

PERANCANGAN REAKTOR ETILEN OKSIDA (R-101) PADA PABRIK ETILEN OKSIDA DARI ETILEN DAN OKSIGEN DENGAN PROSES DOW METEOR DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 200.000 TON/TAHUN

Meysara¹⁾, Bahruddin²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²⁾Dosen Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293

Email : meysara2083@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Ethylene oxide (C₂H₄O), also known as oxirane, is an organic compound in the ether group. Ethylene oxide is a colorless, sweet-smelling gas, flammable at room temperature and is a highly reactive compound. The purpose of designing this ethylene oxide reactor is to determine the type of reactor used and the dimensions of the reactor with an ethylene oxide production capacity of 200,000 tons / year. The reactor design methodology was carried out using Aspen Plus V10 software. Where from this application the data obtained from the ethylene oxide reactor volume (R-101) is 34.75 m³. In designing this reactor, a fixed bed multitube type reactor is used which functions to react ethylene and oxygen to ethylene oxide using a silver catalyst. With a capacity of 200,000 tons / year, the height of the reactor designed is 8.74 m, diameter 3.84 m, and the number of tubes is 1539 tubes.

Keywords : Aspen Plus V10, Ethylene Oxide, Fixed Bed Multitube, Reactor

1. PENDAHULUAN

Etilen oksida (C₂H₄O) yang juga dikenal sebagai oxirane merupakan senyawa organik golongan eter. Etilen oksida berwujud gas tidak berwarna, berbau manis, mudah terbakar pada suhu ruang dan merupakan senyawa yang sangat reaktif. Dalam bidang industri, etilen oksida digunakan sebagai bahan intermediet untuk banyak produk kimia, bahan insektisida serta bahan baku pembuatan etilen glikol (Kirk dkk, 2004).

Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan akan bahan-bahan kimia seperti etilen oksida di Indonesia semakin meningkat. Akan tetapi, kebutuhan bahan kimia yang semakin meningkat tidak diikuti dengan semakin banyaknya pabrik industri kimia di Indonesia. Kebutuhan berbagai bahan baku dan bahan penunjang tersebut masih banyak didatangkan dari luar negeri. Indonesia mengimpor etilen oksida sebesar 173, 326 ton.

Etilen Oksida dapat diproduksi dengan menggunakan proses klorohidrin dan oksidasi langsung (Kirk dkk, 2004). Proses oksidasi langsung terdiri dari dua yaitu oksidasi langsung menggunakan udara dan oksidasi langsung menggunakan oksigen. Pada pabrik ini proses yang digunakan yaitu proses Dow Meteor. Dimana proses Dow Meteor ini merupakan proses oksidasi langsung dengan menggunakan alat yang lebih sederhana diantaranya reaktor, absorber dan stripper.

Pada proses ini, etilen dan oksigen direaksikan didalam reaktor etilen oksida. Dimana jenis reaktor yang digunakan yaitu *fixed bed multitube*, dengan kondisi operasi suhu 200⁰ C dan tekanan 15 bar. Selain menghasilkan etilen oksida, reaksi antara etilen dan oksigen juga menghasilkan karbondioksida dan air.

Hasil reaksi dari reaktor fixed bed multitube diteruskan ke unit EO *removal*. Unit ini terdiri dari EO absorber dan EO *stripper* dengan menggunakan absoren

berupa air dan *stripping agent* berupa steam. Keluaran EO *removal* berupa etilen oksida yang masih mengandung sedikit air. Kemudian hasil diteruskan ke tangki penyimpanan.

Hasil sampling dari reaktor *fixed bed multitube* diteruskan ke EO absorben. Keluaran atas EO absorben selanjutnya diteruskan ke unit CO₂ removal. Unit ini terdiri dari CO₂ absorber dan CO₂ *stripper* dengan menggunakan absorben berupa K₂CO₃ dan *stripping agent* berupa steam.

