



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

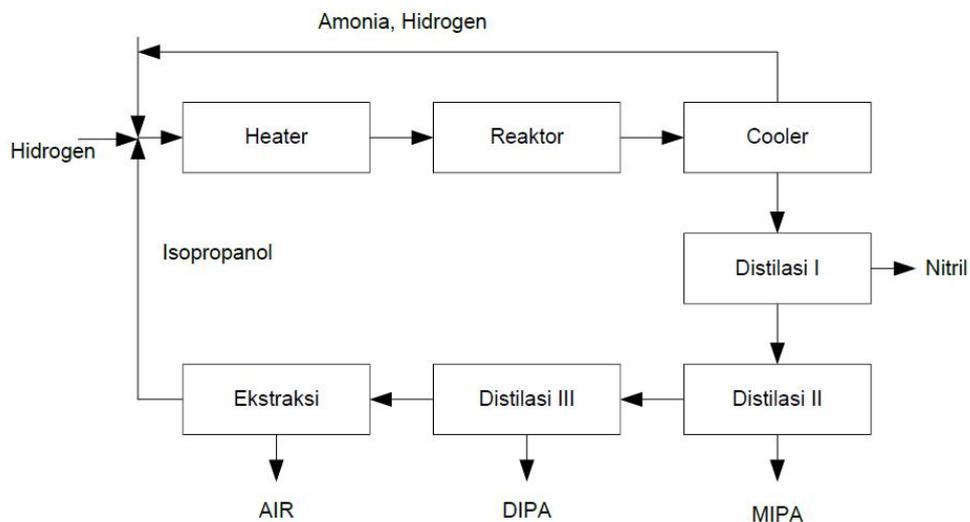
II.1 Macam-Macam Proses

Pembuatan monoisopropylamine (MIPA) secara komersial dikenal ada dua macam proses, yaitu :

1. Proses dengan bahan baku amonia, isopropanol, dan hidrogen
2. Proses dengan bahan baku amonia, aceton, dan hidrogen

Pada prinsipnya kedua proses tersebut hampir sama, yaitu pada suhu dan tekanan tinggi dalam fase gas. Secara garis besar proses tersebut terdiri dari dua unit utama yaitu amonisasi dan purifikasi. Unit amonisasi merupakan unit pembentukan MIPA, sedang unit purifikasi adalah unit pemisahan atau pemurnian. (US Patent 04B2, 2000)

II.1.1 Proses dengan Bahan Baku Amonia, Isopropanol, dan Hidrogen



Gambar II.1 Diagram Alir Proses dengan Bahan Baku Amonia, Isopropanol dan Hidrogen

Proses ini juga dijalankan pada fase gas tetapi menggunakan katalis dehidrogenasi yaitu tembaga, kobalt atau nikel. Reaksi terjadi pada reaktor fixed bed berbentuk tabung , pada suhu 180 - 250°C dan tekanan 1-2,5 mPa dengan kecepatan ruang volume 0,2 liter/liter katalis/ waktu. (China Patent 66C, 1995)



Reaksi yang terjadi adalah reaksi heterogen gas solid. Produk samping nitril, amida, dan DIPA. Campuran amonia, isopropanol, dan hidrogen dengan perbandingan 2 : 1: 2,5 dipanaskan dengan heater sampai suhunya $\pm 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ sehingga seluruh feed berubah menjadi gas superheated.

Tahap pertama adalah pendinginan (cooler) pada tahap ini dipisahkan amonia sisa reaksi dan hidrogen, karena hidrogen dan amonia tetap berbentuk gas. Tahap dua adalah tahap destilasi yang berfungsi untuk memisahkan air, nitril, amida, dan produk utama yaitu MIPA. Tahap terakhir yaitu ekstraksi yang berfungsi untuk memisahkan isopropanol di recycle untuk menghindari kehilangan bahan baku. Konversi pada proses ini sekitar 90 % yang merupakan campuran DIPA dan MIPA.

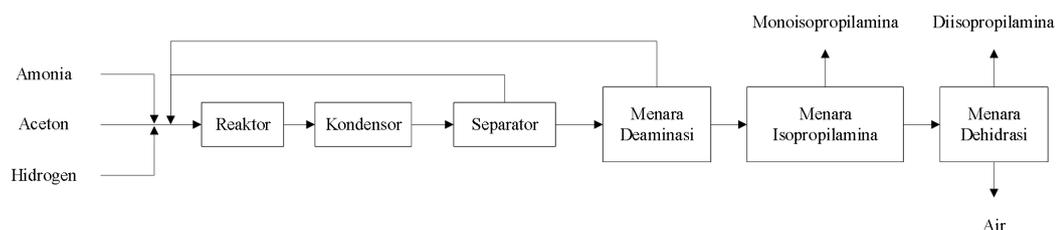
(Kirk Othmer, 1993)

Reaksi yang terjadi adalah reaksi heterogen gas solid.



