



## ANALISA PENGUJIAN KETAHANAN BEJANA TEKAN DENGAN METODE HIDROSTATICTEST

Budi Siswanto<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, STT Wastukencana

<sup>1</sup>Jl. Cikopak No.53, Sadang, Purwakarta

\*Corresponding Author: budisiswanto@stt-wastukencana.ac.id

**Abstract**— *A pressure vessel is a place or container for storing or building fluids, both in the form of liquids and gases as one of the process tools used in industry, especially in the chemical, petroleum, and electricity generation industries with steam separators which are very important components in electricity generation. The steam separator is used to separate the fluid in the liquid phase and gas phase (steam or steam) to produce a higher level of dryness and more contained in the steam that will be used to turn the turbine. Based on the ASME VIII standard in 2010 which was a vessel before it could be used in payment and one type of testing was by hydrostatic test method. From the calculation of the voltage that occurs when hydrostatic administration is 5.037 MPa (50.37 Bar), the force that divides the locked flange 8 bolts M-16 x 2.0 (P), with the introduced voltage ( $\tau$ ) inside the pressure vessel, at what is permitted  $\tau$  (that occurs  $40 \text{ N/mm}^2 \geq 36 \text{ 40 N/mm}^2$ . from the test results using hydrostatic test methods obtained for hydrostatic testing can determine leakage and test with 1.5 x work work (30 bar) steam separator pressure vessel no defects appear, crank on the weld or deformation occurs*

**Key words:** *Hydrostatic, Pressure vessel, Steam Separator.*

**Intisari**— Bejana tekan merupakan suatu tempat atau wadah untuk menyimpan atau menampung suatu fluida, baik berupa cairan ataupun gas dan sering digunakan sebagai salah satu alat proses yang digunakan disuatu industri, khususnya pada industri kimia, perminyakan, dan pembangkit listrik begitu juga dengan *steam separator* yang menjadi komponen yang sangat penting dalam pembangkit listrik. fungsi *steam separator* ialah untuk memisahkan fluida berfasa cair dan fasa gas (*steam* atau uap) agar dihasilkan tingkat kekeringan uap yang lebih tinggi dan memisahkan kotoran yang terkandung dalam *Steam* yang akan dimanfaatkan untuk memutar turbin. Berdasarkan standar ASME VIII tahun 2010 sebuah bejana sebelum bisa digunakan harus lolos dalam suatu pengujian dan salah satu jenis pengujiannya adalah dengan metode tes hidrostatik. Dari hasil perhitungan Tegangan yang terjadi saat diberi tekanan hidrostatik senilai 5,037 MPa (50,37 Bar), Gaya yang membelah flange yang dikunci 8 baut M-16 x 2,0 (P), dengan terjadinya tegangan ( $\tau$ ) di dalam bejana tekan,  $\tau$  yang diijinkan  $\geq \tau$  yang terjadi ( $40 \text{ N/m}^2 \geq 36 \text{ 40 N/m}^2$ . Dari hasil pengujian yang menggunakan metode tes hidrostatik didapat untuk pengujian hidrostatik dapat mengetahui kebocoran dan dipengujian dengan tekanan 1.5 x tekanan kerja (30 bar) bejana tekan *steam separator* tidak terjadi *defect, crank* pada lasan ataupun terjadi deformasi. Untuk penurunan tekanan pada bejana steam separator pengujian ini dilakukan secara bertahap.

