

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 SPESIFIKASI PRODUK

2.1.1. Etilen oksida

a. Sifat Fisik

Rumus molekul : C_2H_4O

Berat molekul : 44,054

Wujud (STP : 1 atm 25°C) : Gas

Titik didih (STP : 1 atm 25°C) : 10,4

Titik lebur (STP : 1 atm 25°C) : -112,5

Kemurnian : 99,97%

Suhu kritis (°C) : 196,18

Tekanan kritis (MPa) : 7,191

Volume kritis (m^3/kg) : 0,00319

Berat jenis kritis (kg/l) : 314

Kapasitas panas, cair 20°C (kJ/kgK) : 2

Kapasitas panas, gas 20°C (kJ/kgK) : 1,1

Panas laten peleburan (kJ/kg) : 117,5

Panas pembakaran (kJ/kg) : -27.649

Auto ignition temperature (°C) : 429

Indeks bias : 1,359

b. Sifat Kimia

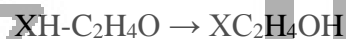
Etilen oksida adalah senyawa yang reaktif. Biasanya reaksinya dimulai dari terbakarnya struktur cincin dan umumnya bersifat eksotermis. Suatu ledakan dapat terjadi jika etilen oksida dalam bentuk uap mendapatkan pemanasan yang berlebihan.

– Dekomposisi

Etilen oksida dalam bentuk gas akan mulai terdekomposisi pada 400°C membentuk CO, CH₄, C₂H₂, H₂ atau CH₃COH. Langkah pertama yang terjadi adalah isomerisasi menjadi asetaldehid.

– Adisi oleh atom hidrogen labil

Etilen bereaksi dengan senyawa yang mengandung atom hidrogen yang labil dan membentuk gugus hidroksi etil



Pers. 2.1

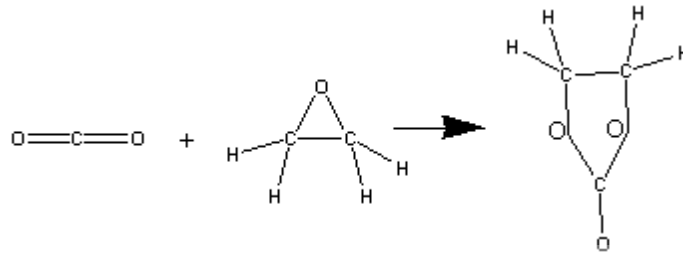
Contoh senyawa XH ini adalah HOH, H₂NH, HRNH, R₂NH, RCOOH, RCONH₂, HSH, ROH, NCH dan B₂H₆ (R= aril, alkil).

Reaksi berlangsung makin cepat dengan adanya asam atau basa.

– Adisi menjadi ikatan rangkap

Etilen oksida dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa berikatan rangkap membentuk senyawa siklis, misalnya dengan CO₂.

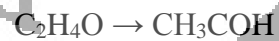
Reaksi :



Pers. 2.2

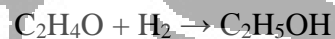
– Isomerisasi katalitik

Etilen oksida dapat bereaksi membentuk asetaldehid dengan bantuan katalis perak pada suhu 170 – 300°C.



Pers. 2.3

Etilen oksida dapat direduksi menjadi etanol dengan katalis Ni, Cu dan Cr pada Al_2O_3 .



Pers. 2.4

– Reaksi dengan pereaksi *Grignard*

Etilen oksida dapat bereaksi dengan pereaksi *grignard* membentuk senyawa dengan gugus hidrosil primer



Pers. 2.5

2.2. SPESIFIKASI BAHAN BAKU

2.2.1. Etilen

a. Sifat Fisika

Rumus molekul	: C_2H_4
Berat molekul	: 28,05
Titik didih pada 1 atm (°C)	: -103,9
Titik lebur pada 1 atm (°C)	: -169,1
Suhu kritis (°C)	: 9,9

Tekanan kritis (atm)	: 50,5
Berat jenis (kg/l)	: 0,5684
Viskositas cairan (cp)	: 0,715
Panas laten penguapan (kcal/g)	: 113,39
Panas laten peleburan (kcal/g)	: 28,547
Panas pembakaran (kcal/g)	: 12.123,70
Konduktivitas thermal (Btu/Jft ² F)	: 0,011
Kemurnian	: 99,94%
Wujud	: cair
Impuritas	: Etana 0,05%, Metana 0,01%

(CRC, *Physical and Chemistry Handbook*)

b. Sifat Kimia

– Polimerisasi

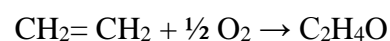
Etilen dapat dipolimerisasikan dengan cara memutuskan ikatan rangkapnya dan bergabung dengan molekul etilen yang membentuk molekul yang lebih besar pada tekanan dan temperatur tertentu.



