

ANALISIS TEGANGAN PADA PART SHELL DAN TUBE HEAT EXCHANGER (38-E-108) PADA PT XYX

Achmad Husen¹, Bambang Setiadi², Ilham Septiawan³

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains dan Teknologi Nasional

Jl Moh khafi II, Jagakarsa, Jakarta 12640, Indonesia

Email :amd.husen69@gmail.com

ABSTRAK

Heat Exchanger merupakan alat penukar panas yang berfungsi untuk menstansfer panas Fluida Baik satu fasa maupun banyak fasa, salah satu jenis *heat exchanger* adalah tipe *shell* dan *tube heat exchanger* . Tipe ini memiliki desain yang sederhana dan tidak terlalu rumit bila dibandingkan *heat exchanger* lainnya. Perancangannya menggunakan standar dasar analisis perhitungan walaupun standart belum dapat dikatakan sebagai sumber yang rill dalam melakukan suatu perancangan *equipment*, maka perlu dilakukan analisis tegangan pada saat beroperasi untuk mengetahui seberapa besar tingkat efisiensi dari suatu alat, dalam penelitian ini penulis melakukan analisis pada kondisi setelah beroperasi, karena tekanan desain dan tekanan pada saat beroperasi berbeda, salah satu masalah yang terjadi pada saat beroperasi yaitu terjadi korosi *equipment* pada *heat exchanger*, oleh sebab itu perlu dilakukan analisis secara berkala untuk mengetahui seberapa besarkah tingkat efisiensi dan keamanan pada suatu alat, dalam penelitiannya maka perlu diketahui parameter dan pejuang dari alat yang akan dianalisis, lalu mencari seberapa besar tegangan yang terjadi saat beroperasi metode yang dilakukan harus sama dengan metode perhitungan saat perancangan. Adapun pada tahap perancangan menggunakan standar *ASME sec VIII*, agar lebih akurat dan terukur maka dilakukan perhitungan dengan simulasi *software solidwork 2016* sebagai perbandingan perhitungan. Setelah mendapat hasil dari kedua metode maka dapat diperediksi berapa sisa umur dari alat *shell and tube Heat Exchanger (38-E-108)* sebagai panduan untuk dilakukan maintenance dari analisa yang dilakukan didapat hasil tegangan yang terjadi dengan setandard asme arah longitudinal sebesar 29,912.519 Psi sedangkan Arah tangensial sebesar 17,975.507 Psi sedangkan tegangan yang terjadi berdasarkan analisis *software solidwork 2016* didapat hasil 29,633.036 Psi, sedangkan defleksi yang terjadi berdasarkan analisis manual sebesar 0,016948 in sedangkan dengan simulasi *software solidwork 2016* sebesar 0,003462 in

Kata kunci : *shell and tube Heat Exchanger*, tegangan longitudinal, tegangan tangensial , *solidwork*

1. PENDAHULUAN

Sesuai dengan namanya *heat exchanger*, *heat* (Panas) dan *exchanger* (Penukar) panas, *heat exchanger* adalah alat penukar panas yang berfungsi mentransfer panas dari fluida satu ke fluida lain baik satu fasa maupun banyak fasa. adapun kode (38-E-108) adalah unit 38 kode *exchanger* nomor 108 pada PT. XYZ . *Heat exchanger* ini dapat di katagorikan sebagai Tipe *shell and tube* . *Heat exchanger* type ini memiliki bentuk yang tidak rumit dan paling sederhana sehingga memudahkan dalam proses pemeliharaan. Hal inilah yang menyebabkan *shell and tube heat exchanger* banyak di gunajkan jika di bandingkan dengan *heat exchanger* lainnya.

