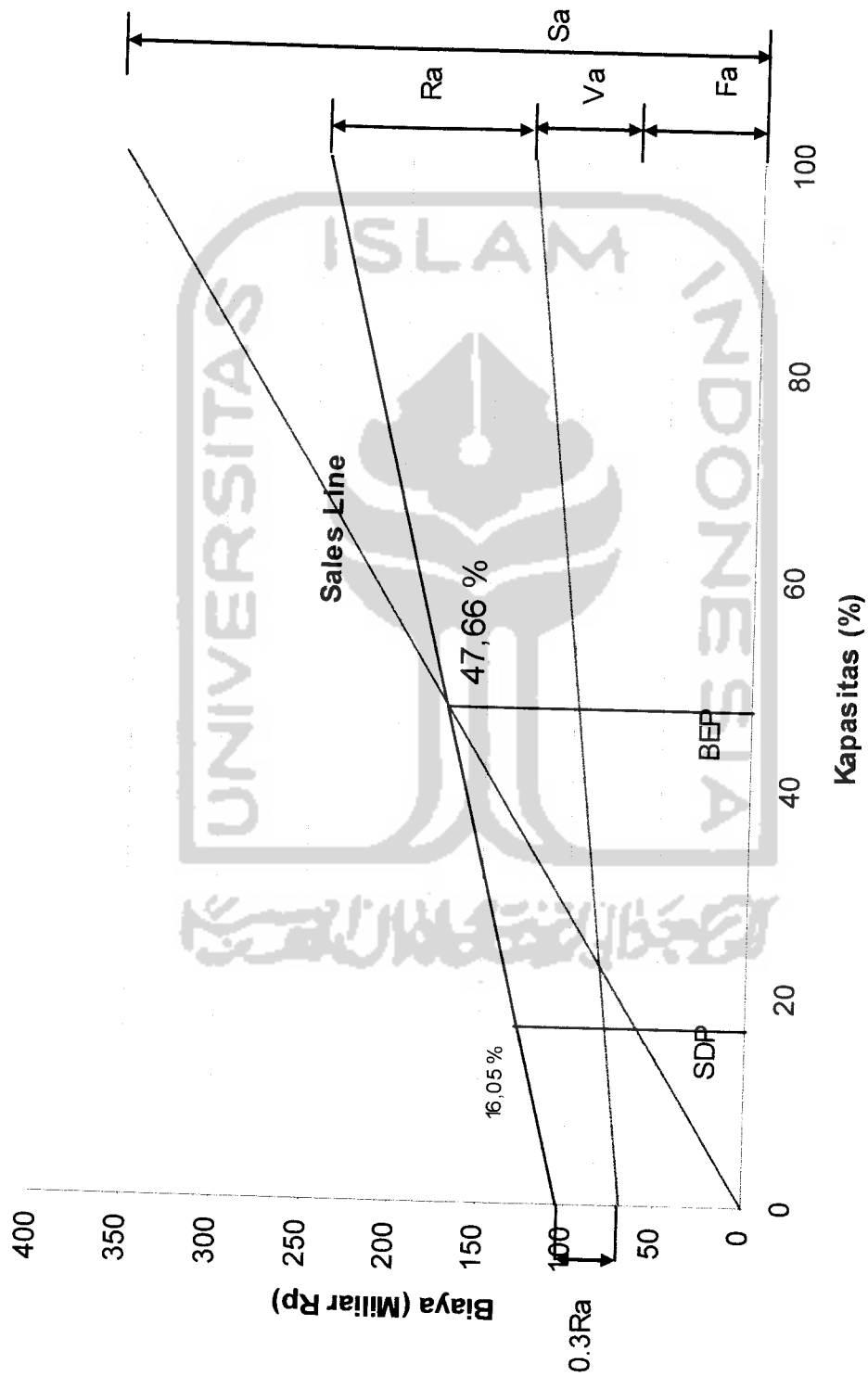
Working Capital (WC) = Rp. 61.625.734.050,41

