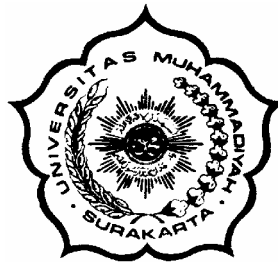


LAPORAN PRARANCANGAN PABRIK
PRARANCANGAN PABRIK ASAM SULFAT
DARI SULFUR DAN UDARA DENGAN PROSES KONTAK
KAPASITAS 300.000 TON / TAHUN



Laini Nur Insana
D 500 030 106

- 1. Rois Fatoni, S. T., MSc**
- 2. Akida Mulyaningtyas, S. T., MSc**

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2008



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri kimia di Indonesia cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya baik secara kuantitas maupun kualitasnya. Hal tersebut menyebabkan kebutuhan akan bahan baku maupun bahan penunjang akan meningkat pula.

Asam sulfat merupakan salah satu bahan penunjang yang sangat penting dan banyak dibutuhkan industri kimia, antara lain untuk industri pupuk (pembuatan super fosfat, ammonium sulfat), pengolahan minyak bumi, farmasi, kertas dan pulp. Mengingat arti pentingnya asam sulfat, maka kebutuhan negara dapat dijadikan tolok ukur kemajuan industri negara tersebut.

Dan dengan semakin berkembangnya industri kimia di Indonesia maka permintaan akan asam sulfat pada tahun-tahun mendatang juga akan bertambah. Oleh karena itu, pabrik asam sulfat perlu didirikan di Indonesia dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Dapat menghemat devisa negara, dengan adanya pabrik asam sulfat di dalam negeri maka impor dapat dikurangi dan jika berlebih bisa untuk diekspor.
2. Pendirian pabrik asam sulfat diharapkan akan mendorong berdirinya industri hilir yang menggunakan asam sulfat sebagai bahan baku dan bahan penunjang, sehingga akan mendorong perkembangan industri di Indonesia.
3. Pendirian pabrik ini akan membuka lapangan kerja baru, sehingga dapat mengurangi masalah pengangguran.



1.2. Penentuan Kapasitas Produksi

- Proyeksi kebutuhan asam sulfat di Indonesia dengan Data Biro Pusat Statistik (BPS), dimana market merespon positif dan bersifat kondisional sesuai politik.

Tabel 1.1. Data Ekspor Impor Asam Sulfat

No	Tahun	Jumlah Ekspor (kg)	Jumlah Impor (kg)
1	1995	37086	30470501
2	1996	7854	50709699
3	1997	202768	81569043
4	1998	762355	156496730
5	1999	25949758	53778508
6	2000	41158476	35432701
7	2001	417162	314580
8	2002	542471	435120
9	2003	1754819	985212
	Total	68535459	408771762

(BPS, 2002-2003)

- Ketersediaan bahan baku
Bahan baku pembuatan asam sulfat dapat diperoleh dari kawah pegunungan situbondo Jawa Timur.
- Kapasitaas
 1. Proses kotak Absorpsi Tunggal produknya lebih baik dibandingkan proses kamar timbal, baik dilihat dari sisi produk maupun emisi gas buang, dengan kata lain proses kimia yang ramah lingkungan.
 2. Bahan baku belerang berasal dari Jawa Timur yaitu pegunungan Ijen, Pabrik yang memproduksi asam sulfat di Indonesia masih dapat dihitung dengan jari, yaitu :



- a. PT. Liku Telaga di Gresik Jatim, kapasitas produk 325.000 ton/tahun.
- b. PT. Petrokimia Gresik Jatim, kapasitas produk 678.000 ton/tahun.
- c. PT. Aktif Indo Indah di Rungkut Surabaya, kapasitas produk 15.000 ton/tahun.
- d. PT. Budi Acid Jaya di Lampung Utara, kapasitas produk 60.000 ton/tahun.

1.3. Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan faktor yang mendukung dalam perkembangan pabrik selanjutnya. Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik asam sulfat dari bahan baku belerang ini adalah di Situbondo Jawa Timur. Hal ini berdasarkan beberapa faktor sebagai berikut :

1. Sumber Bahan Baku

Penyediaan bahan baku belerang didapatkan dari unit penambangan belerang di daerah kawah pegunungan Ijen daerah Jawa Timur.

2. Letak Pasar

Karena produk ini termasuk intermediet atau antara, maka lokasi pabrik harus terletak dengan lokasi yang memudahkan distribusi produk ke pasar, baik dalam negeri maupun luar negeri. Situbondo merupakan kawasan pantura (pantai utara), maka tak dapat kita pungkiri banyak pondok pesantren salaf atau tradisional banyak berkembang pesat disana, sehingga mengenai keamanan dapat terkendali. Letak pabrik di daerah timur dalam pulau Jawa sebetulnya banyak keuntungan terutama dalam segi penjualan atau distribusi produk ke luar negeri (ekspor), yakni ke negara Kanguru (Australia) maupun Negara luar lain.



