

## BAB II

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

#### 2.1. Macam – macam

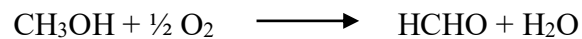
Pada proses pembuatan *Formaldehyde* dari methanol dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu proses *Silver Catalyst* dan proses *Metal Oxide*

- Proses Silver Catalyst
- Proses Formox

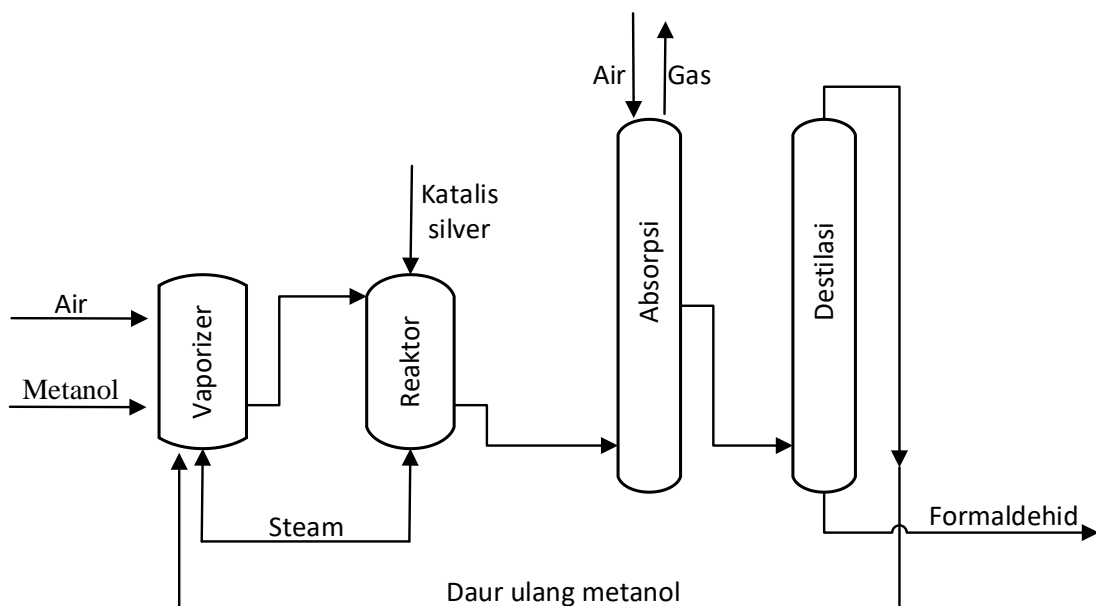
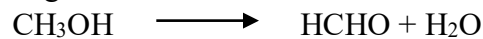
##### 2.1.1 Proses *Silver Catalyst*

Usia penggunaan katalis perak yaitu 3-8 bulan. Reaksi dengan Catalyst perak (silver catalyst) terjadi pada tekanan yang lebih besar dari atmosfer. Pada proses ini menggunakan reaktor bertipe fixed bed multitube

- Reaksi Oksidasi



- Reaksi Dehidrogenasi



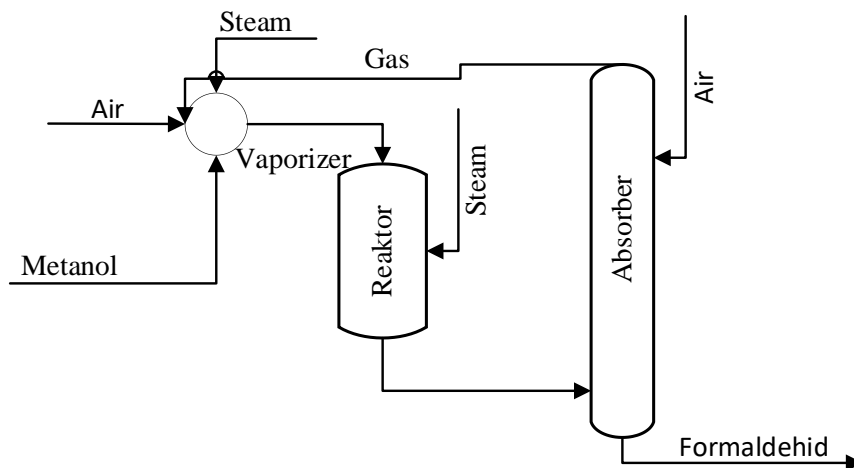
Gambar 2.1. Diagram Proses Silver Katalis

Diagram alir pabrik formaldehid diatas menggunakan katalis perak. Campuran umpan dibuat dengan memasukan udara ke kolom methanol yang dipanaskan dan menggabungkan uap dengan steam. Setelah melewati superheat exchanger, campuran

sampai ke tempat kristal perak atau lapisan kasa perak. Setelah itu produk ini dengan cepat dingin dalam steam generator, kemudian dalam heat exchanger yang menggunakan udara, dan formaldehyde dikondensasikan pada bagian air pendingin dalam bawah menara. Pada bagian atas penyerap (Absorber), metanol dan formaldehida yang tersisa dihilangkan sepenuhnya dari sisa gas dengan kontak berlawanan dengan proses udara yang bersih. Pada menara distilasi, metanol yang tersisa dan larutan formaldehida biasanya dibuang ke reaktor untuk didaur ulang. Cara kerja alat pemisah atau distilasi yaitu, produk yang mengandung 55% formaldehyde dan 0,1 % methanol. dilewatkan ke unit anion exchanger agar dapat mengurangi formic acid ke tingkat yang spesifik.

