



## BAB II

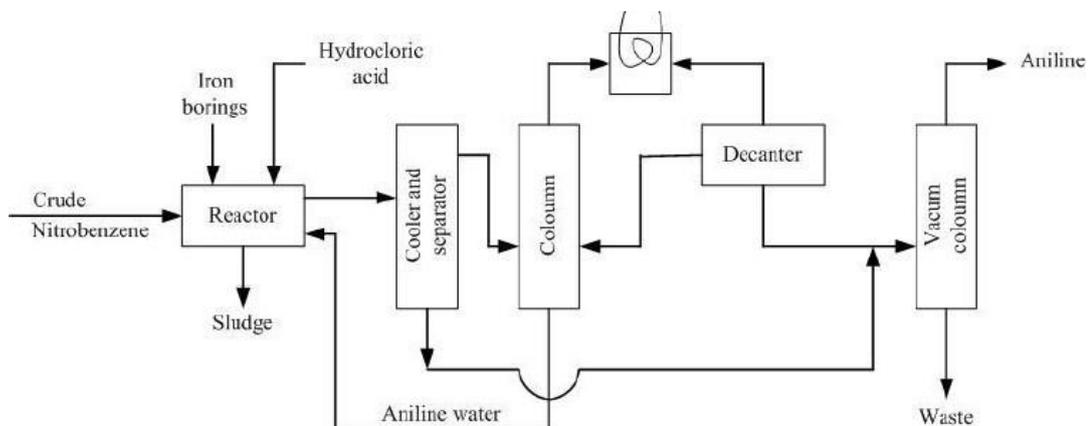
### URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

#### II.1 Macam-Macam Proses Pembuatan

Dalam menghasilkan produk Anilin agar sesuai dengan kapasitas dan kualitas yang diinginkan harus dilakukan seleksi proses terlebih dahulu. Terdapat berbagai macam-macam proses untuk menghasilkan Anilin diantaranya sebagai berikut:

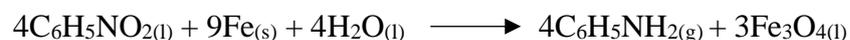
1. Proses reduksi larutan Nitrobenzene
2. Proses hidrogenasi katalitik fase uap Nitrobenzene
3. Proses ammonolisis Klorobenzene

##### II.1.1 Proses Reduksi Larutan Nitrobenzene



Gambar II.1. Blok Diagram Proses Reduksi Larutan Nitrobenzene

Reaksi:



Yield 90-95%

Proses:

Pembuatan aniline dilakukan dengan proses reduksi larutan nitrobenzene dari bahan baku berupa nitrobenzene, logam besi dan larutan asam klorida sebagai katalis. Proses ini terjadi didalam reaktor yang dilengkapi jaket dan kondensor reflux yang efisien. Serbuk besi, air dan katalis ditambahkan secara bertahap



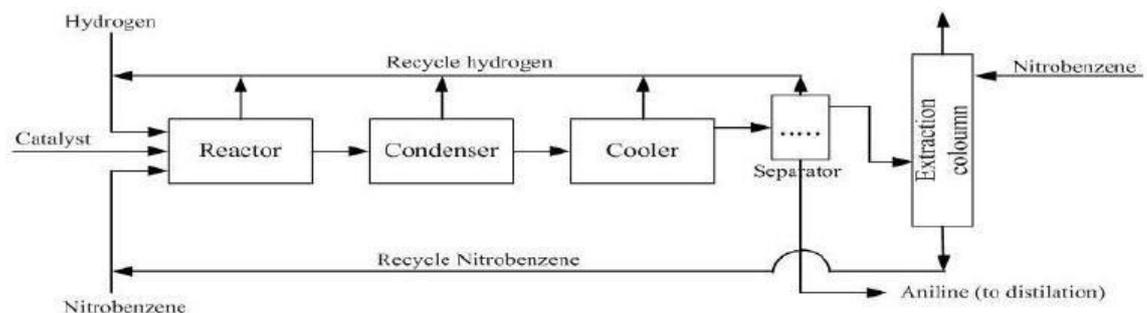
## PRA RENCANA PABRIK

### “PABRIK ANILIN DARI NITROBENZENE DENGAN PROSES HIDROGENASI KATALITIK FASE UAP”

kedalam nitrobenzene. Umumnya, pada permulaan ditambahkan 10-20% dari total besi dan campuran dipanaskan dengan steam hingga suhu 200 °C.