3. Utilitas

Dalam hal penyediaan air, Situbondo dilewati Sungai Sampean yang berasal dari anak sungai Pace yang bermata air dari pegunungan Iyan dan pegunungan Ijen dan sungai Panggang yang berasal dari daerah Banyuwangi yang mempunyai debit air cukup besar dengan fluktuasi antara musim hujan dan musim kemarau relatif kecil. Sedangkan untuk penyediaan bahan bakar, bahan bakar dipasok dari Surabaya.

4. Situbondo merupakan ibukota kabupaten yang membawahi 15 ibukota kecamatan yang jauh dari keramaian kota telah dipersiapkan oleh pemerintah, sehingga faktor-faktor lain sehingga tenaga kerja, iklim, karakteristik tempat atau lingkungan, dampak sosial serta hukum telah diperhitungkan.

5. Situbondo merupakan kota kecil yang sedang berkembang sehingga mudah mendapatkan tenaga kerja yang murah dan Situbondo dekat dengan bengkel-bengkel besar yaitu Surabaya.

Dari kelima *point* diatas direncanakan pabrik asam sulfat dengan proses kontak Absorpsi Tunggal akan didirikan di daerah Panarukan Situbondo Jawa Timur, pabrik ini direncanakan menempati areal seluas 20.000 m².

1.4. Tinjauan Pustaka

Asam sulfat (H₂SO₄) merupakan cairan yang bersifat korosif, tidak berwarna, tidak berbau, sangat reaktif dan mampu melarutkan berbagai logam. Bahan kimia ini dapat larut dengan air dengan segala perbandingan, mempunyai titik leleh 10,34 °C dan titik didih pada 336,85 °C tergantung kepekatan serta pada temperature 300 °C atau lebih terdekomposisi menghasilkan sulfur trioksida.

Asam sulfat (H₂SO₄) dapat dibuat dari belerang (S), pyrite (FeS) dan juga beberapa sulfid logam (CuS, ZnS, NiS). Pada umumnya asam sulfat diproduksi dengan kadar 78%-100% serta bermacam-macam

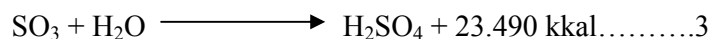


konsentrasi oleum. Secara garis besar tahapan proses kontak yang terjadi diuraikan sebagai berikut :

1. Pencairan belerang padat di *melt tank*
2. Pemurnian belerang cair dengan cara filtrasi
3. Pengeringan udara proses
4. Pembakaran belerang cair dengan udara kering untuk menghasilkan sulfur dioksida (SO_2)
5. Reaksi oksidasi lanjutan SO_2 menjadi SO_3 dikonverter dengan menggunakan katalis V_2O_5
6. Pendinginan gas
7. Penyerapan SO_3 dengan asam sulfat 93%-98,5%

Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

(Fairlie, 1951)



Reaksi 1. Terjadi dalam tangki pembakar, dimana belerang dikabutkan dan direaksikan dengan udara kering.

Reaksi 2. Terjadi dalam konverter/reaktor dengan katalis V_2O_5

Reaksi 3. Terjadi dalam menara penyerap, gas belerang trioksida diserap dengan asam sulfat (93%-98,5%)

Katalisator yang dapat digunakan untuk reaksi pembentukan belerang trioksida antara lain Pt, V_2O_5 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , Mn_2O_3 dan Mn_3O_4 . katalisator yang baik adalah Pt dan V_2O_5 , tapi yang paling banyak dipakai adalah Vanadium Pentoksida, karena :

- V_2O_5 lebih murah harganya
- Pt lebih sensitive terhadap racun
- V_2O_5 daya tahan terhadap suhu tinggi lebih baik
- Konversi relative lebih tinggi`

(Fairlie, Sherve, Kirk Othmer)



1.4.1. Macam-macam Proses Pembuatan asam Sulfat

Proses pembuatan asam sulfat ada 2, yaitu :

1. Proses Kamar Timbal (Pb)

Pada tahun 1746, Roebuck dari Birmingham Inggris, memperkenalkan proses kamar timbal. Proses yang menarik ini, namun sudah kuno.