Cash Flow (CF) = Rp. 198.844.483.895

Salvage Value (SV) = Rp. 53.312.190.658

DCF = 51,22 %

Bunga Bank rata-rata saat ini = 10 %



Gambar 4.5. Grafik BEP dan SDP

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pabrik Ammonium Sulfat dari Gas Buang PLTU dengan kapasitas 675 Ton/tahun digolongkan pabrik beresiko rendah, kondisi operasi yang digunakan pada kondisi lingkungan tetapi produk yang dihasilkan berupa padatan. Hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :

a. Keuntungan yang diperoleh :

Sebelum pajak Rp 58.723.252.500,83

Sesudah pajak Rp 29.361.626.250

Dengan asumsi pajak 50 % (Aries & Newton,1955)

b. Return of Investment (ROI) :

- Sebelum pajak sebesar 11,01 %

- Sesudah pajak sebesar 5,51 %

Syarat untuk industri kimia berisiko rendah, ROI minimum = 11 %

(Aries & Newton,1955).

c. Pay Out Time :

- Sebelum pajak sebesar 4,76 Tahun

- Sesudah pajak sebesar 6,45 Tahun

Syarat untuk industri kimia resiko rendah, POT maksimum = 5 tahun

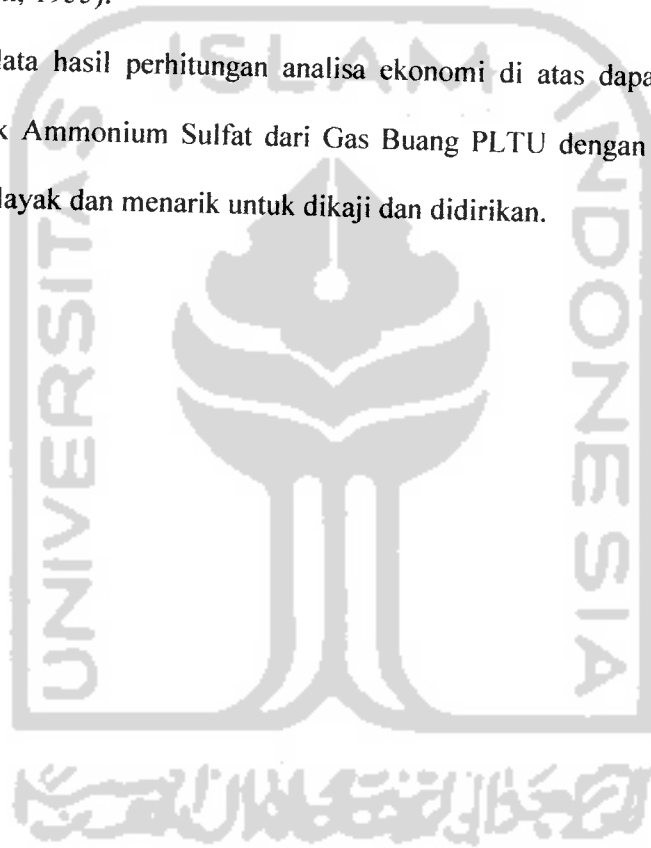
(Aries & Newton,1955).

- d. Break Event Point (BEP) pada 47,66 % dan Shut Down Point (SDP) adalah 16,05 %.

BEP untuk pabrik kimia umumnya sebesar 40 %- 60 % dan $SDP < BEP$.

- e. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 51,22 %. Suku bunga deposito di bank saat ini 10 %.DCFR minimum sebesar 1,5 x suku bunga bank. (Aries & Newton, 1955).

Dari data hasil perhitungan analisa ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa Pabrik Ammonium Sulfat dari Gas Buang PLTU dengan kapasitas 675 Ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji dan didirikan.



