

# PERANCANGAN REAKTOR KAPASITAS 12 m<sup>3</sup> UNTUK EPOXY RESIN DENGAN TEKANAN KERJA 3,8 kg/cm<sup>2</sup> DAN TEMPERATUR KERJA 150°C

<sup>1</sup>Yudhi Chandra Dwiaji, <sup>2</sup>Lintar Aji Saputra, <sup>3</sup>Ferry Setiawan

<sup>1), 2)</sup>Universitas Mercu Buana, <sup>3)</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta

## Abstrak

Penggunaan epoxy resin di industri kimia sangat besar; epoxy resin digunakan sebagai bahan adhesif dan lapisan pelindung yang baik. Epoxy resin mempunyai densitas 1.051 kg/m<sup>3</sup>, viskositas 10.000 cps pada tekanan kerja 3.8 kg/cm<sup>2</sup> dan temperature kerja 150°C dari media uap air kering, material yang ditentukan yaitu stainless steel SA 240 TP 304. Reaktor terdiri dari bejana tekan dan pengaduk/agitator; reaktor sering terjadi ledakan pada saat pengoperasian dan untuk agitator terjadi permasalahan dari daya motor dan poros yang dikarenakan kurang ketelitian dalam proses mendesain reaktor. Dalam penelitian ini reaktor didesain untuk menghasilkan tebal dari bejana tekan berdasarkan standar ASME Sec. VIII div. I, daya motor dan tipe motor yang dibutuhkan, diameter poros dan tebal dari impeller. Ada dua metode untuk mendesain reaktor yaitu perhitungan manual menggunakan microsoft Excel dan perbandingan software PV Elite 2016 untuk bejana tekan, dan untuk perhitungan agitator menggunakan microsoft Excel dengan hasil akhir adalah sketsa reaktor yang desain. Hasil perhitungan ini ketebalan pada shell sebesar 3 mm, pada top torispherical sebesar 5 mm, pada bottom torispherical sebesar 5 mm dengan material SA-240 TP304 dan pada half coil sebesar 3 mm dengan material SA-283 grade C. Dan kedua metode baik manual maupun dengan software PV Elite 2016 tidak ada perbedaan yang signifikan. Perhitungan daya motor penggerak reaktor kapasitas 12 m<sup>3</sup> sebesar 3 kW dengan putaran 72 rpm, dan spesifikasi gear motor SK 4282-100LA/4, dengan diameter poros 63,5 mm atau 2,5 inci dengan aktual defleksi sebesar 9,76 mm. dan diameter dari pitch paddle blade sebesar 805 mm dengan tebal 10 mm dan lebar blade 120 mm.

**Kata kunci:** Reaktor epoxy resin, bejana tekan, pengaduk/agitator, ASME Section VIII Division I

## Abstract

The use of epoxy resin in the chemical industry is very large, epoxy resin is used as a good adhesive and protective coating. Epoxy resin has a density of 1,051.1 kg/m<sup>3</sup>, viscosity of 10,000 cps at a pressure of 3.8 kg/cm<sup>2</sup> and a temperature of 150°C from the dry steam media, the material determined is stainless steel SA 240 TP 304. The reactor is composed of pressure vessels and agitators, the reactor often occurs and for the agitators there are problems with motor and shaft power due to lack of accuracy in the reactor design process. In this study, the reactor was designed to produce thickness from pressure vessels according to ASME sec. VIII div. I, the motor power and type of motor required, the shaft diameter and thickness of the impellers. There are two methods for designing reactors, namely manual calculation using Microsoft Excel and comparison of the Elite PV software for pressure vessels, and for agitator's calculations using Microsoft Excel with the final result is a design sketch of the reactor. The result of this calculation is the thickness of the shell of 3 mm, the top torispherical of 5 mm, the bottom torispherical of 5 mm with SA-240 TP304 material and the half coil of 3 mm with SA-283 grade C material. And both methods both manual and with PV Elite 2016 software there is no significant difference. Calculation of reactor motor power 12 m<sup>3</sup> capacity of 3 kW with 72 rpm rotation, and specifications of gear motor SK 4282-100LA / 4, with a shaft diameter of 63.5 mm or 2.5 inch with an actual deflection of 9.76 mm. and the diameter of the pitch paddle blade is 805 mm with 10 mm thickness and 120 mm blade width.

**Keywords:** Epoxy resin reactor, pressure vessel, agitator component calculation, ASME section VIII division I

## Pendahuluan

Pada saat ini Indonesia sedang mengalami perkembangan di berbagai bidang industri. Dalam era globalisasi industri manufaktur memegang peranan penting, oleh karena itu setiap industry manufaktur dituntut untuk meningkatkan produksinya baik dari segi proses maupun dari kualitas produk dan biaya produksi juga dituntut pula untuk meningkatkan ketepatan waktu produksi sehingga produk dapat diselesaikan pada waktu yang tepat (Dwiaji *et al*, 2020:76). Salah satu industri yang banyak berkembang adalah industri bahan kimia. Salah satu kebutuhan bahan kimia yang banyak

<sup>1</sup>Email Address : [yudhichandra7@gmail.com](mailto:yudhichandra7@gmail.com)

Received 3 April 2021, Available Online 31 Juli 2021

diperlukan industri adalah Epoxy Resin. Epoxy adalah suatu bahan kimia yang merupakan salah satu jenis resin yang diperoleh dari proses polimerisasi dari epoksida. Epoxy resin biasa digunakan sebagai bahan adhesif dan lapisan pelindung yang sangat baik karena memiliki kekuatan yang tinggi, dan daya rekat yang kuat. Selain itu epoxy juga baik dalam ketahanan terhadap bahan kimia, sifat dielektrik dan sifat isolasi, penyusutan rendah, stabilitas dimensi dan ketahanan lelahnya umumnya dikenal sebagai bahan pereras atau hardener (Xiong *et al.*, 2019).

