



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

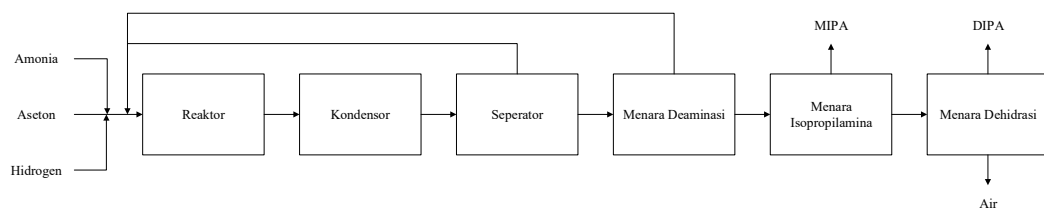
II.1 Macam Proses

Beberapa proses produksi monoisopropilamine dalam dunia industri yaitu antara lain :

1. Proses dengan mereaksikan dimetil keton, ammonia dan hidrogen
2. Proses dengan mereaksikan isopropanol dan ammonia

Kedua proses dioperasikan pada suhu tinggi dan tekanan tinggi dengan adanya katalis. Secara umum, amonisasi dan pemurnian adalah unit utama pada kedua proses. Amonisasi yaitu membentuk MIPA yang akan dilanjutkan pada proses pemurnian (US Patent 04B2, 2000)

II.1.1 Proses dengan mereaksikan aseton, ammonia, dan hidrogen

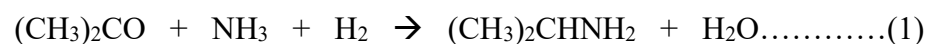


Gambar II. 1 Flowsheet proses hidroaminasi aseton

Proses ini menggunakan aseton sebagai bahan baku dan menggunakan katalis campuran nikel dan pasir kuarsa. Dimetil keton, ammonia dan hidrogen melakukan reaksi hidroaminasi untuk menghasilkan isopropilamina. Suhu reaksi pada reaktor fixed bed multitube adalah 130°C, tekanan reaksi adalah 0,4 Mpa atau 3,9 atm, dan kecepatan udara aseton adalah 0,5 liter/liter katalis/ waktu (China Patent 55B, 2014).

Dimetil keton, ammonia dan hidrogen dari tangka penyimpanan dipanaskan dahulu oleh preheater lalu direaksikan di reaktor dengan perbandingan rasio 1:3:4 menggunakan katalis campuran (China Patent 73B, 2008). Reaksi yang terjadi adalah :

Reaksi Utama :

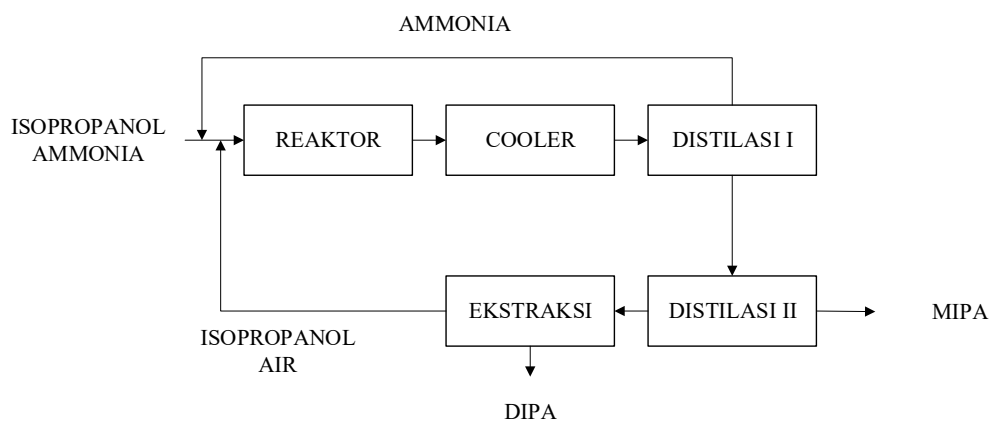


Produk Samping



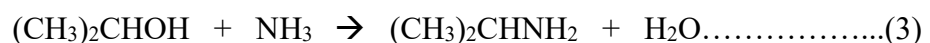
Bahan yang keluar dari reaktor didinginkan oleh pendingin dan dipisahkan didalam separator. Gas yang dikeluarkan dari separator dikembalikan ke reaktor utama dan cairan dikirim ke Menara deaminasi. Gas ammonia Sebagian dikembalikan kedalam reaktor, sedangkan cairannya dipisahkan untuk menjadi MIPA dan DIPA (China Patent, 73B, 2008).

II.1.2 Proses dengan mereaksikan isopropanol dan ammonia.