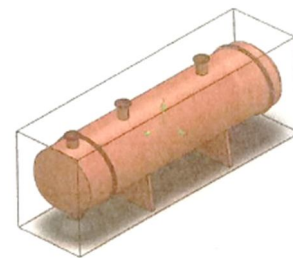
Pada umumnya *engineering design* menggunakan standar sebagai dasar analisis perhitungan dalam proses perancangannya oleh sebab itu maka spesifikasi telah di tentukan pada saat perancangannya, akan tetapi pada kenyataannya banyak sekali aliran fluida yang tidak sesuai dengan spesifikasinya dari alat *heat exchanger*, seperti unit (38-E-108) tekanan aliran fluida pada saat beroperasi sebesar 132,159 Psi, sedangkan tekanan aliran pada saat beroperasi sebesar 86,178 Psi, oleh sebab itu maka tingkat keamanan tidak lagi sesuai seperti pada saat di design, untuk mengetahui seberapa besar tingkat keamanan pada saat beroperasi maka harus dilakukan Penelitian mengenai Tegangan tegangan defleksi yang terjadi dari alat *heat exchanger* (38-E-108) ,dalam perhitungannya penelitian ini menggunakan standar seperti pada saat perancangannya, yaitu dengan metode standar menurut *ASME sec VIII*, agar penelitian lebih terukur maka penelitian menggunakan metode perhitungan dengan simulasi *software SolidWork 2016*.

2. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang tersebut maka permasalahannya adalah menganalisa tegangan tegangan dan defleksi terjadi pada Part Shell And Tube *Heat Exchanger* (38-E-108) saat beroperasi.

3. PEMBAHASAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berdasarkan data desain di PT. XYZ *shell and tube heat exchanger* (38-E 108) menggunakan material *carbon stell SA 516 GR. 70* dengan tekanan Desain sebesar 132.159 psi, sedangkan Tekanan aliran yang bekerja sebesar 86.178 psi, lalu dilakukan pemodelan dengan simulasi *Solidwork 2016* dengan material dan Tekanan yang sama pada saat alat bekerja, dapat dilihat pada gambar 3.1 Pemodelan *shell and tube heat exchanger* (38-E-108) sebagai berikut:



Gambar 3.1 Pemodelan Dengan *Solidwork 2016*

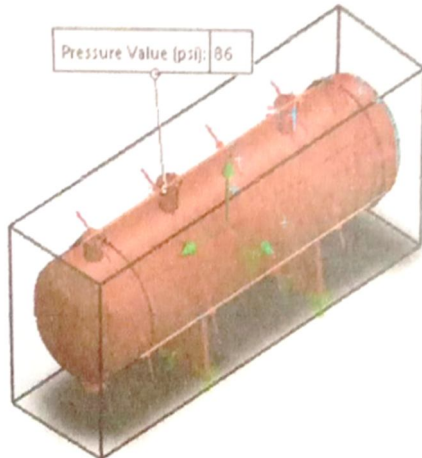
Pada gambar 3.1 dapat dilihat bahwa *heat exchanger* tersebut telah dimodelkan secara keseluruhan atau komponennya telah disatukan. Pemodelan *heat exchanger* tersebut dibuat secara solid menjadi satu komponen utuh. pemodelan *heat exchanger* ini cukup penting karena akan menentukan analisa yang akan dilakukan selanjutnya.

3.1 Penentuan *Low simulation* dengan *solidwork 2016*

Sebelum dilakukan simulasi analisis tegangan akibat Tekanan internal pada *heat exchanger* pada *software solidworks 2016* perlu dilakukan *flow* simulasi pada *heat*

exchanger agar mengetahui arah dari fluida yang di proses pada *heat exchanger* tersebut.

Dengan cara memilih *low simulation* pada *toolbar*, setelah itu *klik new* untuk memulai. Pada Gambar 3.2 penentuan *low simulation* menggunakan *software solidwork 2016* sebagai berikut:



Gambar 3.2 *Flow Simulation*

Setelah memilih *flow simulation* pilih input data yang disediakan di kolom *future manajer* dengan cara mengklik kanan input data lalu pilih parameter yang sesuai dengan *heat exchanger* yang ingin dianalisis. Input data yang dipilih ada 4 yaitu: *fluid subdomain*, *solid material*, *boundary condition* dan *goals*.