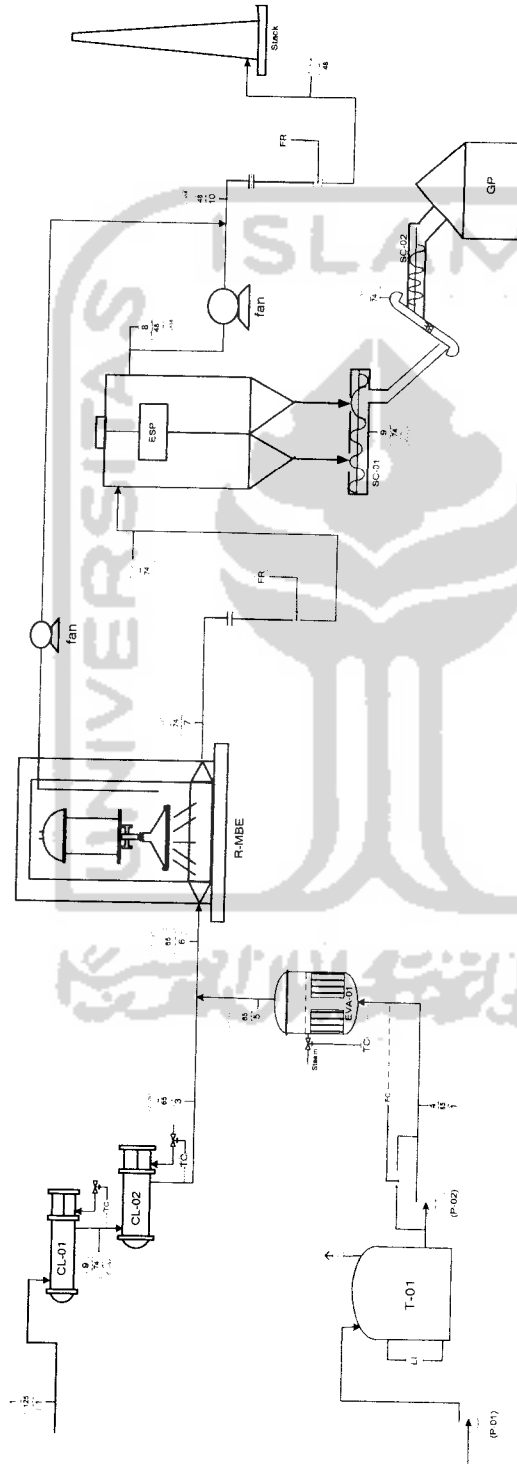
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aries, R. S. And Newton, R. D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- [2] Brown, G. G., et. al, 1978, "*Unit Operation*", Modern Asia Edition, John Willey and Sons, Tokyo.
- [3] Brownell, I. E. and Young, E. H., 1979, "*Process Equipment Design*", 1st e.d., Willey Eastern, Ltd, New Delhi.
- [4] Coulson, J. M. and Richardson, J. F., 1983, "*Chemical Engineering*", Vol. 6., Pergamon Press, Oxford.
- [5] Foust, A. S., 1980, "*Principles of Unit Operation*", 2nd, New York: John Willey and sons, Faith.
- [6] Holman, J. P., 1986, "*Heat Transfer*", 6th. ed., Mc Graw-Hill Book Company, London.
- [7] Kern, 1983, "*Process Heat Transfer*", Mc Graw-Hill International Book Company.
- [8] Kirk, R. E., & Othmer, D. F., 1978, "*Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*", Vol. 11, 23., John Willey and sons, New York.
- [9] Ludwig, E. E., 1954, "*Applied Process Design for Chemical and introchemical Plats*", Vol. 1, 2, 3., Gulf Publishing Company Houston, Texas.
- [10] Munawir, Z., Sanda, Sri D.M., & Karsono, 2005, " *Rancangan Sistem Pengolahan Gas Buang SO_x dan NO_x berbasis MBE* ", Laporan kegiatan

Flue Gas Treatment, Pusat Pengembangan Perangkat Nuklir, BATAN, Yogyakarta.