**kata kunci** : Bejana tekan, Hidrostatik, *Steam Separator*.

## I. PENDAHULUAN

Pada saat ini, penggunaan bejana tekan di dunia industri memegang peranan yang sangat penting, oleh karena itu perancangan industri yang efisien sangat penting. Disamping perkembangan perindustrian yang bergerak dalam bidang fabrikasi bejana tekan, industri dengan tekanan ini termasuk golongan industri dengan tingkat risiko bahaya tinggi atau *major Hazard*. Begitu juga bejana yang digunakan atau dioperasikan dalam proses produksi tersebut merupakan peralatan atau jenis pesawat yang memiliki tingkat bahaya yang tinggi dan dapat menimbulkan bahaya kebakaran atau peledakan. Dari bermacam-macam subsistem yang terdapat pada sebuah plant industri, terdapat komponen yang berfungsi menangani fluida bertekanan, salah satu komponen yang penting adalah bejana tekan, yang fungsinya sebagai wadah fluida bertekanan. Bejana tekan memiliki spesifikasi khusus, sebab harus mampu bertahan dari tekanan fluida yang ditampungnya ditambah beban akibat berat bejana itu sendiri dan berbagai beban *eksternal* lainnya. Tegangan yang timbul akibat beban-beban tadi menjadi sebuah pertimbangan yang penting pada saat pengujian bejana tekan. Pemilihan ketebalan dinding misalnya, harus mampu menahan beban tetapi juga harus murah biayanya. Sebab kompleksitas perancangan bejana tekan, badan standarisasi internasional juga mengeluarkan standar-standar yang diharapkan menjadi patokan saat pengujian bejana tekan.

Pengujian tekanan hidrostatik adalah salah satu dari beberapa metode yang dapat digunakan perusahaan untuk memastikan keamanan integritas struktural dari suatu bejana tekan yang dimiliki perusahaan. Pengujian ini melibatkan pengisian segmen bejana dengan air sampai berada pada tekanan yang lebih tinggi dari pada tekanan kerja yang akan beroperasi. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk memvalidasi tekanan operasi sebuah bejana yang aman dan memastikan bahwa jalur tersebut sesuai secara struktural. Kemudian hasil pengujian akan menjadi acuan untuk standarisasi sebuah bejana untuk bisa beroperasi, jika di dalam pengujian agar dapat dinilai sudah

baik atau masih terjadi deformasi menetap maupun kebocoran dari kekuatan *weldingnya* pada bagian-bagian tertentu yang kemudian dilakukan perbaikan pada bagian tersebut sehingga mencapai pengujian yang optimal.

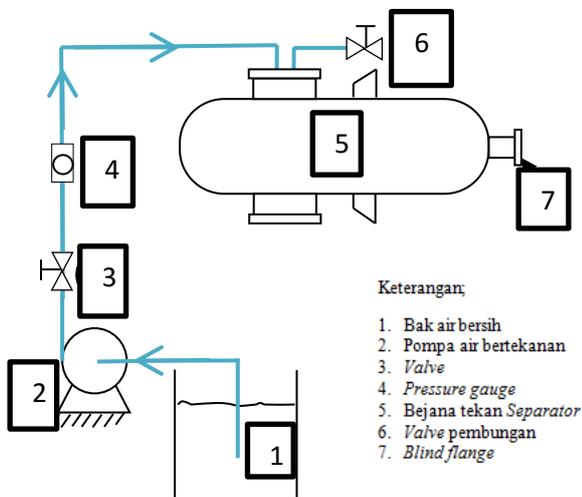
Bejana tekan yang akan diuji adalah *steam moisture separator* dengan tekanan operasi 30 Bar, temperature kerja 350 °C piping material A106 S-80 dan design code ASME Sect. VIII DIV 1 2001, Sebuah permintaan pengujian bejana tekan *Steam Moisture Separator* dengan tekanan operasi 30 Bar dan temperature kerja 350 °C Material A106 S-80. Kode standar yang dikeluarkan oleh ASME Sect. VIII tentang bejana tekan yang penulis gunakan sebagai acuan dalam pengujian bejana tekan dengan metode pengujian hidrostatik. [5]

## II. METODE PENELITIAN

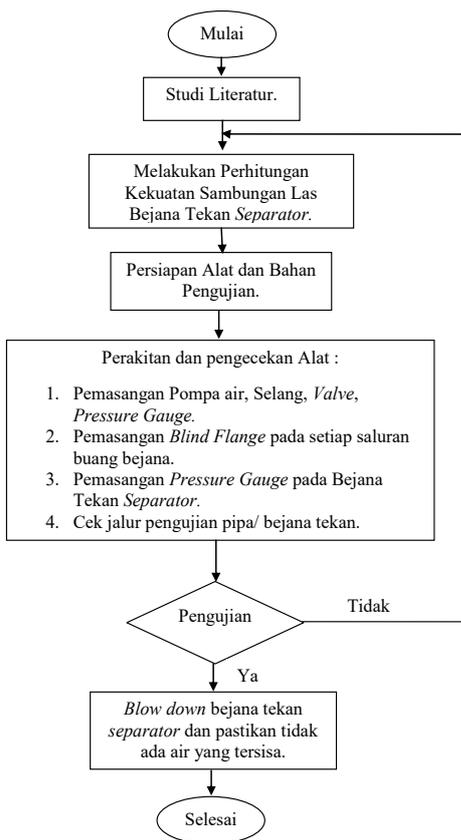
### 1. Pelaksanaan Pengujian dengan Hidrostatik

