



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam – Macam Proses

Dalam pembuatan Hexamethylenediamine secara komersial dengan bahan baku Adiponitril dan Hidrogen dikenal 2 macam proses, yaitu :

- a. Hidrogenasi Tekanan Tinggi dengan katalis Cobalt
- b. Hidrogenasi Tekanan Rendah dengan katalis Raney Nikel

II.1.1 Hidrogenasi Tekanan Tinggi dengan Katalis Cobalt

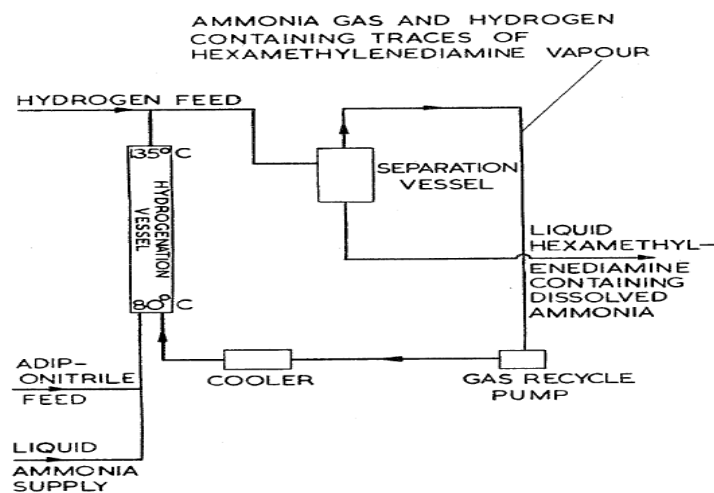
Pembuatan heksametilenadamina melalui hidrogenasi fasa cair adiponitril dengan adanya amonia dapat dilakukan lebih efisien jika campuran reaksi yang keluar dari zona hidrogenasi dibiarkan terpisah menjadi fasa gas dan cair dengan tetap mempertahankan suhu dan tekanan. Campuran gas hidrogen dan amonia yang terpisah kemudian disirkulasikan kembali ke zona hidrogenasi.

Proses untuk pembuatan heksametilenadamina melalui hidrogenasi fasa cair adiponitril dengan adanya amonia di bawah tekanan dan suhu tinggi. Campuran reaksi yang keluar dari zona hidrogenasi dibiarkan terpisah menjadi fasa gas yang terdiri dari hidrogen dan amonia, dan fasa cair yang terdiri dari heksametilenadamina, dengan tetap menjaga suhu dan tekanan. Hidrogen dan amonia yang terpisah kemudian disirkulasikan kembali ke zona hidrogenasi. Dengan metode ini, penghematan panas yang besar dapat dicapai. Hidrogenasi dapat dilakukan pada suhu sekitar 85 hingga 150°C dan tekanan 200 hingga 500 atmosfer, menggunakan katalis hidrogenasi kobalt. Rasio molekul amonia terhadap adiponitril dari 20 mol hingga 50 mol amonia per mol adiponitril dapat digunakan, dengan hidrogen digunakan secara berlebihan.

Suplai adiponitril cair dan suplai amonia cair dihubungkan ke bejana hidrogenasi yang memiliki saluran keluar atas menuju bejana pemisahan. Bejana pemisah memiliki saluran keluar bawah untuk heksametilenadamina cair dan saluran keluar atas untuk gas amonia dan hidrogen yang dipisahkan menuju pompa daur ulang gas. Pompa ini terhubung ke pendingin, tempat gas amonia dan hidrogen



yang didaur ulang dikembalikan ke bejana hidrogenasi. Panas yang dibuang dalam pendingin diatur untuk memastikan kondisi suhu yang diperlukan dalam bejana hidrogenasi. Dalam diagram alir ini, fasa heksametilenadamina cair dikumpulkan di bagian bawah bejana pemisah, dan dapat ditarik secara kontinu atau periodik dan dialirkan ke bejana pengurang tekanan. Fasa heksametilenadamina kemudian didinginkan, dan amonia terlarut dipisahkan dari heksametilenadamina melalui distilasi.