- [11] Perry, R. H., and Green, D., 1984, "*Perry's Engineering Handbook*", 6th ed., Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- [12] Peter, M. S., and Timmerhouse, K. D., 1980, "*Plant Design & Economical for Chemical Engineering*", 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- [13] Smith, J. M., and Van Ness, H. C., 1975, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic*", 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- [14] Sheve, R. N., 1956, "*The Chemical Process Industry*", Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- [15] Sudjatmoko, dkk., 1996, "*Perancangan Mesin Berkas Elektron 350 keV, 20 mA, Seminar Sehari Perancangan Mesin Berkas Elektron 500 keV/10 mA*", PPNY-BATAN, Yogyakarta.
- [16] Treybal, R. E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- [17] Ulrich, G. D., 1984, "*A Guide Chemical Engineering Process Design and Economics*", 4th ed., Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo.
- [18] Yongsan-Dong, Yuseong-gu, Daejeon, 2005, "*Proposal For Electron Beem Flue Gas Treatment System*", Korea.

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK AMMONIUM SULFAT DARI LIMBAH GAS BUANG PLTU KAPASITAS 675 TON/TAHUN



KOMPONEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O ₂	1334.3926	1334.3926	1334.4257	1334.4257	1334.4257	1334.4257	1334.4257	1334.4257	1334.4257	1334.4257
CO ₂	5248.3429	5248.3429	5248.1227	5248.1227	5248.1227	5248.1227	5248.1227	5248.1227	5248.1227	5248.1227
H ₂ O	1302.2385	1302.2385	1302.2385	1302.2385	1302.2385	1302.2385	1302.2385	1302.2385	1302.2385	1302.2385
N ₂	19016.8118	19016.8118	19016.7833	19016.7833	19016.7833	19016.7833	19016.7833	19016.7833	19016.7833	19016.7833
SO ₂	42.26	42.26	42.26	42.26	42.26	42.26	42.26	42.26	42.26	42.26
NO _x	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
NH ₃										
(NH ₄) ₂ SO ₄										
NH ₄ NO ₃										
NH ₄ OH										
Fly Ash										
TOTAL	26964.0458	26964.0458	26964.1097	26964.1097	26964.1097	26964.1097	26964.1097	26964.1097	26964.1097	26964.1097

Alat	Keterangan	Alat	Keterangan
CL	COOLER	CL	COOLER
VF	VENTILATION FAN	VF	VENTILATION FAN
SC	STACK	SC	STACK
BE	BUCKET CONVEYOR	BE	BUCKET CONVEYOR
TP	TEMPAT PENYIMPANAN	TP	TEMPAT PENYIMPANAN
P	POMPA	P	POMPA
ESP	ELECTRICAL STATIC	ESP	ELECTRICAL STATIC
R-MBE	RECIPIENTATOR	R-MBE	RECIPIENTATOR
PC	PRESSURE CONTROL	PC	PRESSURE CONTROL
FR	FLOW RECORDING	FR	FLOW RECORDING
EVA	EVAPORATOR	EVA	EVAPORATOR
FC	Flow Control	FC	Flow Control
I D F	I D F	I D F	I D F
T	TANGKI	T	TANGKI
GP	GUDANG PENYIMPANAN	GP	GUDANG PENYIMPANAN

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
JOGJAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK AMMONIUM SULFAT DARI LIMBAH GAS BUANG
PLTU KAPASITAS 675 TON/TAHUN

DIKERJAKAN OLEH :
IKA FITRIA WATI - 02521125
PUSPA RISMA SARIKA - 02521169

Dosen Pembimbing :
Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc
Ir. Muhadi Ayub W, M.Eng

ESP (Electrical Static Precipitator)

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 mikron

jenis : dry type, tangki silinder segi empat tegak bagian bawah kerucut dimensi

kondisi operasi : $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $P = -600\text{ mmhg}$

debit flue gas masuk = 27141.7422 kg/jam

untuk menghitung konstanta, nilai K didapat dari persamaan :

