Jurnal Ilmiah Teknik Sipil
Vol. 15, No.1, (2026) Februari: 59 - 65
E-ISSN: 2721-0073, P-ISSN: 2302-2523
Doi: http://dx.doi.org/10.46930/tekniksipil.v13i1.3625

ANALISA PRESSURE BEJANA TEKANAN SESUAI STANDARD ASME

Oleh:
Andreas. M. Saragih
E-mail:
andreassaragih1970@gmail.com

Abstract

A pressure vessel is a device for storing pressurized fluid or a Pressure Vessel is a vessel other than a steam engine in which there is pressure that exceeds the external air pressure, used to accommodate gas or gas mixtures including air either compressed to become liquid or in a dissolved or frozen state. The pressure in the pressure vessel must be known how much the maximum pressure can enter and the pressure vessel is able to withstand this pressure. Using ASME as a standard can be done in calculations or data processing.
***Keyword**: pressure vessel. Maximum pressure, ASME standard*

Abstract

Bejana tekanan adalah suatu alat untuk menabung fluida yang bertekanan atau Bejana Tekan adalah bejana selain pesawat uap yang didalamnya terdapat tekanan yang melebihi tekanan udara luar, dipakai untuk menampung gas atau gas campuran termasuk udara baik terkempa menjadi cair atau dalam keadaan larut atau beku. Tekanan di dalam bejana tekan harus diketahui berapa maksimum tekanan tersebut bisa masuk dan bejana tekanannya mampu menahan tekanan tersebut. Dengan menggunakan ASME sebagai standard dapat dilakukan di dalam perhitungan atau pengolahan data.
***Keyword**: bejana tekanan. Maksimum tekanan, standard ASME*

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Bejana tekanan adalah suatu alat untuk menabung fluida yang bertekanan atau Bejana Tekan adalah bejana selain pesawat uap yang didalamnya terdapat tekanan yang melebihi tekanan udara luar, dipakai untuk menampung gas atau gas campuran termasuk udara baik terkempa menjadi cair atau dalam keadaan larut atau beku.

Dalam pemakain jarang pengguna memperhatikan tekanan gas yang standard atau sesuai yang berada di dalam bajena tekanan/tabung sehingga ada saja terjadi kecelekaan (meledak) akibat tekanan gas yang terlalu tinggi di dalam tabung/bejana tekanan , tanpa diketahui pengguna gas tersebut.

Hal ini adalah masalah yang menarik untuk menghitung daya tekanan gas tersebut, bagaimana cara menghitungnya dengan menggunakan standard ASME (American Society of Mechanical Engineers).

I.2. Maksud dan Tujuan

A. Ingin mengetahui berapa tekanan di dalam di dalam bejana tekanan/tabung
B. Ingin menghitung dengan menggunakan ASME, bagaimana caranya.

LANDASAN TEORI

Bejana tekan dirancang agar mampu menampung atau menyimpan fluida cair maupun gas atau bahkan keduanya yang memiliki tekanan dan temperatur yang berbeda-beda. Kegagalan dalam perancangan dapat mengakibatkan terjadinya ledakan yang dapat merenggut korban jiwa dan dapat merusak lingkungan disekitarnya.kegagalan bejana tekan dapat disebabkan oleh faktor pemilihan material yang tidak sesuai, desain yang tidak benar, prosedur fabrikasi tidak tepat, dan perawatan yang kurang.

Bejana Tekanan meliputi:

1. Bejana penyimpanan gas, campuran gas;
2. Bejana penyimpanan bahan bakar gas yang digunakan sebagai bahan bakar untuk kendaraan;
3. Bejana transport yang digunakan untuk penyimpanan atau pengangkutan;
4. Bejana proses; dan.
5. Pesawat pendingin.

Bejana tekan merupakan salah satu sumber bahaya yang dapat menimpa tenaga kerja dan kerusakan yang fatal bagi lingkungan berupa tenaga kerja, tempat kerja, perusahaan dan alam.

Dalam perancangan bejana tekan dibutuhkan standar untuk menjamin tingkat keamanan bejana tekan itu sendiri. Standar bejana tekan yang sering digunakan dalam perancangan adalah standar ASME Boiler and Pressure Vessel Code yang diterbitkan oleh American Society of Mechanical Engineers (ASME).

Tegangan tarik dan kekuatan luluh yang diijinkan dari material yang digunakan merupakan faktor keamanan bejana tekan yang saling berhubungan. Kedua factor tersebut telah tercakup didalam ASME section VIII. ASME section VIII devisi 1 berisi tentang persyaratan umum, tambahan dan larangan spesifik untuk material bejana tekan. Di antaranya mengenai metode perancangan, pengujian, fabrikasi, inspeksi, dan sertifikasinya (ASME, 2008)

Beban Yang Bekerja Pada Bejana Tekan

a. Beban Temperatur

Dalam istilah bejana tekan, ada dua macam istilah temperatur yang digunakan, yaitu:

1) Temperatur Operasi (To)

Temperatur operasi adalah temperatur yang diperlukan pada saat proses produksi yang dilayani oleh suatu bejana tekan.