Gambar II.4 *Flowsheet* Dasar Hidrogenasi Tekanan Tinggi dengan Katalis Cobalt (WILLIAMS 1968)

II.1.2 Hidrogenasi Tekanan Rendah dengan Katalis Raney Nikel

Proses pembuatan heksametilenadamina melibatkan hidrogenasi katalitik adiponitril dalam fasa cair. Proses ini dilakukan pada tekanan antara 20 hingga 50 atmosfer dan suhu berkisar antara 60°C hingga 100°C. Hidrogen dan adiponitril dimasukkan ke dalam media reaksi cair yang terdiri dari heksametilenadamina, air, alkali kaustik, dan katalis Raney yang terbagi halus. Dalam proses ini, kandungan alkali kaustik dalam media reaksi dipertahankan pada kisaran 0,2 hingga 12 mol per kilogram katalis. Sementara itu, kandungan air dalam media reaksi dijaga dalam kisaran 2 hingga 130 mol per 1 mol alkali kaustik. Proses ini memastikan bahwa reaksi berlangsung secara efisien dengan kontrol yang tepat terhadap komposisi media reaksi.



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik Hexamethylenediamine dari Adiponitril dan Hidrogen dengan Proses Hidrogenasi menggunakan katalis Raney-Nikel”

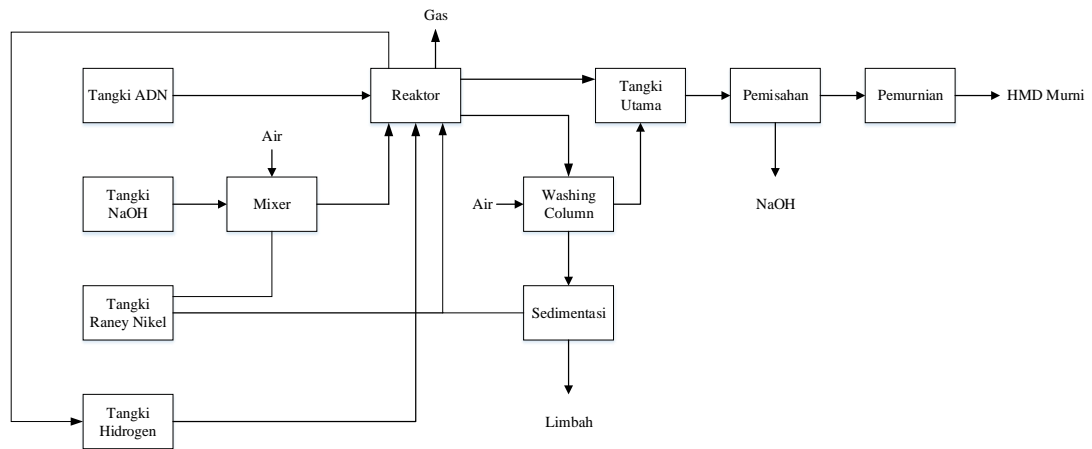
Penemuan baru ini berkaitan dengan proses perbaikan di mana adiponitril dihidrogenasi secara katalitik dalam fase cair menjadi heksametilenadamina dengan bantuan katalis Raney yang sangat halus. Diketahui bahwa heksametilenadamina dapat diperoleh melalui hidrogenasi katalitik adiponitril dalam kehadiran katalis Raney dan zat lain seperti amonia (sendiri atau bersama dengan pelarut seperti metanol, etanol, toluena, dan lainnya) atau soda kaustik dengan pelarut seperti etanol, atau bahkan heksametilenadamina itu sendiri. Heksametilenadamina digunakan secara khusus sebagai bahan pengantar untuk memberi makan katalis ke zona reaksi.

Proses ini dilakukan sesuai dengan penemuan ini pada tekanan antara 20 hingga 50 atmosfer dan suhu antara 60°C hingga 100°C. Hidrogen dan adiponitril dimasukkan ke dalam medium reaksi cair yang mengandung air, alkali kaustik, dan katalis Raney yang sangat halus yang tersebar dalam komponen cair dari medium reaksi. Katalis ini, yang dapat berupa Raney nikel yang mengandung sedikit logam lain seperti kromium, kehilangan aktivitasnya selama hidrogenasi. Untuk mempertahankan tingkat aktivitas katalitik tertentu dalam massa katalitik, diperlukan penggantian bertahap katalis dalam medium reaksi. Penggantian ini dilakukan dengan menambahkan katalis segar ke dalam tangki reaksi dan mengeluarkan sejumlah medium reaksi yang mengandung jumlah katalis yang sama dengan yang ditambahkan. Katalis yang disuplai juga dapat berupa campuran katalis segar dan katalis bekas yang telah digunakan dalam siklus hidrogenasi sebelumnya dan telah dicuci dengan sesuai sebelum digunakan kembali .



