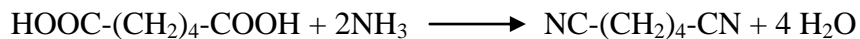


II. DESKRIPSI PROSES

A. Jenis-Jenis Proses

Adiponitril dibuat dengan beberapa macam proses, antara lain (Kirk and Othmer,1952) :

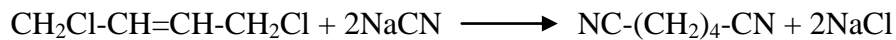
1. Dari asam adipat dan amoniak



Reaksi menggunakan katalisator dari komponen fosfor, boron, atau silica gel. Reaksi berlangsung pada fase gas. Suhu reaksi berkisar antara 300 – 400°C (Ullman 2007). Dan tekanan antara 3-5 atm. Reaksi ini adalah reaksi endotermis. Hasil asam adipat menjadi adiponitril mencapai 95%.

2. Dari dichlorobutene dan sodium sianida

Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah :



Konversi yang didapat pada reaksi ini sebesar 95%. Berlangsung pada temperature 100°C dan tekanan atmosferik (Ullman 2007).

Pada proses reaksi ini biasanya dichlorobutene biasanya didapatkan dengan menggunakan furfural atau butadiene sebagai bahan mentah.

- Furfural

Furfural didekarboksilasi menjadi furan, kemudian dihidrogenasi menjadi tetrahidrofuran (THF). THF direaksikan dengan HCl menjadi dichlorobutene.

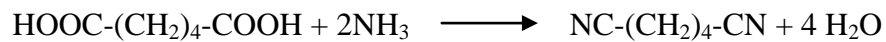
Adiponitril diproduksi dari reaksi antara NaCN dengan dichlorobutene. Overall yield furfural menjadi adiponitril adalah 75%.

- Butadiene

Butadiene direaksikan dengan Cl_2 menjadi dichlorobutene, kemudian dichlorobutene direaksikan dengan NaCN menjadi dicyanobutane. Dicyanobutane direaksikan dengan H_2 menjadi adiponitril dengan bantuan katalisator palladium. Overall yield butadiene menjadi adiponitril adalah 65%-90%.

B. Pertimbangan Pemilihan Proses

Pada prarancangan pabrik Adiponitril ini bahan baku yang digunakan adalah Asam Adipat dan amoniak. Asam adipat direaksikan dengan amoniak pada fase gas dalam reaktor fixed bed. Katalisator yang digunakan adalah boron fosfat (BPO_4) (Kirk and Othmer, 1952). Reaksi yang terjadi adalah :



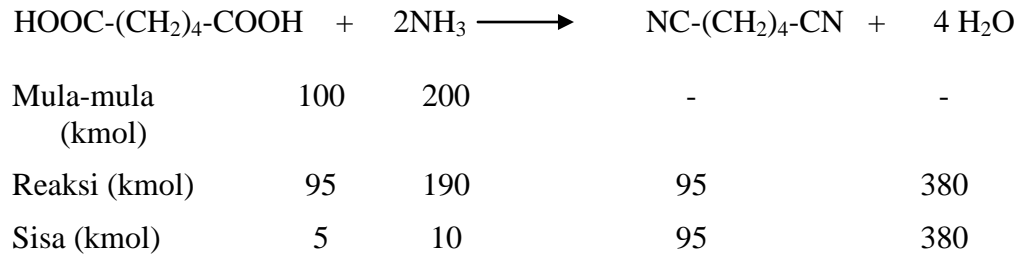
Suhu reaksi berkisar antara $300 - 400^\circ\text{C}$ (Ullman 2007). Reaksi ini adalah reaksi endotermis, sehingga diperlukan adanya sumber panas dari luar.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam reaksi ammonolisis ini adalah tekanan dan perbandingan umpan masuk raktor. Tekanan paling baik adalah sekitar 3-5 atm (Sittig, 1966). Perbandingan mol asam adipat dan amoniak adalah 1:10.

Pertimbangan pemilihan proses pembuatan adiponitril berdasarkan pada faktor diantaranya adalah faktor ekonomi dengan menghitung estimasi keuntungan secara garis besar.

- Estimasi keuntungan proses pembuatan adiponitril dengan proses ammonolisis adalah sebagai berikut:

Reaksi dengan konversi adiponitrile 95 %. Basis 100 kmol reaktan:



- Massa reaktan asam adipat yang masuk reaktor:

$$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH} = 146.143 \text{ kg/kmol} \times 100 \text{ kmol} = 14614.3 \text{ kg}$$

- Massa reaktan amoniak yang masuk reaktor:

$$\text{NH}_3 = 17.031 \text{ kg/kmol} \times 200 \text{ kmol} = 3406,2 \text{ kg}$$

- Massa produk adiponitril yang diperoleh:

$$\text{CH}_3\text{COCH}_3 = 108.143 \text{ kg/kmol} \times 93,4 \text{ kmol} = 10273,59 \text{ kg}$$

- Biaya pembelian bahan baku (*cost*)

$$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH} = \text{US\$}58/\text{kg} \times 14614.3 \text{ kg} = \text{US\$}847629,4$$

$$\text{NH}_3 = \text{US\$}0,46/\text{kg} \times 3406,2 \text{ kg} = \text{US\$}1566,85$$

- Biaya penjualan produk (*benefit*)

$$\text{CH}_3\text{COCH}_3 = \text{US\$}136,7/\text{kg} \times 10273,59 \text{ kg} = \text{US\$} 1404399.07$$

- Estimasi keuntungan

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{benefit}}{\text{cost}} = \frac{\text{US\$}1.404.399,07}{\text{US\$}847.629,4 + \text{US\$}1.566,85} = 1,65$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa nilai $B/C > 1$, maka pabrik adiponitril dengan proses ini layak untuk didirikan.