Pers. 2.6

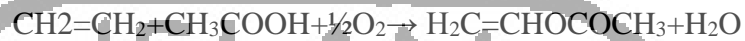
– Oksidasi

Etilen dapat dioksidasi sehingga akan menghasilkan senyawa-senyawa etilen oksida, etilendioksida, etilen glikol.



Pers. 2.7

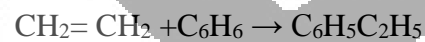
Etilen dapat juga dioksidasi oleh asam asetat dan oksigen menghasilkan vinil asetat dengan katalis paladium, alumina-silika pada temperatur 175 – 200 °C dan tekanan 0,4 – 1 Mpa.



Pers.2.8

Alkilasi

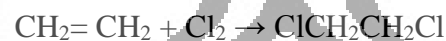
Etilen dapat dialkilasi dengan katalis tertentu, misalnya alkilasi *fiedel-craft*, mereaksikan etilen dengan benzena untuk menghasilkan produk etilbenzen dengan katalis AlCl_3 pada suhu 400°C.



Pers. 2.9

Klorinasi

Etilen dapat diklorinasi oleh klorin menjadi dikloro etan dan dengan klorinasi lanjutan akan terbentuk trikloroetan.



Pers.2.10



Pers.2.11

Oligomerisasi

Etilen dapat dioligomerisasi, misalnya menjadi Linear Alfa Olefini (LAO), $\text{C}_{10} - \text{C}_{14}$ dengan rantai lurus dan alifatik alkohol. Reaksi dijalankan pada suhu 80 – 120°C dengan tekanan 20 Mpa.



Pers. 2.12

– Hidrogenasi

Etilen dapat dihidrogenisasi secara langsung dengan katalis nikel pada suhu 300°C.



Atau direaksikan dengan katalis platina atau paladium pada suhu kamar.

– Adisi

Etilen klorohidrin terbentuk melalui reaksi adisi antara etilen dengan asam hipoklorit pada suhu 20 – 30°C dan tekanan 2,5 atm.



2.2.2. Udara

2.2.2.1 Oksigen (21%)

a. Sifat Fisika

Rumus molekul : O₂

Berat molekul : 32,0

Berat jenis (gr/ml) : 1,426 (-252,2°C)

Titik didih pada 1 atm (°C) : -183

Titik lebur pada 1 atm (°C) : -218,4

Suhu kritis (°C) : -118,4

Tekanan kritis (atm) : 49,8

Volume kritis (m³/mol) : 0,073

(CRC, Physical and Chemistry Handbook)

b. Sifat Kimia

Bereaksi dengan etilen pada suhu 200 -280°C dan tekanan 10 -30 atm

membentuk etilen oksida :



Bereaksi dengan hidrokarbon membentuk CO₂ dan H₂O.



Dalam keadaan oksigen minim terjadi reaksi tidak sempurna :



2.2.2.2 Nitrogen (79%)

Wujud (STP 1 atm 25°C) : gas

Berat molekul : 28 kg/kmol

Titik Didih : -195,7 °C

Densitas : 1,0265 kg/m³

Titik Leleh : -209,9 °C

Spesifik gravitasi (STP 1 atm 25°C) : 0,807

Suhu Kritis : -126,26 °C

Tekanan Kritis : 33,54 atm

2.3 SPESIFIKASI KATALIS

Tabel 2. Spesifikasi Katalis Ag (Perak)

Parameter	Bahan
Rumus senyawa	Ag
Bentuk	Sphere
Fase	Padat
Porositas	0,478
Diameter (m)	0,006
Bulk <i>density</i> (kg/m ³)	1.250

2.4 PENGENDALIAN KUALITAS

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik Akrilamida ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku dan Produk