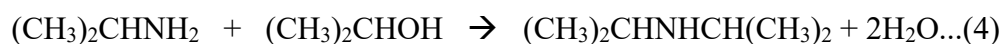


Gambar II. 2 Flowsheet proses hidrogenasi isopropanol

Proses memproduksi monoisopropilamine (MIPA) dengan melakukan aminase pada isopropil alkohol (IPA) dan ammonia, lalu menghasilkan pula produk samping DIPA. Pada umumnya reaktor menggunakan *packed bed reactor* melalui kaatalitik fase gas aminasi isropopil alkohol dan ammonia (Ojasvi, 2014). Kondisi reaksi dengan bahan baku isopropil alkohol dengan hidrogen dan amina yaitu pada suhu 150°C - 225°C, tekanan 20 to 80 bar, dan katalis adalah 0,2 liter/liter katalis/waktu (US Patent 31A, 2015). Reaksi yang terjadi adalah :



Produk samping :



Ammonia dan isopropanol dipersiapkan dengan dipanaskan terlebih dahulu didalam suatu heater sampai menjadi gas superheated, kemudian direaksikan didalam reaktor packed bed yang berisi katalis. Lalu diperoleh MIPA dan



didinginkan sehingga ammonia tetap pada fase gas dan dipisahkan menggunakan Distilasi menjadi feed recycle I. Kemudian, produk bawah distilasi I dipisahkan kembali di Distilasi II sehingga terdapat produk MIPA pada produk atas dan produk bawah yaitu DIPA dan Isopropanol dipisahkan dengan cara ekstraksi. Isopropanol hasil ekstraksi di recycle menjadi feed reaktor kembali.

(Ojasvi, 2014).



II.2 Pemilihan Proses

Proses yang dipilih adalah proses yang terbaik dari berbagai proses yang ada, sebelum itu dilakukan seleksi proses dengan perbandingan proses secara teknis dan ekonomis seperti pada tabel berikut :

Tabel II. 1 Perbandingan proses monoisopropilamine

Parameter	Macam-macam proses	
	Proses I	Proses II
Bahan Baku	Dimetil keton, ammonia, hidrogen	Isopropil alkohol
Suhu Operasi	110 °C - 150 °C	180°C - 250°C
Tekanan Operasi	3,9 atm	19 - 29 atm
Hasil samping	DIPA	DIPA
Katalis	Nikel dan Pasir Kuarsa	Tembaga, Nikel, Kobalt
Kemurnian	99%	94,8%
Konversi	96%	93,9%
Kekurangan	- Dari segi maintenance rutin lebih intensif - Dari segi ekonomi memerlukan biaya awal yang tinggi	- Bahan baku isopropanol lebih mahal disbanding dimetil keton - Tidak ekonomis di skala besar - Suhu dan tekanan tinggi
Kelebihan	- Bahan baku yang digunakan murah dan tersedia secara global - Lebih cocok untuk pasar massal (ton/hari) - Kemurnian MIPA tinggi sampai 99% - Tekanan dan suhu rendah	- Dari segi maintenance lebih ringan tapi tidak seefisien proses I - Tidak perlu penambahan hidrogen

(Sumber : China Patent, 55B, 2015; China Patent 73B, 2013; US Patent 09B2, 2014; Ojasvi,2014)



Berdasarkan perbandingan kedua proses pembuatan monoisopropilamin yang sudah diuraikan, maka dapat dilihat bahwa proses yang dipilih dalam perancangan pabrik ini adalah proses dengan bahan baku dimetil keton, ammonia, dan hidrogen dalam fase gas dengan katalis nikel dan pasir kuarsa. Dasar pemilihan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menghasilkan kemurnian MIPA dan konversi aseton yang tinggi.
2. Mendapatkan yield yang tinggi
3. Waktu pengembalian modal related lebih cepat
4. Biaya investasi relative murah

II.3 Uraian Proses dan *Flowsheet Dasar*

II.3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan monoisopropilamine ini memiliki 4 tahapan, yaitu sebagai berikut:

1. Tahap persiapan bahan baku

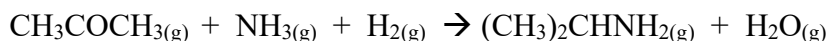
Bahan baku pembuatan monoisopropilamine terdiri dari ammonia, dimetil keton, dan hidrogen. Tujuan mempersiapkan bahan baku agar mendapatkan kondisi yang sesuai dengan kondisi operasi didalam reaktor. Ammonia yang memiliki kemurnian 99,5% yang merupakan fase gas (F-110) akan mengalir menuju ke ekspander (N-111) untuk diturunkan tekanannya dan dinaikkan suhu nya di heater (E-112). Dimetil keton yang memiliki kemurnian 99% (F-120) yang berupa fase cair dipompa (L-121) masuk kedalam heater (E-122) untuk dinaikkan suhu nya dan compressor (N-123) untuk diturunkan tekanannya. Hidrogen yang memiliki kemurnian 100% (F-130) yang merupakan fase gas akan mengalir terhadap ekspander (N-131) untuk diturunkan tekanannya dan dinaikkan suhunya menggunakan heater (E-132). Ammonia, dimetil keton, dan hidrogen tersebut masuk kedalam reaktor (R-210) dengan rasio 4 : 1 : 3 (China Patent 55B, 2014).