- Estimasi keuntungan proses pembuatan adiponitril dari dichlorobutene dan sodium sianida sebagai berikut:

Reaksi dengan konversi adiponitrile 95 %. Basis 100 kmol reaktan:



Mula-mula (kmol)	100	200	-	-
Reaksi (kmol)	95	190	95	190
Sisa (kmol)	5	10	95	190

- Massa reaktan dichlorobutene yang masuk reaktor:

$$\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl} = 127.013 \text{ kg/kmol} \times 100 \text{ kmol} = 12701.3 \text{ kg}$$

- Massa reaktan sodium sianida yang masuk reaktor:

$$\text{NaCN} = 49.008 \text{ kg/kmol} \times 200 \text{ kmol} = 9801.6 \text{ kg}$$

- Massa produk adiponitril yang diperoleh:

$$\text{CH}_3\text{COCH}_3 = 108.143 \text{ kg/kmol} \times 93,4 \text{ kmol} = 10273,59 \text{ kg}$$

- Biaya pembelian bahan baku (*cost*)

$$\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl} = \text{US\$}140/\text{kg} \times 14614.3 \text{ kg} = \text{US\$}1.778.182$$

$$\text{NaCN} = \text{US\$}0,46/\text{kg} \times 9801.6 \text{ kg} = \text{US\$}12742,08$$

- Biaya penjualan produk (*benefit*)

$$\text{CH}_3\text{COCH}_3 = \text{US\$}136,7/\text{kg} \times 10273,59 \text{ kg} = \text{US\$} 1404399.07$$

- Estimasi keuntungan

$$B/C = \frac{\text{benefit}}{\text{cost}} = \frac{US\$1.404.399,07}{US\$1.778.182 + US\$12.742,08} = 0,78$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa nilai $B/C < 1$, maka pabrik adiponitril dengan proses ini perlu dikaji kembali untuk didirikan.

Hasil dari perhitungan keuntungan pada setiap proses dalam pembuatan aseton adalah sebagai berikut :

Reaksi	Harga Bahan Baku (\$/kg)	Harga Produk (\$/kg)	B/C	Keterangan
Asam adipat + amoniak	58,46	136,7	1,65	Layak
Dichlorobutene + NaCN	140,46	136,7	0,78	Perlu dikaji kembali

Dari perhitungan gross profit di atas dapat disimpulkan bahwa proses produksi adiponitrile menggunakan reaksi asam adipat dan amonia memiliki prosentase keuntungan yang lebih besar.

C. Uraian Proses

1. Tahap Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku asam adipat disimpan dalam gudang pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Asam adipat diangkat dengan *belt conveyor* dan dinaikkan ke dalam melter untuk di leburkan pada suhu 160 °C. Selanjutnya leburan asam adipat ditekan menjadi 4 atm bersama *recycle* dari dekanter dan *vaporizer*. Kemudian campuran ini diuapkan dalam *vaporizer*.

Bahan baku ammonia cair disimpan pada suhu $-33,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1 atm. Ammonia dialirkan dari tangki penyimpanan dan ditekan menjadi 4 atm kemudian diuapkan dalam vaporizer. Uap ammoniak kemudian dicampur dengan recycle ammoniak yang merupakan hasil atas separator drum . Kemudian Uap amoniak dipanaskan dalam *heat exchanger-01* sampai suhu $381,9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Tahap Reaksi Ammonolisis

Selanjutnya bahan baku Asam Adipat dan Amoniak dalam fase gas digabung dan dialirkan ke reaktor melalui *heat exchanger* untuk dinaikkan suhunya menjadi $456,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3. Tahap Pemisahan Dan Pemurnian Produk

Hasil reaktor diturunkan suhunya menjadi $254\text{ }^{\circ}\text{C}$ melalui WHB kemudian diembunkan sebagian dalam kondenser . Uap dan cairan yang dihasilkan dipisahkan dalam separator drum . Selanjutnya hasil uap diembunkan dalam kondenser .

Hasil keluaran condenser dipisahkan dalam separator drum. Separator drum ini berfungsi sebagai ammonia *recovery*. Uap ammonia dikembalikan ke aliran umpan reaktor setelah sebelumnya ditekan menjadi 4 atm dengan kompresor, sedangkan hasil cairnya dikirim ke unit pengolahan limbah UPL.

Hasil bawah separator drum didinginkan dengan *heat exchanger-3* kemudian dialirkan ke dekanter untuk dipisahkan fraksi ringan dan beratnya. Fraksi berat yang merupakan asam adipat dan sedikit air dikembalikan ke aliran umpan asam adipat. Sementara fraksi ringan yang merupakan adiponitril dan air dialirkan ke *evaporator* untuk diuapkan airnya. Selanjutnya adiponitril dengan kemurnian 99,8% didinginkan dalam *heat exchanger-04* dan dialirkan ke dalam tangki penyimpanan .