- Area dimana jalur pipa yang akan di test harus diberi tanda atau batas yang jelas dan hanya petugas yang berwenang yang boleh masuk daerah tersebut.
- Air yang dipergunakan adalah air baru tawar (air bersih) yang telah di test kadar PH nya apakah sudah sesuai standar pengujian hidrostatik, *Chemical Inhibitor* akan ditambahkan, bila perlu.
- Tekanan uji / *Pressure Test* ditentukan sebagai berikut
- 1.3 x *Design Pressure*, atau
- 1.3 x *Max. Operating pressure*
  - Untuk pengujian ini menggunakan 1.3 x *Design pressure* berdasarkan ASME VIII.
- *Pressure Test* dan waktu *test*
  - Pelaksanaan test menggunakan metode 12 jam, dilakukan secara bertahap per 10 bar dengan lama waktu pengujian 60 menit dan di saat 1.3 x *Design pressure* (30 bar) untuk waktu pengujian ditahan 360 menit (6 jam).
- Pengujian dilakukan pemeriksaan kemungkinan adanya kebocoran pada sambungan-sambungan antara lain sambungan *flange* dengan *blind flange* ataupun terjadi *derfomasi*.

- Sudah perbaikan dilakukan, pengujian diulangi lagi mulai point ke 6, sesuai dengan standart yang diberlakukan untuk lolos uji proses.



Gambar 1 Skema alir alat uji.



Gambar 2 Diagram alir penelitian.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Kapasitas Bejana

Kapasitas atau volume produksi yang didapat ditampung secara terus menerus oleh bejana dengan diasumsikan terlebih dahulu diameter dan panjang bejana dengan rumus sbb:

$$V = \left( \pi \cdot \frac{Di^2}{4} \right) \times L + \left( \frac{\pi \times Di^3}{24} \right)$$

$$V = \left( 3,14 \cdot \frac{0,4064^2}{4} \times 0,83 + \left( \frac{3,14 \times 0,4064^3}{24} \right) \right)$$

$$V = 0,116392 \text{ m}^3 = 11,6392 \times 10^4 \text{ cm}^3$$

#### 2. Panjang Bejana

Panjang bejana tekan dapat dihitung berdasarkan asumsi atau perkiraan waktu aliran gas yang masuk sampai gas keluar dengan waktu yang sama untuk besarnya butiran cairan dengan ukuran diameter ( $D_p$ ), jatuh dari atas bejana tekan ke permukaan cairan, sehingga untuk panjang separator dapat dicari dan diameter ini berfungsi untuk mengurangi kecepatan. [1]

$$L = \frac{4 \cdot Q_a}{\pi \cdot V_t \cdot D_v}$$

#### 3. Maximum Allowable Working Pressure

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

Perhitungan untuk menentukan MAWP adalah sebagai berikut: [1]

##### a. MAWP Shell

$$MAWP_{shell} = \frac{S.E.t_{corr}}{R_{corr} + 0,6.t_{corr}} \quad [N/mm^2]$$

Data material bejana setakan *separator*

Tabel 1 Data material bejana *separator*.

Item	Unit	Shell
P	N/mm <sup>2</sup>	3,8
R	Mm	203,2
Sa	N/mm <sup>2</sup>	88,9
S	N/mm <sup>2</sup>	88,9
T	Mm	100
E	-	1
CA	Mm	1,5

$$MAWP_{shell} = \frac{88,9 \times 1 \times 101,5}{204,7 + 0,6 \cdot 101,5} = 34 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$MAWP_{head} = \frac{S \cdot E \cdot t_{corr}}{D_{corr} + 0,2 \cdot t_{corr}}$$

Tabel 2 Data material head bejana.