2) Temperatur Desain (Td)

Temperatur desain adalah temperatur yang diperlukan untuk mendesain bejana tekan. Rumus yang digunakan untuk mendesain bejana tekan adalah sebagai berikut:

$$T_d = T_o + 50^o F \quad \text{.....(2.1)}$$

Keterangan:

Td = Temperatur Desain (^{O}F)

To = Temperatur Operasi (^{O}F)

Jika bejana tekan bekerja pada temperatur dibawah -20 ^{O}F, maka besarnya temperatur desain sama dengan temperatur terendah dari temperatur operasinya.

b. Beban Tekanan internal

Ada dua macam istilah tekanan yang digunakan dalam bejana tekan, yaitu:

1) Tekanan Operasi (Po)

Tekanan operasi adalah tekanan yang digunakan untuk proses produksi yang dilayani oleh bejana tekan pada saat bejana tekan dioperasikan.

2) Tekanan Desain (Pd)

Tekanan desain adalah tekanan yang digunakan dalam merancang bejana tekan. Tekanan fluida atau kandungan lain di dalam bejana tekan harus diperhatikan.

$$P_d = P_o + a + P_{hs} \quad \text{.....(2.2)}$$

$$P_{hs} = \rho \cdot g \cdot z \quad \text{.....(2.3)}$$

Keterangan:

Pd = Tekanan Desain [psi]

Po = Tekanan Operasi [psi]

a = Margin [maks (0,1 . Po atau 10 psi)]

Phs = Tekanan Hidrostatik (Tekanan yang
timbul akibat fluida cair di dalam bejana
tekan) [psi]
= Densitas Fluida (Air) [kg/m3]
g = Percepatan gravitasi bumi [m/s2]
z = Tinggi Bejana Tekan [in]

2.1. ASME

Diambil dari PG-27.2.1

Tabung — Hingga dan Termasuk 5 inci (125 mm) Diameter Luar yang disebut OD. Persamaan di bawah ini berlaku terutama untuk pipa yang digunakan dalam aplikasi seperti ***tabung boiler, tabung superheater dan reheater, serta economizer***

tabung di mana kelompok elemen tabung tersebut berada diatur dalam suatu kandang untuk tujuan pemindahanpanas melalui tabung. Pipa yang digunakan dalam aplikasi tubing dapat dirancang menggunakan persamaan yang disediakan.

Untuk tabung polos atau tabung bimetal bila kekuatannya beroperasi tidak termasuk,5 gunakan persamaan berikut:

$$t = \frac{PD}{2Sw + P} + 0.005D + e$$

$$P = Sw\left[\frac{2t - 0.01D - 2e}{D - (t - 0.005D - e)}\right]$$

Keterangan :
t = thickness
P = Pressure
S = Yield strength
w = minimum joint efficiency
D = diameter
e = thickness factor for expanded tube ends

2.2. RESIKO BAHAYA BAJENA TEKAN

Bejana tekanan merupakan salah satu sumber bahaya yang dapat menimpa tenaga kerja dan kerusakan yang fatal bagi lingkungan. Jenis bahaya tersebut adalah:

1. Bahaya terhadap kebakaran
2. Bahaya terhadap keracunan
3. Bahaya terhadap pernapasan tercekik/aspisia
4. Bahaya terhadap peledakan
5. Bahaya terhadap cairan sangat dingin/cryogenic

Ad.1. Bahaya terhadap kebakaran

Gas yang mudah terbakar yang dikemas dalam bejana tekan/tabung gas, bila tercampur dengan oksigen atau udara normal serta sumber panas dapat menimbulkan kebakaran atau ledakan misalnya: asetylene, hydrogen, elpiji, carbon monoxide, methane dsb.

Disamping itu juga terdapat gas-gas yang reaktif yang bila bertemu dengan zat tertentu akan menimbulka reaksi dan panas yang menimbulkan kebakaran atau ledakan.

Contoh gas-gas yang reaktif adalah Chlorine yang dapat bereaksi dan terbakar dengan zat-zat organic pada udara normal. Gas Oksigen dapat menimbulkan reaksi isothermis dan menimbulkan api maupun ledakan bila tercampur dengan bahan bakar, minyak atau pelumas maupun gemuk.

