



BAB II

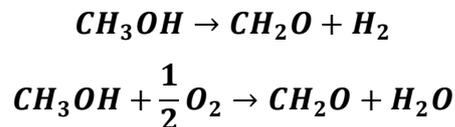
URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

II.1 Macam-macam Proses

Formaldehid dapat diproduksi dengan 2 macam katalis, yaitu dengan katalis perak atau katalis metal oksida.

1. Katalis Perak

Pada proses dengan katalis perak methanol dapat dikonversi menjadi formaldehida. Umumnya beroperasi pada suhu 600-720°C dan tekanan 1 atm dengan reaksi utama:

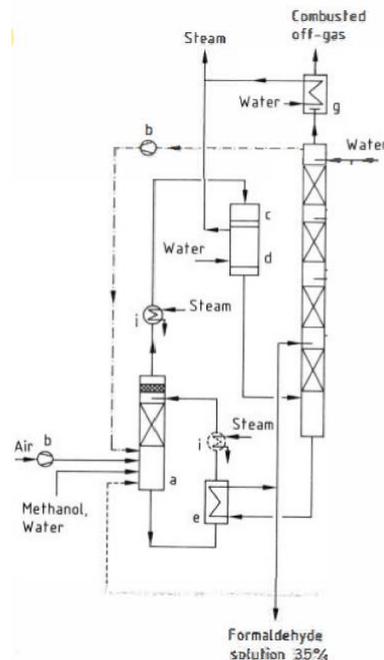


(Kirk Othmer, 2006)

Proses dengan katalis perak terdapat 2 jenis proses yaitu BASF dan proses methanol tidak terkonversi sempurna.

a. Proses BASF

Seperti ditunjukkan pada Gambar II.1, methanol dapat dikonversi menjadi formaldehid dengan proses BASF. Pada proses ini campuran dari metanol dan air diumpankan ke vaporizer. Udara dan gas hasil recycle dari tahap terakhir kolom absorpsi juga diumpankan secara terpisah untuk diuapkan. Panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air dan methanol didapatkan dari heat exchanger yang tersambung pada stage pertama kolom absorpsi. setelah melalui bebrerapa proses, uap diumpankan ke reactor yang dimana akan melewati lapisan kristal perak. Selanjutnya dialirkan ke tahap pertama dari empat tahap kolom absorpsi dimana gas didinginkan dan dikondensasi. Formaldehid dielus berlawanan dengan air atau ke sirkulasi formaldehid yang konsentrasinya meningkat dari tahap ke tahap. Produk dari sirkulasi pertama dapat mengandung 50wt% formaldehid jika suhu keluar gas dari tahap ini tetap 75°C. produk terakhir mengandung 40-55wt% formaldehid dengan rata rata 1,3wt% methanol dan 0,01 wt% asam format.