Gas SO_2 dan NO dimasukkan ke menara Glover bersamaan dengan gas-gas dari menara Gay Lussac, gas yang keluar dari menara Glover dimasukkan ke dalam kamar timbal dan disemprotkan dengan air sehingga menghasilkan asam sulfat 60-67%. Hasil ini sebagian dikembalikan ke menara Glover yang akan menghasilkan asam 77%. Asam ini sebagian dimasukkan ke dalam menara Gay Lussac untuk menyerap gas-gas NO dan NO_2 (katalisator).

Gas yang terserap ini dimasukkan kembali ke menara Glover kamar timbal berbentuk silindris volumenya cukup luas. Permukaan dalamnya dilapisi timbal tipis dan disekat-sekat agar panas dapat ditransfer dengan baik, dinding bagian luar diberi sirip-sirip.

Sehingga di dalam menara ini terjadi pengembunan uap asam sulfat. Menara Gay Lussac berfungsi untuk memungut kembali katalisator gas NO dan NO_2 di kamar timbal dengan menggunakan asam sulfat 77%.

Penyerapan dilakukan pada suhu rendah antara 40-60°C. Menara Glover bertugas memekatkan hasil asam sulfat dari kamar timbal. Pemekatan panas ini perlu panas dan ini dapat diambil dari panas yang dibawa GHP (gas hasil pembakaran) belerang (400-600°C).

(Sherve, 1967)



2. Proses Kontak

Proses kontak pertama kali ditemukan pada tahun 1831 oleh Peregrine Philips, seorang negarawan Inggris, yang patennya mencakup aspek-aspek penting dari proses kontak yang modern, yaitu dengan melewati campuran sulfur dioksida dan udara melalui katalis, kemudian diikuti dengan absorpsi sulfur trioksida di dalam asam sulfat 98,5 – 99%.

Pada tahun 1889 diketahui bahwa proses kontak dapat ditingkatkan dengan menggunakan oksigen berlebihan di dalam campuran gas reaksi. Proses kontak sekarang telah banyak mengalami penyempurnaan dalam rinciannya dan dewasa ini telah menjadi suatu proses industri yang murah, kontinu dan dikendalikan otomatis.

Sampai tahun 1900, belum ada pabrik dengan proses kontak yang dibangun di Eropa, di mana terdapat kebutuhan terhadap oleum dan asam konsentrasi tinggi untuk digunakan pada sulfonasi, terutama pada industri zat warna. Dalam periode 1900 sampai 1925, banyak pabrik asam kontak ini telah dapat bersaing dengan proses kamar pada segala konsentrasi asam yang dihasilkan. Sejak pertengahan tahun 1920-an, kebanyakan fasilitas yang baru dibangun dengan menggunakan proses kontak dengan katalis hydrogen biasanya berupa zat padat, antara lain Pt, V_2O_5 dan Fe_2O_3 . Katalis ini berpori-pori sehingga cocok untuk pembuatan asam sulfat, karena memiliki bidang kontak yang besar. Udara yang digunakan untuk membakar belerang dibersihkan dahulu dengan asam sulfat dalam menara *absorber*, hasil pembakaran dibersihkan dalam *Waste Heat Boiler* kemudian dimasukkan ke dalam *konverter* bersama O_2 , gas hasil *konverter* atau reaktor dimasukkan ke dalam menara penyerap atau *absorber*. Penyerap yang digunakan adalah asam sulfat 98,5%.

(Sherve, 1967)



1.4.2. Seleksi Proses

Ada beberapa proses pembuatan asam sulfat antara lain dapat dilihat pada tabel 1.2. sebagai berikut :

Tabel 1.2 Perbandingan Proses Kontak dan Proses Kamar Timbal

Keterangan	Proses kontak	Proses kamar timbal
Konversi	98,5 – 99 %	77 – 79%
Biaya produksi	Rendah	Tinggi
Kualitas produk	Lebih pekat	Kurang pekat
Proses produksi	Satu kali proses dalam meningkatkan konsentrasi asam	Dua kali proses dalam meningkatkan konsentrasi asam
Katalis	Vanadium Pentoksida	NO dan NO ₂

Setelah dibandingkan antara proses kontak dengan proses kamar timbal, maka untuk perancangan pabrik asam sulfat ini dipilih Proses Kontak dengan pertimbangan :

- Konversi yang tinggi dan kualitas produk lebih pekat.
- Biaya produksi lebih murah.
- Umur katalis dapat mencapai 10 tahun dalam pemakaian normal.
- Proses produksi satu kali proses dalam meningkatkan konsentrasi asam.

