

## BAB III

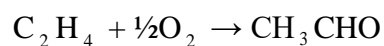
### PERANCANGAN PROSES

Perancangan Pabrik Asetaldehid akan didirikan dengan kapasitas produksi 25.000 ton/tahun dimana bahan baku yang mendukung pembuatan produk ini berupa ethylene dan oxygen. Pabrik ini akan beroperasi selama 24 jam untuk setiap harinya serta operasi pertahunnya 330 hari. Untuk proses pembuatan produk yang berkualitas sesuai dengan yang ada dipasaran, maka diperlukan pemilihan proses dengan tepat dan efektif agar produk memiliki kualitas tinggi.

#### 3.1 URAIAN PROSES

Proses pembuatan asetaldehid dari etilen dan oksigen (*Direct Oxidation Process*) dengan reaksi fase gas. Proses tersebut terjadi didalam reaktor fixed bed multitube, yang mana bahan baku etilen dan oksigen berupa gas dimasukkan secara bersamaan dengan bantuan katalis paladium klorida berupa padatan yang sudah berada dalam reaktor tersebut.

Reaksi pembuatan asetaldehid dari etilen dan oksigen secara umum sebagai berikut :



Pada pembuatan asetaldehid ini dapat dibagi menjadi tiga tahap :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan Asetaldehid
3. Tahap pemurnian Asetaldehid

##### 3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

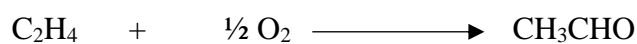
Bahan baku etilen didapat dari melakukan kerjasama dengan PT Pertamina Plant Unit Pengolahan III Musi. Etilen dengan komposisi 99% berat etilen, 1% berat etana pada kondisi 30 °C dengan tekanan 1 atm dialirkan dari pipa kerjasama menuju ke kompresor (CM-01) untuk menaikkan tekanan dari 1 atm menjadi 8 atm. Selama proses di CM-01

etilen juga terjadi kenaikan suhu sebesar 198 °C sedangkan suhu yang dibutuhkan untuk masuk reaktor yaitu sebesar 100 °C, oleh karena itu diperlukan cooler (C-01) untuk menurunkan suhu dari CM-01 tersebut. Setelah suhu etilen menjadi 100 °C dan tekanan 8 atm maka etilen dialirkan ke reaktor (R-01) bersamaan dengan oksigen.

Bahan baku oksigen didapat dari udara bebas dengan menggunakan kompresor (CM-02) untuk menghembuskan udara bebas sekaligus menaikkan tekanan udara ini dari 1 atm ke 8 atm. Proses menaikkan tekanan ini juga mengakibatkan adanya kenaikan suhu dari 30 °C pada 1 atm menjadi 360 °C pada 8 atm, sebelum masuk ke reaktor karena kondisi operasi pada reaktor yaitu 100 °C 8 atm. Karena itu setelah melewati CM-02 oksigen masuk ke C-02 untuk menurunkan suhu menjadi 100 °C. Setelah suhu dan kondisi operasi sesuai dengan reaktor kemudian oksigen dan etilen dialirkan secara bersamaan ke reaktor (R-01).

### 3.1.2 Tahap Pembentukan Asetaldehid

Uap etilen dan oksigen dimasukkan ke dalam reaktor tipe fixed bed multitube yang bekerja secara eksotermis adiabatik pada suhu 100 °C dengan tekanan operasi 8 atm dengan bantuan katalis paladium clorida. Reaksi dalam reaktor adalah sebagai berikut :



Pada reaktor ini panas yang terbentuk akan dikondisikan dengan cairan Dowterm RP yang berfungsi sebagai pendingin dalam reaktor sekaligus sebagai penstabil kondisi reaktor. Bahan baku yang masuk ke dalam reaktor beraksi dengan bantuan katalis paladium clorida padat sehingga menghasilkan output yang terdiri dari beberapa komponen. Komponen-komponen tersebut adalah etilen, etana, oksigen, nitrogen dan asetaldehid dengan kondisi 100 °C dan tekanan 8 atm dengan fase gas. Pada proses reaksi tersebut dihasilkan produk utama berupa asetaldehid dengan konversi maksimal 99%. Kemudian hasil dari keluaran reaktor masuk ke (CM-03) untuk menaikkan tekanan dari 8 atm menjadi 16 atm dengan pertimbangan

semakin tinggi tekanan maka semakin tinggi pula suhu yang didapat pada tahap pemurnian asetaldehid.