Item	Unit	Shell
P	N/mm <sup>2</sup>	3,8
D	Mm	406,4
Sa	N/mm <sup>2</sup>	88,9
S	N/mm <sup>2</sup>	88,9
T	Mm	100
E	-	1
CA	Mm	1,5

$$MAWP_{head} = \frac{88,9 \times 1 \times 101,5}{407,9 + 0,2 \times 101,5} = 21,072 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Tabel 3 Data material shell.

Item	Unit	Shell
MAWP	Mpa	34
R	Mm	203,2
Sa	N/mm <sup>2</sup>	88,9
S	N/mm <sup>2</sup>	88,9
E	-	1
Ca	Mm	1,5

$$t = \frac{P R}{S E - 0,6 P} = \frac{34 \times 203,2}{88,9 \times 1 - 0,6 \times 34} = 100,85 \text{ mm} = 10,085 \text{ cm}$$

#### 4. Perhitungan kekuatan sambungan las

Perhitungan sambungan pengelasan berdasarkan tegangan boleh dengan anggapan bahwa hubungan antara tegangan dengan regangan mengikuti hukum Hooke dengan syarat bahwa tegangan terbesar yang terjadi tidak melebihi tegangan yang diizinkan. [2]

$$\sigma_t = \frac{F}{A_o} \text{ kg/mm}^2 = \frac{F}{T_w \times 2 \times 0,5 \times \sqrt{2} \times l_2}$$

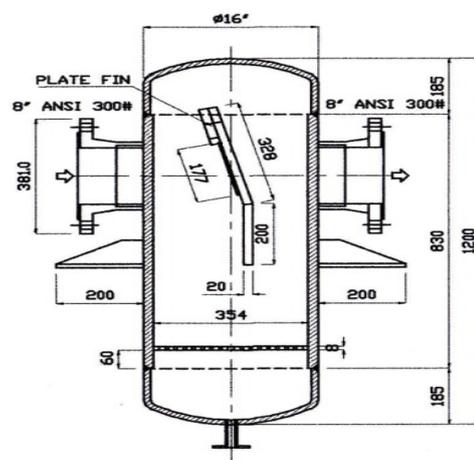
$$L_2 = \pi \times D_1$$

#### Analisa Data

##### A. Dimensi Bejana Tekan

Dalam menentukan dimensi atau ukuran dari suatu bejana tekan, maka akan dibahas mengenai rumus-rumus yang berkaitan dalam menentukan ukuran atau dimensi dalam merencanakan suatu bejana tekan yaitu kapasitas, diameter, panjang, tebal dinding dan tebal dinding kepala bejana tekan dari suatu bejana tekan, yang perlu mempengaruhi kapasitas atau daya tampung dari bejana yang dicermati dan dianalisa sedemikian rupa, sehingga tidak terjadi kondisi-kondisi buruk yang tidak diinginkan harus diantisipasi dalam perencanaan sebelum bejana tekan tersebut ditentukan dimensinya untuk menampung kapasitas produksi yang telah ditentukan didalam tahap perhitungan atau perencanaan. [1]

Gambar 3 Design *steam separator*.



Tabel 4 Internal diameter Bejana tekan.

Internal diameter Bejana tekan	
Panjang (L/T)	Li = 830 mm = 83 cm
Ketebalan Plat	tp = 160,98mm=16,098 cm
Tekanan Perencanaan	Pd = 38 Bar / 3.8 MPa
Tekanan kerja	Po = 30 Bar / 3.5 MPa
Diameter	Di = 406,4mm = 40,64 cm
Max. Tekanan test	Pi = 45 Bar / 4.5 MPa
Temperatur Perencanaan	t = 380 ° / 716 °
Temperatur Operasi	ti = 350 ° / 662 °
Corrosion Allowance	CA = 1 mm = 0,1 cm
Ketebalan kepala bejana tekan	th = 57,4 mm = 5,74 cm
Material Specification	S = 88,9 N/mm <sup>2</sup>
Faktor keamanan	V = 4
Jenis Material yang digunakan	
a) Shell	: CS
b) Kepala Bejana Tekan	: CS
c) Man hole	: CS
d) Nozzles (Flanges)	: CS