Menurut West System (2016), epoxy resin mempunyai spesifikasi yaitu densitas  $1.150,3 \text{ kg/m}^3$ , viskositas 1.000 cps dan material penyimpanan dianjurkan stainless steel SA 240 TP 304. Pada proses dari fase cair ke gas atau biasa disebut dengan Boiling Point (BP) pada temperatur  $150^\circ\text{C}$ . Dengan temperatur  $150^\circ\text{C}$  maka media yang didapat untuk proses pemanas adalah steam (uap air) dengan tekanan  $3.8 \text{ kg/cm}^2$  (Spirax Sarco, 2011). Untuk mereaksikan epoxy resin dibutuhkan suatu alat yang dapat melakukan proses reaksi, yaitu reaktor. Reaktor adalah sebuah alat industri kimia, dimana terjadi reaksi bahan mentah menjadi hasil jadi yang lebih berharga. Dikatakan reaktor ideal bila proses pengadukannya sempurna, sehingga pada komposisi dan suhu di dalam reaktor setiap saat selalu seragam atau sama. Dapat dipakai untuk proses batch, semi batch, ataupun proses kontinyu. Reaktor terdiri dari beberapa komponen utama yaitu bejana tekan (main tank), jacket pemanas, dan agitator (pengaduk).

Di Indonesia, sebuah bejana tekan (pressure vessel) pabrik bahan-bahan kimia PT. Petro Widada di Gresik meledak pada awal tahun 2004. Ledakan ini menyebabkan korban jiwa, luka-luka dan kerugian material (Liptan6, 2004). Ledakan bejana bertekanan bisa saja terjadi karena banyak faktor antara lain lingkungan kerja tidak sesuai dengan lingkungan desain, fluida kerja tidak sesuai dengan fluida desain, terjadinya retak yang diakibatkan oleh adanya beban dinamis dan tekanan kerja melebihi tekanan desain bejana. Menurut Aziz *et al.*, (2014), perancangan bejana tekan menggunakan metode yang disesuaikan dengan perkembangan teknologi saat ini, dimana begitu banyak software yang digunakan dalam dunia perancangan salah satunya adalah software PV Elite.

Maka dari itu, dalam merancang reaktor dapat dihitung secara manual (hand calculation) dengan formula dari standar ASME (American Society of Mechanical Engineer) maupun analisa komputer. Disini penulis menggunakan analisa dengan komputer yaitu dengan software PV Elite dan tidak membandingkan dengan teori-teori yang ada, data yang diambil untuk penulisan ini berdasarkan proyek yang sudah dikerjakan.

## **Tinjauan Pustaka dan Pengembangan Hipotesis**

### **Jenis-Jenis Reaktor**

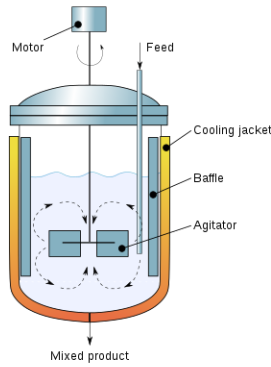
Ada 2 jenis tipe reaktor yang digunakan dalam pengoperasian reaktor:

#### **Model Reaktor Alir Pipa (RAP)**

Dalam RAP, satu atau lebih reaktan dipompa ke dalam suatu pipa. Biasanya reaksi yang menggunakan RAP adalah reaksi fase gas. Reaksi kimia berlangsung sepanjang pipa sehingga semakin panjang pipa konversi akan semakin tinggi. Namun tidak semudah ini menaikkan konversi, dalam RAP konversi terjadi secara gradien, pada awalnya kecepatan reaksi berlangsung secara cepat namun setelah panjang pipa tertentu jumlah reaktan akan berkurang dan kecepatan reaksi berlangsung lebih lambat dan akan makin lambat seiring panjangnya pipa.

#### **Model Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)**

RATB dikenal juga sebagai RTIK (Reaktor Tangki Ideal Kontinu). Di RATB, satu atau lebih reaktan masuk ke dalam suatu bejana berpengaduk dan bersamaan dengan itu sejumlah yang sama (produk) dikeluarkan dari reaktor. Pengaduk dirancang sehingga campuran teraduk dengan sempurna dan diharapkan reaksi berlangsung secara optimal.