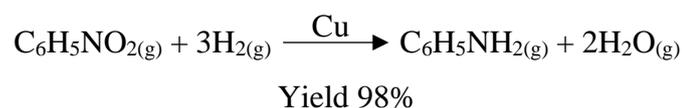
Air yang diperlukan pada reaksi ini dalam bentuk aniline-air yang didapat dari kolom pemisah dan ditambahkan ke dalam reaktor. 30% larutan asam klorida ditambahkan sebagai katalis. Setelah proses reduksi, hasil reaksi dipisahkan dengan beberapa metode yaitu distilasi uap, distilasi vakum, filtrasi dan sentrifugasi. Campuran aniline-air dialirkan ke separator dimana menghasilkan lapisan bawah berupa aniline dan lapisan atas masih mengandung 3-5% aniline. Selanjutnya, didistilasi hingga kadarnya rendah. Residu aniline-air dikembalikan ke reaktor untuk proses selanjutnya, sedangkan aniline dalam distilat dipisahkan dengan decanter. Aliran aniline dari separator dan decanter dimasukkan ke distilasi vakum untuk menghasilkan aniline murni sebagai produk. Yield yang didapatkan pada proses ini yaitu 95% (Faith et al., 1957).

#### II.1.2 Proses Hidrogenasi Katalitik Fase Uap Nitrobenzene



Gambar II.2. Blok Diagram Proses Hidrogenasi Katalitik Fase Uap Nitrobenzene

Reaksi:



Proses:

Pada proses hidrogenasi katalitik fase uap nitrobenzene, digunakan katalis berupa tembaga. Nitrobenzene dialirkan terlebih dahulu ke vaporizer untuk diuapkan, kemudian masuk ke dalam reaktor fixed bed atau fluidized bed yang

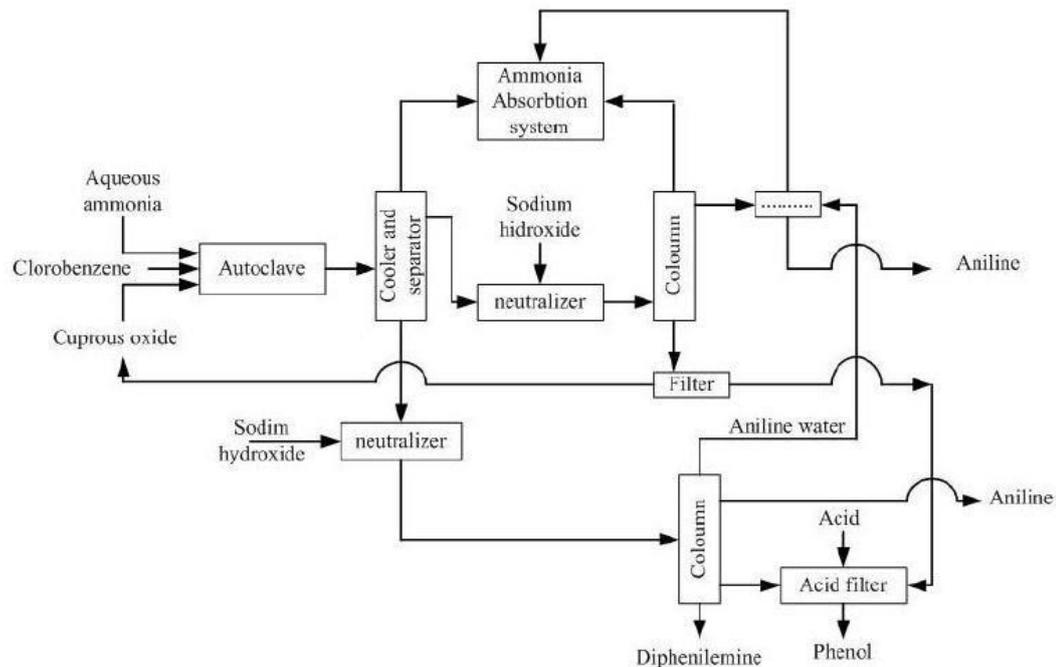


## PRA RENCANA PABRIK

### “PABRIK ANILIN DARI NITROBENZENE DENGAN PROSES HIDROGENASI KATALITIK FASE UAP”

mengandung katalis tembaga. Sedangkan gas hidrogen langsung dialirkan ke reaktor. Reaksi yang terjadi pada tekanan 1-7 atm dan suhu 280-300 °C. Setelah keluar dari reaktor, gas produk dikondensasikan dan didinginkan yang selanjutnya dipisahkan dengan separator. Kelebihan hidrogen di recycle kembali menuju reaktor. Lapisan atas yaitu air-aniline di pompa ke kolom ekstraksi sedangkan lapisan bawah menghasilkan produk aniline mentah mengandung kurang dari 0,5% nitrobenzene dan 5% air yang akan didistilasi. Dari proses ini diperoleh yield sebesar 98% (Faith et al., 1957)