2. Tahap reaksi

Setelah feed dipersiapkan, lalu akan dicampurkan bersama agar bereaksi didalam reaktor fixed bed multitube (R-210) pada tekanan 3,9 atm dan suhu 130°C, guna menghasilkan produk berupa MIPA dan produk samping yaitu DIPA. Reaktor



memuat katalis pada tube tube nya yaitu campuran nikel dan pasir kuarsa agar dapat meningkatkan efektivitas laju reaksi dan selektivitas monoisopropilamine. Rasio nikel dan pasir kuarsa yaitu 2:1 dimana pasir kuarsa masuk dari atas tube lalu campuran nikel dan pasir kuarsa pada Tengah tube reaktor (China Patent 73B, 2008). Pembentukan reaksi yang terjadi adalah:



Dengan reaksi samping sebagai berikut :



Dikarenakan reaksi merupakan reaksi eksotermis maka reaktor diberikan air pendingin. Produk keluaran reaktor merupakan gas yang kaya akan dimetil keton, ammonia, hidrogen, monoisopropilamin (MIPA) dan juga diisopropilamin (DIPA).

3. Tahap Pemisahan

Tahapan pemisahan dilakukan agar mendapatkan produk MIPA yang mempunyai selektivitas yang tinggi, serta produk samping berupa DIPA. Produk keluaran reaktor dinaikkan tekanannya menggunakan ekspander (N-211) hingga 22,8 atm lalu masuk kedalam kondensor (E-212) untuk didinginkan dan diubah sebagian yang dari fase gas menjadi liquid yang akan menjadi feed flash drum (FD-220). Guna flash drum adalah untuk memisahkan komponen hidrogen dengan zat kaya akan MIPA dan DIPA. Komponen volatil tinggi yaitu hidrogen akan terpisahkan dan menjadi top product yang akan di recycle untuk dijadikan feed reaktor. Bottom product yang berupa liquid dinaikkan suhu nya menggunakan heat exchanger (E-221) untuk menjadi umpan distilasi pertama atau menara deaminasi (D-310).

Menara deaminasi bertujuan untuk memisahkan ammonia yaitu sebagai top product dan pada bottom product merupakan kaya akan, MIPA, DIPA, sisa dimetil keton dan air. Top product yang merupakan ammonia di kondensor (E-311) untuk mendinginkan dan mengubah sebagian fase gas menjadi liquid. Lalu, ditampung oleh reflux drum (H-312) dimana zat kondensasi kaya akan ammonia di recycle untuk feed reaktor dan yang tidak terkondensasi akan masuk kembali menjadi feed menara deaminasi. Bottom product dikirim ke reboiler (E-314) dimana gas nya akan dikembalikan ke menara deaminasi dan liquid akan masuk ke heat exchanger



(E-221) dan masuk kedalam cooler (E-315) untuk diturunkan suhunya. Setelah itu dipompa (L-316) menuju menara monoisopropilamin (D-320). Guna menara monoisopropilamine untuk memisahkan zat kaya akan MIPA dengan zat yang kaya akan DIPA. Top product berupa monoisopropilamin dan bottom product kaya akan diisopropilamin, dan air. Top produk menara monoisopropilamin menuju kondensor (E-321) untuk mendinginkan dan merubah fase sebagian dan ditampung kedalam reflux drum. Gas yang terkondensasi yaitu merupakan monoisopropilamin yang akan dialirkan menggunakan blower (G-324), sementara itu yang tidak terkondensasi akan dikembalikan kedalam menara monoisopropilamin. Monoisopropilamin yang terkondensasi masuk kedalam ekspander (N-325) untuk dinaikkan tekanannya dan dikondensasi menggunakan kondensor (E-326) agar suhu produk turun dan produk berupa liquid lalu dipompa (L-327) menuju tangka penyimpanan monoisopropilamin (F-328). Bottom product kaya akan DIPA dan air masuk kedalam reboiler (E-329) dimana gas yang dihasilkan akan kembali kedalam menara monoisopropilamin dan hasil liquida akan diturunkan suhunya oleh cooler (E-330) dan dipompa (L-331) menuju menara diisopropilamin (D-330). Menara diisopropilamine bertujuan untuk memisahkan DIPA dengan air. Top produk dari menara diisopropilamin yaitu hasil samping berupa DIPA yang akan dikondensasi menggunakan kondensor (E-331) sehingga pada penampung reflux drum, DIPA yang terkondensasi akan menjadi produk samping, dan yang belum terkondensasi akan kembali ke medara diisopropilamin. Gas DIPA akan dialirkan dengan blower (G-334) menuju kondensor (E-335) untuk didinginkan dan diubah fase menjadi cair yang akan dipompa (L-336) menuju tangki penampungan DIPA (F-337). Bottom produk yaitu berupa air akan di reboiler (E-338), dimana gas hasil akan kembali pada menara diisopropilamin dan liquida akan didinginkan melalui cooler (E-339) lalu dipompa (L-340) menuju tangka penampungan air (F-341).

4. Tahap Penyimpanan Produk

MIPA yang merupakan produk utama disimpan didalam storage tank pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C dengan kemurnian produk 99,4%. Pengemasan dilakukan menggunakan kemasan drum agar mudah pada saat pemasaran ke konsumen (China Patent 85A, 2016)