



BAB II

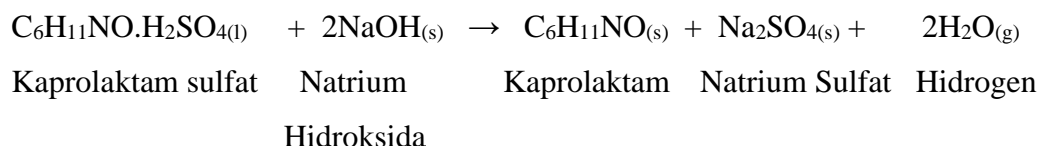
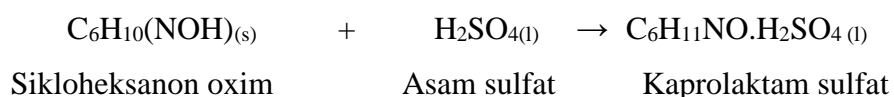
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-Macam Proses

Proses pembuatan kaprolaktam dapat dilakukan dengan berbagai metode proses dan bahan baku yang berbeda-beda. Jenis metode proses dan bahan baku yang digunakan akan mempengaruhi alat yang digunakan serta biaya produksi yang diperlukan. Metode proses pembuatan kaprolaktam diantaranya yaitu (1) Hidrosilamine Processed to Oxime (HPO) Process, dan (2) Societa Nazionale Industria Applicazioni-Viscosa (Snia-Viscosa) Process. Adapun uraian prosesnya adalah sebagai berikut:

II.1.1 Hidrosilamine Processed to Oxime (HPO) Process

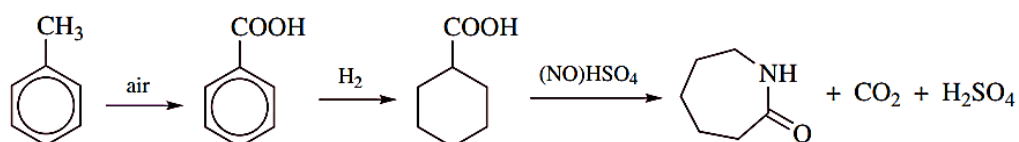
Dalam skala industri, kaprolaktam diproduksi dalam kondisi fase cair dengan menggunakan asam sulfat pekat. Dalam metode ini kaprolaktam disintesis dalam dua langkah. Pada tahap awal, sikloheksanon oxim akan direaksikan dengan asam sulfat dengan penyusunan Beckman untuk membentuk kaprolaktam sulfat. Pada tahap selanjutnya kaprolaktam sulfat akan direaksikan dengan natrium hidroksida dan berubah menjadi kaprolaktam dengan hasil samping berupa natrium sulfat. Natrium sulfat yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pupuk. Proses ini memiliki kelemahan tertentu, misalnya, diperlukan basa dalam jumlah besar untuk menetralkan produk. Selain itu, dalam sistem reaksi fasa cair ini beberapa kelemahan lain juga dipertimbangkan. (Mettu, 2009).



(Faith et al, 1975)

II.1.2 *Societa Nazionale Industria Applicazioni-Viscosa Process*

Dalam proses ini toluena diubah dalam fase cair menjadi asam benzoat dengan proses oksidasi udara katalitik toluena menghasilkan asam benzoat dengan hasil sekitar 90%. Reaksi ini merupakan reaksi irreversibel eksotermis. Asam benzoat dihidrogenasi dengan katalis paladium untuk membentuk asam sikloheksanokarboksilat (Fisher, W. B & Crescentini, 2000) pada 160-170 °C dan 1,0-1,7 MPa melalui katalis Pd/arang. NOHSO_4 (dibuat melalui oksidasi NH_3 dan perlakuan dengan H_2SO_4) kemudian ditambahkan ke asam karboksilat dalam sikloheksana (80 °C). Proses ini menghindari penataan ulang Beckmann yang umum terjadi pada proses sebelumnya (Mettu, 2009). Reaksi ini bersifat eksotermis irreversibel dan berlangsung pada fase cair-gas.