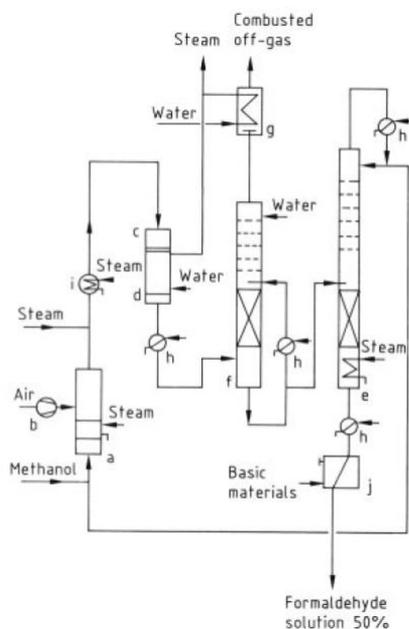


Gambar II. 1 Proses BASF

b. Proses Metanol Tidak Terkonversi Sempurna

Formaldehid dapat diproduksi dengan oksidasi dan pemulihan distilasi methanol. Seperti pada Gambar II. 2 campuran dari methanol murni dan udara diumpankan ke vaporizer. Uap yang dihasilkan dicampur dengan uap, mengalami pemanasan super tidak langsung kemudian diumpankan kedalam reactor. Reaksi yang terjadi menghasilkan campuran yang mengandung methanol dan uap. Proses ini mirip dengan proses BASF. uap dilewatkan Kristal perak atau kasa perak. Konversi tikka lengkap dan reaksi berlangsung pada 590-650C., reaksi samping yang tidak diinginkan ditekan dengan suhu yang relative rendah ini. Setelah meninggalkan katalis, gas reaksi didinginkan secara tidak langsung dengan air, sehingga menghasilkan uap. Panas reaksi yang tersisa kemudian dikeluarkan dari gas dalam pendingin dan diumpankan ke bagian bawah kolom absorpsi formaldehid. Di bagian kolom yang didinginkan dengan air, sebagian besar metanol, air, dan formaldehida terpisah. Di bagian atas kolom, semua bagian yang dapat dikondensasikan dari formaldehida dan metanol yang

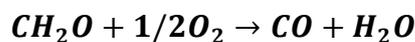
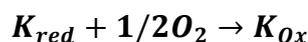
tersisa dicuci dari gas ekor dengan kontak arus balik dengan air proses. Larutan formaldehida dari bagian bawah kolom absorpsi diumpankan ke kolom distilasi yang dilengkapi dengan penukar panas berbasis uap dan kondensor reflux. Metanol dipulihkan di bagian atas kolom dan didaur ulang ke bagian bawah vaporizer. produk yang mengandung hingga 55 wt% formaldehida dan kurang dari 1wt% metanol diambil dari bagian bawah kolom distilasi dan didinginkan. Larutan formaldehida kemudian biasanya dimasukkan ke dalam unit penukar anion untuk mengurangi kandungan asam format.



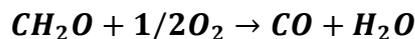
Gambar II. 2 Proses Metanol Tidak Terkonversi Sempurna

2. Katalis Metal Oksida

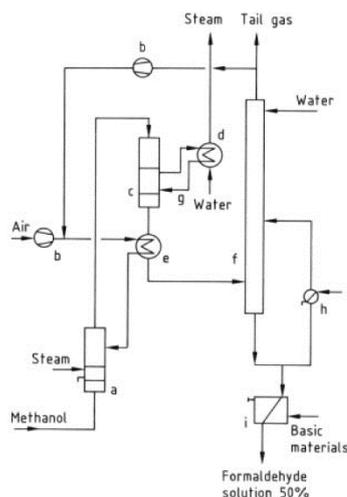
Pada proses ini metal oksida digunakan sebagai katalis untuk mengkonversi methanol menjadi formaldehid proses dengan katalis metal oksida telah didefinisikan dengan 2 tahap reaksi oksidasi pada keadaan gas yang melibatkan oksidasi dan pengurangan katalis:



Reaksi samping:



Seperti pada Gambar II. 3, methanol diumpankan ke vaporizer. Udara dan gas dari hasil recycle menara absorpsi dicampur dan jika perlu dipanaskan terlebih dahulu dengan penukar panas sebelum dimasukkan ke vaporizer. Kemudian hasil dari vaporizer diumpankan ke reactor melewati tabung berisi katalis penukar panas dengan titik didih tinggi bersirkulasi diluar tabung dan menghilangkan panas dari reaksi katalis didalam tabung. Proses ini menggunakan udara berlebih dan suhu dikontrol secara isothermal. Setelah meninggalkan reaktor, gas didinginkan sampai 110 °C dalam unit pertukaran panas dan dilewatkan ke bagian bawah kolom absorber. Konsentrasi formaldehida diatur dengan mengontrol jumlah air proses yang ditambahkan di bagian atas kolom. Produk dikeluarkan dari sistem sirkulasi berpendingin air di bagian bawah kolom absorpsi dan diumpankan melalui unit pertukaran anion untuk mengurangi kandungan asam format. Produk akhir mengandung hingga 55 wt% formaldehida dan 0,5 - 1,5 wt% metanol. Konversi metanol yang dihasilkan berkisar antara 95 - 99 mol% dan tergantung pada selektivitas, aktivitas, dan suhu spot katalis, yang terakhir dipengaruhi oleh laju perpindahan panas dan laju keluaran. Hasil pabrik secara keseluruhan adalah 88 - 91 mol%.