Umumnya reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis dengan temperature tinggi sekitar  $600^{\circ}\text{C}$  -  $650^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atmosfer. Konversi yang terjadi sekitar 65-75 % dan yield yang diperoleh sekitar 89,1%. Pada proses ini udara yang dimurnikan direaksikan dengan methanol dalam reactor katalitik. Produk didinginkan dengan cepat dengan pendinginan dowterm A, selanjutnya dialirkan ke menara absorber dimana methanol, air dan *Formaldehyde* terkondensasi di dasar menara. Untuk memurnikan produk sesuai dengan keinginan dilakukan pemurnian dengan proses destilasi. (Othmer, Vol 12)

### 2.1.2 Proses Formox



Gambar 2.2. Diagram Proses Formox

(Othmer, Vol 12)

Semua formaldehida dibuat melalui reaksi eksotermis dengan suhu antara  $300$ - $400^{\circ}\text{C}$  pada tekanan atmosfer dan. Proses ini mirip dengan proses katalis silver. Dengan kontrol suhu yang tepat, konversi metanol mencapai 98,4 persen hingga 99,9 persen. Karbon monooksida dan dimetil eter, serta sejumlah kecil asam format dan

karbondioksida, adalah produk sampingan yang dihasilkan. Secara keseluruhan, hasil pabrik adalah 88–91%. Gas daur ulang dan udara bersih dari tower absorpsi dicampur dan dipanaskan dalam heat exchanger sebagai aliran produk. Umpa gas datang melalui pipa katalis reaktor penukar panas. Metanol dialirkan ke evaporator panas-uap, seperti yang ditunjukkan pada diagram alir di atas. Suhu dapat dikontrol secara isothermal sekitar 340 °C saat udara berlebih selama proses.

Dikondisi tersebut, boiler menghasilkan steam. Umpa udara-metanol adalah campuran yang mudah terbakar. Namun, dengan menggunakan udara sisa dari kolom absorpsi secara parsial untuk mengurangi kandungan oksigen hingga 10% mol, kandungan metanol dalam umpa dapat meningkat tanpa membentuk campuran yang eksplosif. Gas dilepaskan dari reaktor ke dasar kolom absorber setelah penyerapan hingga 110 °C dalam unit penukaran panas. Mengontrol jumlah udara proses yang ditambahkan pada puncak kolom mengontrol konsentrasi formaldehida. Pada dasar kolom penyerapan, produk dipisahkan dari sistem sirkulasi udara dan dikirim melalui unit pertukaran anion untuk mengurangi kandungan asam format. Hingga 55% berat Formaldehida dan 0,5–1% berat metanol terkandung dalam produk akhir.

Dalam sebuah reaktor fixed bed multitube, metanol uap dicampur dengan udara dan gas recycle kemudian direaksikan dengan dengan katalis oksida besi-molibdenum. Dengan produksi Formaldehida 94,4 persen, konversi yield diperoleh sebanyak 98,4 persen.

## **2.2. Uraian Proses'**

Proses pembuatan *Formaldehyde* dari bahan baku metanol dan udara berdasarkan proses formox dalam pra rencana pabrik *Formaldehyde* dengan *Catalyst* Besi Oksida dibagi menjadi tiga tahap, yakni:

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan produk
3. Tahap pemurnian dan penanganan produk

### 2.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap persiapan bahan baku ini bertujuan untuk:

- mengubah fase metanol dalam bentuk cair menjadi gas didalam alat vaporizer.
- Mengkondisikan temperatur umpan methanol dan oksigen sehingga sesuai dengan kondisi reaktor.

Bahan baku utama pembuatan *Formaldehyde* adalah metanol dan oksigen.

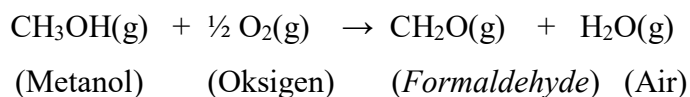
Feed pertama merupakan methanol cair dengan kemurnian 99% diperoleh dari perusahaan S-Sailing Group di Cina. Bahan baku metanol cair disimpan di dalam tangki penyimpanan metanol (F-111) pada suhu lingkungan 30°C dan tekanan 1 atm untuk menjaga agar fase metanol tetap pada fase cair. Selanjutnya Methanol diumpankan ke dalam vaporizer (V-110) untuk diubah fasenya dari cair menjadi uap kemudian direaksikan didalam vaporizer sehingga tekanan umpan methanol naik sampai dengan 1,2 atm. Uap methanol keluaran vaporizer kemudian diumpankan ke separator untuk memisahkan cairan dengan uapnya.