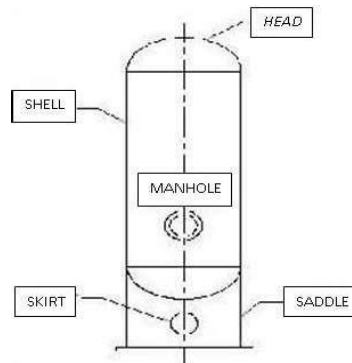
**Gambar 1. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk**

### Bejana Tekan (Pressure Vessel)

Bejana tekan (pressure vessel) merupakan suatu tempat atau wadah untuk menyimpan atau menampung suatu fluida, baik berupa cairan ataupun gas. Bejana tekan sering digunakan sebagai salah satu alat proses yang digunakan di suatu industri, khususnya pada industri kimia, perminyakan, dan pembangkit listrik. Berdasarkan posisinya, bejana tekan dapat di klasifikasikan menjadi dua macam posisi yaitu

#### Posisi Vertikal

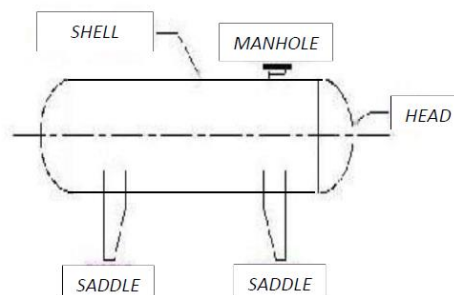
Posisi vertikal yaitu posisi tegak lurus bejana tekan terhadap sumbuinya. Posisi ini banyak dipakai dalam instalasi anjungan minyak lepas pantai, yang mempunyai tempat terbatas.



**Gambar 2. Bejana Tekan Posisi Vertikal**

#### Posisi Horizontal

Bejana tekan posisi horizontal banyak digunakan di ladang minyak didataran karena memiliki kapasitas produksi yang lebih besar.



**Gambar 3. Bejana Tekan Posisi Horizontal**

## Dimensi Bejana Tekan

Dalam menentukan dimensi atau ukuran dari suatu bejana tekan (*pressure vessel*), maka akan dibahas mengenai rumus-rumus yang berkaitan dalam menentukan ukuran atau dimensi dalam merencanakan suatu bejana tekan yaitu kapasitas/ volume bejana tekan, diameter, dan panjang dari bejana tekan.

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 L \quad (1)$$

## Tekanan Desain (Pd)

Tekanan desain adalah tekanan yang digunakan dalam merancang bejana tekan. Tekanan fluida atau kandungan lain di dalam bejana tekan harus diperhatikan, tekanan desain harus dikali 1,5 sebagai safety faktor.

$$P_d = 1,5(P_a + \text{Static Head}) \quad (2)$$

Dimana :

$$\text{Static Head} = \rho \cdot g \cdot h \quad (3)$$

Dan :

$$P_a = \frac{T_2}{T_1} \cdot P_1 \quad (4)$$

## Maximum Allowable Working Pressure

Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) adalah tekanan kerja maksimal yang diijinkan oleh suatu bejana tekan, MAWP bejana tekan merupakan tekanan maksimum internal atau eksternal, yang dikombinasikan dengan beban yang mungkin akan terjadi dan tidak termasuk faktor korosi (CA) pada saat kondisi temperatur operasi. MAWP bejana tekan ditentukan oleh komponen yang paling lemah (Komponen shell & head).

### MAWP Shell

$$MAWP_{Shell} = \frac{S \cdot E \cdot t_{corr}}{R_{corr} + 0,6 \cdot t_{corr}} \quad (5)$$

### MAWP Head

$$MAWP_{Head} = \frac{2 \cdot S \cdot E \cdot t_{corr}}{M \cdot D_{corr} + 0,2 \cdot t_{corr}} \quad (6)$$

Setelah MAWP didapat maka dibandingkan dengan tekanan desain (Pd), MAWP harus lebih besar atau sama dengan tekanan desain (Pd).

## Ketebalan Dinding (Shell)

Ketebalan kulit (shell) dipengaruhi oleh tekanan desain. Tekanan desain dibedakan menjadi dua yaitu tekanan desain internal dan tekanan desain eksternal.

Ketebalan *cylindrical shell* berdasarkan tekanan internal

$$t = \frac{PR}{SE - 0,6P} + CA \quad (7)$$

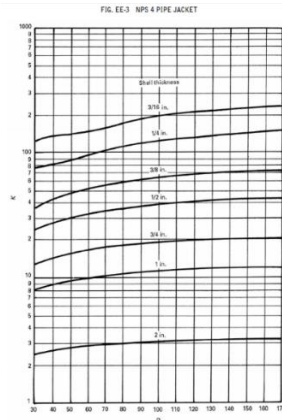
Ketebalan *cylindrical shell* berdasarkan tekanan eksternal.

$$P'_d = \frac{1,5S - S'}{K} \quad (8)$$

Dimana :

$$S' = \frac{P_d \cdot R}{2t} \quad (9)$$

Dengan nilai faktor K, didapat dari grafik.



**Gambar 4. Nilai Faktor K**

### Ketebalan Dinding Kepala/Head Bejana Tekan

ketebalan *torispherical head* yang dipengaruhi oleh tekanan desain. Tekanan desain dibedakan menjadi dua yaitu tekanan desain internal dan tekanan desain eksternal.

