

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-Macam Proses

Terdapat beberapa proses yang dapat digunakan untuk memperoleh asam akrilat. Beberapa cara diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Ethylene Cyanohydrin Route

Menurut Kirk & Othmer (1965) proses *Ethylene Cyanohydrin Route* adalah proses hidrolisis antara etilen sianohidrin yang diperoleh dari hasil reaksi etilen oksida dan hidrogen sianida, dengan asam sulfat berlebih sebesar 85%. Hasil reaksi ini menghasilkan produk samping yaitu amonium sulfat. Kerugian proses ini adalah pada tahap pembentukan polimer hasil asam akrilat menjadi 60-70%.



Etilen Oksida	Hidrogen	<i>Ethylene Cyanohydrin</i>
	Sianida	

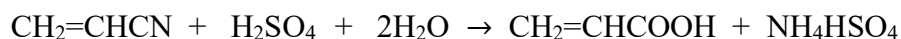


Ethylene Asam Sulfat Asam Akrilat Amonium Sulfat
Cyanohydrin

2. Acrylonitrile Route

Menurut Kirk & Othmer (1965) proses *Acrylonitrile Route* adalah proses hidrolisis antara *acrylonitrile* dengan asam sulfat dan air yang menghasilkan asam akrilat. Kerugian proses ini adalah biaya bahan baku yang digunakan mahal, hasil produk yang lebih sedikit dari bahan baku dan banyaknya limbah amonium sulfat.

Reaksi :



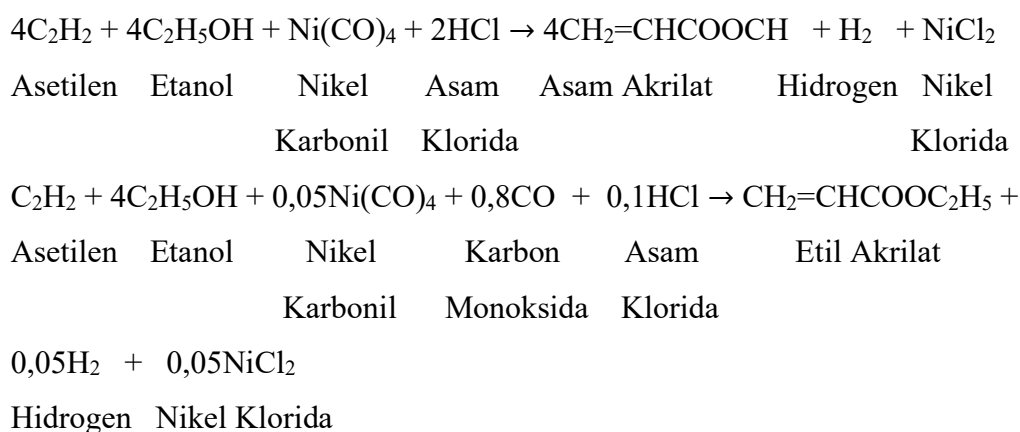
Acrylonitrile Asam Sulfat Air Asam Akrilat Amonium Sulfat



Hidrolisis asam sulfat dapat dilakukan secara batch atau kontinyu. *Acrylonitrile* diubah menjadi akrilamida sulfat dengan asam sulfat berlebih 85% pada suhu 80-100°C. Campuran reaksi dapat dihidrolisis dan larutan asam akrilat diperoleh kembali dengan ekstraksi dan dimurnikan seperti proses oksidasi propilena sebelum esterifikasi.

3. Acetylene-Based Routes

Menurut Kirk & Othmer (1965) proses *Acetylene-Based Routes* adalah proses yang mereaksikan antara nikel karbonil dengan asetilen dan alkohol untuk menghasilkan asam akrilat. Reaksi ini dijalankan dengan adanya alkohol berlebih 20% pada tekanan 1 atm dan suhu 40°C dengan rasio mol antara asetilen : karbon monoksida sebesar 1,1:1. Katalis nikel yang digunakan bereaksi pada suhu 200°C dan tekanan 13,9 MPa. Hasil reaksi ini menghasilkan produk samping berupa etil propionat yang sulit dipisahkan dari etil akrilat karena kandungan propionat yang tinggi. Reaksi yang terjadi pada proses ini yaitu:



4. Propylene Oxidation

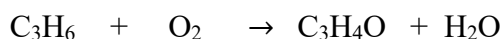
Menurut Etzkorn & Harkreader (1993) pembuatan asam akrilat dengan proses oksidasi propilen didasarkan pada dua tahap. Tahap pertama, propilen akan dioksidasi menghasilkan akrolein yang dibantu dengan katalis. Tahap kedua, akrolein tersebut dioksidasi menjadi asam akrilat dengan bantuan



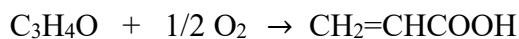
PRA RANCANGAN PABRIK

Pabrik Asam Akrilat Dari Gliserol Dengan Proses Dehidrasi-Oksidasi Kapasitas 50.000 Ton/Tahun

katalis. Proses ini beroperasi pada temperatur 200-450°C dan tekanan 1-4 atm dengan konversi 95-98%



