



## BAB II

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

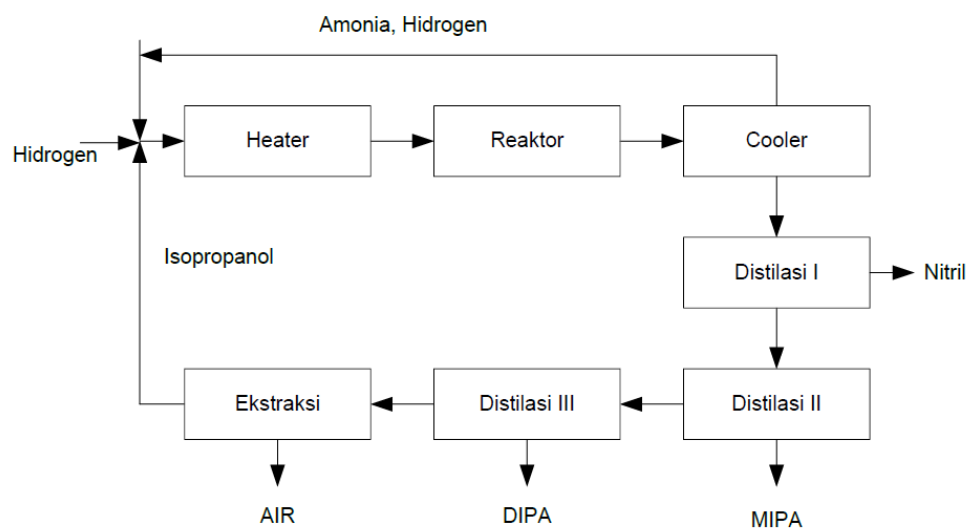
#### II.1 Macam-Macam Proses

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 Hidroaminasi dengan Bahan Baku Amonia, Isopropanol, dan Hidrogen



Gambar II.1 Diagram Alir Proses Hidroaminasi 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



## Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Monoisopropylamine dari Hidroaminasi Aceton, Amonia dan Hidrogen dengan Katalis Nikel dan Silikon Dioksida”

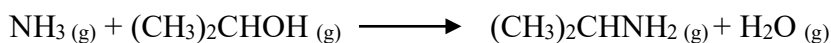
kecepatan ruang volume 0,2 liter/liter katalis/ waktu. (China Patent 66C, 1995)

Reaksi yang terjadi adalah reaksi homogen gas. Produk samping nitril, amida, dan DIPA. Campuran amonia, isopropanol, dan hidrogen dengan perbandingan 2 : 1 : 2,5 dipanaskan dengan heater sampai suhunya  $\pm 200$  °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.

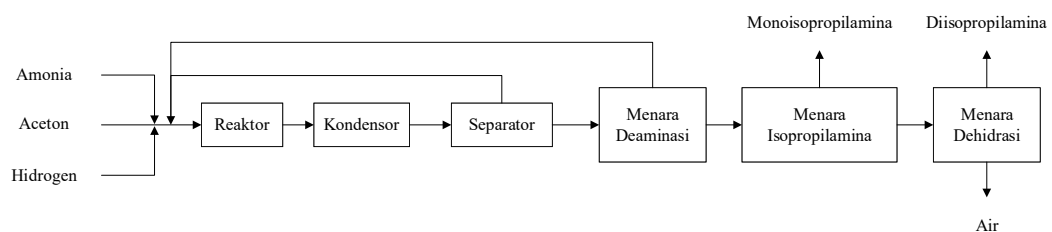
(Kirk Othmer, 1993)

Reaksi yang terjadi adalah reaksi Homogen.



(Marbletan, 2022)

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



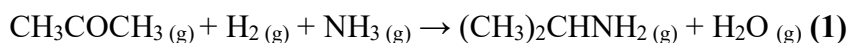
Gambar II.2 Diagram Alir Proses Hidroaminasi dengan Bahan Baku Amonia, Aceton dan Hidrogen

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°C dan tekanan 0,6 - 1 mPa dengan kecepatan ruang volume aseton 0,1 – 0,5 liter/liter katalis/ waktu. (China Patent 73B, 2008).

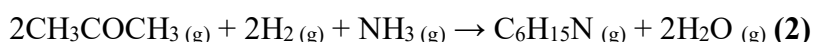
Aceton, hidrogen, dan amonia dari storage tank dengan perbandingan 1:3:4



dipanaskan dalam suatu heater sampai menjadi gas, kemudian dimasukkan dalam reaktor yang 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 lebih 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 Hidroaminasi I	Proses Hidroaminasi 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 lebih tinggi
3. Biaya investasi yang relative murah.

### **II.3 Uraian Proses**

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

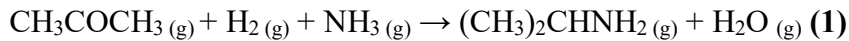
#### **A. Persiapan Bahan Baku**

Bahan baku yang terdiri dari Amonia dengan kemurnian 99,5% (F-110) yang berupa fase gas 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 diturunkan tekanannya dengan expander (N-131) lalu dinaikkan suhunya dengan heater (E-132). Gas Amonia, Aceton, dan Hidrogen kemudian diblower menuju reaktor fixed bed multitube (R-210) dengan kondisi operasi suhu 130<sup>0</sup>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 efesiensi laju reaksi dan selektivitas reaksi.(ChinaPatent 55B, 2014).

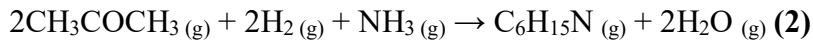
#### **B. Reaksi**

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. Ketinggian pemuatan katalis yaitu 1/3 dari ketinggian tube. Reaksi terjadi pada reaktor fixed bed multitube pada suhu 130<sup>0</sup>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 lebih kecil akan terpisahkan dan selanjutnya gas hidrogen di recycle untuk dijadikan sebagai feed hidrogen. Produk liquid dari flash drum (FD-220) menuju heat exchanger (E-221) untuk Menukar panasnya dengan bottom product menara deaminasi (D-310) 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 dengan kondensor II (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, aceton dan sedikit ammonia 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-340). Produk atas dari menara dehidrasi (D-340) yaitu berupa DIPA akan dikondensasi (E-341) dan ditampung di reflux drum (H-342) yang kemudian gasnya akan diblower menuju kondensor (E-345) untuk merubah fase gas menjadi liquid yang kemudian dipompa menuju tangki penampung DIPA (F-347) dan liquidnya akan direflux kembali ke menara. Produk bawah menara dehidrasi (D-334) yaitu air dialirkan menuju reboiler (E-338) untuk dipanaskan dimana gasnya akan dikembalikan ke menara dan liquidnya akan menuju cooler (E-349) untuk menurunkan suhu yang kemudian dipompa menuju tangki penampung air (F-351).

#### **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)