Ketebalan *torispherical head* berdasarkan tekanan internal

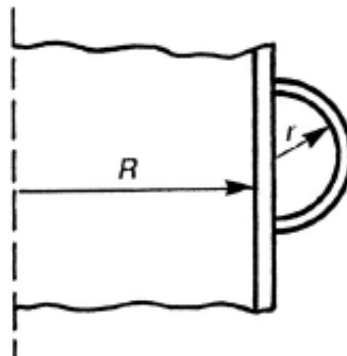
$$t = \frac{PLM}{2SE + 0,2P} \quad (10)$$

Ketebalan *torispherical head* berdasarkan tekanan eksternal

$$P_a = \frac{B}{(R_0/t)} \quad (11)$$

### Ketebalan Half Pipe Jacket

Prosedur dalam perhitungan ini adalah hanya digunakan jika kondisi tekan positif (tidak dalam kondisi vacuum) di dalam setengah pipa jaket (*half pipe jacket*).



**Gambar 5. Radius Half Pipe Jacket**

$$t = \frac{P_1 r}{0.85S_1 - 0.6P_1} \quad (12)$$

### Pengaduk/Agitator

Pengadukan adalah operasi yang menciptakan terjadinya gerakan dari bahan yang diaduk seperti molekul- molekul, zat-zat yang bergerak atau komponennya menyebar (terdispersi). Untuk mendesain sebuah agitator yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut.

### Daya Motor

kebutuhan daya untuk memutar pengaduk, merupakan hal penting yang harus dipertimbangkan. Untuk memperkirakan daya yang diperlukan ketika pengaduk berputar pada kecepatan tertentu maka diperlukan suatu korelasi empirik mengenai angka daya.

$$P_{total} = (P_{Fluid} + P_{Construction}) \cdot Sf \quad (13)$$

### Power of Fluid

*Power fluid* atau daya dari fluida untuk proses pengadukan berdasarkan densitas fluida, dan *power number*.

$$P_{mix} = N_p \cdot N^3 \cdot D_b^5 \cdot \rho \quad (14)$$

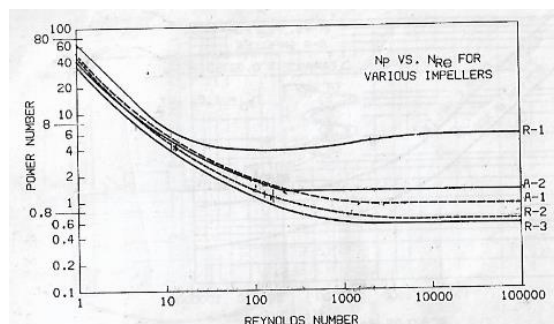
### Bilangan Reynold (Reynold Number)

Bilangan tak berdimensi yang menyatakan perbandingan antara gaya inersia dan gaya viskositas yang terjadi pada fluida.

$$N_{re} = \frac{\rho \cdot N \cdot D_b^2}{\mu} \quad (15)$$

### Power Number (Np)

Power number dapat ditentukan dengan cara melihat grafik. Namun *power number* dapat ditentukan setelah bilangan *reynold* sudah diketahui



Gambar 6. Grafik *Power Number*

### Power of Construction

Power dari konstruksi adalah power atau daya yang diperlukan untuk memutar komponen pengaduk

atau agitator yang menjadi satu kesatuan dalam pengaduk atau agitator.

Torsi

torsi atau momen gaya adalah sebuah besaran yang menyatakan besarnya gaya yang bekerja pada sebuah benda sehingga mengakibatkan benda tersebut berotasi.

N\_re = (rho \* N \* D\_b^2) / mu (16)

Kecepatan keliling

Jarak tempuh satu putaran adalah sama dengan keliling lingkaran dalam satuan m/s.

v = pi \* D \* N (17)

Poros

poros merupakan salah satu jenis elemen mesin yang berputar dan digunakan untuk mentransmisikan daya dari bagian satu ke bagian lain.

ds = [ (5.1 / tau\_a) \* Kt \* Cb \* T ]^(1/3) (18)

Modulus Elastisitas/Modulus Elasticity

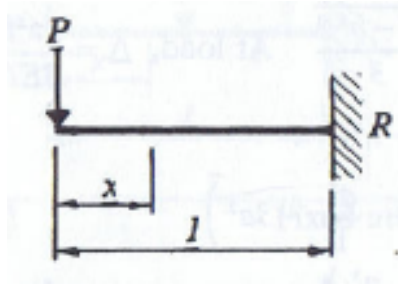
Modulus elastisitas adalah angka yang digunakan untuk mengukur objek atau ketahanan bahan untuk mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan pada benda itu. Modulus elastisitas suatu benda didefinisikan sebagai kemiringan dari kurva tegangan-regangan di wilayah deformasi elastis.

Table TM-1 Modulus of Elasticity E of Ferrous Materials for Given Temperatures. Table with columns for Materials and Modulus of Elasticity E in 10^5 MPa at various temperatures (-200 to 700).

Gambar 7. Modulus Elasticity

Defleksi Aktual pada Poros

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau batang. Deformasi pada poros secara sangat mudah dapat dijelaskan berdasarkan defleksi balok dari posisinya sebelum mengalami pembebanan.



Gambar 8. free body diagram defleksi poros

$$\Delta_{act} = \frac{Fr \cdot L^4}{3 \cdot E \cdot I} \quad (19)$$

### Defleksi maksimum pada Poros

Defleksi maksimum pada poros yang digunakan sebagai faktor pembanding dengan defleksi aktual pada poros. Defleksi maksimum pada poros harus lebih besar dari defleksi aktual pada poros.