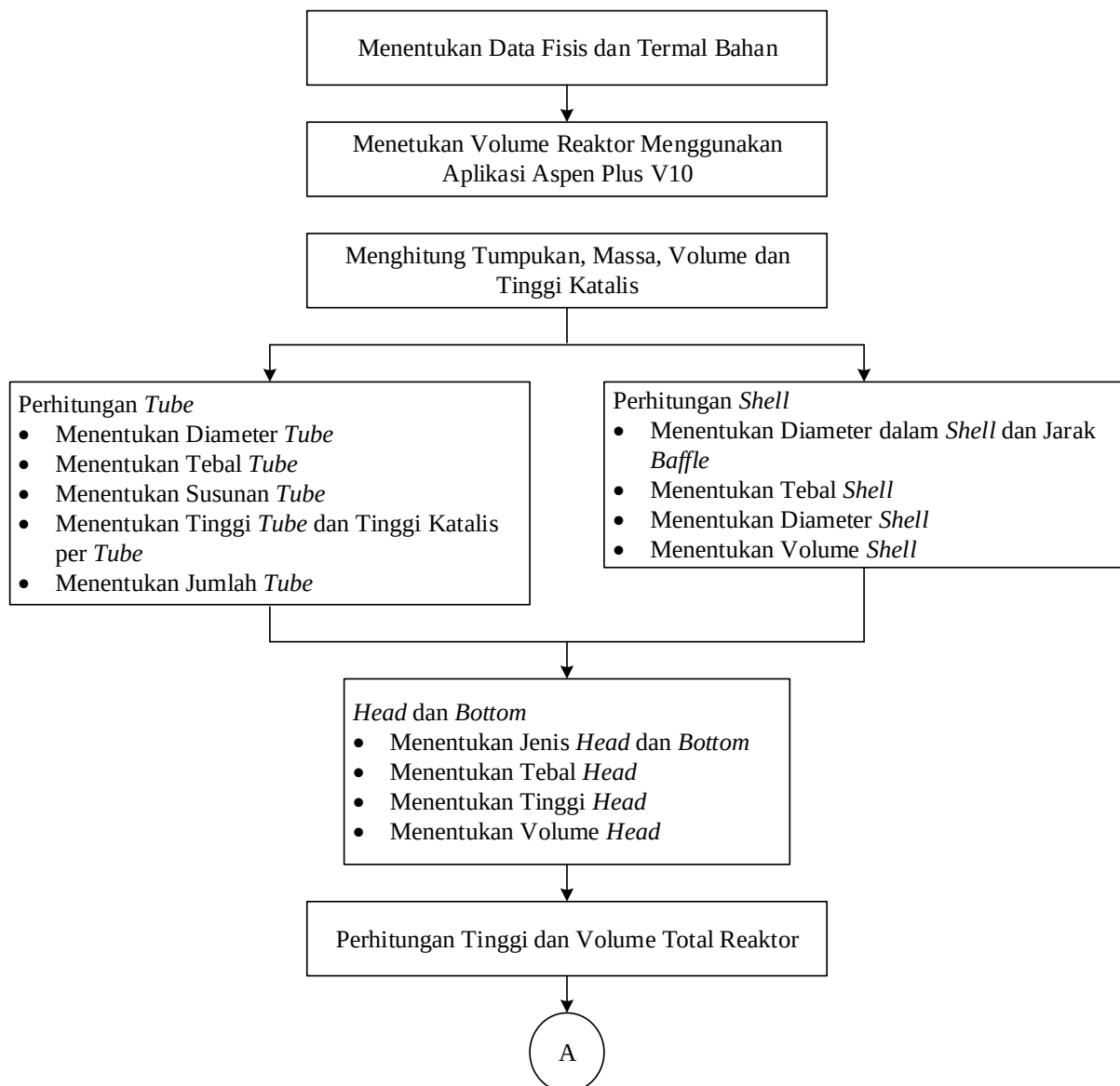
Reaktor etilen oksida didesain untuk mereaksikan etilen dan oksigen sehingga menghasilkan etilen oksida dengan

