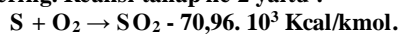


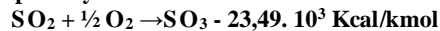
Pra Desain Pabrik Asam Sulfat dari Belerang Dengan Proses Double Kontak Double Absorber

Muhammad Luqman Hakim, Ferry Ida Nur Aini, Nuniek Hendrianie, Sri Rachmania Juliastuti
Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: nuniek@chem-eng.its.ac.id

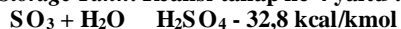
Abstrak—Bahan penunjang yang sangat penting dan banyak dibutuhkan industri kimia. Bahan baku untuk produksi asam sulfat didapat dari tambang belerang dari Gunung Ijen, Jawa Timur. Katalis untuk menunjang pembuatan asam sulfat adalah Vanadium Pentaoksida (V_2O_5). H_2SO_4 menggunakan proses *Double Kontak Double Absorb*. Pabrik direncanakan berkapasitas 247.777 ton/tahun, dimana pabrik akan beroperasi selama 24 jam sehari, 350 hari operasi. Proses pembuatan asam sulfat dengan proses *Double Contact Double Absorb* ada 4 tahap. Tahap pertama adalah persiapan bahan baku dimana sulfur granular di cairkan dalam *melter* berpengaduk menjadi sulfur cair. Tahap kedua adalah pembentukan gas SO_2 dimana sulfur cair dipompakan ke *sulfur burner* untuk dibakar dengan fuel gas dan udara kering. Reaksi tahap ke 2 yaitu :



Tahap ketiga yaitu proses kontak pertama untuk pembentukan gas SO_3 dimana gas SO_2 hasil pembakaran dikonversikan kedalam *converter* melalui 3 *bed* dengan bahan penunjang katalis vanadium pentaoksida, hasil konversi gas SO_3 sebesar 98,5%. Reaksi tahap ke 3 yaitu :



Tahap keempat yaitu Absorpsi gas SO_3 dan *Drying Air* dimana gas SO_3 hasil konversi diabsorb di absorber tower I menggunakan media pengabsorb kandungan air dalam H_2SO_4 98,5% menjadi produk H_2SO_4 , produk diparalel ke *Drying Tower* untuk pembuatan udara kering dengan mengontakkan udara bebas dengan H_2SO_4 kemudian kandungan air dalam udara bebas diserap, Gas SO_3 yang gagal terabsorb di absorber tower I diumpankan ke *converter bed* 4 kemudian diabsorb di absorber tower II, produk H_2SO_4 kemudian didinginkan dan disimpan di *Storage Tank*. Reaksi tahap ke 4 yaitu :



Kata Kunci—Asam Sulfat, Belerang, proses kontak

I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan negara berkembang dengan tingkat pertumbuhan industri yang tinggi. Perkembangan teknologi saat ini mengakibatkan semakin pesatnya perkembangan industri kimia di dunia termasuk juga di Indonesia. Perkembangan industri ini juga diiringi dengan peningkatan konsumsi masyarakat terhadap produk-produk industri. Produk-produk industri kimia saat ini telah menjadi kebutuhan hampir di semua bidang kehidupan sehari-hari. Pembudidayaan tumbuhan dan hewan memerlukan pupuk kimia, pakan (makanan hewan), insektisida, pestisida, herbisida dan desinfektan. Kementerian Perindustrian Indonesia saat ini berkomitmen untuk memberikan prioritas

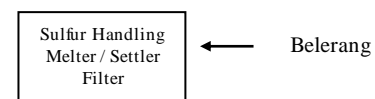
bagi pengembangan industri kimia dan logam melalui upaya strategis meningkatkan daya saing serta pertumbuhan industri dalam negeri. Asam sulfat merupakan salah satu bahan penunjang yang sangat penting dan banyak dibutuhkan industri kimia. Kegunaan utama (60% dari total produksi di seluruh dunia) asam sulfat adalah dalam produksi asam fosfat, yang digunakan untuk membuat pupuk fosfat, penyulingan minyak bumi, manufaktur bahan peledak, farmasi, deterjen, plastik, kertas dan pulp. Mengingat pentingnya asam sulfat, maka kebutuhan negara terhadap asam sulfat dapat dijadikan salah satu tolak ukur kemajuan industri negara tersebut. Bahan baku untuk produksi asam sulfat yaitu batuan belerang, diperoleh melalui pertambangan belerang yang terdapat di 2 pegunungan Jawa Timur yaitu, Welirang dan Ijen. Data Kementerian Energi dan SDM pada tahun 2010 menyebutkan bahwa kandungan belerang di masing-masing lokasi tersebut diperkirakan lebih dari 24.500 ton/tahun-nya yang berhasil ditambang oleh pekerja secara manual di area tersebut. Data statistik yang dihimpun oleh *Commodity Trade Statistics Database (CTSD)* dibawah naungan *United Nations Statistics division* pada interval tahun 2011-2015 menyebutkan bahwa total impor asam sulfat oleh negara Indonesia cukup tinggi dan memiliki margin yang sangat besar dibandingkan ekspor negara Indonesia ke luar negeri. Pada tahun 2015 kemenperin menyebutkan nilai impor asam sulfat sebesar USD 17.239.546 sedangkan nilai ekspor nya USD 96 saja. Oleh karena itu, peluang untuk memasuki pasar asam sulfat masih terbuka lebar.