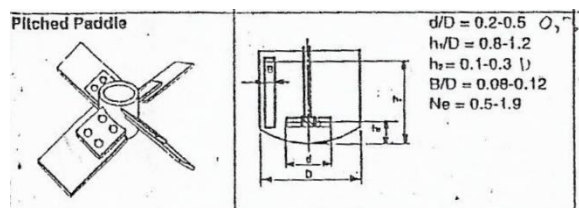
$$\Delta_{max} = \frac{L}{300} \quad (20)$$

### Impellers/Blade

beberapa impeller yang umum digunakan berdasarkan aliran fluidanya adalah *axial flow impellers*, *radial flow impellers*, *hydrofoil impellers*, *high-shear impellers* dan *close clearance impellers*.

### Pitch Paddle blade

baling-baling kapal yang memiliki *pitch* yang dipilih untuk mencapai turbulensi maksimum. Mereka digunakan pada kecepatan yang relatif tinggi dengan viskositas rendah sekitar 10.000 Cp dan mampu memompa fluida dengan efektif. Impeller ini umum digunakan untuk proses *blending*.



Gambar 9. Spesifikasi Pitch Paddle Blade

### Defleksi aktual pada blade

$$\Delta_{act} = \frac{N_p \cdot \rho \cdot N^2 \cdot Db^7}{64 \cdot \pi \cdot Nb \cdot E \cdot I} \quad (21)$$

### Defleksi maksimum pada Poros

Defleksi maksimum pada *blade* yang digunakan sebagai faktor pembanding dengan defleksi aktual pada poros. Defleksi maksimum pada *blade* harus lebih besar dari defleksi aktual pada *blade*.

$$\Delta_{max} = \frac{Db/2}{300} \quad (22)$$



## Metode Penelitian

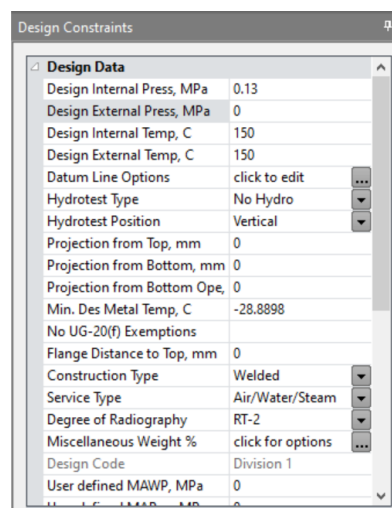
Perancangan reaktor kapasitas 12 m<sup>3</sup> *epoxy resin* dengan tekanan kerja 3,8 kg/cm<sup>2</sup> dan temperature kerja 150°C dengan perhitungan untuk bejana tekan (*pressure vessel*) menggunakan dua metode yaitu dengan perhitungan manual dengan menggunakan software microsoft excel dan perhitungan perbandingan menggunakan software PV Elite 2016 yang sudah bersertifikasi ASME (*American Society of Mechanical Engineer*).

**Tabel 1. Desain Data**

Desain Data	
<b>Sfesifikasi Fluida</b>	
Fluida	: Epoxy Resin
Massa jenis Fluida	: 1,150,3 kg/m <sup>3</sup>
viskositas	: 1.000 CP
<b>Sfesifikasi bajan tekan</b>	
Jenis bajana tekan	: Vertikal
Media pemanas	: Uap panas (steam)
tekanan jaket	: 3,8 kg/m <sup>3</sup>
Temperatur media panas	: 150 °C
Material bajana tekan	: Stainless Stell Ss 304
Joint Efisiensi (E)	: 1
Faktor Korosi (CA)	: 1 mm
Tipe Head	: Torispherical Head
Tipe shell	: Cylindrical Shell
Tipe Jacket	: Half coil Jacket

## Tahapan Desain Bejana tekan

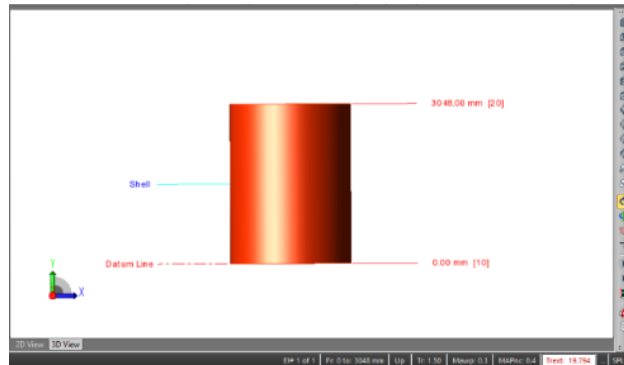
### Input Data Tekanan Internal Dan Eksternal Bejana Tekan.



