

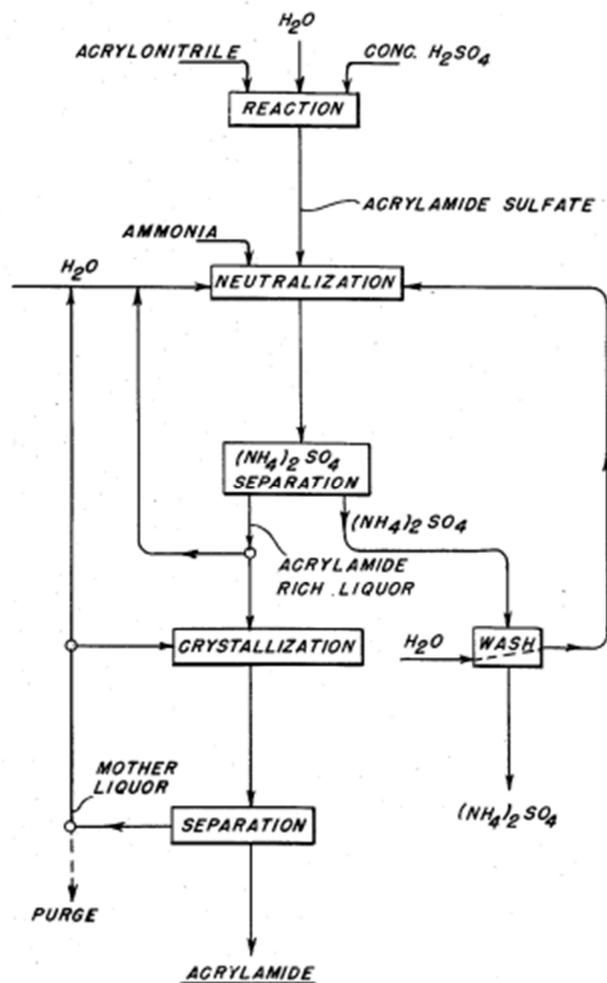
BAB II

URAIAN PEMILIHAN PROSES

2.1 Macam Proses

2.1.1 Produksi Akrilamida dengan Proses Hidrolisis Asam Sulfat

Berikut ini adalah diagram alir pembuatan akrilamida dengan proses hidrolisis asam sulfat:



Gambar 2.1 Pembuatan akrilamida dengan proses hidrolisis asam sulfat



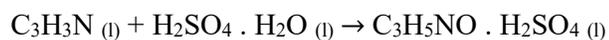
PRA RENCANA PABRIK AKRILAMIDA DARI AKRILONITRIL DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM SULFAT

Akronitril dan asam sulfat direaksikan dalam air untuk menghasilkan larutan akrilamida sulfat pada suhu 90 °C dengan waktu tinggal 1 jam (Kirk Othmer, 1998). Hidrolisis akrilonitril dengan asam sulfat menghasilkan yield 95% akrilamida (Tapp, 1952). Akrilamida sulfat yang dihasilkan di netralkan dengan menambahkan ammonia. Akrilonitril tidak larut dalam ammonia sehingga diperlukan dua reaktor. Endapan ammonium sulfat yang dihasilkan dipisahkan dan sisa larutan didinginkan untuk mengkristalkan akrilamida. Kristal akrilamida yang terbentuk dipisahkan, dicuci dan dikeringkan. Pada cara ini perlu mengatur kandungan air selama netralisasi agar menghasilkan larutan akrilamida jenuh. Cara ini memiliki kelemahan yaitu, jika dioperasikan secara kontinyu akan kesulitan dalam menangani *slurry* ammonium sulfat seperti pemompaan dan penyaringan menjadi sulit. Untuk menangani kesulitan penanganan *slurry*, diperlukan *recycle* air hasil cucian ke tahap netralisasi, sehingga konsistensi *slurry* mudah dikontrol dan dapat mempertahankan larutan akrilamida jenuh.

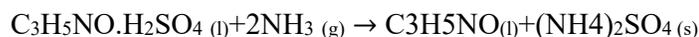
Pada tahap netralisasi, konsentrasi perlu dijaga pada pH 3,5-6,5 melalui penambahan simultan akrilamida sulfat dan ammonia. Pemisahan ammonium sulfat dan akrilamida terjadi pada suhu 40 °C, pada suhu ini kelarutan ammonium sulfat dalam akrilamida jenuh cukup rendah.

Cairan yang mengandung akrilamida dibagi menjadi 2 aliran, satu aliran untuk mengkristalkan akrilamida dengan cara mendinginkan pada suhu 15-20 °C. Kristal akrilamida yang dihasilkan kemudian dikeringkan. Konsentrasi padatan yang diinginkan pada tahap netralisasi yaitu 15-35 % padatan. Hal ini untuk mempermudah menentukan jumlah *recycle* cairan akrilamida dan hasil cucian (Heilig, 1994).