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

dimana : Σ = konstanta dielectrik untuk jarak relatif pada partikel bebas

k = nilai konstanta 1.5 - 2.4

maka : $\Sigma = 2$

$$K = 1.5$$

untuk menghitung gaya coulomb yang dialami spherical partikel

$$q = \pi * D_p^2 * \Sigma_o * E_{ch}$$

dimana : D_p = diameter ,m

Σ_o = jarak yang diizinkan $8.85\text{E-}12\text{ c/v/m}$

E_{ch} = kekuatan pengisian daerah,
v/m (max 10000)

dimensi : $L = 2\text{ m}$
 $P = 5\text{ m}$
 $t = 6\text{ m}$

diketahui :

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

$$F_g = 27141.7422\text{ kg/jam}$$

$$\rho_g = 1.3\text{ kg/m}^3$$

$$V = 20878.2632\text{ m}^3/\text{jam}$$

$$347.9711\text{ m}^3/\text{mnt}$$

$$D_p = 0.1\text{ mm}$$

$$100\text{ }\mu\text{m}$$

$$\eta = 99.5\%$$

$$W_e = 1 - 10\text{ m/min (table 5.1) semen data book}$$

$$= 10\text{ cm/s}$$

$$= 6\text{ m/min}$$

$$\mu = 0.0119\text{ kg/ms}$$

$$: q = 0.00278$$

untuk menghitung luas plate :

$$- \eta) = - A * W_e / Q$$

$$A = - Q \ln (1 - \eta) / W_e$$

$$A = 307.2768 \text{ m}^2$$

plate mempunyai 2 sisi pada setiap bagian maka jumlah plate keseluruhan

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

dimana : n = jumlah plate

A_p = 2 sisi plate area

$$A_p = (P * L) * 2 = 20 \text{ m}$$

$$n = A/A_p + 1 \rightarrow 16.3638 \text{ plate}$$

$$= 17 \text{ plate}$$

ghitung dimensi efisiensi fraksi :

$$C1/Co = 1 - \eta$$

$$C1/Co = 1 - 0.995$$

$$\text{jadi } C1/Co = 0.005$$

k menghitung jarak antar plate :

$$\ln (C1/Co) = - 2 W * H * L / U * H * D$$

$$D = - 2 * W * L / (U * \ln (C1 - Co))$$

$$D = 0.0302 \text{ m}$$

$$3.0198 \text{ cm}$$

hitung jumlah pintu masuk

$$Nd = Q / U * D * H$$

$$Nd = 12.8032 \text{ buah} = 13 \text{ buah}$$

ukuran ESP (electrical Static Precipitator)

$$H = 6 \text{ m}$$

dimana H = tinggi ESP

$$P = 5 \text{ m}$$

P = panjang ESP

$$L = 2 \text{ m}$$

L = lebar ESP

$$D = 0.0302 \text{ m}$$

D = jarak antar plate

$$n = 17 \text{ plate}$$

n = jumlah plate

tuhan listrik ESP

$$P = C * Q \quad \text{dimana : } P = \text{data yang diperlukan}$$

$$C = \text{corona power ratio (fig. 5.9 cooper)} = 70.6$$

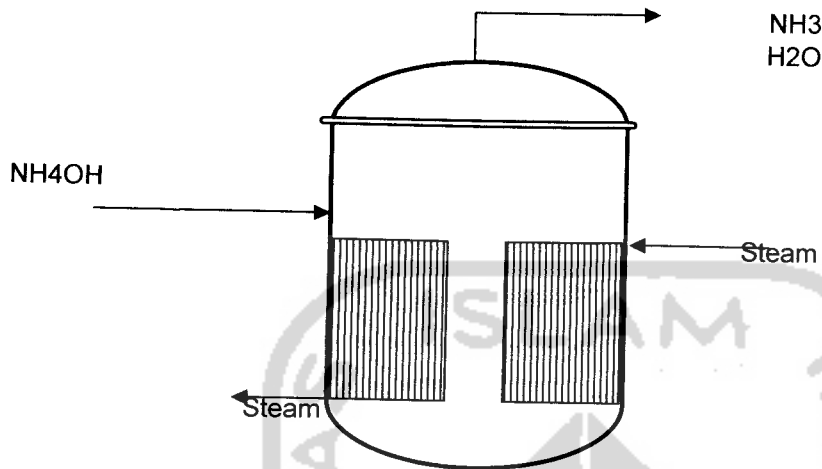
$$P = 24566.7564 \text{ W}$$

$$32.9446 \text{ Hp}$$

$$33 \text{ Hp}$$

EVAPORATOR

gsi : Menguapkan Larutan NH₄OH sebanyak 176.9592 Kg/jam sebelum diumpankan ke Reaktor
s : Short Tube Vertical Evaporator