#### II.1.3 Proses Ammonolisis Klorobenzena



Gambar II.3. Blok Diagram Proses Ammonolisis Klorobenzena

#### Reaksi:



Yield 96%

#### Proses:

Proses ammonolisis klorobenzena merupakan proses pembuatan aniline dengan mereaksikan klorobenzena dengan amonia. Reaksi ini berlangsung pada



## PRA RENCANA PABRIK

### “PABRIK ANILIN DARI NITROBENZENE DENGAN PROSES HIDROGENASI KATALITIK FASE UAP”

suhu 210-220 °C dan tekanan 750 - 850 psi. Katalis yang digunakan berupa tembaga oksida. Larutan amonia berlebih digunakan untuk mengurangi reaksi samping penghasil fenol. Rasio reaktan yang ditunjukkan menghasilkan laju pembentukan aniline sekitar 20 kali lebih besar dibandingkan laju pembentukan fenol.

Hasil reaksi didinginkan hingga 100 °C dan dialirkan menuju separator. Lapisan atas dialirkan menuju netralizer yang akan dinetralkan dengan natrium hidroksida. Sedangkan lapisan bawah yang mengandung aniline-air dipisahkan dengan cara dekantasi. Lapisan aniline dari bagian bawah separator dinetralkan dengan natrium hidroksida 50%. Campuran selanjutnya didistilasi, didapatkan aniline murni sekitar 97-99% dan hasil bawah kolom distilasi adalah diphenilamin. Yield yang diperoleh dari proses ini yaitu 96% (Faith et al., 1957).

## II.2 Seleksi Proses

Dalam menentukan proses yang akan digunakan dalam pembuatan Anilin, dilakukan perbandingan terlebih dahulu dari ketiga macam proses yang telah dijelaskan diatas. Hasil perbandingan dari 3 macam proses disajikan pada tabel berikut:

Tabel II.1. Seleksi Proses Pembuatan Anilin

No	Parameter	Macam Proses		
		Reduksi Nitrobenzene	Hidrogenasi Katalitik Fase Uap Nitrobenzene	Ammonolisis Klorobenzene
1	Bahan Baku -Bahan Utama -Katalis	Nitrobenzene HCl 30%	Nitrobenzene dan H <sub>2</sub> Katalis Cu	Klorobenzene dan NH <sub>3</sub> Cu <sub>2</sub> O
2	Aspek Teknis -Suhu (°C) -Tekanan (atm) -Yield (%) -Konversi (%) -Kemurnian (%)	200 12 90-95 95 95	280-300 1-7 98 98 99	210-220 51-58 96 97 97-99



## PRA RENCANA PABRIK

### “PABRIK ANILIN DARI NITROBENZENE DENGAN PROSES HIDROGENASI KATALITIK FASE UAP”

(Faith et al., 1957)

Berdasarkan uraian diatas, maka proses yang dipilih dalam pembuatan Anilin adalah proses hidrogenasi katalitik fase uap Nitrobenzene, karena:

1. Proses lebih sederhana
2. Tekanan digunakan tidak terlalu tinggi sekitar 1-7 atm
3. Yield yang didapatkan lebih besar yaitu 98%

### II.3 Uraian Proses Terpilih

Adapun proses produksi dijanlankan menjadi beberapa unit pabrik dengan pembagian sebagai berikut:

- |   |                |
|---|----------------|
| a. Unit Pengendalian Bahan Baku           | Kode Unit: 100 |
| b. Unit Proses                            | Kode Unit: 200 |
| c. Unit Pemurnian Dan Pengendalian Produk | Kode Unit: 300 |

Adapun uraian proses pembuatan Anilin dengan proses hidrogenasi katalitik fase uap adalah sebagai berikut :

Pertama- tama  $C_6H_5NO_2$  99,8% dengan kandungan  $C_6H_6$  0,1 % dan  $H_2O$  0,1% disimpan di dalam tangki penampung (F-110) dengan suhu  $30^\circ C$  dan tekanan 1 atm, kemudian dipompa menuju vaporizer (V-120) untuk diubah fasenya dari cair menjadi gas dengan suhu  $220^\circ C$  dan tekanan 1 atm. Gas  $C_6H_5NO_2$  keluaran vaporizer selanjutnya dialirkan menuju bagian bawah reaktor (R-210) yang sebelumnya tekanan gas  $C_6H_5NO_2$  telah dinaikkan mencapai 5 atm pada kompresor (G-122) agar dapat memenuhi *pressure inlet* reaktor.