Adapun reaksi pembentukan akrilamida dengan proses hidrolisis asam sulfat adalah sebagai berikut:



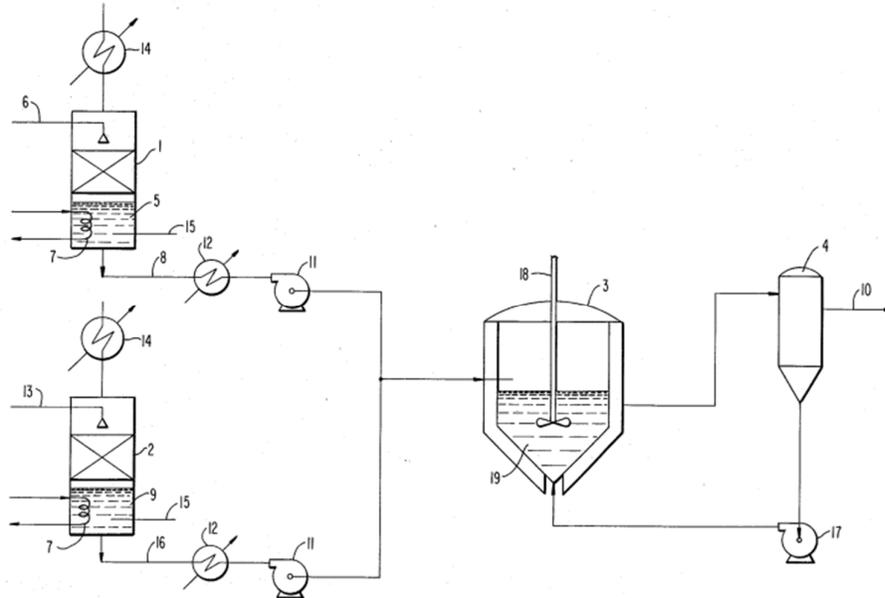
(akrilonitril) (asam sulfat) (akrilamida sulfat)



(akrilamida sulfat) (ammonia) (akrilamida) (ammonium sulfat)

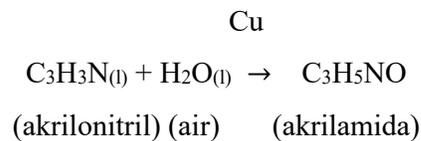
2.1.2 Produksi Akrilamida dengan proses hidrolisis katalitik

Berikut ini adalah diagram alir pembuatan akrilamida dengan proses hidrolisis katalitik:



Gambar 2.2 Pembuatan akrilamida dengan proses hidrolisis katalitik

Pengembangan metode pembuatan akrilamida dengan mereaksikan propilen nitril dan air dengan bantuan katalis, dimana katalis yang digunakan adalah katalis yang mengandung logam copper. Adapun uraian prosesnya adalah: Pertama copper nitrat ditambahkan kedalam air dengan jumlah 10 ppm berdasarkan kandungan Cu dialirkan dalam reaktor bersamaan dengan propilen nitril. Reaksi yang terjadi pada suhu 120°C, dengan rata-rata waktu tinggal 60 menit dan pada tekanan 4 kg/cm² (57 psi) serta digunakan katalis raney copper dengan reaksi pembentukan akrilamida:





PRA RENCANA PABRIK AKRILAMIDA DARI AKRILONITRIL DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM SULFAT

Pada reaktor dengan kondisi operasi seperti diatas didapatkan konversi sebesar 71,5% akrilamida tanpa produk samping lainnya. Larutan akrilamida kemudian pisahkan dengan katalis dalam bejana pemisah katalis. Produk bawah berupa katalis yang telah mengendap dipompakan kembali ke dalam reaktor untuk proses reaksi dan produk atas berupa larutan akrilamida (Yoshimura, 1976).

2.2 Seleksi Proses

Kajian kelayakan produksi akrilamida dilakukan dengan membandingkan dua proses produksi akrilamida, yaitu proses hidrolisis asam sulfat dan proses hidrolisis katalik. Perbandingan ini ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbandingan proses produksi akrilamida

Parameter	Hidrolisis asam sulfat	Hidrolisis katalitik
Bahan	Akronitril, asam sulfat dan penetral (ammonia)	Akronitril dan katalis
Suhu	90-100 °C	120 °C
Tekanan	14,7 psi	57 psi
Konversi	95%	71,5%
Proses	<ul style="list-style-type: none">○ Proses pemurnian produk lebih mudah○ Harga produk relatif tinggi○ Reaksi harus dikontrol pada suhu konstan dengan reaksi eksotermis	<ul style="list-style-type: none">○ Reaksi dapat dipercepat dengan meningkatkan suhu○ Perlu adanya regenerasi katalis dengan reaksi yang sangat eksotermis

(Kirk Othmer, 1998)

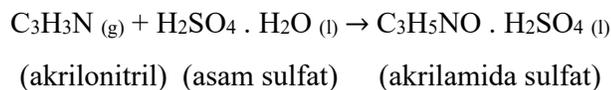
Berdasarkan dari data perbandingan pada Tabel 2.1, dipilih proses hidrolisis asam sulfat dengan pertimbangan suhu dan tekanan operasi lebih rendah serta konversi yang dihasilkan lebih tinggi.