B. Analisa gaya yang membelah dinding Bejana tekan ( P )

1. Gaya yang membelah dinding bejana tekan ( P ) [3]

$$P = Li \times Di \times Pi = 830 \text{ mm} \times 406.4 \text{ mm} \times 4.5 \text{ N/mm}^2 = 1517904 \text{ N}$$

2. Gaya sebesar (P) ditahan oleh dinding bejana tekan, luas irisan (A) adalah

$$A = \{ 2x Li \times tp + 2x tp \times (Di + 2tp) \}$$

$$= \{ 2 \times 830 \times 102,35 + 2 \times 102,35 \times (406.4 + 2 \times 102,35) \}$$

$$= \{ 169901 + 125092,2 \}$$

$$= 294993,2 \text{ mm}^2 = \mathbf{2949,932 \text{ cm}^2}$$

Dengan terjadinya di dalam dinding bejana tekan sebesar  $\sigma_t$  maka:

$$A \times \sigma_t = P$$

$$\sigma_t = \frac{P}{A} = \frac{1517904}{294993,2} = \mathbf{5,15 \text{ N/mm}^2}$$

Berdasarkan analisa dengan data yang ada pada bejana tersebut maka hasil yang diperoleh :

$$\sigma_t \text{ yang diijinkan} = 34 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t \text{ actual} = 5,15 \text{ N/mm}^2$$

Berdasarkan analisa data di atas, maka hasil yang diperoleh:

$\sigma_t$  yang diijinkan  $\geq \sigma_t$  actual, karena tegangan yang terjadi di dalam bejana tekan tersebut lebih

kecil dari tegangan yang diijinkan maka bejana tekan dinyatakan aman.

C. Analisa kekuatan plat potensi belah (tb)

$$tb = \frac{Pi \times Di}{2 \left( 1 + \frac{Di}{Li} \right) \sigma_t}$$

$$= \frac{45 \times \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2} \times 0.4064 \text{ m}}{2 \left( 1 + \frac{0.4064}{0.8} \right) \times 34 \times 10^6}$$

$$= \frac{1828800}{107134000}$$

$$= 0,01707 \text{ m} = 17,07 \text{ mm} = \mathbf{1,707 \text{ cm}}$$

Berdasarkan analisa dengan data yang ada pada bejana tersebut maka hasil yang diperoleh :

$$tp = 102,35 \text{ mm} = 10,235 \text{ cm}$$

$$tb = 17,07 \text{ mm} = 1,707 \text{ cm}$$

Berdasarkan analisa data di atas, maka hasil yang diperoleh:

$tp \geq tb$ , karena dari hasil analisa yang didapat bahwa ketebalan yang disediakan ( $tp$ ) lebih tebal dibandingkan dengan ketebalan plat kemungkinan belah ( $tb$ ). Maka dinding mampu menahan tekanan yang ada pada bejana tekan tersebut dan dinyatakan aman. [3]

D. Perhitungan kekuatan sambungan las

Perhitungan sambungan pengelasan berdasarkan tegangan boleh dengan anggapan bahwa hubungan antara tegangan dengan regangan mengikuti hukum Hooke dengan syarat bahwa tegangan terbesar yang terjadi tidak melebihi teg yang diizinkan.  $\sigma_t = \frac{F}{A_0} \text{ kg/mm}^2$  [2]

Berdasarkan bahan dinding yang digunakan, tegangan tarik yang diizinkan adalah 88,9 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_t = 88,9 \text{ N/mm}^2$

$$\text{Faktor keamanan } V = 4$$

Tegangan tarik yang diizinkan adalah :

$$\sigma_t = \frac{\sigma_t}{V} = \frac{88,9}{4} = \mathbf{22,225 \text{ N/mm}^2}$$