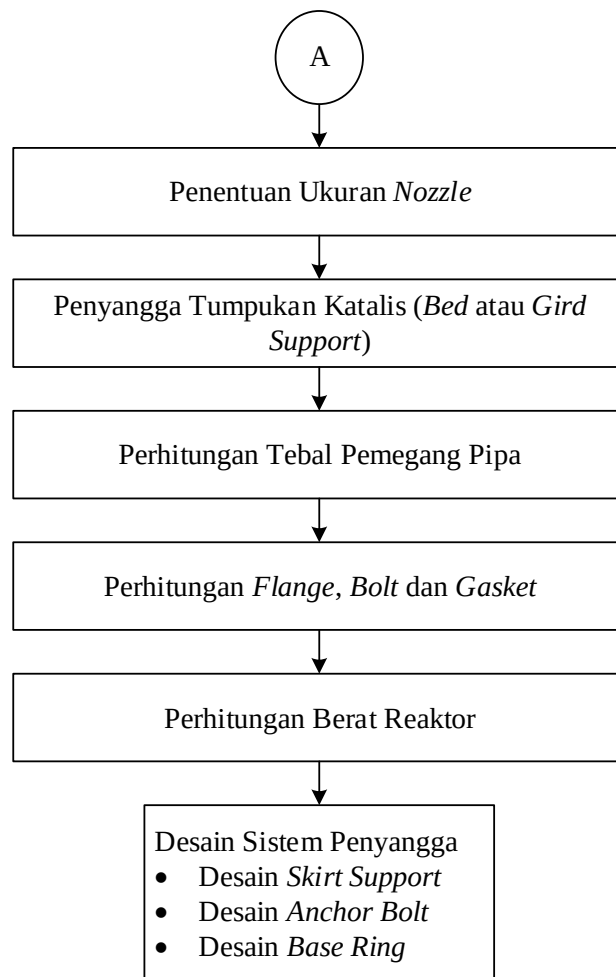
menggunakan katalis silver. Reaktor yang digunakan yaitu jenis *fixed bed multitube*. Menurut Nur dkk (2015) *fixed bed multitube* memiliki kelebihan yaitu kapasitas produksi cukup tinggi, pressure drop rendah dan hasil konversi tinggi.

2. METODOLOGI

PERANCANGAN REAKTOR

Metodologi perancangan reaktor dilakukan dengan menggunakan software Aspen Plus V10. Dimana dari aplikasi ini didapatkan data volume reaktor etilen oksida (R-101). Diagram alir perancangan reaktor dapat dilihat pada Gambar 2.1