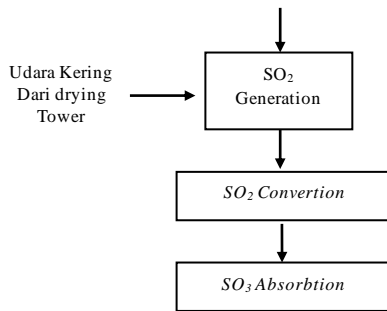
II. URAIAN PROSES

Proses pembuatan Asam Sulfat pada pabrik ini menggunakan proses hidrogenasi katalitik. Pembuatan Asam Sulfat dengan hidrogenasi katalitik ini terdiri dari beberapa unit proses yaitu :

1. *Preparation Unit (Sulphur Handling)*
2. *SO₂ Generation*
3. *SO₂ Conversion*
4. *SO₃ Absorbtion*

Proses tersebut terdiri dari tahap-tahap tersendiri dan memiliki unit operasi tersendiri sesuai dengan fungsi dari unit tersebut. Secara garis besar proses tersebut dapat digambarkan dengan flowchart berikut:





Gambar 1. Blok Diagram Skema Proses Pembuatan Asam Sulfat

A. Persiapan Bahan Baku

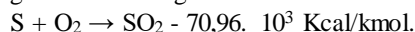
Jenis sulfur yang digunakan adalah sulfur dari pegunungan belerang di kawah ijen. Dari tempat ini sulfur diangkut dengan truk untuk dibawa ke pabrik dan ditampung ke *dump hopper*.

B. Tahap Sulfur Handling

Belerang masuk pada *crusher* untuk mengecilkan ukuran dan dimasukkan ke *melter* menggunakan *conveyor*. Sulfur dicairkan dengan pemanas *steam (steam coil)* yang dilengkapi dengan agitator. Waktu yang digunakan untuk mengendapkan kotoran yang terkandung dalam sulfur disettling pit adalah 48 jam sehingga hanya sulfur bersih yang masuk ke *dirty sulphur pumping pit*. Sulfur cair kemudian dipompakan ke *sulphur filter*. Untuk mencairkan sulfur di *melter* digunakan *steam* yang bertekanan 7 kg/cm² dan untuk menjaga keadaan sulfur tetap cair diperpipaian digunakan *steam jacket* dengan tekanan *steam* sebesar 4 kg/cm². Untuk menjaga sulfur tetap cair temperatur dijaga 135°C. Viskositas sulfur cair akan menurun dengan kenaikan temperatur, viskositas minimum dicapai pada temperatur 153°C. Pada temperatur di atas 153°C viskositas sulfur akan naik dengan cepat. Kondensat *steam* dari *jacket* dikumpulkan dan ditampung untuk digunakan lagi.

C. SO₂ Generation

Sulfur cair yang bersih dari *storage tank* dialirkan ke dalam *sulphur burner feed pit* yang dibangun di bawah tanah dan dilengkapi *steam coil* pemanas. *Pit* ini dilengkapi juga dengan pompa sulfur tipe vertikal, *burner feed pump* yang mana pompa ini memompa sulfur cair ke *sulphur furnace* dengan tekanan sekitar 10 kg/cm². Laju alir sulfur cair ke *furnace* dapat diatur dengan *control valve*. Sulfur cair yang masuk ke *sulphur furnace* di-spray-kan melalui *sulphur burner* dan direaksikan dengan udara kering dari *drying tower* menjadi gas SO₂ dengan reaksi sebagai berikut:

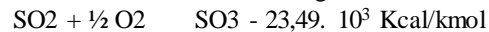


Pembakaran yang sempurna dimaksudkan untuk melindungi pemanasan setempat dari *refractory* dan penguapan sulfur serta pembentukan NO_x. Gas proses panas yang mengandung SO₂ dengan konsentrasi sekitar 10,5%-v didinginkan secara tepat di dalam WHB dan *steam superheater* yang mana *steam* yang diproduksi adalah

superheater steam. Temperatur gas *outlet furnace* sekitar 1042°C dan *outlet WHB* 593°C. WHB dilengkapi dengan *by pass* gas untuk menjaga temperatur gas *inlet converter*.