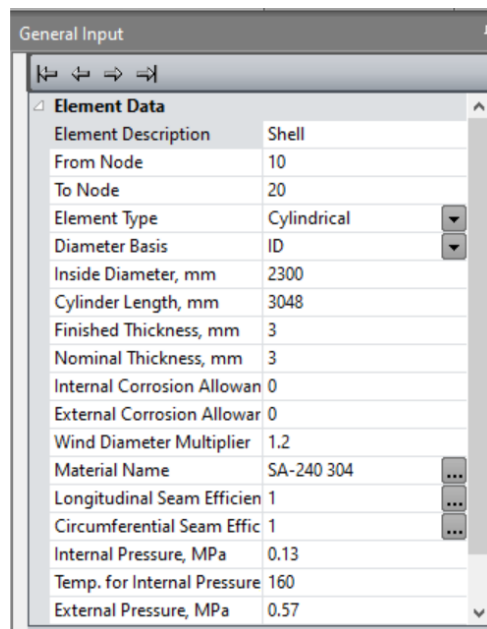
**Gambar 10. Input Data**

### Menentukan ketebalan shell.

Setelah data dimasukan maka memasukkan angka ketebalan dari *shell* yang dibutuhkan. Pada gambar dibawah, ketebalan dari *shell* belum mencukupi karena terdapat warna merah pada Tr dan Trext.



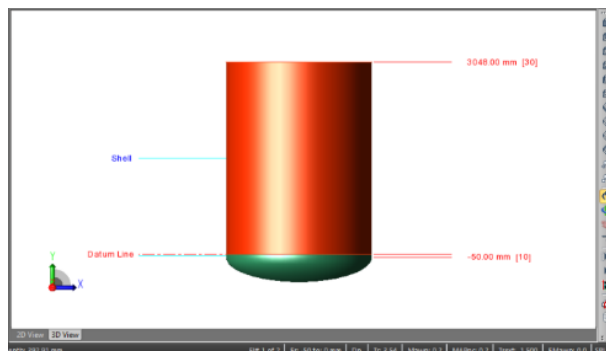
Gambar 11. Model Shell



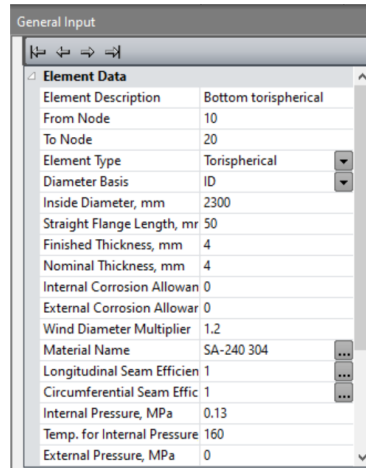
Gambar 12. Desain Shell

### Menentukan ketebalan *Bottom Torispherical*

Untuk ketebalan *head* terdapat ketebalan untuk ketebalan *finished* (akhir) dan ketebalan *nominal* (*nominal thickness*) terdapat perbedaan pada ketebalan, dimana ketebalan nominal lebih besar karena adanya proses lengkungan (*bending*) pada pelat tersebut.



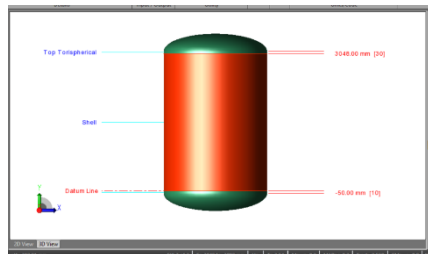
Gambar 13. Model *Bottom Torispherical*



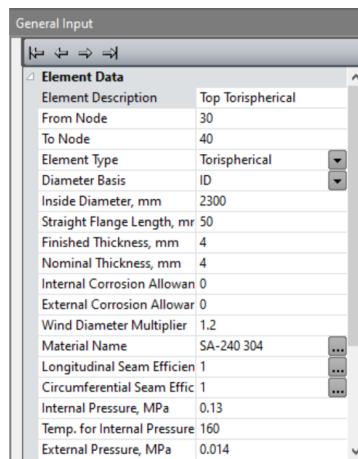
**Gambar 14. Desain Bottom Torispherical**

### Menentukan ketebalan Bottom Torispherical.

Untuk ketebalan *head* terdapat ketebalan untuk ketebalan *finished* (akhir) dan ketebalan *nominal* (*nominal thickness*) terdapat perbedaan pada ketebalan, dimana ketebalan nominal lebih besar karena adanya proses lengkungan (bending) pada pelat tersebut.



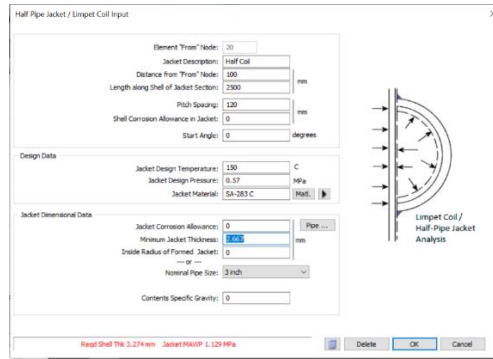
**Gambar 15. Model Top Torispherical**



**Gambar 16. Desain Top Torispherical**

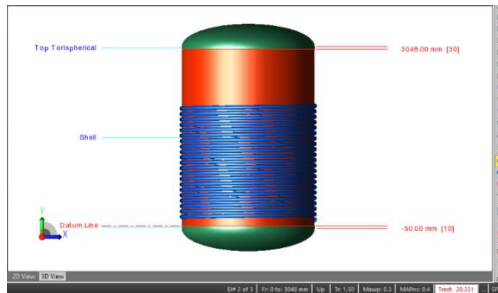
### Menentukan ketebalan Half Coil Jacket.