Parameter yang dimasukkan pada input data *Fluid Subdomain* adalah Jenis fluida yang diproses pada *Heat Exchanger* tersebut lalu pilih besar tegangan dan temperatur yang sesuai.

Setelah dipilih input data *fluid subdomain* langkah selanjutnya yaitu pilih input data *solid material* dengan cara mengklik kanan input data tersebut lalu pilih material *stainless steel* yang sesuai dengan *heat exchanger* yang ingin dianalisis.

Langkah selanjutnya yaitu memilih *boundary condition* pada input data yaitu dengan cara mengklik kanan input data tersebut lalu pilih aliran fluida yang masuk

yaitu dengan cara mengklik bagian *face nozzle N1* lalu pilih *inlet mass flow* lalu masukkan angka 86.178 psi. Setelah itu pilih arah fluida yang keluar yaitu dengan mengklik bagian *face nozzle N2* lalu pilih *total pressure* sesuai dengan tekanan yang ingin dianalisis.

Setelah semua input data telah dipilih lalu masukkan input *Goals* lalu pilih *total pressure* dan *total temperatur* sebagai parameter yang dianalisis setelah itu klik *RUN* pada *toolbar*.

3.2 Simulasi Tegangan Saat Beroperasi Menggunakan *SOLIDWORK 2016*

Tahapan – tahapan yang dilakukan pada saat menganalisis tegangan akibat tekanan desain dengan menggunakan *software Solidworks 2016* adalah membuat geometri pada *Heat Exchanger* sebagai studi tahap, setelah komponen *Komponen* dari *Heat Exchanger* sudah Dibuat lalu pilih *simulation* lalu klik *Study Advisor > New Study >* lalu Pilih tipe *static* untuk jenis simulasinya.

Langkah selanjutnya yaitu mengekspor hasil dari *Low Simulation* dengan cara klik kanan jenis *simulation > Properties > Flow/Thermal Effects >* kemudian pilih *Ike* hasil *Low simulation* yang telah berhasil di *analysis*.

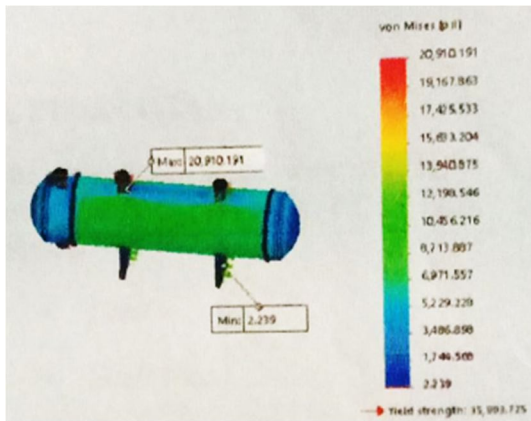
Tahapan selanjutnya yaitu memilih jenis material yang digunakan pada *heat exchanger* tersebut dengan mengklik kanan part *heat exchanger* lalu pilih *apply material to all bodies* lalu pilih *Carbon Steel SA 516 Gr. 70*.

Setelah jenis material dipilih tahapan selanjutnya adalah memilih bagian *fixtures >* lalu pilih bagian *Fixed* dari *Heat Exchanger* yaitu tempat tumpuan atau sambungan antara bejana dengan skirt atau penopang yaitu pada bagian *Head* bawah *Heat Exchanger*.