D. SO₂ Conversion

Converter terdiri dari empat *bed*. Tiga *bed* merupakan konverter tingkat pertama dan *bed* keempat merupakan konverter tingkat kedua. Setiap tingkat konversi masing-masing mempunyai absorber. Gas proses yang mengandung gas SO₂ dengan temperatur 430°C masuk ke *converter bed* dimana sekitar 60% dari gas SO₂ diubah menjadi SO₃ dengan katalis V₂O₅ dan reaksi sebagai berikut :



Gas *outlet bed* I yang mengandung SO₃ dengan temperatur 611°C masuk ke *heat exchanger* I yang mana panasnya diberikan kepada gas yang akan masuk ke *bed* IV. Gas dari *bed* I kemudian masuk ke *bed* II dengan temperatur 440°C untuk konversi selanjutnya.

Gas *outlet bed* II dengan temperatur 521°C masuk ke *heat exchanger* II dan selanjutnya keluar pada temperatur 430°C dan masuk ke *bed* III. Pada *heat exchanger* ini panas gas digunakan untuk memanaskan gas yang akan masuk ke *bed* IV.

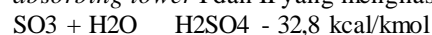
Gas *outlet bed* III banyak mengandung SO₃ dengan temperatur 451°C masuk ke *economizer* I untuk didinginkan hingga 220°C sebelum masuk *absorbing tower* I. Sekitar 94% dari gas SO₂ dikonversikan menjadi gas SO₃ di tiga *bed* pertama.

Setelah gas SO₃ diserap dengan H₂SO₄ di Absorber, sisa gas dengan temperatur 80°C melalui *demister* di bagian atas Absorber. Aliran gas tersebut kemudian dipisah secara paralel dan masing-masing masuk ke *heat exchanger* I dan II kemudian aliran gas digabung sebelum masuk *bed* IV.

Gas sebelum masuk *bed* IV dipanasi di *heat exchanger* I dan II. Temperatur gas naik menjadi 420°C. Konversi terakhir ini dari *double contact* terjadi di *bed* katalis IV. Gas *outlet bed* IV dengan temperatur 440°C masuk ke dalam *economizer* II untuk didinginkan hingga 190°C sebelum masuk *absorbing tower* II. Untuk mencegah kondensasi gas dari gas *outlet* T 1302, dipasang *tracing* pada *gas duct* antara dan.

E. SO₃ Absorption

Udara atmosfer dihisap dengan *air blower* melalui *drying tower*. Pada *drying tower* ini kandungan air dalam udara diserap H₂SO₄ dan menghasilkan udara kering. Asam sulfat 98,5 % disirkulasikan melalui *drying tower*. Udara kering dari *air blower* yang bertemperatur 109°C dimasukkan ke *sulphur furnace* sebagai udara pembakar untuk oksidasi sulfur. Gas yang mengandung SO₃ dari *bed* III dan *bed* terakhir dari konverter diserap oleh H₂SO₄ 98,5% yang disirkulasikan di *absorbing tower* I dan II yang menghasilkan asam sulfat.



Pengenceran H₂SO₄ selama penyerapan H₂O dari udara di dalam *drying tower* dan penambahan konsentrasi dari penyerapan SO₃ didalam *absorbing tower* I dicampur bersama-sama di dalam DT/1st AT *pump tank*. Apabila

konsentrasi H_2SO_4 di dalam *pump tank* ini masih lebih tinggi dari 98,5%, ditambahkan air (*dilution water*) yang tujuannya untuk menjaga konsentrasi tetap 98,5% H_2SO_4 .

III. NERACA MASSA

Berdasarkan hasil perhitungan neraca massa, dengan kapasitas produksi pabrik Asam sulfat sebesar 708 ton/hari, dengan Belerang yang dibutuhkan sebesar 12.111,75 kg/jam [3].

IV. ANALISA EKONOMI

Dari hasil perhitungan pada neraca ekonomi didapatkan *Total Cost Investment* pabrik ini sebesar Rp 694.549.276.343 dengan bunga 10% per tahun. Selain itu, diperoleh IRR sebesar 22,29% dan BEP sebesar 33,04% dimana pengembalian modalnya selama 5,55 tahun. Umur dari pabrik ini diperkirakan selama 10 tahun dengan masa periode pembangunannya selama 2 tahun di mana operasi pabrik ini 330 hari/tahun [4].

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan hasil analisa ekonomi didapatkan nilai IRR sebesar 22,29% yang lebih tinggi dari suku bunga bank yaitu 10% per tahun, dimana pengembalian modalnya selama 5,55 tahun maka Pabrik Asam sulfat dari Belerang dengan Proses Double kontak double absorber ini layak didirikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada keluarga Laboratorium Pengolahan Limbah Industri Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS yang telah memberikan dukungan dan saran terhadap penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cahyadi, W. 2008. *Analisis Dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta.: Bumi Aksara
- [2] Markakis, P., (1987), Editor Fennema. 1996 Dalam *Food Chemistry*, Marcel Dekker Inc, New York.
- [3] Himmelblau, David M. *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering*. 5th edition. Prentice Hall International Inc. : Singapore.(1989).
- [4] Peters, Max S. and Timmerhaus, Klaus D. *Plant Design and Economics For Chemical Engineerings*. 4th edition. McGraw Hill Book Co : Singapore.(1991)