T1 =	100 °C	=	212 °F
T2 =	65 °C	=	149 °F
t1 =	30 °C	=	86 °F
t2 =	85 °C	=	185 °F

posisi umpan

pan	Massa, Kg/jam	Kmol/jam	Fr. mol	Cp, Kj/kg. K	p camp (gr/cm ³)	μ camp (Cp)	k(W/(m.K)
	21.4879	1.2640	1.2766E-01	36.6932	1.1673E+00	1.1202E-02	1.8986E-02
	155.4713	8.6373	8.7234E-01	31.5075	1.3090E+00	1.0214E-02	2.1307E-02
	176.9592	9.9013	1	68.2007	2.4763E+00	2.1416E-02	4.0293E-02

a dingin :

m =	176.9592 kg/jam	=	390.1950 lb/jam
Cp =	68.2007 Kj/Kg.K	=	1.6289E+01 btu/(lb°F)
k =	4.0293E-02 W/(m.K)	=	2.3281E-02 btu/ft.jam.°F
ρ =	2.4763E+00 gr/cm ³	=	1.5459E+02 lb/cuft
μ =	0.0214 Cp		

$$Q_c = m C_p (T_2 - T_1)$$

$$Q_c = 6.2923E+05 \text{ btu/jam}$$

Steam yang dibutuhkan :

$$W_s = m_a$$

$$C_p = 30.7245 \text{ Kj/Kg.K} = 7.3382 \text{ btu/(lb°F)}$$

$$m_a = 970.3$$

$$m_a = \frac{Q_c}{(\lambda + C_p \cdot \Delta T)}$$

$$= 439.2229 \text{ lb/jam} = 199.2271 \text{ kg/jam}$$

$$t_{TD} = \frac{(T1 - t2) - (T2 - t1)}{\ln \frac{(T1 - t2)}{(T2 - t1)}} = 42.4880$$

$$S = \frac{t2 - t1}{T1 - t1} = 0.7857$$

$$R = \frac{T1 - T2}{t2 - t1} = 0.6364$$

$$F_t = 0.86$$

$$\Delta T = LMTD \cdot F_t = 36.5397$$

isi transfer panas :

k Steam - Water UD = 5 - 50 Btu/jam.ft².F

Dipilih UD = 5 Btu/jam.ft².F

(Tabel 8, P-840 Kern)

$$A = \frac{Q}{UD_{asumsi} \cdot \Delta T} = 3444.1165 \text{ ft}^2$$

you

'9 Kern)

(Tabel 10 Kern)

Side :

Tube Side :

DS = 39

Number = 1170

ffle = 50% IDS

Length = 15 ft

= 19.5

OD = 0.75 in

ID = 0.62 in

Pass = 1

BWG = 16

C' = P_T - OD

Pitch = 1 triangular pitch

= 0.25

a" T = 0.1963

Pass = 2

a" T = 0.302

nghitung jumlah tube :

$$N_T = \frac{A}{L \cdot a''_T} = 1169.6779 \text{ buah} \approx 1170 \text{ buah}$$

$$\text{rection} = N_T \cdot L \cdot a''_T = 3445.0650 \text{ ft}^2$$

$$\text{rection} = \frac{Q}{A_{\text{rection}} \cdot \Delta T} = 4.9986 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