2.3 Uraian Proses

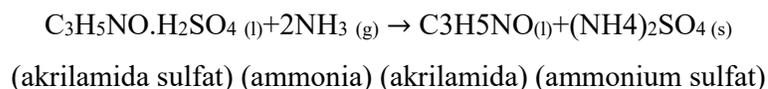
Bahan baku Akrilonitril dan asam sulfat monohidrat dilakukan pengecekan kosentrasi dan normalitas di dalam Laboratorium sebelum digunakan sebagai bahan baku pembuatan akrilamida. Akrilonitril 99,5% diperoleh dari Shandong Keijian Chemical Co, disimpan dalam tangki penyimpanan (F-110) pada suhu 30°C tekanan 1 atm dipanaskan menggunakan heater (E-112) hingga suhunya menjadi 90 °C kemudian di alirkan ke reaktor CSTR (R-210). Disamping itu, asam sulfat monohidrat 65% diperoleh dari Columbus chemical industri, Amerika serikat dari tangki penyimpanan (F-120) pada suhu 30°C tekanan 1 atm dipanaskan menggunakan heater (E-122) dan dialirkan menuju reaktor CSTR (R-210) dimana reaktor difungsikan untuk mereaksikan akrilonitril dan asam sulfat monohidrat sehingga terbentuk akrilamida sulfat, dengan reaksi eksotermis pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm dengan waktu tinggal dalam reaktor 1 jam. Konversi akrilonitril menjadi akrilamida sebesar 95%.

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor :



Akrilamida sulfat yang terbentuk kemudian diumpankan menuju tangki netralisasi (R-220) menggunakan penetral ammonia (99,5%) dari tangki penyimpanan (F-130) sehingga dihasilkan campuran akrilamida dan ammonium sulfat. Pada tangki netralisasi pH dijaga pada kisaran pH 3,5-6,5 dan beroperasi pada suhu 40°C dan tekanan 1 atm.

Reaksi yang terjadi di dalam tangki netralisasi :



Hasil yang keluar dari proses netralisasi berupa *slurry* yang mengandung campuran akrilamida dan ammonium sulfat kemudian dipisahkan di dalam filter press (H-230) dan di cuci menggunakan air proses untuk memisahkan padatan ammonium sulfat dan liquid akrilamida. Padatan atau cake ammonium sulfat yang



PRA RENCANA PABRIK AKRILAMIDA DARI AKRILONITRIL DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM SULFAT

terbentuk di transfer melalui screw conveyor (J-231) menuju ke tangki penyimpanan ammonium sulfat (F-410). Filtrat dari filter press dibagi menjadi 2 aliran, sebagian filtrat di *recycle* ke tangki netralisasi agar memudahkan pengontrolan *slurry* dalam pemompaan dan penyaringan. Adapun sebagian filtrat akrilamida yang terbentuk di pompa menuju evaporator (V-240) untuk memekatkan konsentrasi akrilamida. Evaporator bekerja pada tekanan 0,61 atm dengan suhu 80°C dan dilengkapi dengan barometric condenser (E-241) untuk mengkondensasi uap, steam jet ejector (G-242) untuk memvakumkan evaporator dan kondensat ditampung ke hot well (F-243). Larutan akrilamida pekat dari evaporator kemudian diumpukan ke kriztalizer (S-310) untuk mengkristalkan akrilamida. Produk yang keluar dari kriztalizer menuju ke Centrifuge (H-320) berupa kristal basah dan mother liquor. Mother liquor di *recycle* ke evaporator untuk dipekatkan lagi. Kristal akrilamida yang terbentuk di transfer melalui screw conveyor (J-311) menuju rotary dryer (B-320) untuk dikeringkan. Rotari dryer mendapatkan sumber panas dari udara panas. Pengeringan dilakukan pada suhu 80°C karena titik leleh akrilamida 84,5°C, sehingga pengeringan dilakukan dibawah suhu titik leleh akrilamida. Udara panas yang dihasilkan dihasilkan dari udara bebas yang ditangkap oleh blower (G-321) menuju molecular sieve tray (B-322) untuk mengurangi kelembaban pada udara. Kemudian dipanaskan mengguakan heater (E-323) hingga suhunya mencapai 80°C. Padatan yang terikut udara panas dipisahkan pada cyclone (H-324). Udara panas dibuang ke udara bebas, sedangkan untuk kristal akrilamida dari cyclone dan rotary dryer ditransfer ke Cooling conveyor (E-330). Pada cooling conveyor diberi air pendingin untuk menurunkan suhu menjadi 30°C. kristal akrilamida yang telah dingin diangkut dengan Bucket Elevator(J-341) menuju ke ball mill (C-340) untuk menyeragamkan ukurannya. Kristal akrilamida yang terbentuk ditampung ke tangki penyimpanan kristal akrilamida (F-420).