3.4 Analisis Tegangan Dengan Standart Menurut ASME VIII

Tahap selanjutnya yaitu klik kanan *eksternal load* > lalu pilih Bagian dalam *heat exchanger* dan arahkan keluar > setelah itu masukkan data yang digunakan dengan memilih opsi tekanan masukan angka dari hasil perhitungan tekanan Operasi yaitu 86.178 Psi dan masukkan opsi temperatur yaitu 90°C > Klik *Mesh and run*. Hasil simulasi tegangan Dapat dilihat pada gambar 3.3 sebagai berikut

Perhitungan tegangan berdasarkan ASME VIII UG 27 Tegangan terbagi menjadi dua ,yaitu tegangan arah *longitudinal* (Melingkar) dan tegangan arah *tangensial* (Memanjang) adapun formula tegangan menurut standar ASME VIII Sebagai berikut :



Gambar. 3.3 hasil simulasi Tegangan dari tekanan operasi

A. Tegangan Searah Tangensial

$$(\sigma_t) \rightarrow PR/t$$

B. Tegangan Searah Longitudinal

$$(\sigma_L) \rightarrow PR/2t$$

Dimana :

P = Tekanan Internal Operation Pressure

R = radius Bagian Dalam pada Part

T = Ketebalan (*Thickness*)

Ca = *Corrosion Allowance*

3.3 Simulasi Defleksi Saat Beroperasi Menggunakan SOLIDWORK 2016

Berikut adalah defleksi yang Terjadi pada alat penukar kalor *heat exchanger* (38-E-108) pada saat beroperasi dapat dilihat pada gambar 3.4 hasil simulasi defleksi pada saat beroperasi sebagai berikut:

3.5 Perhitungan defleksi pada parit shell and tube Heat Exchanger (38-E-108) pada saat beroperasi

Dari hukum Hook maka formula radial growth adalah sebagai berikut:

$$R_{ez} = R_{et} = (R/E)(\sigma_t - \nu\sigma_L)$$

Keterangan :

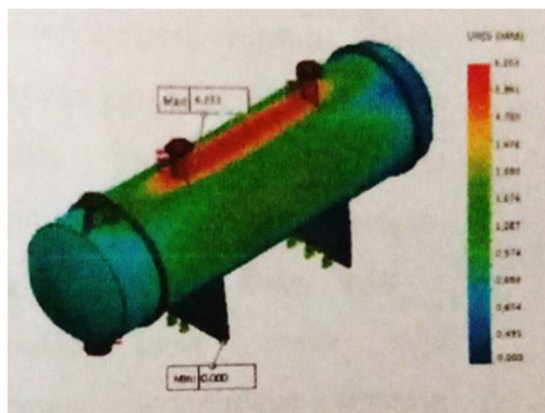
R = Satuan panjang berupa radius

E = Modulus Elastisitas material

ν = poisson's ratio

σ_t =Tegangan tangensial

σ_L =Tegangan Longitudinal



Gambar 3.4 Hasil simulasi defleksi dari tekanan operasi

4. HASIL PENELITIAN

Peninjauan dilakukan pada bagian *heat exchanger* (38-E-108) pada PT XYZ sebagai berikut:

- *Shell*
- *Shell head*
- *Elipsodial Head 2:1*
- *Nozzle*

4.1 Tegangan Longitudinal

Berikut adalah hasil tegangan longitudinal dari shell and tube *Heat Exchanger* (38-E-108) pada saat beroperasi di sajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 4.1 Tegangan Longitudinal

No	Bagian	Tegangan Longitudinal (Mekanikal) (Psi)(corr)
1	Shell	3717.750
2	Shell Head	1601.104
3	Elipsodial Head 2:1	
	Point 1	1600.994
	Point 2	1601.104
4	Nozzle Neck (T1)	711.754
Jumlah		29.912.519
Rata-Rata		3.323.613

Sesuai dengan formula dasar tegangan longitudinal ($PR/2t$), Nilai R dan P Semakin besar maka tegangan longitudinal semakin besar dan sebaliknya nilai t semakin besar maka nilai tegangan longitudinal semakin kecil

4.2 Tegangan Tangensial

Berikut adalah hasil tegangan tangensial dari shell and tube *Heat Exchanger* (38-E-108) pada saat beroperasi disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 4.2 Tegangan Tangensial