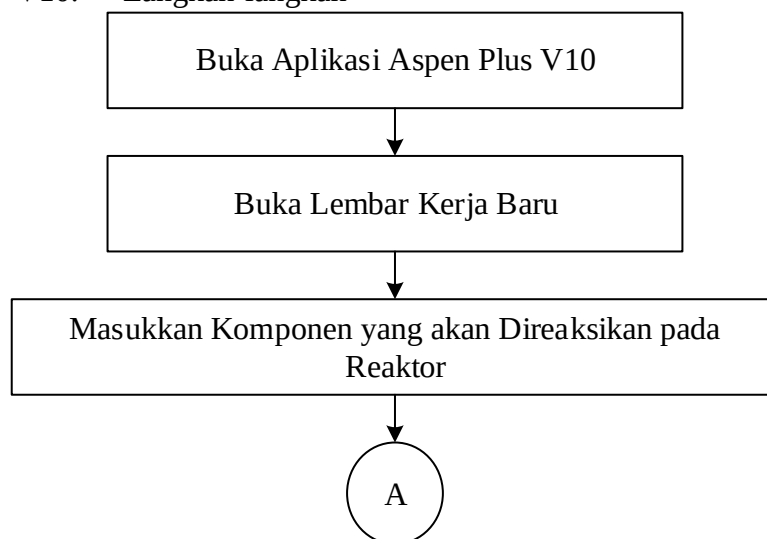


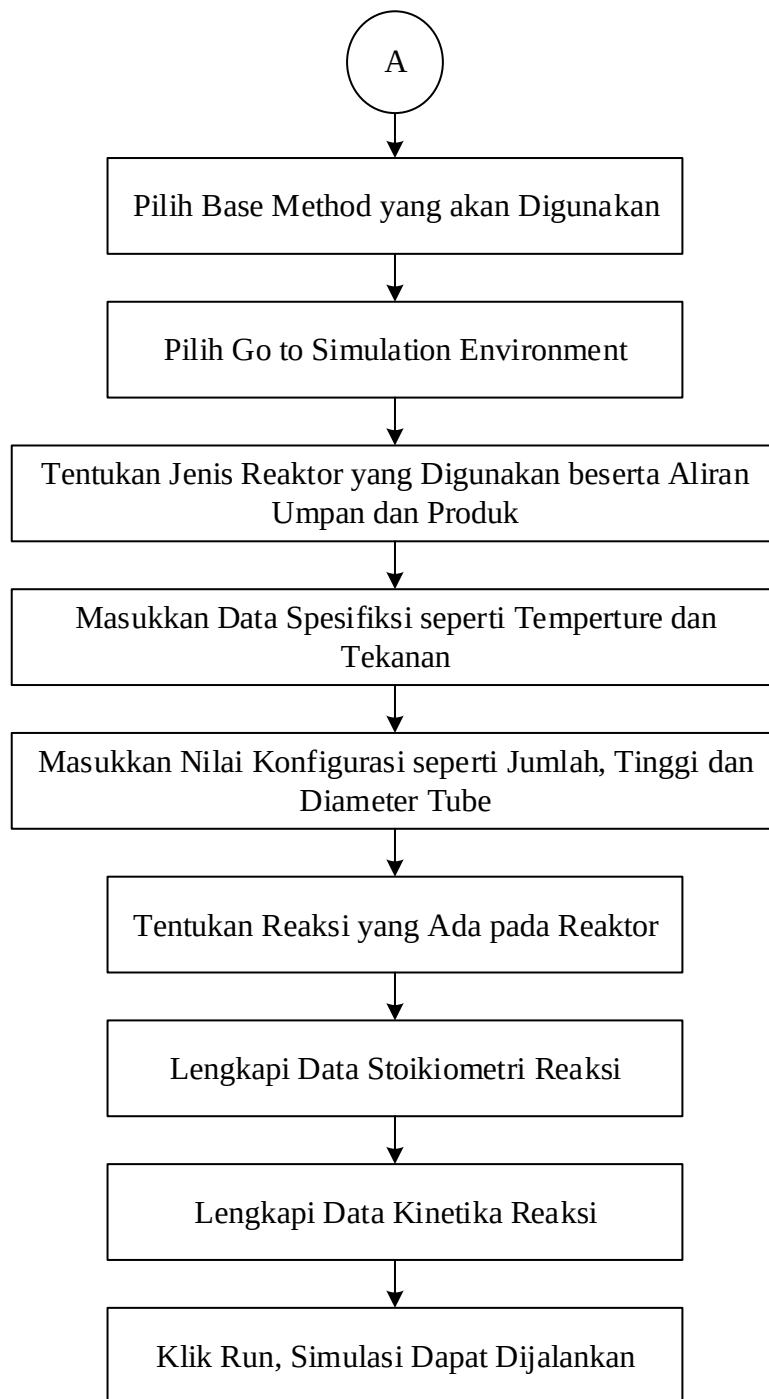


Gambar 2.1 Diagram Alir Perancangan Reaktor

Pada perancangan reaktor etilen oksida (R-101) penentuan volume reaktor dilakukan dengan menggunakan aplikasi Aspen Plus V10. Langkah-langkah

menentukan volume reaktor menggunakan aplikasi Aspen Plus V10 dapat dilihat pada Gambar 2.2