Gambar II. 3 Proses Katalis Metal Oksida



II.2 Seleksi Proses

Parameter	Metal Oxide Catalyst	Silver Catalyst	Proses BASF
Konversi	99%	77-88%	98%
Konsentrasi Formaldehid	<55	42	40-55
Kondisi Operasi	270-400°C, tekanan atmosfer	600-650°C, tekanan atmosfer	700°C, tekanan atmosfer
Katalis	Iron Molybdenum (12 bulan)	Perak (8 bulan)	Perak (8 bulan)

Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa produksi formaldehid dengan proses BASF menguntungkan. Hal ini disebabkan:

1. Konversi methanol yang tinggi, sehingga dengan bahan baku jumlah yang sama dapat menghasilkan formaldehid yang lebih banyak jumlahnya.
2. Konsentrasi formaldehid yang beragam sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan
3. Katalis yang murah dan dapat diregenarasi dengan mudah

II.3 Uraian Proses

Proses pembuatan formaldehid dengan proses BASF dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap pembentukan produk, dan tahap pemurnian produk.

II.3.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

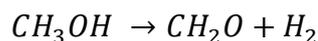
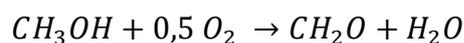
Bahan baku pembuatan formaldehid berupa methanol, air, dan udara. Metanol disimpan pada tangki penyimpanan (F-110) pada kondisi cair dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Metanol akan diumpangkan ke dalam mixer metanol (M-120) untuk diencerkan hingga 60% mol. Kemudian akan diumpangkan ke vaporizer (V-130) dengan bantuan pompa (L-131). Campuran methanol dan air akan masuk ke vaporizer untuk diuapkan. Pada vaporizer (V-130), feed diubah fasenya menjadi uap pada suhu 84°C pada tekanan 1 atm. Produk atas vaporizer akan diumpangkan



ke heater metanol (E-143) untuk dipanaskan sampai suhu 200°C sebelum masuk ke furnace dan produk bawah akan diumpankan kembali. Udara diambil dari lingkungan sekitar dengan bantuan blower (G-121) yang akan masuk ke heater untuk dipanaskan sampai suhu 200°C sebelum masuk ke furnace. Pada furnace (F-120) akan dipanaskan dengan solar sampai dengan suhu 700°C dan akan diumpankan ke reactor.

II.3.2. Tahap Pembentukan Produk

Pada tahap pembentukan produk, campuran udara dan metanol masuk ke dalam reactor fixed bed multitube (R-210) yang berisi katalis perak. Reaktor beroperasi pada suhu 700°C dan tekanan 1 atm dengan reaksi:



Pada reactor terjadi reaksi oksidasi dan dehidrogenasi menjadi formaldehid dengan total konversi 98% dengan selektivitas formaldehid sebesar 60%. Produk keluaran reactor akan didinginkan pada cooler (E-211) sampai dengan suhu 110°C untuk mencegah terjadinya asam formiat dan metil format.

II.3.3. Tahap Pemurnian Produk

Tahap pemurnian produk bertujuan memisahkan formaldehid dari hasil reaksi samping berupa gas CO, CO₂, dan H₂ serta memisahkan N₂ yang tidak bereaksi. Setelah didinginkan pada cooler (E-211), produk akan masuk ke kolom absorber (D-310) dengan bantuan absorben berupa air. Kondisi operasi pada absorber adalah 1 atm. Produk bawah berupa formaldehid akan disimpan pada tangki penyimpanan formaldehid (F-320).