

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL  
TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN  
PENGOLAHAN LIMBAH GAS BUANG PLTU  
KAPASITAS 20.000 m<sup>3</sup>/JAM**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Syahri

No.Mahasiswa : 02 521 061

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

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

Yogyakarta, 7 Mei 2007



( Muhammad Syahri )

## KATA PENGANTAR



**Assalamu'alaikum Wr, Wb.**

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nyalah tugas Pra Perancangan Pabrik Kimia ini dapat diselesaikan.

Tugas Pra Perancangan Pabrik Kimia ini merupakan salah satu tugas yang harus dilaksanakan oleh setiap mahasiswa di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, untuk menyelesaikan jenjang studi S1. Hal ini dimaksudkan agar mahasiswa mendapat gambaran dan pemahaman yang lebih nyata tentang penerapan ilmu-ilmu Teknik Kimia yang diperoleh di bangku kuliah.

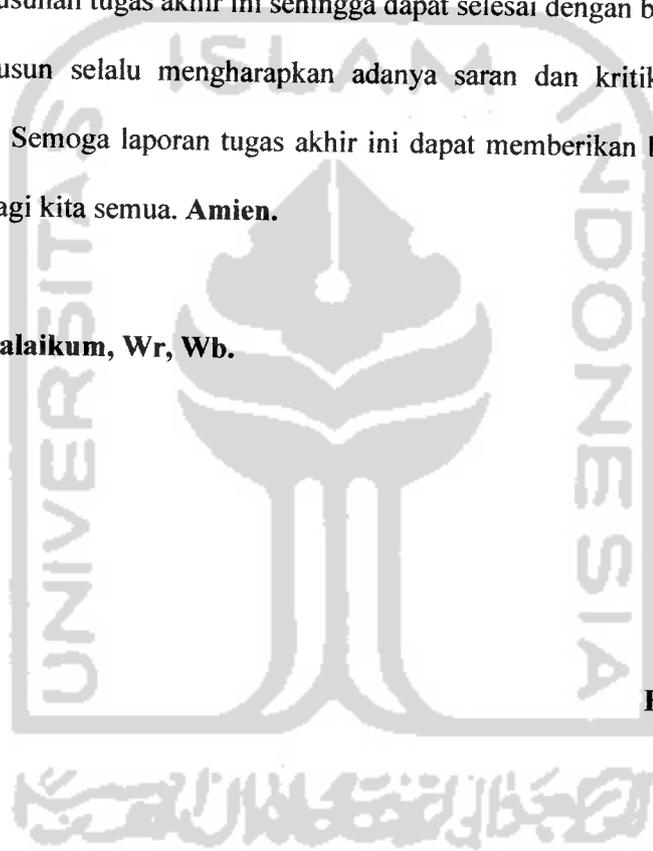
Dalam tugas Pra-rancangan Pabrik Kimia, penyusun mengambil judul **“Pra Rancangan pabrik Pengolahan Limbah Gas Buang PLTU Kapasitas 20.000 m<sup>3</sup>/jam”**. Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas segala Rahmat dan Hidayat-Nya.
2. Bapak Prayetno, Ir.,MT, selaku Dosen pembimbing I atas bimbingannya.
3. Bapak Djaka Hartaja, Ir.,MM, selaku Dosen pembimbing II atas bimbingannya
4. Bapak Fathul Wahid, ST, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

5. Ibu Dra. Kamariah Anwar, M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.
6. Kepada kedua Orang Tua kami tercinta atas doanya dan selalu mencurahkan kasih sayang dan bimbingannya serta dukungannya.
7. Rekan – rekan Teknik Kimia angkatan '02.
8. Seluh pihak yang telah banyak memberikan dorongan dan bantuan dalam penyusunan tugas akhir ini sehingga dapat selesai dengan baik.

