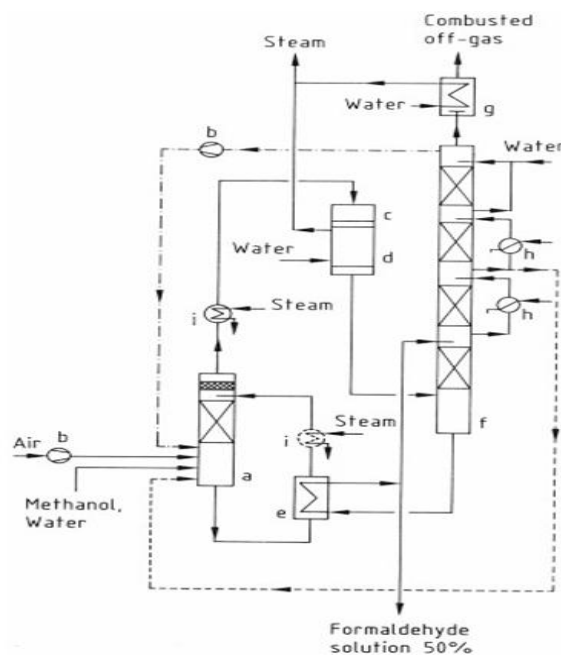


BAB II**URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES****II.1 Macam-macam proses**

Proses pembentukan formaldehid melalui oksidasi metanol dapat dilakukan menggunakan katalis tertentu yaitu katalis perak dan katalis metal oksida.

II.1.1 Proses *Silver Catalyst* (katalis perak)**A. Proses BASF (*Complete Conversion*)**

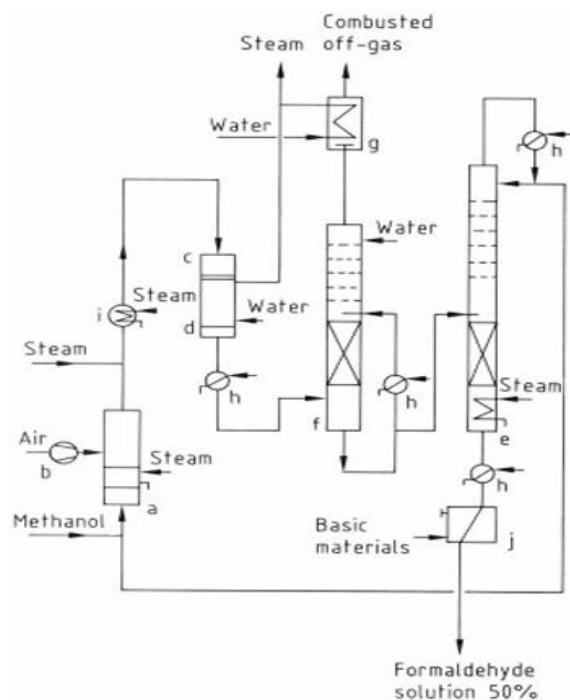
Gambar II. 1 Diagram Proses BASF

Complete Conversion of Methanol memiliki prinsip proses oksidasi metanol menjadi formaldehid menggunakan reaktor berkatalis dalam kondisi adiabatik. Diperlukan campuran metanol dengan rasio 60% metanol dan 40% air. Panas yang dibutuhkan untuk mengevaporasi metanol menggunakan *heat exchanger* berasal dari satu rangkaian dengan stage pertama kolom absorpsi (Ullman, 1987).

Suhu operasi yang digunakan pada proses ini lebih besar daripada proses konversi tidak sempurna, yakni 680°C – 720°C pada tekanan

atmosferik. Proses operasi dengan metode ini disebutkan unit absorpsi terdiri dari kolom absorpsi multiple dengan recycle larutan formaldehid pada setiap stage. Produk akhir dari larutan sekitar 50 – 55 %wt formaldehid dapat diperoleh dari stage pertama jika off gas dikembalikan untuk mengurangi penggunaan air pada umpan, jika sebaliknya maka diperoleh larutan 40– 44 %wt formaldehid. Metode *complete conversion* digunakan dalam proses BASF dan memiliki *yield* keseluruhan sebesar 89.5-90,5 mol% (Cheng, 1994)

B. Recovery Methanol (*Incomplete conversion*)



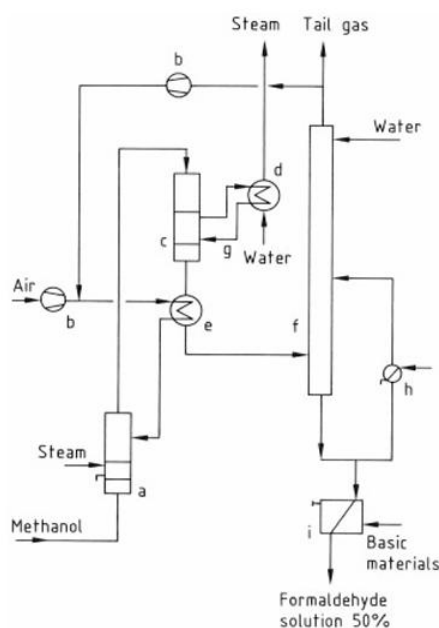
Gambar II. 2 Diagram Proses *Recovery Methanol*