E. Analisa kekuatan plat kemungkinan putus

$$th = \frac{Di \times Pi}{4 \times \sigma_t}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0.4064 \text{ m} \times 45 \times 10^5}{4 \times 22,225 \times 10^6} \\
 &= \frac{1828800}{88900000} \\
 &= 0.020571 \text{ m} \\
 &= 20,571 \text{ mm} = \mathbf{2,0571 \text{ cm}}
 \end{aligned}$$

$$t_p = 102,35 \text{ mm} = 10,235 \text{ cm}$$

$$t_h = 20,571 \text{ mm} = 2,0571 \text{ cm}$$

Jadi berdasarkan analisa data di atas, maka hasil yang diperoleh:

$t_p \geq t_h$ , karena dari hasil analisa yang didapat bahwa ketebalan yang disediakan ( $t_p$ ) lebih tebal dibandingkan dengan ketebalan plat kemungkinan putus ( $t_h$ ), maka dinding mampu menahan tekanan yang ada pada bejana tekan dan dinyatakan aman.

#### F. Analisa kekuatan dinding bejana tekan terhadap tekanan teshidrostatik

Perhitungan tes dengan tekanan hidrostatik dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan bejana tekan dengan air setelah bejana tekan selesai produksi. Berikut perhitungan dan pengetesan hidorstatis.[4]

Tekanan design  $P_d = 35 \text{ Bar} (3,5 \text{ MPa})$

Tekanan desingt =  $380^0$

Tekanan test  $t_i = 350^0$

S dengan design  $S_{\text{design}} = 88,9 \text{ Mpa}$

S dengan test  $S_{\text{test}} = 88,9 \text{ Mpa}$

Nilai tekanan hidrostatik dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$\begin{aligned}
 P_{hs} &= 1,3 \times P_d \times \frac{S_{\text{test}}}{S_{\text{design}}} \\
 &= 1,3 \times 3,5 \times \frac{88,9}{88,9} \\
 &= 1,3 \times 3,5 \times 1 \\
 &= \mathbf{4,5 \text{ Mpa}}
 \end{aligned}$$

Dan berikut rumus untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada dinding bejana tekan dan dinding pipa bejana tekan yang diakibatkan oleh tekanan dalam bejana tekan.

$$S_h = \frac{P \times R}{(t_p \times E) + (0,6 \times P/E)^s}$$

Tegangan yang diijinkan maksimum 90% dari kekuatan regangan material ( $S_h \leq 0,9 \times S_y$ ). Maka dinding bejana tekan tersebut mampu menahan tekanan yang ada pada bejana tekan. selama pengetesan dan dinyatakan aman.

$$\begin{aligned}
 \text{a. } S_h \text{ pada shell} &= \frac{P \times R}{(t_p \times E) + \left(0,6 \times \frac{P}{E}\right)} \\
 &= \frac{4,5 \times 203,2}{(102,35 \times 1) + \left(0,6 \times \frac{4,5}{1}\right)} \\
 &= 8,7044 \text{ N/mm}^2 \\
 &= \mathbf{8,7044 \text{ Mpa}}
 \end{aligned}$$

$$S_y = 88,9 \text{ Mpa}$$

$$0,9 S_y = 0,9 \times 88,9 \text{ Mpa} = \mathbf{80,01 \text{ Mpa}}$$

Berdasarkan analisa data di atas, maka hasil yang diperoleh:

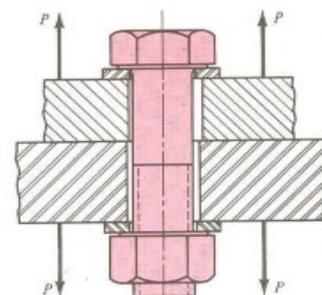
$0,9 S_y \geq S_{hs}$ , karena dari hasil analisa yang didapat bahwa tegangan yang terjadi pada dinding saat pengetesan hidrostatik ( $S_{hs}$ ) yang terjadi pada dinding lebih kecil dibanding dengan tegangan maksimal yang diijinkan maka dinding tersebut mampu menahan tegangan yang ada pada bejana tekan dan dinyatakan aman.

$$\begin{aligned}
 \text{b. } S_{hs} \text{ pada plat} &= \frac{P \times R}{(t_p \times E) + \left(0,6 \times \frac{P}{E}\right)} \\
 &= \frac{4,5 \times 203,2}{(20 \times 1) + \left(0,6 \times \frac{4,5}{1}\right)} \\
 &= 39,67 \text{ N/mm}^2 \\
 &= \mathbf{39,67 \text{ Mpa}}
 \end{aligned}$$

$$S_y = 88,9 \text{ Mpa}$$

$$0,9 S_y = 0,9 \times 88,9 \text{ Mpa} = \mathbf{80,01 \text{ Mpa}}$$

#### G. Analisa kekuatan sambungan baut flange



Gambar 4 Sambungan baut.