Beberapa jenis gas yang apabila ditempatkan didalam botol atau tangki gas dapat bereaksi sendiri apabila mendapat sumber panas dari luar maupun goncangan, sehingga merangsang timbulnya reaksi pada gas didalamnya yang dapat mengakibatkan ledakan. Contoh gas seperti ini adalah Acetylene, Methyl Propodine, Vinyl Chloride dan sebagainya.


Gambar 2.1. Kebakaran Bejana Tekan

Ad.2. Bahaya terhadap keracunan dan iritasi

Beberapa jenis gas tertentu mempunyai sifat-sifat beracun yang sangat membahayakan bagi makhluk hidup karena dapat meracuni darah dalam tubuh melalui system pernapasan atau merusak paru-paru maupun jaringan tubuh lainnya seperti kulit, mata, system syaraf dan lain-lain.

Gas-gas beracun bila terhirup melalui pernapasan dalam kadar tertentu yang relative kecil dapat mengakibatkan kematian seperti Chlorine, Sulfur Dioxide, Hydrogen Cydrogen Sulfide, Carbon Monoxide Ammoniak dan sebagainya. Orang-orang yang karena pekerjaannya berhubungan dengan gas-gas beracun maupun yang dapat menimbulkan iritasi harus cukup terlatih dan memahami bahaya yang ditimbulkannya dan mengetahui serta melaksanakan cara-cara pelaksanaan pekerjaan yang aman.

Ad.3. Bahaya terhadap pernapasan tercekik (Asphyxsia)

Sejumlah jenis gas tertentu yang tampaknya tidak berbahaya karena tidak beracun dan tidak dapat terbakar, seperti gas Argon, Nitrogen, Carbon Dioxide, Helium dan gas inert lainnya. Sebenarnya dapat mengakibatkan kematian apabila gas tersebut telah memenuhi ruangan tertutup sehingga Oxiygen dalam ruang tersebut tidak cukup lagi memenuhi kebutuhan pernapasan. Gas-gas tersebut disebut juga gas inert.

Gas-gas inert ini bila terhirup dapat mengakibatkan orang menjadi lemas tanpa sadar dan bila tidak ada pertolongan secepatnya dapat menimbulkan kematian.

Memasuki ruangan-ruangan tertentu seperti ruang pengawasan, tangki penyimpanan, gudang, lubang dalam tanah dan sebagainya harus mendapat perhatian yang sungguh-sungguh demi menjaga keselamatan bagi pekerja.

Ad.4. Bahaya terhadap peledakan

Semua jenis gas bertekanan yang tersimpan didalam botol baja maupun tangki gas mempunyai bahaya meledak karena ketidakmampuan kemasan dalam menahan tekanan gas yang ada didalamnya. Tekanan gas yang ada didalam botol baja akan naik karena gas berekspansi (mengembang) bila menerima sumber panas dari luar tabung maupun dari dalam tabung itu sendiri ataupaun karena adanya cacat botol baja yang pada akhirnya tidak mampu menahan tekanan karena pecah meledak atau karena system pengaman botol seperti safety valve atau bursting disk dan lain-lain tidak bekerja dengan baik atau spesifikasinya tidak sesuai dengan standar sebagaimana mestinya.

Disamping itu gas bertekanan dapat meledak disebabkan karena menurunnya kekuatan tabung akibat korosi maupun benturan-benturan pada bejana yang melampaui batas-batas toleransi, sehingga tabung gas dalam tekanan penyimpanan yang normal dapat meledak secara tiba-tiba.

Ad.5. Bahaya terkena cairan sangat dingin (Cryogenic)

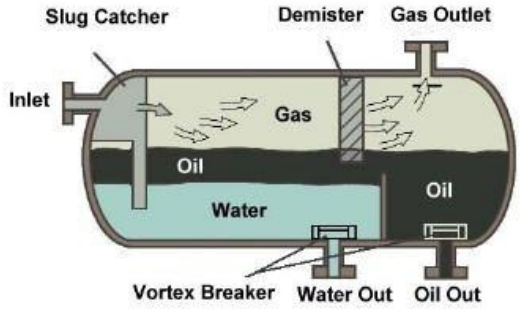
Untuk kebutuhan industri dan penghematan ruang penyimpanan, maka gas disimpan dalam bentuk cairan dengan suhu yang sangat dingin antara -103 ^{0}C sampai dengan -268^{0}C pada tekanan sekitar 15 kg/cm^2. Apabila terkena dengan cairan yang sangat dingin, maka cairan tersebut seketika akan menyerap panas tubuh yang terkena sehingga mengakibatkan luka seperti terkena luka bakar dan merusak jaringan tubuh, luka yang parah dapat mengakibatkan kematian bila tidak mendapatkan pertolongan segera.