1.4.3. Kegunaan Produk

Di bidang industri, asam sulfat merupakan produk kimia yang paling banyak dipakai, sehingga memperoleh julukan *the lifeblood of industry*. Asam sulfat penting sekali terutama dalam produksi:



<ul style="list-style-type: none">• Pupuk• Kilang minyak• Serabut buatan• Bahan kimia industri• Semikonduktor• Kertas dan pulp	<ul style="list-style-type: none">• Plastik• Farmasi• Baterai• Bahan ledak• Karet sintetis dan alami• Cat dan pigmen
---	---

(www.genchemcorp.com)

1.4.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

► Bahan Baku

a. Sulfur

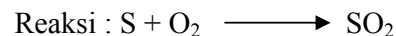
Tabel 1.3. Sifat-sifat fisika sulfur

Titik didih	444,67°C
Entalpi penguapan, j/g	278 (400°C)
Densitas pada 140°C	1,7865 g/ml (cair)
Viskositas pada 120°C	0,0017 Pa.s
Panas laten penguapan 200°C	308,6 J/g

(Sander, 1983)

Sifat-sifat kimia sulfur :

1. Dengan udara membentuk sulfur dioksida



2. Dengan asam klorida dan katalis Fe akan menghasilkan hidrogen sulfida.

b. Udara

Fase : gas

Komposisi : 20,9% O₂ ; 79,1% N₂

Kapasitas panas: 7,035 cal/gmol °C (32°C)

Berat molekul : 28,84 g/gmol

Berat jenis : 1,5.10⁻³ gr/cc (25°C)



c. Air Proses (H₂O)

Fase	: cair
Berat molekul	: 18 g/gmol
Berat jenis	: 1 gr/cc (25°C)
Kekentalan	: 1 cp (25°C)

d. Sulfur dioksida

Sifat-sifat fisika sulfur dioksida ditunjukkan pada tabel berikut ini

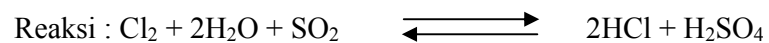
Tabel 1.4.Sifat fisika sulfur dioksida

Berat molekul	64,06 g/gmol
Titik leleh	(-) 75,5°C
Titik didih	(-) 10°C
Densitas standar	2,93 kg/m ³
Volume molar	21,9 L/mol
Panas spesifik pada 100°C	662 J/ (kg K)
Panas spesifik pada 300°C	754 J/ (kg K)
Panas spesifik pada 500°C	816 J/ (kg K)
Cp/cv (15°C)	1,29

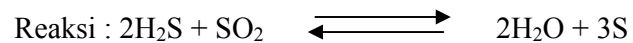
(Sander, 1983)

Sifat kimia sulfur dioksida :

1. Dengan klorin dan air membentuk asam klorida dan asam lainnya.



2. Dengan hidrogen sulfida membentuk air dan sulfur





e. Sulfur Trioksida

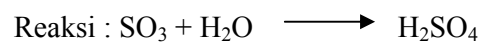
Tabel 1.5.Sifat Fisika Sulfur Trioksida

Berat molekul	80,06 g/gmol
Titik leleh	3,57°C
Titik didih	16,86°C
Densitas standar	44,8 kg/m ³
Panas penguapan pada titik didih	528 J/g

(Sander, 1983)

Sifat kimia sulfur trioksida :

1. Dengan air membentuk asam kuat



2. Dengan udara lembab sulfur trioksida membentuk uap putih tebal dengan bau yang menyengat.

► Produk

Asam Sulfat

Sifat – sifat asam sulfat ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 1.6.Sifat Fisika Asam Sulfat

Berat molekul	98,08 g/gmol
Titik leleh	10,34°C
Titik didih	336,85°C
Densitas standar 45°C	1,8 g/cc
Kadar	98,50 %
Warna	Tidak berwarna
Bentuk	Cair

(Sander, 1983)

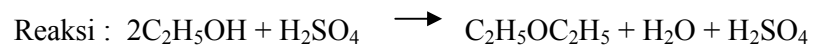


Sifat kimia asam sulfat :

1. Dengan basa membentuk garam dan air.



2. Dengan alkohol membentuk eter dan air.



1.4.5. Tinjauan Proses Secara Umum

Proses pembuatan asam sulfat dengan proses kontak pertama mereaksikan sulfur cair dengan udara sehingga terbentuk gas sulfur dioksida. Selanjutnya dilakukan reaksi pembentukan sulfur trioksida yang dilakukan pada reaktor *fixed bed multi bed* pada tekanan 1,5 atm suhu 425°C sampai 430°C. Kondisi operasi reaktor *adiabatik non isothermal*. Produk keluar reaktor diumpungkan pada absorber untuk menyerap gas sulfur trioksida, selajutnya diencerkan pada tangki pengencer untuk membentuk asam sulfat dengan penambahan air.