No	Bagian	Tegangan Tangensial (Mekanikal) (Psi)(corr)
1	Shell	7435.500
2	Shell Head	3202.20
3	Elipsodial Head 2:1	
	Point 1	1600.994
	Point 2	4303.304
4	Nozzle Neck (T1)	1432.509
Jumlah		17.965.507
Rata-Rata		4.491.376

Sesuai dengan formula dasar tegangan Tangensial (PR/t), Nilai R dan P Semakin besar maka tegangan Tangensial semakin besar

dan sebaliknya nilai t semakin besar maka nilai tegangan tangensial semakin kecil

Nilai Tegangan tangensial adalah 2 kali nilai tegangan longitudinal , dikarenakan terdapat koefisien 2 pada pembagi yang dilakukan dengan ketebalan ($2t$).

4.3 Defleksi Pada Saat Beroperasi

Pertambahan radius akibat defleksi karena adanya tekanan dalam *equipment* yang bekerja dikalkulasikan dengan hukum Hooke yang telah disajikan pada bab 2. Hukum *Hooke* bekerja pada satuan panjang berupa radius, sehingga nilai elongation dikalikan dengan nilai radius. Dalam kalkulasi nilai pertambahan radius ada beberapa faktor yang di perhatikan yaitu nilai E (modulus elastisitas) dan ν (*passion's ratio*). Kedua faktor tersebut terdapat pada properties of material (ASME VIII komponen D *customary*) yang disajikan pada lampiran.

Berikut adalah hasil defleksi yang terjadi pada shell and tube *Heat Exchanger* (38-E-108) pada saat beroperasi, disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.3 Pertambahan Radius

No	Bagian	ΔRe (Corr) Mekanikal(in)
1	Shell	0,03501202
2	Shell Head	0,02438722
3	Elipsodial Head 2:1	
	Point 1	0,0176522
	Point 2	0,02438722
4	Nozzle Neck (T1)	0,21453233
Jumlah		0,016948
Rata-Rata		0,0021185

Nilai defleksi komponen dipengaruhi oleh selisih nilai tegangan tangensial dan longitudinal sesuai dengan formula *elongation* pada hukum Hook yaitu:

$$ez = et = \left(\frac{R}{E}\right) \times (\sigma_t - \nu\sigma_L)$$

Nilai E dan ν didapat dari tabel telah disajikan pada lampiran K(material)

4.4 Perbandingan tegangan dan defleksi berdasarkan ASME VIII dengan software solidwork 2016

Beikut ini disajikan perbandingan antara perhitungan berdasarkan Standart ASME VIII Dengan simulasi *Software Solidwork 2016* disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil perbandingan tegangan mekanikal kalkulasi dengan simulasi software solidwork 2016

No	Part	Tegangan dengan standar ASME Sec VIII		ΔRe (Corr) Mekanikal(in)
		Tegangan Logitudinal	Tegangan Tangensial	
1	Shell	3717.750	7435.500	12.198.546
2	Shell Head	1601.104	3202.20	5.229.228
3	Elipsodial Head 2:1			
	Point 1	1600.994	1600.994	3.486.898
	Point 2	1601.104	4303.304	5.229.228
4	Nozzle Neck (T1)	711.754	1432.509	1.744.568
Jumlah		29.912.519	17.965.507	29.633.036
Rata-Rata		3.323.613	4.491.376	5.926.607

Tabel 4.5 Hasil perbandingan defleksi antara mekanika kalkulasi dengan simulasi software solidwork 2016