### 3.1.3 Pemurnian Asetaldehid

Hasil keluaran dari CM-03 dengan tekanan 16 atm dan suhu 179 °C yang berupa asetaldehid dan campuran sisa bahan baku. Setelah dari CM-03 ini menuju ke kondensor parsial (CP-01) untuk mengembunkan sebagian hasil dari proses di R-01 dengan bantuan C<sub>2</sub>F<sub>2</sub> sebagai pendingin, pada proses pengembunan ini didapat bahwa suhu optimal untuk mengembunkan asetaldehid yaitu -13,9 pada tekanan 16 atm. Suhu optimal ini didapat dari simulasi yang dilakukan pada *aspen plus*. Setelah melalui proses pengembunan di CP-01 produk dan bahan sisa kemudian masuk ke separator (SP-01) untuk memisahkan produk asetaldehid dan bahan sisa. Pada proses di separator ini produk berupa cairan mengalir melalui bawah sedangkan bahan sisa dalam bentuk gas melalui atas, pada proses pemisahan ini menghasilkan produk asetaldehid dengan kemurnian yaitu sebesar 97,6%. Sebelum disimpan dalam tangki penyimpanan produk terlebih dahulu melewati pompa (PM-01) untuk menaikkan tekanan sehingga dapat menaikkan suhu dari tekanan 16 atm -13,9 °C menjadi 24 atm suhu 12,5 °C

## 3.2 SPESIFIKASI ALAT PROSES

### 3.2.1 Alat Besar

#### a) Reaktor

Kode	: (R-01)
Fungsi	: Mereaksikan etilen dan oksigen untuk menjadi produk asetaldehid
Jenis	: Reaktor fixed bed multitube
Bahan	: Stainless steel SA 167 grade 11 tipe 316

#### Kondisi Operasi

Suhu umpan masuk	: 100 oC
------------------	----------

Suhu umpan keluar	: 100 oC
Fase	: Gas
Tekanan	: 8 atm
Jumlah	: 1 buah

### **Dimensi Reaktor**

Tinggi reaktor	: 5,05 m
Volume reaktor	: 27,11 m <sup>3</sup>

### **Head**

Tipe	: elipstical
Bahan	: stainless steel SA 167 Grade 11 type 316
Tebal head	: 0,943 in
Tinggi head	: 0,57 m
Volume head	: 0,001 m <sup>3</sup>

### **Shell**

Bahan	: stainless steel SA 167 Grade 11 type 316
Tebal	: 0,899 in
Volume shell	: 26,414 m <sup>3</sup>
Diameter shell	: 2,97 m

### **Tube**

Panjang tube	: 3,8 m
OD Tube	: 8,7 cm
ID Tube	: 8 cm
Flow area per tube	: 0,7 cm <sup>2</sup>
Susunan tube	: triangular pitch
Jumlah tube	: 650 buah

### **Katalis**

Jenis katalis	: Paladium Klorida (PdCl <sub>2</sub> )
Bentuk	: sphere
Densitas	: 4 gr/cm <sup>3</sup>
Diameter katalis	: 5 mm

### **Pendingin reaktor**

Jenis : dowterm RP  
 Berat molekul : 236,4  
 Jumlah : 973,22 kg/jam

**b) Separator**

Kode : (S-01)  
 Fungsi : memisahkan fraksi cair dan uap keluar dari condensor  
 Jenis : Silinder vertikal separator single stage  
 Tekanan : 12 atm  
 Suhu : -18 °C  
 Bentuk : Silinder tegak  
 Bahan : Carbon steel SA.283 Grade C  
 Tebal shell : 0,0079 m  
 Jenis head : Torispherical dished head  
 Tebal head : 0,0127 m  
 Diameter : 0,6096 m  
 Tinggi : 2,7056 m