Propilen Oksigen Akrolein Air



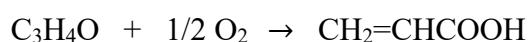
Akrolein Oksigen Asam Akrilat

5. Dehidrasi-Oksidasi Gliserol

Menurut Tsuneki, Nonoguchi & Nishi (2016) proses ini dilakukan dengan bahan baku berupa gliserol. Gliserol akan didehidrasi menjadi akrolein dengan bantuan katalis asam padat, kemudian akrolein dioksidasi pada temperatur 260-350°C dan tekanan 1,48 atm dengan bantuan katalis menjadi asam akrilat. Persen kemurnian asam akrilat yang didapatkan 98%



Gliserol Akrolein Air



Akrolein Oksigen Asam Akrilat

II.2 Pemilihan Proses

Adapun beberapa uraian pertimbangan dalam pemilihan proses yang akan digunakan yaitu:

Tabel II. 1 Perbandingan Beberapa Proses Dalam Pembuatan Asam Akrilat

Parameter	Proses				
	<i>Ethylene Cyanohydrin Route</i>	<i>Acrylonitrile Route</i>	<i>Acetylene-Based Routes</i>	<i>Propylene Oxidation</i>	Dehidrasi-Oksidasi Gliserol
Bahan baku	Etilen oksida, Hidrogen sianida dan	Akilonitril, Asam sulfat dan Air	Asetilene	Propilen dan udara	Gliserol dan udara



PRA RANCANGAN PABRIK

Pabrik Asam Akilat Dari Gliserol Dengan Proses Dehidrasi-Oksidasi Kapasitas 50.000 Ton/Tahun

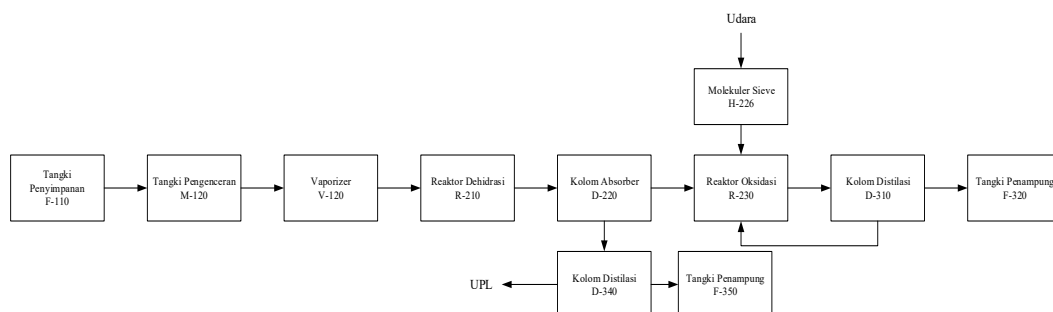
	Asam sulfat				
Katalis	-	-	Nikel karbonil dan Asam klorida	Molybdenum oxide	Boron fosfat dan Molybdenum-vanadium
Kondisi Operasi	-	T = 80-100°C	T = 40°C P = 1 atm	T = 200-400°C P = 1-4 atm	T = 260-360°C P = 1 atm
Konversi	60-70%	<58%	-	95-98%	76%
Produk samping	Amonium Sulfat	Amonium Sulfat	Nikel klorida	Asam asetat dan air	Hidroksiaseton
Kelemahan	Bahan Hidrogen sianida berbahaya dan penanganan limbah Amonium Sulfat susah	Konversi yang diperoleh rendah, bahan bakunya mahal dan penanganan limbah Amonium Sulfat susah	Nikel karbonil bersifat beracun, mudah terbakar dan Asetilen juga berbahaya	Bahan bakunya mahal, mudah terbakar, dan resiko temperatur dan tekanan tinggi	Konversi bahan baku sedikit sehingga membutuhkan bahan baku yang lebih banyak

Berdasarkan tabel II.1 dapat disimpulkan bahwa proses pembuatan asam akrilat menggunakan proses dehidrasi-oksidasi dengan beberapa pertimbangan diantaranya:

1. Ketersediaan bahan baku (gliserol dan udara) mudah diperoleh dalam jumlah yang cukup banyak
2. Bahan baku lebih murah dan lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan baku lainnya
3. Berpotensi mengurangi emisi CO₂ (*bio-based*)
4. Kemurnian yang dihasilkan lebih tinggi sebesar 98%

II.3 Uraian Proses

Proses pembuatan asam akrilat menggunakan bahan baku gliserol berdasarkan uraian proses pada patent US 9,422,377 B2 tahun 2016 “*Process for Producing Acrolein, Acrylic Acid, and derivatives thereof*”.