Desain shell dilakukan dengan menggunakan data-data dibawah ini,



Gambar 17. Desain *Half Coil Jacket*

Kemudian data-perancangan dimasukkan pada *toolbar general input* yang terdapat dibawahnya



Gambar 18. Model *Half Coil Jacket*

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Perhitungan Bejana Tekan (Pressure Vessel)

Dari hasil semua perhitungan untuk bejana tekan antara perhitungan manual dan perhitungan software PV Elite 2016, maka didapat hasilnya adalah:

Tabel 2 Hasil Perhitungan Bejana Tekan

	Parameter	Manual (Ms. Excel)	Software (PV Elite 2016)	Unit
Tekanan Internal	Tebal <i>Shell</i>	1,348	1,351	mm
	Tebal <i>Top Torispherical</i>	2,075	2,081	mm
	Tebal <i>Bottom Torispherical</i>	2,075	2,081	mm
Tekanan Eksternal	Tebal <i>Shell</i>	3 (1,13 MPa)	3 (1.1345 MPa)	mm
	Tebal <i>Top Torispherical</i>	5	5	mm
	Tebal <i>Bottom Torispherical</i>	5	5	mm
N/A	Tebal <i>Half Coil</i>	0,26	0.2597	mm
	Penyesuaian terhadap pasaran	3 in sch. 10s	3 in sch. 10s	-
MAWP	<i>Shell</i> (3 mm)	0,29	0,288	MPa
	<i>Top Torispherical</i> (5 mm)	0,31	0,312	MPa
	<i>Bottom Torispherical</i> (5 mm)	0,31	0,312	MPa

## Hasil Perhitungan *Agitator*

Dari hasil semua perhitungan untuk *agitator* dengan menggunakan Microsoft Excel, maka didapat hasilnya adalah:

**Tabel 3 Hasil Perhitungan *Agitator***

<b>Bagian Pengaduk/<i>Agitator</i></b>		
Putaran Motor	72	rpm
Daya Motor	3	kW
Tipe Gear Motor	SK 4282-100LA/4	
Material	SA-182 304	
Diameter Poros	63,5	mm
Panjang Poros	5000	mm
Jumlah <i>Blade/Impeller</i>	3	pcs
Jumlah Daun <i>Blade</i>	3	pcs
Diameter <i>Blade</i>	805	mm
Lebar <i>Blade</i>	120	mm
Tebal <i>Blade</i>	10	mm

## Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan reaktor kapasitas 12 m<sup>3</sup> untuk *epoxy resin* dengan tekanan kerja 3,8 kg/cm<sup>2</sup> dan temperatur kerja 150°C dengan perhitungan bejana tekan menggunakan perhitungan manual dengan microsoft excel dan perhitungan *software* PV Elite 2016, sedangkan perhitungan komponen pengaduk atau *agitator* menggunakan perhitungan manual dengan microsoft excel, dengan hasil yang telah dilakukan sebagai berikut:

Hasil yang didapat dalam perancangan bejana tekan untuk reaktor kapasitas 12 m<sup>3</sup> menggunakan standar perhitungan ASME *section VIII division I* diperoleh hasil sebagai berikut:

- Material yang digunakan untuk bejana tekan adalah SA-240 TP304 dan untuk material Half coil jacket adalah SA 283 Grade C.
- Berdasarkan tekanan internal dan tekanan eksternal, didapat ketebalan *shell* sebesar 3 mm.
- Berdasarkan tekanan internal dan tekanan eksternal, didapat ketebalan *top torispherical* sebesar 5 mm.
- Berdasarkan tekanan internal, didapat ketebalan *top torispherical* sebesar 5 mm.
- Tebal half coil jacket yang dibutuhkan untuk reaktor kapasitas 12 m<sup>3</sup> dengan diameter 89 mm sebesar 3 mm atau setara dengan schedule 10s.

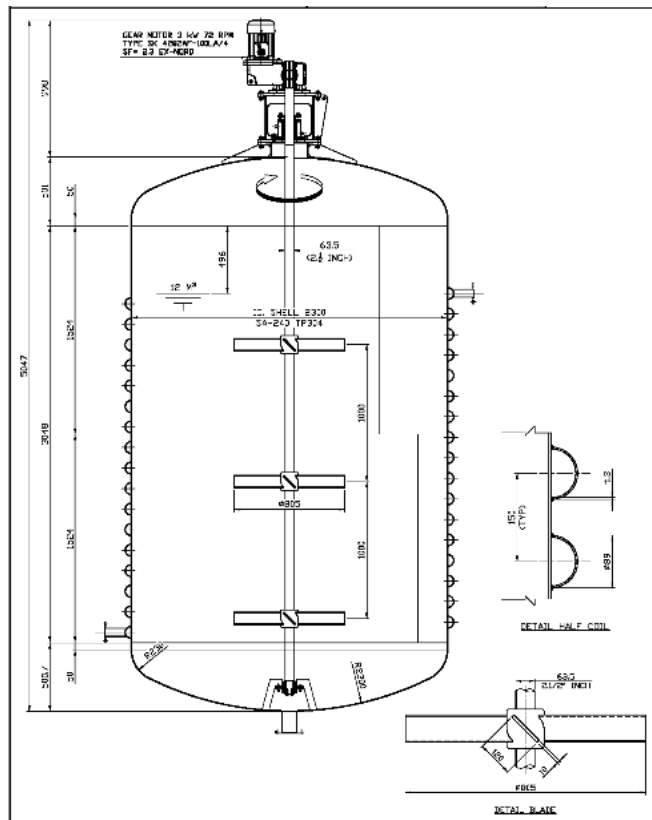
Dari hasil perhitungan kedua metode baik manual maupun dengan *software* PV Elite 2016 tidak ada perbedaan angka yang signifikan.

