



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-Macam Proses

Untuk pembuatan Formaldehida dikenal beberapa cara, antara lain:

1. Proses *Silver Catalyst*
2. Proses Oksidasi

II.1.A Proses *Silver Catalyst*

Terdapat dua macam proses silver, proses methanol ballast dan proses BASF, dimana keduanya mempunyai kemiripan. Kedua proses menggunakan perak kasa (*silver gauze*) atau kristal sebagai katalis. Dalam reaksi, Methanol terdehidrogenasi membentuk formadehida dan gas H₂. Reaksi berlangsung eksotermis dengan konversi antara 50-60% methanol menjadi formaldehida.

Reaksi yang terjadi: (Ullmann : 741)



A. Proses Methanol Ballast

Proses terjadi pada temperatur sekitar 600 °C. Dikarenakan temperatur yang lebih rendah, maka methanol di *recycle* kembali ke inlet menggunakan kolom distilasi. Dalam reaktor digunakan bed *silver gauze* dengan umur katalis 6-8 bulan. Setelah distilasi produk dapat mencapai 55%wt formaldehida dengan 1%wt methanol. Konversi dari proses ini berkisar pada 77-88% dengan yield antara 91-92%.

B. Proses BASF

Proses terjadi pada temperatur sekitar 700 °C. Methanol dicampurkan dengan gas dengan rasio molar 60:40 dengan packed evaporator. Lalu campuran



tersebut memasuki kolom absorpsi. Setelah itu campuran gas di superheated dengan steam lalu dimasukkan ke reaktor fixed bed dengan 25-30mm bed kristal perak sebagai katalis. Terjadi produk samping yaitu metil format dan asam formiat yang dihilangkan sebagai impurities dengan anion exchange. Produk memiliki konsentrasi antara 40-55% wt dengan $\leq 1,3\%$ wt methanol. Konversi dari proses ini berkisar pada 97-98% dengan yield antara 89,5-90,5%.

II.1.B Proses Formox

Proses terjadi pada tekanan atmosferik dan temperatur antara 300-400 °C. Dengan reaksi yang terjadi yaitu: (Ullmann : 744)



Katalis yang biasa digunakan adalah iron-molybdenum tetapi vanadium oxide dapat diaplikasikan juga. Katalis terdapat didalam multitubular fixed bed reaktor dengan aliran dingin pada sisi shell untuk mendapatkan tekanan medium steam. Dalam kolom absorpsi didesain untuk mendapatkan larutan 60% wt formaldehida dan $\leq 1\%$ wt methanol. Byproduct dari proses ini adalah CO dan DME (Dimetil Eter) serta CO₂ dan asam format yang mungkin terjadi tetapi dalam jumlah yang sangat kecil. Byproduct dipisahkan sama seperti proses methanol ballast menggunakan anion exchanger. Produk memiliki konsentrasi mencapai hingga 55% wt dengan 0,5-1,5% wt methanol. Konversi dari proses ini bisa mencapai 99% dengan yield sebaik 94,4%.

II.2 Pemilihan Proses

Di dalam industri kimia, operasi proses sangat penting untuk memperoleh produk yang baik, termasuk kualitas, kuantitas dan efisiensi serta efektif.

Proses pembuatan formaldehida memiliki beberapa cara, yaitu :

1. Proses BASF Menggunakan Silver Catalyst
2. Proses Methanol Ballast Menggunakan Silver Gauze Catalyst.
3. Proses Formox Menggunakan Iron Molybdenum Catalyst.

Dari beberapa proses diatas, yang dipilih adalah proses Formox Menggunakan Iron Molybdenum Catalyst. Karena proses ini mempunyai kelebihan sebagai berikut :



Pra Rencana Pabrik Pabrik Formaldehida Dari Metanol dengan Proses Formox

- Suhu lebih rendah dari silver catalyst (300-400°C)
- Konversinya lebih tinggi 98%.
- Yield yang lebih tinggi dibanding silver catalyst (bisa mencapai 94,4%)
- Umur katalis yang lebih lama (12-18 bulan)

Parameter	Silver Catalyst	Formox
Suhu operasi	600-650°C	300-400°C
Konversi	77-88%	≥ 99%
Yield	86-90%	88-92%
Katalis	Perak kasa (6-8 bulan)	Iron molybdenum (12-18 bulan)