No	Part	Tegangan dengan standar ASME Sec VIII		Selisih Defleksi (In)	Persen tase selisih (%)
		Defleksi Mekanikal Desain (In)	Defleksi dengan simulasi solidwork 2016		
1	Shell	0.03501202	0.03834	0.003335	8,69%
2	Shell Head	0.02438722	0.02653	0.002142	8,07%
3	Elipsodial Head 2:1				
	Point 1	0.0176522	0.01947	0.0018178	9,33%
	Point 2	0.02438722	0.02714	0.0027527	10,14 %
4	Nozzle Neck (T1)	0.21453233	0.234768	0.0202356	8,61%
Jumlah		0.31597099	0.346248	0.0302831	
Rata-Rata		0.155071742	0.086562	0.0075707	8,74%

4.5 Prediksi sisa umur shell and tube Heat Exchanger (38-E-108) Pada PT. XYZ

Perkiraan sisa umur dari *equipment shell and tube Heat Exchanger (38-E-108)* pada PT XYZ yang dianalisis di dapat dari hasil selisih tegangan pada standar ASME dan dengan simulasi *software solidwork 2016* dan disajikan dalam bentuk persentase maka:

Tabel 4.6 *Remaining left Time* pada *equipment*

Tegangan	Jumlah Tegangan	Yield Strength	Selisih	Remaining Left time
Standart ASME	29,912,519	35,993,725	6,081,206	16%
Software Solidwork 2016	29,633,036	35,993,725	6,360,689	19%

Dari tabel diatas maka dapat kita ketahui prediksi sisa umur *equipment* dari *shell and tube Heat Exchanger (38-E-108)* sebesar 22% dengan metode perhitungan menuut standar ASME VIII parit Costommary dan dengan simulasi software solidwork 2016 didapat dengan hasil 19% , jika Safety faktor sebesar 10% maka shell and tube *Heat Exchanger (38-E-108)* sudah dalam level waspada oleh sebab itu maka harus dilakukan analisis Secaba berkala agar peralatan dapat lebih terjaga keamanannya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari analisis yang dilakukan kita peroleh kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Sesuai dengan formula dasar tegangan tangensial (PR/t) nilai R Semakin besar maka tegangan tangensial semakin besar maka nilai tegangan tangensial semakin kecil .
2. Nilai tegangan tangensial (kondisi *operation pressure*) pada kondisi *corroaded* yaitu 17,965.507 Psi
3. Nilai tegangan longitudinal (kondisi *operation presure*) pada kondisi *corroaded* yaitu 29.912.519 Psi

4. Nilai penambahan radius (kondisi operation pressure) pada kondisi *corroded* yaitu 0,016948 in
 5. Dari hasil perhitungan yang dilakukan nilai tegangan yang terjadi dengan metode simulasi dengan *software solidwork 2016* yaitu sebesar 29,633.036 Psi
 6. Nilai penambahan radius (kondisi *operation pressure*) pada kondisi *corroded* dengan simulasi *solidwork 2016* yaitu 0,346248 in
 7. Dari hasil kalkulasi analisa yang dilakukan diperoleh hasil *remaining left Time* pada *shell and tube heat exchanger (38-E_108)* dengan metode berdasarkan standar ASME sebesar 16% dan dengan simulasi *solidwork 2016* sebesar 19%
8. Suhartono 2002 In House Presentation Static Equipment Jakarta
 9. TEMA 1999 (*tubular exchanger Manufacturer Association*)Eight Edition New York

DAFTAR PUSTAKA

1. ASME 2004 *Rules for Construction of Pressure Vessels* Sec VIII Div 1
2. Buthod, Paul 1995 *Pressure Vessel Handbook* , Tenth Edition United States of America : PRESSURE VESEL PUBLISHING.INC
3. Benar. Henry h. 1981 *Pressure Vesel Desing Handbook* . Tenth Edition Newyork Cincinati : Van Nostrand Reinhold Company. Inca
4. *Exchanger Technology Mechanical Design*, MW KELLOG COMPANY
5. Popov, E 1996 *Mekamika teknik* Jakarta Erlangga
6. Rmoss Denis 1987. *Pressure Vessel Design Manual Houston:* Gulf Publishing Company Book Division
7. ASME2004 *Rules For Construction Of Pressure*