Gambar II. 2 Diagram Alir Proses Dehidrasi-Oksidasi Gliserol (US patent 9,422,377 B2)

Bahan baku berupa gliserol 99,7% berfase liquid disimpan di tangki penampungan (F-110). Gliserol dari tangki penampungan (F-110) dialirkan ke Tangki Pengenceran (M-120) sehingga konsentrasi gliserol dari 99,7% menjadi 80,8%. Gliserol tersebut dilewatkan expansion valve (K-122) untuk diturunkan tekanannya menjadi 0,51 atm lalu dilewatkan ke heater-1 (E-123) untuk dipanaskan hingga suhunya 150°C lalu dialirkan ke Vaporizer-1 (V-130) untuk diuapkan pada suhu 260°C. Pada vaporizer tersebut, gliserol hanya mampu diuapkan sekitar 80% sehingga masih terdapat sisa liquid yang tidak teruapkan. Setelah itu, gliserol dipisahkan menggunakan gas-liquid separator-1 (H-131), dimana gliserol fase liquid akan di *recycle* ke vaporizer-1 sedangkan gliserol fase uap akan di alirkan ke heater-2 (E-132) untuk dipanaskan terlebih dahulu hingga suhu 360°C sebelum diumpankan ke Reaktor-1 (R-210). Pada reaktor-1 terjadi reaksi dehidrasi dengan bantuan katalis boron fosfat pada suhu 360°C dengan tekanan 0,51 atm. Produk reaksi dehidrasi gliserol yakni uap akrolein sebagai produk utama serta uap hidroksiaseton dan uap gliserol sisa sebagai produk samping. Hasil produk dari reaktor dialirkan menuju cooler-1 (E-211) untuk didinginkan hingga suhu 68°C sebelum masuk ke kolom absorber (D-220). Pada



PRA RANCANGAN PABRIK

Pabrik Asam Akrilat Dari Gliserol Dengan Proses Dehidrasi-Oksidasi Kapasitas 50.000 Ton/Tahun

kolom absorber berfungsi untuk memisahkan produk utama dan produk samping menggunakan absorben yakni air. Produk sampingnya yakni uap hidroksiaseton dan gliserol dialirkan menuju menara distilasi-2 (D-340). Sedangkan produk utama yakni uap akrolein dengan sedikit uap hidroksiaseton dan gliserol akan dialirkan menuju Kondensor-1 (E-221) untuk didinginkan dan diubah fasenya hingga suhunya $37,5^{\circ}\text{C}$. Campuran uap akrolein dialirkan menuju gas-liquid separator-2 (H-222) untuk memisahkan gas akrolein murni dengan kondensat yang berfase liquid. Hasil produk bawah absorber dan kondensat gas-liquid separator-2 di umpankan kedalam menara distilasi-2 (D-340) untuk memisahkan hidroksiaseton dari gliserol serta sedikit akrolein, hidroksiaseton ini dijadikan produk samping dari proses ini. Sedangkan gliserol dan air di umpankan ke UPL. Hidroksiaseton tersebut diumpankan ke tangki penampungan hidroksiaseton (F-350), sedangkan gas akrolein keluaran gas liquid separator-2 di naikan tekanannya menjadi 1,48 atm menggunakan kompressor-1 (G-223). Setelah itu, gas akrolein di lewatkan menuju heater-3 (E-224) untuk dipanaskan hingga suhunya 260°C . Gas akrolein akan dialirkan menuju reaktor-2 (R-230).

Udara dihisap menggunakan blower (G-225) kemudian dialirkan ke Molecular Sieve (H-226) untuk menghilangkan uap air yang terkandung dalam udara. Setelah itu, udara kering dinaikkan tekanannya menjadi 1,48 atm menggunakan kompressor-2 (G-227) lalu dilewatkan heater-4 (E-228) untuk dipanaskan hingga suhunya 260°C . Setelah itu, dialirkan menuju reaktor-2 (R-230). Pada reaktor-2 terjadi reaksi oksidasi antara gas akrolein dengan O_2 menggunakan bantuan katalis Molybdenum-Vanadium pada suhu 260°C yang menghasilkan campuran gas asam akrilat serta oksigen sisa dan nitrogen. Hasil produk reaktor-2 dialirkan ke kondensor-2 (E-231) untuk diubah fasenya dan didinginkan hingga suhunya 30°C . Kemudian, hasil dari kondensor-2 di pisahkan menggunakan gas-liquid separator-3 (H-232) untuk memisahkan oksigen sisa dan nitrogen dari campuran gas asam akrilat. Oksigen sisa dan nitrogen akan diumpankan ke UPL sedangkan campuran asam akrilat akan dipanaskan menggunakan heater-5 (E-234) menjadi 110°C . Setelah itu, larutan crude asam



PRA RANCANGAN PABRIK

Pabrik Asam Akrilat Dari Gliserol Dengan Proses Dehidrasi-Oksidasi Kapasitas 50.000 Ton/Tahun

akrilat diumpankan menuju menara distilasi-1 (D-310) untuk memisahkan produk utama dengan produk samping. Produk samping akan keluar dari atas kolom distilasi yakni akrolein dan air yang akan diumpankan menuju vaporizer-2 (V-330) untuk dilakukan *recycle* menuju reaktor-2. Sedangkan produk utama akan keluar dari bawah kolom yakni larutan asam akrilat dengan kemurnian 98%. Kemudian, larutan asam akrilat dialirkan ke dalam tangki penampungan asam akrilat (F-320).