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa akrilonitril dan bahan-bahan pembantu seperti asam sulfat dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses dengan baik di dalam pabrik. Sedangkan untuk memperoleh mutu produk standar diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada,

maka dibutuhkan pengujian pada kualitas bahan baku maupun produk. Pengujian yang dilakukan meliputi uji densitas, viskositas, volatilitas, kemurnian produk, dan komposisi komponen produk. Identifikasi hazard bahan dalam proses dan pengelolannya dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Identifikasi hazard bahan kimia dan pengelolannya

Identifikasi Hazard Bahan Kimia dalam Proses									
Komponen	Hazard							Keterangan	Pengelolaan
	Explosive	Flammable	Toxic	Corrosive	Irritant	Oxidizing	Radioactive		
Bahan Baku									
Etilen		√						Flash Point: -136°C. Autoignition Point: 450°C. LEL: 2,75%. UEL: 28,6%.	Hindari kontak langsung dengan tubuh. Simpan dalam alat yang tahan api
Oksigen						√		Melting point : -218,4°C. Boiling point : -183°C	Wadah tidak boleh disimpan dalam kondisi yang memungkinkan terjadinya korosi. Disimpan wadah harus diperiksa secara berkala untuk mengetahui kondisi umum dan kebocoran

Tabel 2.2 Identifikasi hazard bahan kimia dan pengelolannya
(Lanjutan)

Produk										
Etilen Oksida		√	√	√					Flash Point: -20°C. Autoignition Point: 429°C. Boiling point : 10,5 °C.	Simpan hanya di tempat bersuhu tidak akan melebihi 125°F (52°C). Semua peralatan di area penyimpanan harus tahan ledakan

2.4.2 Pengendalian Kualitas Produksi

Pengendalian dan pengawasan terhadap proses produksi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di ruang kontrol dengan fitur otomatis yang menjaga semua proses berjalan dengan baik dan kualitas produk dapat diseragamkan. Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, pengendalian terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu.

Alat *control* yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

a. *Pressure Controller*

Alat ini digunakan untuk mengatur tekanan di dalam reaktor dengan mengubah-ubah arus masuk reaktor.

b. *Ratio Controller*

Alat ini digunakan untuk mengatur rasio antara etilen dan oksigen yang akan masuk ke reaktor dengan mengubah-ubah arus masuk etilen.

c. *Temperature Controller*

Alat kontrol ini digunakan untuk memantau suhu reaksi di dalam reaktor. Reaksi bersifat eksotermis sehingga dengan alat ini dapat diketahui jumlah pendingin yang diperlukan untuk mencapai suhu yang diinginkan. *Temperature controller* ini dihubungkan dengan *valve* aliran pendingin masuk. Titik pengukuran tersebar di beberapa titik pada ketinggian berbeda. Hal ini dikarenakan suhu di dalam reaktor tidak seragam. Jika ketidakseragaman tersebut berada dalam *range set point* yang telah ditentukan oleh *controller* maka proses dianggap normal. Namun apabila banyak titik yang melaporkan deviasi yang cukup besar dari *set point*, maka perlu dilakukan tindakan.

d. *Level Controller*

Level Controller merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki berfungsi sebagai pengendalian volume cairan tangki / vessel.

e. *Flow Rate Controller*

Flow Rate Controller merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.

Tabel 2.3 Sistem kontrol yang digunakan dalam alat-alat proses pabrik etilen oksida

No	Nama alat	Kode alat	Instrumen
1	Reaktor	R-01	<i>Temperature Control</i> <i>Pressure Control</i>
2	Cooler	CL-01	<i>Temperature Control</i>

4	Heater	HE-01 HE-02 HE-03	<i>Temperature Control</i>
5	Condenser	CD-01 CD-02 CD-03	<i>Temperature Control</i>
6	Reboiler	RB-01	<i>Temperature Control</i>
7	Accumulator	ACC-01	<i>Level Control</i>
8	Expansion valve	EV-01 EV-02	<i>Pressure Control</i>
9	Vaporizer	V-101	<i>Temperature Control</i>
10	Distilasi	MD-01	<i>Flow Control, Ratio Control</i>
11	Pompa	P-01 P-02 P-03	<i>Flow Control</i> <i>Pressure Control</i>

2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka di lakukan uji densitas, kemurnian produk, dan komposisi komponen produk.