(Marbletan, 2022)

II.1.2 Proses dengan Bahan Baku Amonia, Aceton dan Hidrogen

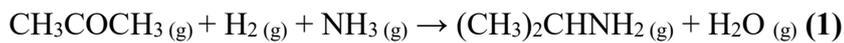


Gambar II.2 Diagram Alir Proses dengan Bahan Baku Amonia, Aceton dan Hidrogen

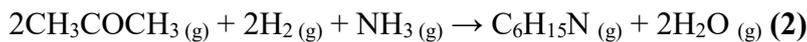
Proses ini juga dijalankan pada fase gas tetapi menggunakan katalis yaitu campuran pasir kuarsa dan nikel (China Patent 55B, 2014). Reaksi terjadi pada reaktor fixed bed multitube pada suhu $110 - 150^{\circ}\text{C}$ dan tekanan $0,6 - 1\text{ mPa}$ dengan kecepatan ruang volume aseton $0,1 - 0,5\text{ liter/liter katalis/waktu}$. (China Patent 73B, 2008).



Aceton, hidrogen, dan amonia dari storage tank dengan perbandingan 1:3:4 dipanaskan dalam suatu heater sampai menjadi gas, kemudian dimasukkan dalam reaktor dengan tube berisi katalis campuran pasir kuarsa dan nikel (China Patent 55B, 2014). Reaksi yang terjadi adalah :



Dengan reaksi samping sebagai berikut :



Proses selanjutnya yaitu proses pemurnian, untuk mendapatkan produk yang relatif murni dan gas yang keluar dari reaktor yang terdiri aceton, amonia, air, hidrogen, monoisopropylamine (MIPA), dan diisopropylamine (DIPA), harus dipisahkan satu dengan yang lainnya. Keuntungan proses ini adalah reaksi berjalan dengan cepat, sehingga konversinya tinggi yaitu 96% dengan impurities yang sangat kecil (China Patent 55B, 2008).

II.2 Seleksi Proses

Untuk mendapatkan proses yang terbaik dari berbagai proses yang ada, maka dilakukan seleksi dengan cara membuat perbandingan aspek teknis dan ekonomis dari masing – masing proses seperti pada tabel berikut :

Tabel II.1 Pemilihan Proses

Parameter	Proses I	Proses II
a. Proses		
- Kemurnian produk	98,8 %	99%
- Katalis	Tembaga, Nikel, Kobalt	Nikel & Pasir kuarsa
- Konversi	90%	96 %
b. Operasi		
- Suhu (°C)	180-250	110 – 150
- Tekanan (mpa)	1-2,5	0,6 – 1
- Fase	Gas	Gas

(Sumber : China Patent)

Berdasarkan perbandingan pada tabel II.1 tersebut, maka proses yang dipilih adalah proses dengan bahan baku amonia, aceton, dan hidrogen dalam



fase gas dengan katalis pasir kuarsa nikel, Dasar pemilihan proses ini adalah sebagai berikut :

1. Kemurnian produk lebih tinggi
2. Konversi tinggi
3. Selektivitas dan efisiensi katalis lebih tinggi

II.3 Uraian Proses

Proses pembuatan monoisopropylamine (MIPA) dari bahan baku amonia, aceton, dan hidrogen dapat diuraikan sebagai berikut :

A. Persiapan Bahan Baku

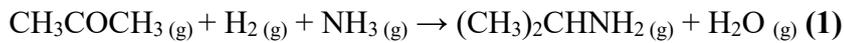
Bahan baku yang terdiri dari Amonia dengan kemurnian 99,5% (F-110) yang berupa fase gas terkompresi diturunkan tekanannya dengan expander (N-111) lalu dinaikkan suhunya dengan heater (E-112). Aceton dengan kemurnian 99% (F-120) yang berupa fase cair dipompa menuju heater (E-122) untuk menaikkan suhunya dan dikompresor (N-123) untuk menaikkan tekanannya. Hidrogen dengan kemurnian 100% (F-130) yang berupa fase gas terkompresi diturunkan tekanannya dengan expander (N-131) lalu dinaikkan suhunya dengan heater (E-132). Gas Amonia, Aceton, dan Hidrogen yang sudah memenuhi kondisi operasi dalam reaktor kemudian diblower menuju reaktor fixed bed multitube (R-210) dengan kondisi operasi suhu 130°C dan tekanan 10 atm dengan perbandingan bahan baku aceton, amonia, dan hidrogen sebesar 1:4:3 (China Patent 55B & 73B, 2014 & 2008). Reaktor dilengkapi dengan katalis nikel dan pasir kuarsa. Campuran katalis nikel dan pasir kuarsa dapat meningkatkan efisiensi laju reaksi dan selektivitas reaksi.(ChinaPatent 55B, 2014).