(Faith et al, 1975)

II.2 Pemilihan Proses

Dalam mendapatkan hasil yang terbaik maka perlu dilakukan seleksi dari beberapa proses yang ada dengan perbandingan aspek teknis, kondisi operasi dan aspek ekonomi dari masing-masing proses.

Tabel II. 1 Perbandingan Masing-Masing Proses Pembuatan Kaprolaktam

Parameter	HPO Process	Snia Process
A. Aspek Teknis		
Bahan Baku	Sikloheksanon oxim, asam sulfat, natrium hidroksida	Toluena
Fase	Cair-cair	Cair-gas
katalis	-	Paladium, arang NOHSO_4
Jumlah Peralatan	Sedikit	Banyak
B. Kondisi Operasi		



Temperatur Reaktor	110 °C	160-170 °C
Tekanan Reaktor	1 atm	1,0-1,7 MPa
C. Aspek Ekonomi		
Investasi	Sedikit	Banyak

Dari kedua proses tersebut, dapat dilihat bahwa HPO Process memiliki banyak kelebihan dibandingkan Snia-Viscosa Process. Sehingga dipilihlah proses HPO dengan pertimbangan:

1. Proses operasinya lebih sederhana, karena dilakukan pada temperatur rendah
2. Jumlah peralatan yang digunakan lebih sedikit
3. Biaya investasi yang dibutuhkan lebih murah karena total peralatan yang digunakan memiliki harga yang lebih rendah

II.3 Uraian Proses

Proses pembuatan kaprolaktam dengan metode HPO proses dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

1. Persiapan Bahan Baku
2. Proses Reaksi dalam Reaktor
3. Proses Netralisasi
4. Pemisahan Dan Pemurnian Produk

II.3.1 Persiapan Bahan Baku

Bahan baku utama, yaitu Sikloheksanon Oxim (SHO) dari Gudang (F-110) diangkut menggunakan Belt Conveyor (J-111) dan Bucket Elevator (J-112) menuju Silo (F-120) dan diumpankan ke Melter (E-130). Di dalam Melter (E-130), selanjutnya SHO akan dilelehkan pada suhu 110°C kemudian diumpankan menuju Reaktor (R-210). Dari Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (F-140), Asam Sulfat akan dialirkan menuju Heater (E-160) untuk dipanaskan sampai dengan suhu 110°C dan diumpankan ke Reaktor (R-210)



II.3.2 Proses Reaksi dalam Reaktor

Di dalam Reaktor (R-210), Reaktor beroperasi pada suhu 110°C dan tekanan 1 atm dengan konversi 99%. Reaksi yang berjalan dalam reactor merupakan reaksi eksotermis, sehingga Reaktor dipasang pendingin jenis koil. Setelah bereaksi, akan terbentuk Kaprolaktam Sulfat (CPS) yang kemudian diumpankan ke Netralizer (R-220). Bahan NaOH di dalam Tangki Penampung NaOH (F-130), dipompa ke dalam Tangki pelarut NaOH (D-170) yang kemudian dilarutkan dengan air hingga konsentrasi NaOH sebesar 60%. Hasil pelarut kemudian dinaikkan suhunya menjadi 110°C menggunakan Heater (E-180) dan dialirkan menuju Netralizer (R-220)

II.3.3. Proses Netralisasi

Proses netralisasi dilakukan di dalam Netralizer (R-220), proses ini dilakukan untuk menetralkan asam sulfat sisa dan kaprolaktam sulfat (CPS) dengan NaOH dari tangki (D-170). Dari neutralizer ini, akan dihasilkan kaprolktam, air, dan produksamping yaitu natrium sulfat (Na_2SO_4). Proses netralisasi dilakukan pada kondisi suhu 110°C dan tekanan 1 atm. Setelah melalui proses netralisasi, campuran akan didinginkan dengan Cooler (E-230) untuk diturunkan suhunya menjadi 60°C