Gambar 2.2 Langkah-langkah Desain Reaktor Menggunakan Aspen Plus V10

3. HASIL DESAIN REAKTOR ETILEN OKSIDA (R-101)

Adapun spesifikasi reaktor etilen oksida (R-101) dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1 Spesifikasi Reaktor Etilen Oksida (R-101)

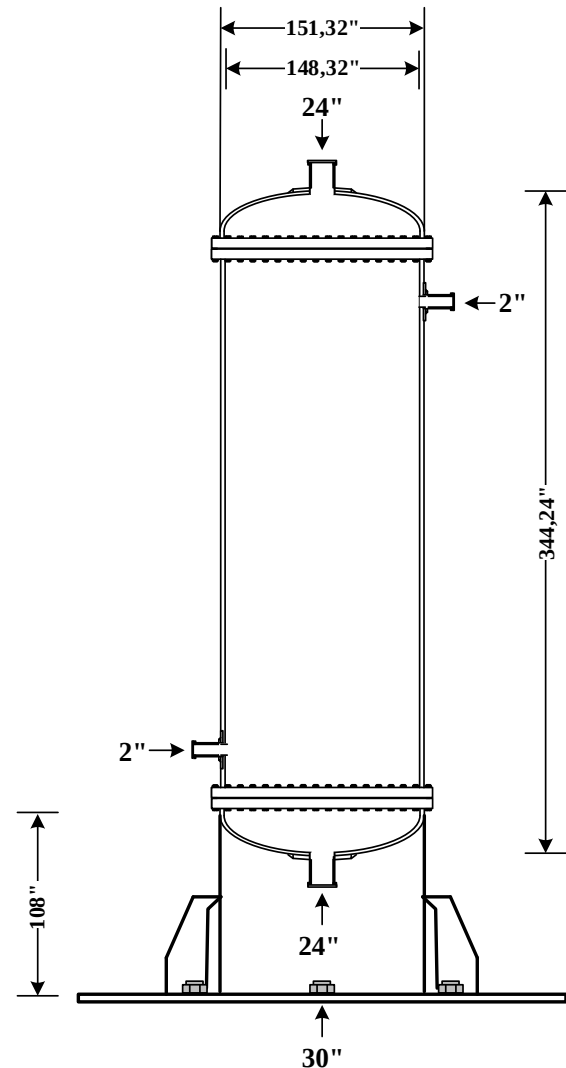
Spesifikasi Alat	
Nama alat	Reaktor Etilen Oksida
Kode alat	R-101
Jenis	Reaktor <i>fixed bed</i>

	<i>multitube</i>	
Katalis	Silver	
Material konstruksi	<i>Carbon steel SA 212 Grade B</i>	
Media pendingin	<i>Cooling water</i>	
Kondisi Operasi		
Tekanan	15 bar	217,557 psi
Suhu	Input	Output
Aliran umpan dan	473 ^o K	473 ^o K