Untuk kasus dimana sambungan mendapat beban langsung maka beban dapat diasumsikan ditanggung secara merata oleh masing masing baut. Sehingga tegangan geser yang dialami baut dapat dihitung dengan formula sederhana.

$$\tau_{\text{baut}} = \frac{(P/i)}{A_t}$$

1. Ukuran baut M16x2,0 (d = 24mm, r = 12 mm)

P = gaya yang terjadi pada bejana tekan

1. Gaya (P) dapat diketahui sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P &= L_i \times D_i \times P_i \\ &= 800 \text{ mm} \times 406.4 \text{ mm} \times 4.5 \text{ N/mm}^2 \\ &= \mathbf{1463040 \text{ N}} \end{aligned}$$

2. Gaya (P) akan ditahan oleh luas irisan baut M16 x 2,0 (A<sub>t</sub>) sebagai berikut;

$$d = 24 \text{ mm}$$

$$r = 12 \text{ mm}$$

$$L_{\text{baut}} = 100 \text{ mm}$$

$$t_{\text{baut}} = 60 \text{ mm}$$

$$A_t = \{ 2x L_{\text{baut}} \times t_{\text{baut}} + 2 \times t_{\text{baut}} \times (d + 2t_{\text{baut}}) \}$$

$$= \{ 2 \times 200 \times 60 + 2 \times 60 \times (24 + 2 \times 60) \}$$

$$= \{ 24000 + 17280 \} = \mathbf{41280 \text{ mm}^2}$$

$$i = 8$$

$$\tau_{\text{baut}} = \frac{P/i}{A_t} = \frac{1463040/8}{41280} = 4,43 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau \text{ yang diijinkan} = 88,9 / 8 = 11,1125 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau \text{ baut aktual} = \mathbf{4,43 \text{ N/mm}^2}$$

Berdasarkan analisa data di atas, maka hasil yang diperoleh:

$\tau$  yang diijinkan  $\geq \tau$  actual, karena tegangan yang terjadi pada baut tersebut lebih kecil dari tegangan yang diijinkan maka flange bejana

tekan yang dibantu 8 baut M16x2,0 dinyatakan aman. Gaya (P) yang ditahan flange

#### H. Analisa pengujian dan pembahasan

Dari hasil pengujian *hydrotest pressure* yang di lakukan di lapangan didapatkan beberapa data seperti mengetahui kebocoran pipa, tekanan pipa dan berkerja dengan baik pada pipa.

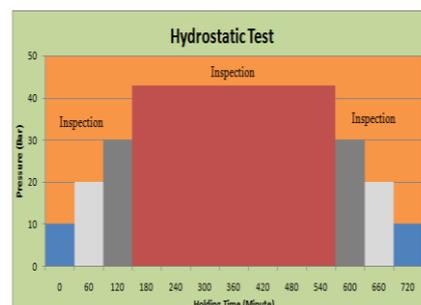
#### ❖ Pengambilan data test hydrotest Pressure

Sebelum melakukan pengujian *hydrostatic* maka disiapkan dulu *Separator* sudah dilakukan pengecekan dan siap untuk diuji, dan jika pada saat pengujian terindikasi bahwasanya terjadi kebocoran pada separator yang biasanya kebocoran ini di peroleh dari kurang rapinya lasan dan kurang rapatnya *flange* dengan baut pengikat dalam waktu pemasangan tersebut. Mengetahui adanya kebocoran pada *separator* maka akan dilakukan repair pada bagian yang bocor dan melakukan kembali pengujian *hydrotest Pressure* yang di jelaskan pada bagian metodologi tersebut dan memastikan tidak ada kebocoran lagi. Setelah tidak ada kebocoran dapat melakukan pengambilan data, di pengujian ini pengambilan data biasanya menggunakan metode 24 jam dan 12 jam untuk memperoleh nilai *pressure drop* pada *separator*. Pengujian ini memakai pengambilan data 12 jam.