- Kebutuhan daya motor penggerak reaktor kapasitas 12 m<sup>3</sup> untuk *epoxy resin* sebesar 3 kW dengan putaran 72 rpm. Dan sesuai katalog dari Nord Indonesia didapat spesifikasi gear motor yaitu SK 4282-100LA/4, 3 kW dan 72 rpm.
- Hasil perhitungan diameter poros untuk reaktor kapasitas 12 m<sup>3</sup> sebesar 63,5 mm atau setara dengan 2,5 inch, dengan aktual defleksi sebesar 9,76 mm.
- Dari hasil perhitungan *pitch paddle blade* untuk reaktor kapasitas 12 m<sup>3</sup> didapat diameter *blade* sebesar 805 mm dengan tebal sebesar 10 mm dan lebar *blade* sebesar 120 mm.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Reaktor 12 m<sup>3</sup>

Parameter	Ukuran	unit
<b>Bagian Bejana Tekan (Pressure Vessel)</b>		
Material	SA-240 TP304	
Dimensi bejana tekan	Ø2300 x 3048	mm
Shell	3	mm
Top Torispherical	5	mm
Bottom Torispherical	5	mm
Half Coil	5	mm
<b>Bagian Pengaduk/Agitator</b>		
Putaran Motor	72	rpm
Daya Motor	3	kW
Tipe Gear Motor	SK 4282-100LA/4	
Material	SA-182 304	
Diameter Poros	63,5	mm
Panjang Poros	5000	mm
Jumlah Blade/Impeller	3	pcs
Jumlah Daun Blade	3	pcs
Diameter Blade	805	mm
Lebar Blade	120	mm
Tebal Blade	10	mm

Dari data diatas maka dapat disketsakan dengan gambar sebagai berikut:



Gambar 19. Sketsa Reaktor Kapasitas 12 m<sup>3</sup> Untuk Epoxy Resin Dengan Tekanan Kerja 3,8 Kg/Cm<sup>2</sup> Dan Temperatur Kerja 150 °C

**Daftar Pustaka**

- ASME BPVC Sec. II Part D. (2015). *Section II Materials part D properties (Metric)*. Two Park Avenue.
- ASME BPVC Sec. VIII Division I. (2013). *VIII Rules for Construction of Pressure Vessels* (2013 Editi). Two Park Avenue.
- Aziz, A., Hamid, A., & Hidayat, I. (2014). Perancangan Bejana Tekan (Pressure Vessel) Untuk Separasi 3 Fasa. *Jurnal Ilmiah SINERGI*, 18(1), 31–38.
- Dwiaji, Y. C. (2020) Analisis Desain Insert Tools Dua Ouput Untuk Produksi Cutter Base Berbasis Simulasi Statis Software Solidwork 2018. <https://doi.org/10.35314/ip.v10i1.1366>
- Ing. A. Mersmann. (1991). *Handbook of Mixing Technology* (5th ed.). EKATO.
- Intergraph. (2015). *PV Elite* (No. 2016; Vol. 2016). Intergraph Corporation.
- James A, F., & Maan H, J. (2001). *GUIDEBOOK for the Design of ASME Section VIII Pressure Vessel Second Edition* (Second Edi). Three Park Avenue.
- James Y. Oldshue, P. D. (1983). *FLUID MIXING TECHNOLOGY*.
- Maju Bersama. (2018). *Specification Reactor 12m<sup>3</sup> Epoxy Resin R180069-01/01*.
- Megyesy, E. F. (1997). Pressure Vessel Handbook. In *Pressure Vessel Publishing, inc: Vol.* (Tenth Edit, Issue 10, p. 480). PRESSURE VESSEL PUBLISHING, INC. [www.pressure-vessel.com](http://www.pressure-vessel.com)
- Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2016 Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Bejana Tekanan Dan Tangki Timbun*.
- Miranda, R. (2017). Acerinox Stainless Steel Manufaturer. ACERINOX HEADQUARTERS. <https://www.acerinox.com/en/>
- Moran, S. (2017). Chp. 24: Reactors. In *Process Plant Layout* (pp. 355–368).
- Sularso, & Suga, K. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. PT PRADNYA PARAMITHA JAKARTA.
- System, W. (2016). Material Safety Data Sheet. *Epoxy Resin Material Safety Data Sheet*, 1–4. [www.westsystem.com](http://www.westsystem.com)
- Widiartanti, C., & Soehartanto, T. (2013). Perancangan Sistem Pengaduk Pada Bioreaktor Batch untuk Meningkatkan Produksi Biogas. *Jurnal Teknik POMITS*, 2(1), 141–145