Penyusun selalu mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat yang besar bagi kita semua. **Amien.**

**Wassalamu'alaikum, Wr, Wb.**



**Hormat Kami,**

**Penyusun**

## **MOTTO**

*Pandanglah segala sesuatu dari kaca mata orang lain  
apabila hal itu menyakitkan bagimu  
Sangat mungkin hal itu menyakitkan orang lain pula*

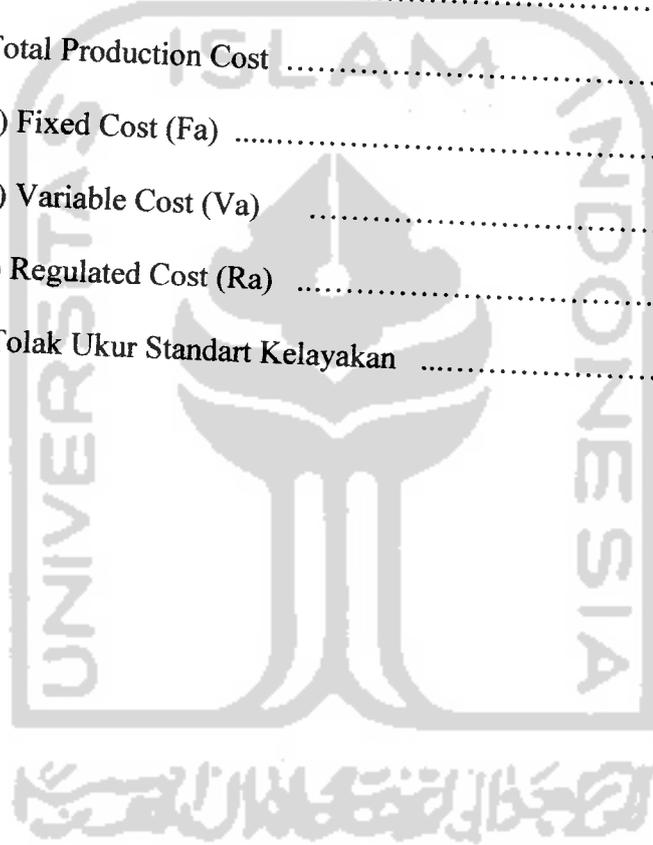
*Lebih baik salah melangkahi satu kali dari pada tidak  
pernah melangkahi karena takut salah*

*Ketika satu pintu kebahagiaan tertutup pintu yang lain  
dibukakan tetapi sering kali terpaksa terlalu lama pada  
pintu yang tertutup sehingga tidak melihat pintu lain yang  
dibukakan bagi kita*

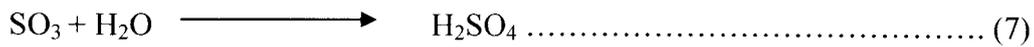
*Orang optimis memandang bahwa dalam bencana selalu ada  
kesempatan tapi orang yang pesimis memandang bahwa  
dalam kesempatan selalu ada bencana*

4.5.3	Tugas dan Wewenang .....	101
4.5.4	Ketenagakerjaan .....	110
4.5.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	113
4.5.6	Perincian Jumlah Karyawan.....	114
4.5.7	Sistem Gaji Pegawai. ....	116
4.5.8	Kesejahteraan Karyawan.....	118
4.5.9	Fasilitas Karyawan.....	118
4.5.10	Manajemen Produksi.....	120
4.5.11	Perencanaan Produksi.....	121
4.5.12	Pengendalian Produksi.....	123
4.6	Evaluasi Ekonomi .....	124
4.6.1	Penaksiran Harga Peralatan .....	124
4.6.2	Dasar Perhitungan.....	127
4.6.3	Analisis Kelayakan.....	128
4.6.4	Hasil Perhitungan... ..	130
<b>BAB V. PENUTUP</b> .....		138
5.1	Kesimpulan .....	138
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		139
<b>LAMPIRAN</b>		