Sumber: Kirk Othmer : 496

II.2.1 Uraian Proses

Secara garis besar proses pembuatan Formaldehida dari Methanol dengan proses Formox dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan produk
3. Tahap pemurnian produk
4. Tahap pemurnian produk

Proses pembuatan formaldehida dari bahan baku methanol dan udara, dapat dijelaskan sebagai berikut:

A. Tahap penyiapan bahan baku

Metanol yang diambil dari tangki penyimpanan F-110 pada kondisi cair temperatur 30°C dan tekanan 1 atm. Metanol diumpankan ke dalam vaporizer V-112 menggunakan pompa L-111. Dalam alat vaporizer, metanol masuk ke vaporizer diubah fasanya dari cair menjadi gas pada temperatur mencapai 72°C. Metanol uap kemudian diumpankan ke separator H-113 untuk memisahkan sisa cairan dengan uap. Sedangkan udara yang diambil dari lingkungan sekitar dilewatkan filter H-114 untuk memisahkan debu dan cairan yang ada di udara. Feed



Pra Rencana Pabrik Pabrik Formaldehida Dari Metanol dengan Proses Formox

udara yang telah dibersihkan dengan temperatur 30°C dan tekanan 1 atm lalu dipanaskan dengan heat exchanger E-117 hingga sesuai dengan suhu operasi reaktor sebesar 345°C.

B. Tahap pembentukan produk

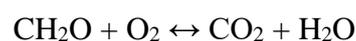
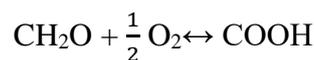
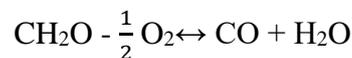
Formaldehida dibentuk dengan oksidasi secara langsung oleh metanol dalam reaktor R-120. Umpan metanol dan udara yang telah dikondisikan berkontak pada lapisan pertama ring katalis iron molybdate ($\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$). Katalis iron molybdate memiliki masa aktif dari 9 bulan mencapai 18 bulan, laju produksi tidak dapat mencapai titik maksimal pada hari ke-5 sampai 10 setelah penggantian katalis. Reaksi oksidasi methanol berlangsung secara non isothermal dan non adiabatik. Reaksi oksidasi methanol merupakan reaksi eksotermis sehingga selama reaksi berlangsung akan dilepas sejumlah panas. Kenaikan temperatur yang terjadi dalam reaktor sangat tidak diinginkan karena dapat merubah reaksi sehingga dibutuhkan medium pendingin untuk menyerap panas yang terjadi selama reaksi dalam reaktor tersebut berlangsung. Cairan dowtherm A digunakan untuk mendinginkan stream metanol/udara di bagian atas dan melepaskan panas di bagian bawah. Cairan dowtherm dioperasikan pada titik didih, dan excess panas dari reaksi terbawa pada uap dowtherm yang dikondensasi ke kondensor downtherm untuk memproduksi steam bertekanan tinggi.

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor antara lain:

Reaksi utama:



Reaksi samping:





C. Tahap pemurnian produk

Gas keluar dari reaktor R-210 kemudian didinginkan dengan heat exchanger E-212 untuk menghindari terbentuknya reaksi samping. Pendinginan dilakukan oleh heat exchanger hingga suhu 110°C sebelum diumpankan ke absorber. Produk reaktor R-210 dimasukkan ke dalam absorber D-310 pada suhu 110°C dan tekanan 1 atm. Komponen O₂ dan N₂ dipisahkan dari produk reaktor pada alat pemisah absorber D-310 dengan pelarut air dengan suhu masuk 110°C. Air masuk dan disemprotkan dari atas absorber. Absorber bekerja berdasarkan sifat kelarutan dimana formaldehyde dan methanol akan larut dalam air sedangkan O₂, N₂, CO₂, CO tidak larut dalam air. Produk bawah dari absorber yang bersuhu 60°C. Produk tersebut didinginkan oleh cooler E-313 mencapai 30°C kemudian dialirkan dengan pompa L-312 menuju ion exchanger D-313 yang bertujuan untuk menyerap asam format serta kandungan metanol sisa. Produk keluaran dari ion exchanger merupakan produk formaldehyde dengan kadar 37% yang kemudian dipompakan menuju tangki penyimpan produk F-315.



BAB III

NERACA MASSA

III.1 Neraca Massa Sebelum Recycle