Tabel 5 Hasil Pengujian Tes Hidrostatik.

No	Holding Time (Menit)	Pressure (Bar)
1	60	10
2	60	20
3	60	30
4	360	43
5	60	30
6	60	20
7	60	10

Table 6 Grafik pengujian test hidrostatik.



Dari hasil data pengujian table 6 pada setiap penahanan waktu pengujian, penguji melakukan pengecekan separator apakah terjadi cacat atau tidak (bocor, deformasi, *crack*). Ketika tidak terjadi *defect* maka penguji melakukan penambahan pressure secara bertahap dan mencapai pressure kerja dari *separator* kemudian dilakukan pengecekan kembali. Ketika hasil pengecekan masih tidak ada defect ataupun kebocoran maka akan dilakukan penambahan pressure 1.3 bar dari pressure kerja dari separator dan ditahan selama 6 jam dan kemudian dilakukan pengecekan kembali. Untuk pengecekan disetiap waktu pengujian dapat dilihat grafik 7

Tabel 7 Hasil Pengecekan Tes Hidrostatik.

No	Holding Time (Menit)	Pressure (Bar)	Result
1	60	10	No Defect but only leaking (flange)
2	60	20	No Defect
3	60	30	No Defect
4	300	43	No Defect
5	60	30	No Defect
6	60	20	No Defect
7	60	10	No Defect

Dari hasil *inspection* tidak ditemukan defect pada bejana tekan *Steam Separator* hanya pada saat diawal pengujian terjadi kebocoran pada *flange* yang disebabkan *packing/gasket* pada *flange* kurang pas dan baut pengikat *flange* kurang kencang.

## V. KESIMPULAN

Dengan mengacu pada perhitungan ketahanan dan pengujian di atas, dengan data yang digunakan adalah tekanan pengujian maksimal, maka dapat dianalisa perhitungan tersebut sebagai berikut:

1. Tegangan yang terjadi saat diberi tekanan hidrostatik senilai = 4,5 Mpa (45 Bar), lebih kecil dari 90% tegangan yang diijinkan, maka bejana dinyatakan aman.
2. Gaya yang membelah flange yang dikunci 8 baut M-16 x 2,0 (P), dengan terjadinya tegangan ( $\tau$ ) di dalam bejana tekan,  $\tau$  yang diijinkan  $\geq \tau$  yang terjadi ( $4,43 \text{ N/mm}^2 \geq 11,1125 \text{ N/mm}^2$ ) maka bejana tekan dinyatakan aman.

3. Dari hasil pengujian yang menggunakan metode tes hidrostatik didapat untuk pengujian hidrostatik dapat mengetahui kebocoran dan dipengujian dengan tekanan 1.5 x tekanan kerja (30 bar) bejana tekan *steamseparator* tidak terjadi *defect, crack* pada lasan ataupun terjadi deformasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada para pihak-pihak yang telah mensupport serta membantu memberikan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] Aziz, A., Hamid, A., dan Hidayat, I. "Perancangan Bejana Tekan (Pressure Vessel) untuk Separasi 3 Fasa", Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana. 2014
- [2] Angga, W., 2013. "Analisis Pengujian Ultrasonic Terhadap Pengelasan Pipa Pemanas Uap (Superheater) Sesuai Standart AWS D1.1M : 2008 di PT Dian Swastika Sentosa", Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco Karawang.
- [3] Megyesy, Eugene F. "Pressure Vessel Handbook (Eleventh Edition) American: Pressure Vessel Publishing, INC. 1998
- [4] Pratama, H., 2013. . Diambil dari Mechanical Static Equipments" [https://www.academia.edu/6042051/BA\\_B\\_V](https://www.academia.edu/6042051/BA_B_V), pada tanggal 10 Agustus 2018.
- [5] Widodo, Analisis tangan bejana tekan vertical berbasis code ASME VIII Div I menggunakan Autodesk Inventor. Departemen Teknik Mesin dan Industri Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta. 2016