Proses ini merupakan proses pembuatan formaldehid dimana konversi yang terjadi tidak sempurna. Campuran yang terdiri dari uap metanol murni dan udara segar diumpankan ke dalam vaporizer. Hasil keluaran dari vaporizer dicampur dengan *steam* dan selanjutnya dimasukkan ke dalam reaktor. Produk keluaran reaktor dimasukkan ke dalam unit absorpsi, campuran yang masuk ke unit absorpsi adalah 42 wt%

formaldehid dan termasuk metanol. Campurannya adalah umpan yang masuk kolom distilasi, yang mana produk bawahnya mengandung 55 wt % formaldehid dan kurang dari 1 wt % diperoleh metanol. Kandungan asam formiat di produk bagian bawah dikurangi dengan menggunakan unit *anion exchange*. Metanol di produk bagian atas dikembalikan dan dicampur dengan umpan yang baru. *Off gas* dari unit absorpsi dibakar untuk menghilangkan residu metanol dan zat organik lainnya. Hasil dari proses pembakaran dikembalikan ke reaktor sebagai diluent inert (Cheng, 1994)

II.1.2 Proses *Oxide Catalyst* (katalis oksida logam)

A. Proses Formox



Gambar II. 3 Diagram Proses Formox

Proses formox merupakan proses pembuatan formaldehid menggunakan metanol dengan menggunakan katalis logam yaitu *iron*, *molybdenum* atau *vanadium oxide*. Katalis ini mempunyai umur sekitar (12-18 bulan). Metanol uap dicampur dengan udara dan *recycle gas* kemudian direaksikan dengan katalis dalam sebuah reaktor dengan suhu operasi 270 °C – 400 °C dan tekanan 1 atm, konversi yang diperoleh bisa

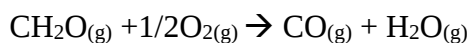
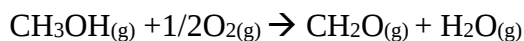


PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Menggunakan *Silver Catalyst* dengan Proses BASF (*Complete Conversion*)”

mencapai 95-99 % dengan *yield* 88-91 % (Ullman, 1987). Reaksi dituliskan di dalam persamaan

Reaksi yang terjadi :



II.2 Pemilihan Proses

Tabel I. 6 Pemilihan Proses Produksi Formaldehid

No	Parameter	<i>Silver Catalyst</i>		<i>Oxide Catalyst</i>
		Proses BASF (<i>Complete Conversion</i>)	<i>Recovery Methanol (Incomplete Conversion)</i>	Formox (<i>Metal Oxide Catalyst</i>)
1	Suhu operasi	680-720 °C	600-650 °C	270-400 °C
2	Tekanan operasi	1 atm	1 atm	1 atm
3	Konversi metanol	97-98 %	77-78 %	95-99 %
4	<i>Yield</i>	89,5-90,5 %	91-92 %	88-91 %
5	Katalis	Katalis perak	Katalis perak	Katalis logam (<i>iron, molybdenum</i> atau <i>vanadium oxide</i>)

Berdasarkan tabel diatas maka dipilih produksi formaldehid dengan proses BASF (*Complete Conversion*), dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Umur katalis yang lama
2. Prosesnya sederhana sehingga tidak membutuhkan alat yang banyak.
3. Konversi metanol yang tinggi sehingga dengan jumlah bahan baku yang sama dapat menghasilkan formaldehid yang lebih banyak.



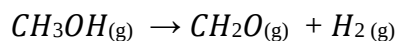
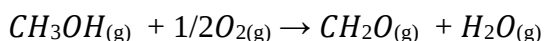
II.3 Uraian Proses

II.3.1 Persiapan bahan baku

Bahan baku pembuatan formaldehid berupa metanol, air, dan udara. Metanol disimpan pada tangki penyimpanan (F-110) pada kondisi cair dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Metanol akan diumpankan ke dalam mixer (M-120) untuk diencerkan. Campuran metanol dan air diumpankan ke vaporizer (V-130) untuk diuapkan. Pada vaporizer, feed diubah fasenya menjadi uap pada suhu 85°C dengan tekanan 1 atm, efisiensi vaporizer mengubah fase menjadi uap sebesar 80%. Hasil campuran uap dan liquid dari vaporizer diumpankan ke separator knock out drum (H-132) untuk memisahkan antara fase uap dan liquid. Metanol fase uap akan diumpankan ke heater metanol (E-144) untuk dipanaskan sampai suhu 200°C sebelum masuk ke furnace, sedangkan fase liquid menuju ke WWTP. Udara diambil dari lingkungan dan difiltrasi (H-142) terlebih dahulu kemudian masuk ke heater (E-143) untuk dipanaskan sampai suhu 200°C sebelum masuk ke furnace (Q-140). Metanol dan udara lalu dipanaskan didalam furnace hingga suhu mencapai 700°C sebelum masuk reaktor.

II.3.2 Tahap pembentukan produk

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



Pada reaktor terjadi reaksi oksidasi parsial metanol dan dehidrogenasi menjadi formaldehid dengan total konversi 98% dengan selektivitas formaldehid sebesar 60%. Gas produk keluaran reaktor yang bersuhu 700°C harus didinginkan ke suhu 110°C sebelum masuk kedalam absorber. Penurunan suhu gas produk dari 700°C sampai 110°C terjadi di waste heat boiler untuk menghasilkan steam.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Menggunakan *Silver Catalyst* dengan Proses BASF (*Complete Conversion*)”

II.3.3 Tahap pemurnian produk

Tahap pemurnian produk bertujuan memisahkan formaldehid dari sisa O_2 serta inerts berupa gas H_2 dan N_2 yang tidak bereaksi. Setelah didinginkan pada waste heat boiler (E-211) sampai suhu $110^\circ C$, produk akan masuk ke kolom absorber (D-310). Kondisi operasi pada absorber adalah 1 atm. Produk bawah berupa formaldehid didinginkan pada cooler (E-311) sampai suhu $30^\circ C$ sebelum disimpan pada tangki penyimpanan formaldehid (F-320).