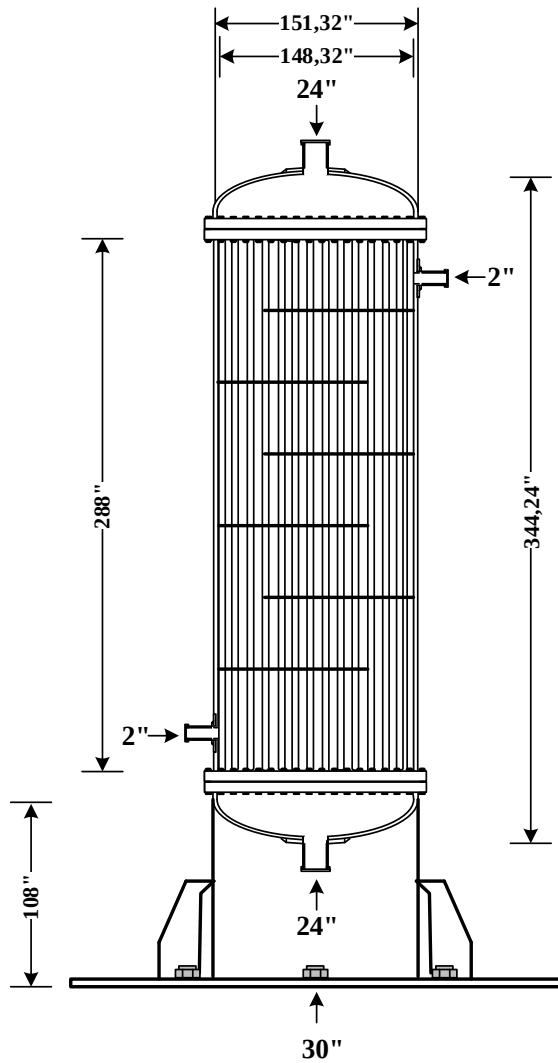
produk		
Pendingin	303°K	319°K
Laju alir massa umpan dan produk	512761.9 kg/jam	
Laju alir massa pendingin	9316.07 kg/jam	
Hasil Perancangan Shell		
Inside diameter	3,7673 m	148,32 in
Outside diameter	3,8435 m	151,32 in
Tebal	0,0357 m	1,40 in
Tinggi	7,3152 m	288 in
Tekanan desain	16,5 bar	239,31 psi
Jumlah Baffle	7 buah	
Hasil Perancangan Tube		
Jumlah tube	1539	
Inside diameter	0,0627 m	2,469 in
Outside diameter	0,0731 m	2,88 in
Tebal	0,0052 m	0,20 in
Hasil Perancangan Head dan Bottom		
Tipe	Elliptical flanged and dished head	
Tinggi	0,7116 m	28,01 in
Tebal	0,0007 m	0,028 in
Tinggi total reaktor	8,7384 m	344,03 in
Katalis		
Massa	10251,25 kg	22600,13 lb
Tinggi	3,6576 m	144 in
Hasil Perancangan Nozzle		
Aliran Umpan		
Inside diameter	24 in	
Outside diameter	24 in	
Luas area	425 in ²	
Aliran Produk		
Inside diameter	24 in	
Outside diameter	24 in	

Luas area	425 in ²	
Aliran Pendingin	Input	Output
Inside diameter	2,38 in	2,38 in
Outside diameter	2,067 in	2,067 in
Luas area	3,35 in ²	3,35 in ²

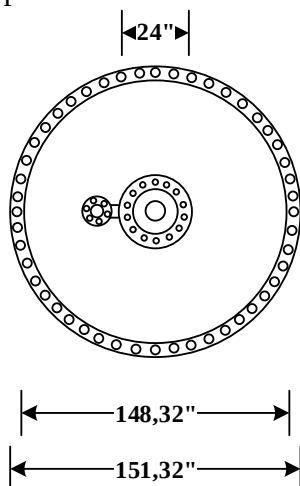
Adapun gambar desain reaktor etilen oksida (R-101) dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut :



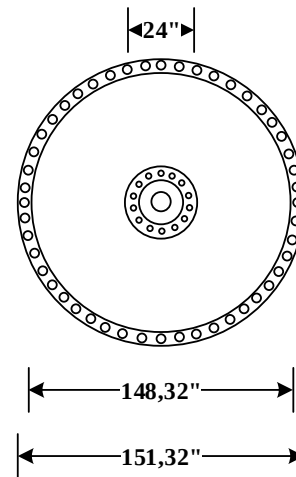
Gambar 3.1 Reaktor Etilen Oksida (R-101) Tampak Depan