encari besaran fisis

: Dingin : Umpan masuk

$$0.0214 \text{ cP} = 0.0518 \text{ lb/jam.ft}$$

$$0.0233 \text{ btu/ft.jam.}^\circ\text{F}$$

$$\frac{68.2007 \text{ KJ/kg} \cdot \text{K}}{1} = 16.2890 \text{ btu/lb.}^{\circ}\text{F}$$

la Panas : Steam

$$\begin{aligned} \frac{0.0094 \text{ cP}}{1} &= 0.0227 \text{ lb/jam.ft} \\ \frac{0.0197 \text{ W/(m.K)}}{1} &= 0.0114 \text{ btu/ft.jam.}^{\circ}\text{F} \\ \frac{31.7889 \text{ kj/kg K}}{1} &= 7.5925 \text{ btu/lb.}^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

hell side : fluida dingin

entukan flow area :

$$\begin{aligned} a_s &= \frac{IDS \cdot C' \cdot B}{144 \cdot P_T} \\ &= 1.3203 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

engitung mass velocity :

$$\begin{aligned} G_s &= \frac{W_c}{a_s} \\ &= 150.8939 \text{ lb/jam.ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_E &= 0.73 \text{ inch} \\ &= 0.06 \text{ ft} \end{aligned}$$

(fig.28 P-838 Kern)

entukan bilangan Reynold :

$$\begin{aligned} Re_s &= \frac{D_E \cdot G_s}{\mu} \\ &= 177.1132 \\ &= 10 \text{ BTU/(jam.ft}^2\text{,F)} \end{aligned}$$

(Kern fig.12.9 P.267)

ibe side : fluida panas

entukan flow area :

$$\begin{aligned} a_T &= \frac{N_T \cdot a'_T}{144 \cdot n} \\ &= 1.2269 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

enghitung mass velocity :

$$\begin{aligned} G_T &= \frac{W_H}{a_T} \\ &= 358.0014 \text{ lb/jam.ft}^2 \\ D_T &= 0.62 \text{ in} \\ &= 0.0517 \text{ ft} \end{aligned}$$

entukan bilangan Reynold :

$$\begin{aligned} Re_T &= \frac{ID_T \cdot G_T}{\mu} \\ &= 815.1162 \end{aligned}$$

$$JH = 27$$

(Kern,. Fig 28 P-838)

lenghitung tetapan panas individual :

$$h_i = jH \cdot \left(\frac{k}{D_E} \right) \left(\frac{Cp \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

$$= 12.5117 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

nana :

$$\Phi_s = \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14} = 1$$

$$h_{i0} = h_i \frac{ID}{OD}$$

$$= 10.3430 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$U_c = \frac{h_{i0} \cdot h_o}{h_{i0} + h_o}$$

$$= 5.0843$$

$$R_D = \frac{U_c - U_D}{U_c \cdot U_D}$$

$$= 0.0034$$

$$\Delta \text{ min} = 0.002$$

essure Drop

ell side : fluida dingin

$$\Delta P = \frac{12 L}{B}$$

$$= 9.2308$$

$$f = 0.004$$

$$\Delta P_s = \frac{f \cdot G_s^2 \cdot ID_s \cdot (N + 1)}{5,22 \cdot 10^{10} \cdot D_E \cdot sg \cdot \phi_s}$$

$$= 0.0000103 \text{ psi}$$

(fig.29, P-839Kern)

ube side : fluida panas

$$f = 0.04$$

$$\Delta P_t = \frac{f \cdot G_T^2 \cdot Ln}{5,22 \cdot 10^{10} \cdot D_E \cdot sg \cdot \phi_s}$$

$$= 4.8433\text{E-}05 \text{ psi}$$

$$P_R = \left(\frac{4n}{sg} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right) \left(\frac{62,5}{144} \right)$$

$$= 0.0080$$

$$\Delta P_R = \left(\frac{v^2}{2g} \right) \left(\frac{62,5}{144} \right) = 0.001$$

(fig.27, Kern)

essure drop total untuk tube side :

$$\Delta P_T = \Delta P_t + \Delta P_R$$

$$= 0.0080 \text{ psi}$$