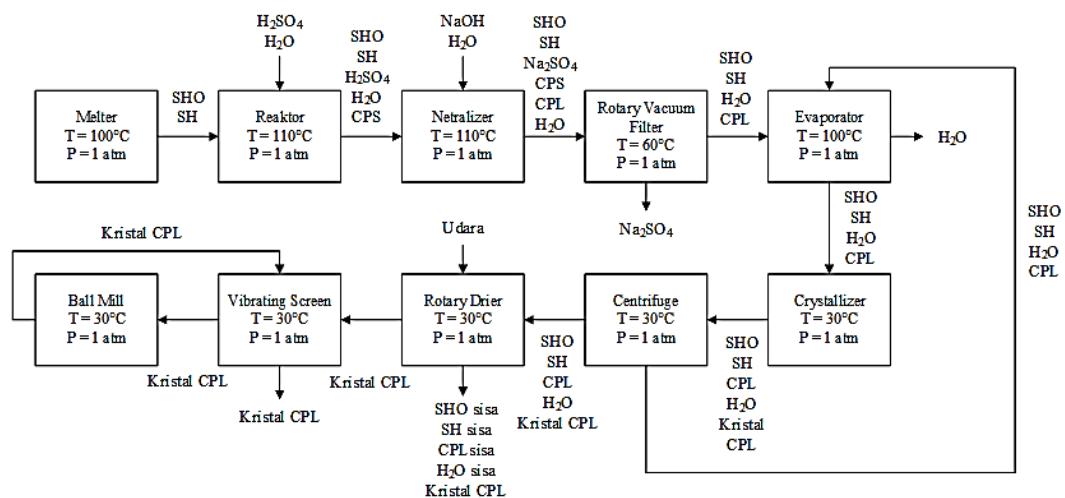
II.3.4 Pemisahan dan Pemurnian Produk

Setelah didinginkan, akan terbentuk kristal Na_2SO_4 pada campuran. Kristal Na_2SO_4 akan dipisahkan melalui Rotary Vacuum Filter (H-240) dan ditampung pada Tangki Penampung Cake 1 (F-250), sedangkan filtratnya akan diumpankan ke Evaporator (V-260) untuk diupkan airnya. Evaporator (V-260) beroperasi pada suhu 100°C tekanan 1 atm. Setelah itu, larutan akan dikristalkan dengan Crystallizer (S-310) melalui pendinginan hingga suhu 30°C. Slurry dari Crystallizer (S-310) akan masuk ke dalam Centrifuge (H-320) untuk dilakukan pemisahan antara kristal kaprolaktam dengan cairannya (Mother Liquor).

Di dalam Centrifuge (H-320), dengan memanfaatkan gaya sentrifugal

Slurry akan masuk ke dinding basket sedangkan Mother Liquornya (ML) akan mengalir keluar dinding. Kristal basah kemudian diangkut dengan Belt Conveyor (J-323) dan Bucket Elevator (J-324) menuju ke Rotary Drier (B-330) dengan memanfaatkan udara panas yang dialirkan melalui Blower (G-331). Setelah kristal menjadi kering, kristal akan diangkut dengan Belt Conveyor (J-332) dan Bucket Elevator (J-333) menuju ke Vibrating Screen (H-341) dengan ukuran screen sebesar 30 mesh, kristal dengan ukuran yang lebih besar akan dimasukkan ke dalam Ball Mill (C-340) untuk diperkecil ukurannya dan akan kembali dipisah dengan Vibrating Screen (H-341). Kristal yang lolos dari Vibrating Screen (H-341) akan dimasukkan ke dalam Silo kaprolaktam (F-340). Sedangkan Mother Liquor akan ditampung dikembalikan ke Evaporator (V-260).

II.4 Flowsheet Dasar



Gambar II. 1 Flowsheet Dasar Pra-Rancangan Pabrik Kaprolaktam