Gambar 3.2 Reaktor Etilen Oksida (R-101) Tampak Dalam



Gambar 3.3 Reaktor Etilen Oksida (R-101) Tampak Atas



Gambar 3.4 Reaktor Etilen Oksida (R-101) Tampak Bawah

Adapun desain mekanis reaktor etilen oksida dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut :

Tabel 3.2 Spesifikasi Mekanis Reaktor Etilen Oksida (R-101)

Perforated Plate		
Material	Carbon Steel SA 212 Grade B	
Luas area	0,7334 m ²	1108,23 in ²
Diameter	3,7673 m	148,32 in
Tebal	0,0254 m	1 in
Tebal pemegang pipa	0,00635 m	0,25 in
Flange Vessel		
Material	Carbon steel SA-240 Grade A	
Outside diameter	3,916 m	154,17 in
Tebal	0,0762 m	3 in
Bolt Vessel		
Material	Carbon steel SA-193 Grade B	
Ukuran	0,01587 m	0,625 in
Root area	0,00130 m ²	0,202 in ²
Jumlah	1356 buah	
Circle diameter	3,916 m	154,17 in
Gasket Vessel		
Material	Soft steel	
Inside diameter	3,8435 m	151,32 in
Outside diameter	3,8714 m	152,41 in

Lebar	0,0056 m	0,2207 in
Berat Reaktor		
Pada kondisi operasi	559.071,22 kg	1.232.752,05 lb
Pada kondisi ereksi	26.742,04 kg	58.966,19 lb
Skirt Supoport		
Diameter luar	4.264 m	167,87 in

4. KESIMPULAN

Reaktor etilen oksida didesain untuk mereaksikan etilen dan oksigen sehingga menghasilkan etilen oksida dengan menggunakan katalis silver. Jenis reaktor yang digunakan yaitu reaktor *fixed bed multitube* dengan susunan *tube triangular pitch*. Dengan kapasitas 200.000 ton/tahun, tinggi reaktor yang dirancang yaitu 8,74 m, diameter 3,84 m, dan jumlah tube 1539 tube.

DAFTAR PUSTAKA

- Brownell, L. E. dan Young, E. H. (1959). *Process Equipment Design*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Coulson, J.M. dan Richardson, J.F. (2005). *Chemical Engineering Design* 4th Edition. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Fogler, H.S . (1999). *Elements of Chemical Reaction Engineering* 3th Edition. Prentice-Hall Inc.
- Kirk, R.E., Othmer, D.F., Grayson, M., Eckroth, D., dkk. 2004. *Encyclopedia of Chemical Technology Vol 9*. Wiley. New York.
- Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill International Book Company.
- Megyesy, E. F. (1972). *Pressure Vessel Handbook Twelfth Edition*.

Diameter dalam	3,7673 m	148,32 in
Tebal	0,00476 m	0,1875 in
Anchor Bolt		
Jumlah anchor bolt	4 buah	
Bolt circle	0,762 m	30 in
Base Ring		
Lebar	0,0803 m	3,1621 in
Tebal	0,0157 m	0,62 in

Pressure Vessel Publishing Inc:United States of America.

- Nur, A.A., Sularso, A., Ardhining, F.T., Faiz, M.H. (2015). *Makalah Reaktor Fixed Bed Teknik Reaksi Kimia*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Reklaitis, G.V, . (1983). *Introduction to Material and Energy Balance*. New York : Mc.Graw Hill Book Company
- Sinnott, R. K. (2005). *Chemical Engineering Design Vol. 6* 4th Edition. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Smith, J. M. (1970). *Chemical Engineering Kinetics* (2 ed). USA: McGraw-Hill, Inc.
- Yaws, C.L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. USA: McGraw-Hill, Inc.
- Wallas, S. M. (1990). *Chemical Process Equipment Selection and Design*. United States of America: Butterworth-Heinemann.
- Zhou, X. G., and Yuan, W. K. 2005. Optimization of the fixed-bed reactor for ethylene epoxidation. *Chemical Engineering and Processing*. 44 : 1098-1107.