Feed kedua yaitu Oksigen yang diperoleh dari udara lingkungan sekitar dengan kondisi suhu 30 °C dan tekanan 1 atm melewati filter (H-115) untuk disaring kotoran atau debu yang masih terdapat pada udara. Kemudian tekanan dinaikkan dengan menggunakan Kompresor (G-124) dan diserap oleh *Blower* (G-126) udara dialirkan dialirkan menuju *Heat Exchanger* (E-125) untuk dipanaskan sampai suhu 280°C untuk memenuhi kondisi operasi reactor dan tekanan 1,2 atm kemudian diumpankan ke dalam reaktor (R-120) untuk nantinya direaksikan.

### 2.2.2 Tahap pembentukan produk

*Formaldehyde* terbentuk dengan mereaksikan bahan baku metanol dan oksigen dengan menggunakan katalis iron oxide yang diletakkan dalam tube-tube reaktor fixed bed dan operasinya berlangsung dalam fase gas pada suhu 280°C dan tekanan 1,2 atm. Reaksi oksidasi metanol terjadi secara eksotermis yang artinya melepas sejumlah panas selama reaksi berlangsung sehingga meningkatkan temperature reaktor.

Untuk menjaga kondisi operasi reaktor (R-120) digunakan media pendingin Dowterm A untuk menyerap panas yang dihasilkan selama terjadi reaksi didalam reaktor.



Produk keluar dari reactor dengan suhu 280 °C berupa gas selanjutnya dialirkan kedalam cooler 1 (E-122) untuk didinginkan hingga mencapai suhu 110 °C dan didinginkan kembali hingga keluar pada suhu 80 °C didalam cooler II (E-123). besarnya konversi metanol dapat mencapai 98,4%.

### 2.2.3 Tahap Pemurnian dan Penangan Produk

Tujuan dari Tahap pemurnian produk adalah membagi atau memisahkan *Formaldehyde* terhadap gas berupa O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, dan CO. Produk reactor yang sebelumnya mengalami proses pendinginan dialirkan menuju absorber pada suhu 280 °C dan tekanan 1,2 atm. *Formaldehyde* difilter dari gas produk reactor pada alat absorber untuk meisahkannya dengan pelarut air pada T1 atau suhu awal 30 °C. Didalam absorber produk yang adalah CH<sub>2</sub>O(g) dan bahan baku utama CH<sub>3</sub>OH(g) akan larut dalam air dan keluar pada bagian bawah sebagai produk, sedangkan O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, dan CO tidak larut dalam air. Gas yang tidak terserap oleh absorber akan dibuang keatas. Produk bawah yang terbentuk sebagai larutan formaldehyde 37% di alirkan menggunakan pompa untuk disimpan didalam tangki penyimpanan produk.

### 2.3. Seleksi Proses

Untuk dapat menyeleksi proses yang digunakan dalam pembuatan formaldehida maka dapat dibuat perbandingan dari kedua macam proses yang telah dijelaskan sebelumnya, sehingga dapat dengan mudah untuk memilih proses meliputi aspek proses, aspek operasi serta aspek ekonomi.

**Tabel 2.3** seleksi proses dapat dibuat sebagai berikut:

| Parameter               | Macam Proses              |   |
|-------------------------|---------------------------|---|
| Parameter<br>Bahan Baku | Proses Silver<br>Catalyst | Proses Formox                           |
| <b>1.Aspek Teknis</b>   |                           |   |
| a.Konversi hasil        | 65 – 75%                  | 98,4 %                                  |
| b. Catalyst             | Catalyst Perak            | Catalyst Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |

|                          |               |            |
|--------------------------|---------------|------------|
| <b>2.Kondisi Operasi</b> |               |            |
| a.Suhu (°C)              | 600°C - 650°C | 250-400 °C |
| b.Tekanan                | 1 atm         | 1-1,5 atm. |
| <b>3.Aspek ekonomi</b>   |               |            |
| a. Biaya operasi         | Mahal         | Murah      |
| b. Umur katalis          | 3-8 Bulan     | 18 Bulan   |

Dasar pemilihan proses ditinjau dari beberapa aspek diatas sehingga dipilih pembuatan *Formaldehydea* dengan proses formox secara langsung hal ini didasarkan sebagai berikut:

1. Konversi yang dihasilkan tinggi, dengan demikian proses tersebut dapat menghasilkan kuantitas yang lebih banyak untuk produknya apabila dibandingkan dengan proses *Silver Catalyst*.
2. Proses berlangsung pada tekanan dan suhu rendah
3. Usia penggunaan Catalyst lebih lama yaitu 12 sampai 18 bulan
4. Biaya investasi total berada di rentang medium untuk proses formox dibandingkan proses *Silver Catalyst* yang menggunakan biaya tinggi