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik Hexamethylenediamine dari Adiponitril dan Hidrogen dengan Proses Hidrogenasi menggunakan katalis Raney-Nikel”



Gambar II.5 *Flowsheet* Dasar Hidrogenasi Tekanan Rendah dengan Katalis Raney Nikel

(Us Patent 3.821.305)

II.2 Pemilihan Proses

Tabel II.1 Pemilihan Proses

Parameter	Proses	
	Proses hidrogenasi dengan tekanan tinggi	Proses hidrogenasi dengan tekanan rendah
Tekanan	200-500 atm	20-50 atm
Temperatur	80-150 °C	60-100 °C
yield	97,3 %	99,2 %
Limbah	<i>Ammonia</i>	NaOH
Biaya	Mahal	Murah
Katalis	Cobalt	<i>Raney Nikel</i>

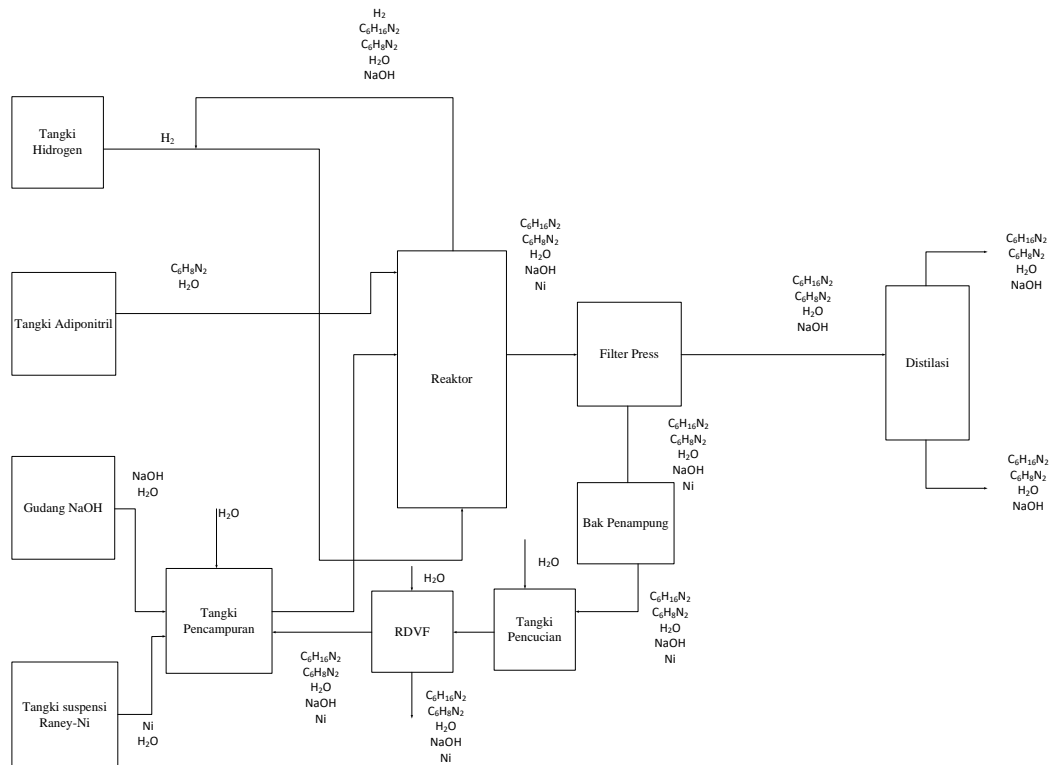
Berdasarkan uraian diatas, maka dipilih pembuatan pabrik Hexamethylenediamine dengan Proses hidrogenasi tekanan rendah menggunakan katalis raney nikel dengan beberapa pertimbangan :

- Suhu dan tekanan yang lebih rendah
- Konversi lebih tinggi



c. Biaya produksi yang lebih murah

II.3 Uraian Proses



Gambar II.6 Flowsheet Dasar Pembuatan *Hexamethylenediamine* Menggunakan Katalis Raney Nikel