**c) Heat Exchanger**

		Cooler-01	Cooler-02	Condensor parsial	Condensor Total
Kode alat		CL-01	CL-02	CP-01	CT-01
Fungsi		Mendinginkan bahan baku setelah melewati kompresor.	Mendinginkan bahan baku setelah melewati kompresor.	Mengembunkan secara parsial keluaran CM-03	Mengembunkan secara total keluaran SP-01
Jenis		Shell and tube excahnger	Shell and tube excahnger	Shell and tube excahnger	Shell and tube excahnger
Aliran	Shell	Bahan baku	Bahan baku	asetaldehid	nitrogen

fluida		etilen	udara		
	Tube	Dowterm	Dowterm	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
Spesifikasi Tube	Jumlah Tube	62	62	98	292
	Panjang tube	16	16	16	16
Spesifikasi tube	OD (in)	0,75	0,75	0,75	0,75
	BWG	18	18	18	
	Pitch	0,3125	0,3125	0,3125	0,3125
	Pass	4	4	8	8
Spesifikasi shell	ID	12	12	19	19
	Baffle	5,4	5,4	6	6
	pass	1	1	1	1
Bahan		Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel

### 3.2.2 Alat Ringan

#### a) Tangki

		Tangki penyimpanan Asetaldehid
Kode		TP-02
Fungsi		Menyimpan produk asetaldehid
Jenis tangki		Tangki bola
Bahan		Carbon steel jenis SA-178 grade A
Jumlah tangki		3

Fase		gas
Tekanan(atm)		24
Suhu(oC)		12
Waktu tinggal(hari)		5
Dimensi tangki	Diameter (m)	7,138
	Tebal shell (m)	0,08

**b) *Presurre exchanger***

	Compresor 1	Compresor 2	Compresor 3
Kode alat	CM-01	CM-02	CM-03
Fungsi	Menaikkan tekanan bahan baku etilen	Mengkompres udara	Menaikkan tekanan komponen setelah keluar R-01
Fase	Gas	Gas	Gas
Jenis	Single Stage	Single Stage	Single Stage
Daya kompresor	48,39	161,42	60,45

### **3.3 PERENCANAAN PRODUKSI**

#### **3.3.1 Kapasitas Perancangan**

Penentuan kapasitas pperancangan suatu pabrik berdasarkan pada suatu tingkat kebutuhan acetaldehyde yang ada di Indonesia, serta akan tersedianya bahan baku juga menentukan kapasitas minimal suatu pabrik yang akan dibangun. Dari pertimbangan yang ada menunjukkan bahwa kebutuhan akan acetaldehyde setiap tahunnya meningkat, hal ini dapat dilihat dari tingkat penggunaan acetaldehyde baik sebagai bahan baku dalam industri kimia untuk menghasilkan produk lain maupun sebagai bahan pencampur untuk produk lain. Dari penjelasan tersebut maka didirikanlah

pabrik acetaldehyde dengan kapasitas produksi 25.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan dan juga untuk mengurangi nilai impor.

### **3.3.2 Analisis Kebutuhan Bahan Baku**

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik kimia. Bahan baku etilen didapat dari pabrik PT Pertamina UP III, Plaju dan bahan baku oksigen didapat dengan mengompresikan udara sekitar, yang mana udara sekitar masih mengandung 21% oksigen dan 79% nitrogen. Nitrogen yang terkandung didalam udara tersebut nantinya hanya akan menjadi inert dan tidak bereaksi sama sekali.

Dari data diatas maka dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku etilen dan oksigen dapat memenuhi kebutuhan pabrik dengan baik, sehingga proses dapat berjalan dengan efisien dan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat serta dapat memenuhi kebutuhan acetaldehyde di Indonesia.

### **3.3.3 Analisis Kebutuhan Proses**

Dalam analisis kebutuhan peralatan proses ini berkaitan dengan kemampuan peralatan yang menunjang kelancaran suatu proses berdasarkan dengan umur peralatan dan pemeliharaan alat (maintenance). Diharapkan dengan adanya analisis kebutuhan alat proses ini pabrik dapat mengatur anggaran dan jenis peralatan apa yang cocok digunakan untuk pembuatan produk, serta dapat mengetahui cara perawatan untuk setiap alatnya.