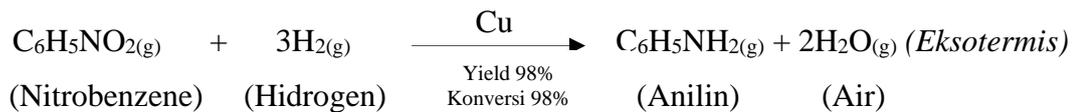
Secara bersamaan, gas hidrogen dengan kemurnian 99,9% pada suhu  $30^\circ C$  dan tekanan 5 atm dari tangki penyimpanan (F-130) dialirkan menuju heater (E-131) untuk dipanaskan suhunya hingga mencapai  $180^\circ C$  sebelum memasuki ekspander (G-132) agar memenuhi *pressure inlet* reaktor. Selanjutnya, gas  $H_2$  yang telah diturunkan tekannannya pada ekspander (G-132) mengalir menuju bagian bawah reaktor (R-210) sehingga terjadi kontak secara searah (*co current*) antara gas  $H_2$  dengan gas  $C_6H_5NO_2$  dari bawah ke atas reaktor (R-210). Adapun jenis reaktor yang digunakan adalah reaktor *fixed bed multitubular* yang mana di dalam tiap- tiap tube bersisikan katalis Cu.



## PRA RENCANA PABRIK

### “PABRIK ANILIN DARI NITROBENZENE DENGAN PROSES HIDROGENASI KATALITIK FASE UAP”

Reaksi antara gas H<sub>2</sub> dengan gas C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub> berlangsung secara eksotermis di dalam *tube* berisikan katalis Cu pada suhu 300°C dan tekanan 5 atm. Oleh karena reaksi berlangsung secara eksotermis maka diperlukan *Dowtherm A* sebagai pendingin yang dialirkan di dalam shell reaktor. Adapun reaksi yang terjadi:



Produk reaksi berupa anilin air serta nitrobenzene yang tidak terkonversi dan sejumlah gas H<sub>2</sub> dikeluarkan pada bagian atas reaktor menuju ekspander (G-211) untuk diturunkan tekanannya menjadi 1 atm, kemudian dialirkan menuju *cooler* (E-212) untuk didinginkan suhunya menjadi 180°C sebelum memasuki kondensor (E-213). Keluaran *cooler* kemudian dikondensasi pada kondensor (E-213), dimana kondensat yang dihasilkan berupa cairan anilin air serta nitrobenzene yang tidak terkonversi bercampur dengan sejumlah gas H<sub>2</sub> dengan suhu 40°C selanjutnya ditampung pada vertical separator drum (H-310) untuk dipisahkan antara komponen gas dan cair dalam hal ini komponen gas yang dipisahkan adalah gas H<sub>2</sub>.

Produk bawah dari vertical separator drum (H-310) akan dialirkan menuju heater (E-312) untuk dipanaskan hingga suhu 111,0093°C, selanjutnya akan dimasukkan ke dalam kolom distilasi (D-320) yang berfungsi untuk memurnikan aniline dari campurannya berdasarkan perbedaan titik didih. Kondisi operasi pada kolom distilasi (D-320) yaitu pada suhu 111,0093°C dengan tekanan 1 atm. Produk atas kolom distilasi yaitu berupa air dalam fase gas dialirkan menuju kondensor (E-321) untuk merubah fase menjadi liquid kemudian direcycle menuju ke kolom distilasi (D-320). Recycle produk atas kolom distilasi dilakukan untuk mengambil sebagian produk aniline yang kemungkinan masih terikut dengan air pada produk atas.

Sementara produk bawah dari kolom distilasi diumpankan menuju reboiler (E-324) untuk dilakukan pemanasan terlebih dahulu pada suhu 177,019 °C sebelum dilakukan recycle menuju kolom distilasi sebagai umpan pemanas kolom. Hasil



## PRA RENCANA PABRIK “PABRIK ANILIN DARI NITROBENZENE DENGAN PROSES HIDROGENASI KATALITIK FASE UAP”

---

produk bawah kolom distilasi berupa aniline sebagai produk utama dengan kemurnian 99.58%. Selanjutnya dialirkan menuju cooler (E-325) untuk menurunkan suhunya hingga menjadi 30°C, kemudian ditampung dalam tangki penampung aniline (F-330).