Proses pembuatan *Hexamethylenediamine* dari Adiponitrile Menggunakan Katalis Raney-Nikel menggunakan metode Hidrogenasi dengan kapasitas 45000 ton/tahun. Dimana secara sederhana, komponen bahan baku nantinya akan direaksikan dengan bantuan dari hidrogen. Bahan baku yang digunakan yakni adiponitril, air, soda kaustik, dan hidrogen yang dicampur di dalam reactor. Proses yang terjadi dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

- Persiapan bahan baku dan bahan pembantu
- Proses reaksi pembuatan Produk
- Proses pemisahan dan pemurnian produk



A. Persiapan Bahan Baku dan Bahan Pembantu

Adapun bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan Hexamethylenediamine sebagai berikut :

a. Hidrogen (H_2)

Hidrogen merupakan salah satu bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan Hexamethylenediamine. Sebelum di masukan ke dalam reaktor Hidrogen disimpan di dalam tangki horizontal yang kemudian dialirkan menuju expander untuk menurunkan tekanan sebelum masuk ke dalam reactor. Kemudian setelah tekanan diturunkan, gas hidrogen akan dialirkan menuju Heater untuk nantinya dipanaskan menuju suhu operasi sebesar $80^{\circ}C$. Kemudian Hidrogen yang sudah sesuai kondisi operasi dialirkan ke dalam reaktor.

b. Adiponitril

Adiponitrile merupakan bahan baku utama yang digunakan sebagai pembentukan Hexamethylenediamine, dimana Adiponitril sendiri akan disimpan pada tangki penyimpanan dengan suhu operasi 1 atm dan $30^{\circ}C$. Saat operasi akan dimulai, $C_6H_8N_2$ akan dialirkan oleh pompa menuju heater . Setelah memenuhi kondisi operasi akan dialirkan menuju reaktor.

c. NaOH

Komponen penunjang yang bersifat membantu dalam mekanisme pembuatan medium, biasa dikenal dengan sebutan Caustic Soda. NaOH pada pabrik kami akan disimpan didalam Gudang tertutup, dengan tujuan untuk mencegah sifat komponen yang sangat Higroskopis. Kemudian NaOH akan dibawa menuju tangki pencampuran untuk dilarutkan dengan air proses yang dialirkan dari unit utilitas. Setelah memenuhi kondisi operasi akan dialirkan menuju reaktor.

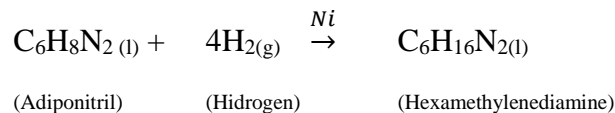
d. Raney nikel

Merupakan katalis yang digunakan dalam proses hidrogenasi. Katalis dilarutkan ke dalam tangki pencampuran terlebih dahulu sebelum masuk kedalam reaktor.



B. Proses reaksi pembuatan Produk

Proses reaksi hidrogenasi terjadi ketika bahan baku utama Adiponitril berkontak dengan gas hidrogen. Reaksi pada reaktor berjalan secara eksotermis sehingga membutuhkan media pendingin. Reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin untuk menjaga suhu pada reaktor. Suhu didalam reaktor dijaga pada suhu 80 °C dan tekanan 29 atm. Media pendingin yang digunakan yaitu air pendingin yang masuk melalui jaket pendingin. Produk keluaran reaktor berupa liquid campuran Hexamethylenediamine dan sisa bahan baku berupa Adiponitrile, gas Hidrogen, katalis Raney Ni, serta NaOH. Kemudian dilakukan proses pemisahan dan pemurnian. Reaksi yang terjadi pada reaktor adalah



C. Proses pemisahan dan pemurnian produk

Hasil keluaran dari reaktor kemudian dilakukan proses pemisahan pada filter press. Dimana pada filter press terjadi pemisahan Hexamethylenediamine dengan katalis raney nikel, cake yang berupa katalis kemudian dilakukan proses pencucian sebelum direcycle kembali direaktor. Sedangkan filtrat yang diperoleh kemudian dilakukan pemurnian antara hexamethylenediamine dan NaOH, H₂O, serta adiponitrile setelah itu hexamethylenediamine yang telah mencapai kemurniannya yang diinginkan dialirkan ke tangki penyimpanan.