Tabel 4.6.1. Perkembangan Indeks Harga.....	124
Tabel 4.6.4.1. Fixed Capital Investment .....	130
Tabel 4.6.4.2. Working Capital Investment .....	131
Tabel 4.6.4.3. Total Capital Investment .....	131
Tabel 4.6.4.4. Manufacturing Cost .....	131
Tabel 4.6.4.5. General Expense .....	132
Tabel 4.6.4.6. Total Production Cost .....	132
Tabel 4.6.4.9.(a) Fixed Cost (Fa) .....	134
Tabel 4.6.4.9.(b) Variable Cost (Va) .....	134
Tabel 4.6.4.9.(c) Regulated Cost (Ra) .....	134
Tabel 4.6.4.11. Tolak Ukur Standart Kelayakan .....	136



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<sub>2</sub>S diproduksi oleh pembusukan bahan organik, letusan gunung berapi, dan sedikit akibat industri. Jumlah SO<sub>2</sub> karena oksidasi H<sub>2</sub>S adalah 80 % dan sisanya adalah 20 % SO<sub>2</sub>. 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 satu pengguna sumber bahan bakar yang masih mengandung kandungan sulfur yang ada pada batu bara, aneka macam gas, bensin dan solar. Sumber-sumber SO<sub>2</sub> diperkirakan memberikan kontribusi sepertiga dari seluruh SO<sub>2</sub> yang ada dalam atmosfer dalam 1 tahun. (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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> yang dinyatakan dalam bpj (bagian per juta) atau ppm (*part per million*), berikut ini adalah penjelasannya :

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

aerosol Sulfat

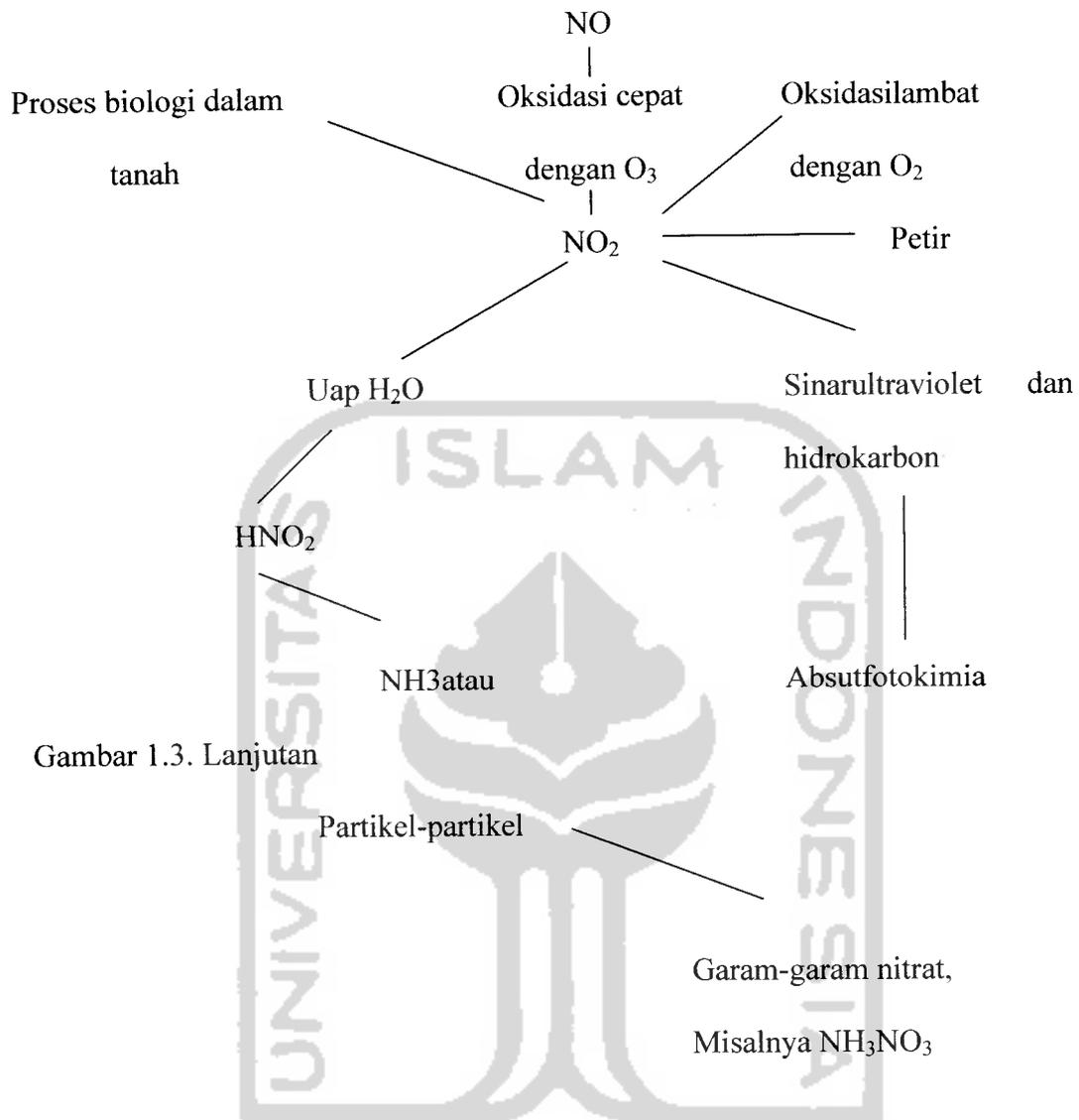
### Gambar 1.1 Perjalanan Sulfur Dioksida di Udara (Sastrawijaya, 2000)