B. Reaksi

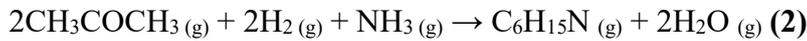
Feed diumpankan ke dalam reaktor fixed bed multitube (R-210) yang tube-tubanya memuat pasir kuarsa, katalis campuran (pasir kuarsa dan nikel dengan perbandingan 2:1), dan pasir kuarsa berturut-turut dari atas ke bawah. Katalis berbahan dasar nikel dicampur dengan pasir kuarsa sesuai dengan rasio massa 2:1 dan kemudian dimuat sebagai katalis campuran di tengah tube reaktor unggun tetap. Reaksi terjadi pada reaktor fixed bed multitube pada suhu 130°C dan tekanan 0,6 - 1 mPa . (China Patent 73B, 2008).



Persamaan reaksinya adalah :



Dengan reaksi samping sebagai berikut :



Untuk menjaga suhu reaktor agar tidak melampaui 190 °C, maka reaktor (R-210) diberi air pendingin. Jika katalis dalam keadaan baik (fresh) maka reaksinya berjalan dengan sangat cepat dengan jumlah produk samping yang kecil. Produk yang keluar reaktor (R-210) berupa gas dengan suhu tidak lebih dari 190°C yang terdiri dari aceton, amonia, air, hidrogen, isopropylamine (MIPA), dan diisopropylamine (DIPA).

C. Pemisahan

Untuk mendapatkan produk yang relatif murni dan untuk mendapatkan kembali bahan baku selama proses maka gas yang keluar dari reaktor (R-210) yang terdiri aceton, amonia, air, hidrogen, isopropylamine (MIPA), dan diisopropylamine (DIPA), harus dipisahkan satu dengan yang lainnya. Produk gas keluar reaktor (R-210) dialirkan menuju kompresor (N-211) untuk dinaikkan tekanannya sebelum masuk ke dalam partial kondensor (E-212) yang berfungsi untuk menurunkan suhu dan merubah fase sebagian dari gas menjadi liquid. Untuk memisahkan gas dan liquid setelah keluar kondensor partial ini diumpankan kedalam separator flash drum (FD-220). Komponen dengan specific gravity yang kecil akan terpisahkan dan selanjutnya hidrogen di recycle untuk dijadikan sebagai feed hidrogen. Produk liquid dari flash drum (FD-220) menuju heat exchanger (E-221) untuk dinaikkan suhunya sebelum menuju kolom distilasi.

Tahap pemisahan pada 3 kolom distilasi yaitu kolom distilasi pertama menara deaminasi (D-310) yang bertujuan untuk memisahkan amonia sebagai produk atas dan direcycle sebagai feed amonia. Produk atas menara deaminasi (D-310) akan dikondensasi (E-311) dan ditampung di reflux drum (H-312) yang kemudian gasnya akan direcycle dan liquidnya akan direflux kembali ke menara. Produk bawah menara deaminasi (D-310) terdiri dari MIPA, DIPA, air, dan aceton akan menuju reboiler (E-314) untuk dipanaskan dimana gasnya akan



dikembalikan ke menara dan liquidnya akan menuju heat exchanger (E-221) untuk diturunkan suhunya lalu didinginkan dengan cooler (E-315) dan dipompa menuju kolom distilasi dua menara monoisopropilamina (D-320). Kolom distilasi kedua menara monoisopropilamina (D-320) ini dihasilkan produk atas berupa MIPA dan produk bawah berupa DIPA dan air. Produk atas menara monoisopropilamina (D-320) akan dikondensasi (E-321) dan ditampung di reflux drum (H-322) yang kemudian gasnya akan diblower menuju expander (N-325) untuk diturunkan tekanannya dan dikondensasi di kondensor (E-326) untuk merubah fase gas menjadi liquid yang kemudian dipompa menuju tangki penampung MIPA (F-328) dan liquidnya akan direflux kembali ke menara. Produk bawah menara monoisopropilamina (D-320) terdiri dari DIPA dan air dialirkan menuju reboiler (E-329) untuk dipanaskan dimana gasnya akan dikembalikan ke menara dan liquidnya akan menuju cooler (E-330) untuk menurunkan suhu sebelum dipompa menuju kolom distilasi tiga menara dehidrasi (D-330). Produk atas dari menara dehidrasi (D-330) yaitu berupa DIPA akan dikondensasi (E-331) dan ditampung di reflux drum (H-332) yang kemudian gasnya akan diblower menuju kondensor (E-335) untuk merubah fase gas menjadi liquid yang kemudian dipompa menuju tangki penampung DIPA (F-337) dan liquidnya akan direflux kembali ke menara. Produk bawah menara dehidrasi (D-330) yaitu air dialirkan menuju reboiler (E-338) untuk dipanaskan dimana gasnya akan dikembalikan ke menara dan liquidnya akan menuju cooler (E-339) untuk menurunkan suhu yang kemudian dipompa menuju tangki penampung air (F-341).

D. Penyimpanan Produk

MIPA sebagai produk utama dipompa dan disimpan pada sebuah storage pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C dengan kemurnian produk 99%. Untuk memudahkan pemasaran sampai ke konsumen maka dilakukan pengemasan dengan kemasan drum. (China Patent 85A, 2016)