Khusus untuk Indonesia, penyumbang terbesar SO<sub>2</sub> 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 PLTB (Pembangkit listrik Tenaga Uap) yang banyak dioperasikan sebagai sumber energi listrik di Indonesia, tentunya operasi PLTD dan PLTU seperti ini akan menyumbangkan kontribusi SO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> jika bereaksi dengan kabut yang berisi uap air akan membentuk asam sulfat, selain sangat berbahaya bagi kesehatan, juga merusak struktur logam dan bangunan. SO<sub>2</sub> juga dapat tereduksi menjadi SO<sub>3</sub><sup>-</sup> yang mempunyai sifat iritan yang lebih kuat dari SO<sub>2</sub>. selanjutnya, baik SO<sub>3</sub><sup>-</sup> maupun SO<sub>2</sub> dapat bereaksi pula dengan air

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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>. 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, ditenggarai menjadi penyebab menurunnya daya tahan hewan terhadap berbagai serangan penyakit. Selain itu, nilai ekonomis hewan menjadi terpankas. 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<sub>2</sub>. gedung gedung sejarah, patung patung seni, genting, batubab sekeras granit, dan bangunan atau struktur yang terbuat dari logam dapat cepat rusak karena SO<sub>2</sub> dapat dengan mudah menjadi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atau H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> yang sifatnya sangat korosif. Dahulu ketika cat tembok masih mengandung PbO, maka SO<sub>2</sub> dapat bereaksi menjadi PbS yang berwarna hitam. Ini membuat tembok menjadi cepat kotor meningkatkan biaya perawatan. Untuk bahan bahan yang terbuat dari karet seperti ban mobil bila



Gambar 1.3. Lanjutan

### Gambar 1.3. Perjalanan nitrogen di udara (Sastrawijaya, 2000)

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 NO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> 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.

memasuki gudang makanan ternak (*silo*) dan terjadi akumulasi gas NO<sub>2</sub>, oleh karena penyakit paru-paru ini dikenal sebagai *silo filter's disease*. Kemampuan indra penciuman manusia dalam mendeteksi NO<sub>x</sub> 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<sub>x</sub>), jenis NO<sub>2</sub> adalah yang paling berbahaya. Karena itulah, NO<sub>2</sub> banyak menjadi fokus dalam penelitian. Penelitian aktifitas mortalitas antara NO dan NO<sub>2</sub> menunjukkan bahwa NO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> yang dihasilkan dari proses pembakaran biasa.

NO<sub>2</sub> akan merusak barang-barang logam, dalam hal ini mempunyai sifat yang sama seperti SO<sub>2</sub>. Oksidasi ini akan menimbulkan karat pada logam. NO<sub>2</sub> juga dapat mengabsorpsi sinar ultraviolet (UV) dari matahari. Molekul NO<sub>2</sub> yang berenergi ini akan bereaksi secara beruntun dengan hidrokarbon yang berada di udara. NO<sub>2</sub> juga dapat berperan dalam pembentukan PAN (*Poroxy Acetyl Nitrates*) ataupun *photochemical smog*, dengan bantuan hidrokarbon (HC) dan sinar matahari yang ditunjukkan dalam persamaan reaksi sebagai berikut :



*Photochemical smog* (kabut fotokimia) ini mempunyai sifat oksidator.  
*Photochemical smog* (kabut fotokimia) ini mempunyai sifat oksidator.  
*Photochemical smog* terbentuk di atmosfer dan tidak mempunyai efek langsung



*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 NO<sub>2</sub> 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*). Sebagai contoh mesin dengan kapasitas 1000 cc dapat meningkatkan tenaganya dan percepatannya lebih dari dua kali lipat bila mengadopsi teknologi NOS. prinsip kerjanya adalah membuat pembakaran bensin menjadi sangat cepat dan uap bahan bakar (campuran antara udara dan bensin) menjadi sangat ringan. Jadi dalam penjelasan diatas telah diketahui bahwa tidak selamanya senyawa nitrogen merugikan bagi kehidupan manusia.

## 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. Amonium Sulfida

Rumus molekul	: (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
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
Kenampakan	: kristal/butiran

##### 2.1.2. Amonium Nitrat

Rumus molekul	: NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
Berat Molekul	: 80,04 Kg/Kmol
Titik didih	: 210 °C
Titik lebur	: 169.5 °C
Specific gravity	: 0.817

---

Titik didih	: 373.15 °K
Titik lebur	: 273.15 °K
Suhu kritis	: 647.13 °K
Viskositas	: 131,3498 (Cp)
Kapasitas panas	: 37.6082 j/molK

#### 2.2.4. Nitrogen

Rumus molekul	: N <sub>2</sub>
Berat Molekul	: 28,013 g/mol
Titik didih	: 77,35 °K
Titik lebur	: 63,15 °K
Suhu kritis	: 126,10 °K
Viskositas	: 231,6167 (Cp)
Kapasitas panas	: 29,2640 j/molK

#### 2.2.5. Sulfur Dioksida

Rumus molekul	: SO <sub>2</sub>
Berat Molekul	: 64.065 g/mol
Titik didih	: 263.13 °K
Titik lebur	: 200.00 °K
Suhu kritis	: 430.75 °K
Viskositas	: 171,9834 (Cp)
Kapasitas panas	: 43.7018 j/molK

#### 2.2.6. Nitrogen Oksida

Rumus molekul	: NO
---------------	------

---

---

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. Pengendalian Kualitas**

#### **2.3.1. 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 Suralaya yang akan digunakan sebagai bahan baku sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

#### **2.3.2. Pengendalian Kualitas Produk**

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.

motor penggerak 600 watt, lengan ayun yang berbentuk U dengan ukuran 4 cm x 4 cm x 4 cm, dan penyedot berkas dengan panjang 120 cm, lebar 10 cm, tinggi 3 cm dan tebal bahan 3 mm. didalam reaktor MBE dengan suhu 74 °C ditambahkan alat ventilation fan (VF) dengan daya 200 Hp, yang berfungsi membuang panas yang ada didalam reactor MBE yang kemudian akan dibuang melalui satek. Setelah keluar dari reaktor gas berubah menjadi debu yang berbentuk butiran-butiran kecil yang kemudian masuk kedalam *Electrical Static Precipitator* ( ESP ).

Didalam ESP menggunakan arus searah (DC) yang mempunyai tegangan cukup besar yaitu 46153,3643 Volt, alat pengendap berupa tabung silinder dimana dindingnya diberi muatan positif sedangkan ditengah ada kawat yang ditempatkan dipusat silinder, sejajar dinding tabung, diberi muatan negative. 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.