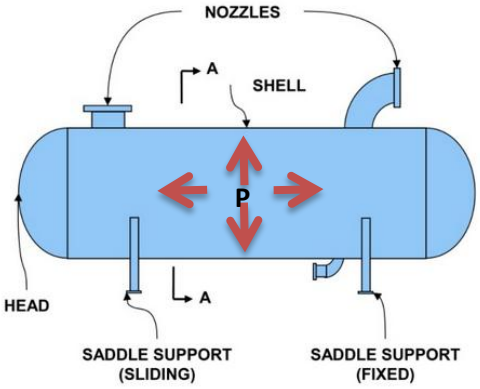
METODE PENELITIAN

3.1. DATA DIPEROLEH

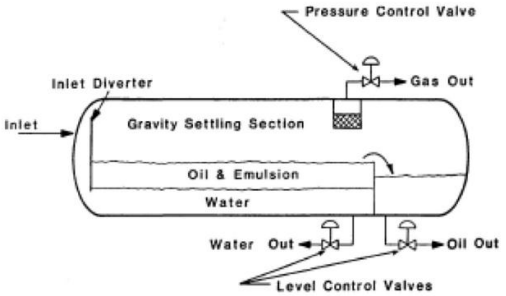
Suatu bejana tekanan dengan data sebagai berikut:

Diameter luar = 76 mm
Actual thicknes = 4,85 mm
Spesifikasi = SA-192
Temperature = 350 ^{O}C
Corrosion Allowance = 1,6 mm

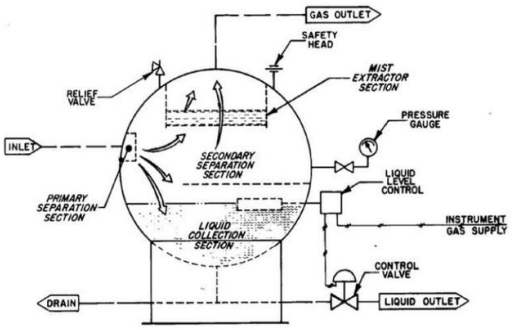




Gambar 3.1 Pressure (tekanan) di dalam bejana tekanan



Gambar 3.2 Bagian- bagian yang terdapat di dalam bejana tekanan



Gambar 3.3 Tampak samping bagian-bagian bejana tekanan

HASIL DAN PEMBAHASAN PENGOLAHAN DATA

Mencari tekan yang ada di dalam bejana tekanan dengan menggunakan ASME diperoleh rumus yaitu:

$$P = Sw\left[\frac{2t - 0.01D - 2e}{D - (t - 0.005D - e)}\right]$$

Dimana diketahui :

Diameter luar = 76 mm
Actual thicknes = 4,85 mm
Spesifikasi = SA-192
Temperature = 350 ^{O}C
Corrosion Allowance = 1,6 mm

Melalui spesifikasi SA-192 dapat kita peroleh melalui tabel ASME yaitu Yield strength (S) adalah 87,8 pada suhu 350 ^{O}C

Table 1A
Section I; Section VIII, Division 1, Classes 2 and 3;* Section VIII, Division 1; and Section XII
Maximum Allowable Stress Values, S, for Ferrous Materials
(*See Maximum Temperature Limits for Restrictions on Class)

Line No.	Maximum Allowable Stress, MPa (Multiply by 1000 to Obtain kPa), for Metal Temperature, °C, Not Exceeding													
	40	65	100	125	150	200	250	300	325	350	375	400	425	450	475
1	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	76.0	71.6	69.6	67.8	...	...	...	...	...
2	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	76.0	71.6	69.6	67.8	...	...	...	...	...
3	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.4	85.0	80.7	78.4	75.8	73.5	71.5	64.0	56.1	44.5
4	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	86.3	83.8	81.4	...	...	...	...	...
6	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	86.3	83.8	81.4	78.8	73.4	64.0	56.1	44.5
7	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.5	83.8	81.4	78.8	...	...	...	...
8	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.5	87.5	84.8	81.2	73.4	64.0	56.1	44.5
9	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	91.9	90.7	87.8	84.3	73.3	63.9	56.2	44.5
10	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6	78.1	77.1	74.7	71.4	62.3	54.2	47.6	37.7
11	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	91.9	90.7	87.8	84.3	73.3	63.9	56.2	44.5
12	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	91.9	90.7	87.8	84.3	73.3	63.9	56.2	44.5

Tabel 3.1. Tabel ASME 1A, suhu 350 ^{O}C

Maka dapat diperoleh yaitu

t actual = t min + CA

4,85 = t min + 1,6 (mm)

t min = 4,85 – 1,6

t min = 3,25 mm

Minimum joint effsiensi kita asumsikan (w) = 1

Maka:

$$P = Sw\left[\frac{2t - 0.01D - 2e}{D - (t - 0.005D - e)}\right]$$

$$P = (87{,}8)(1)\,\frac{2(3{,}25) - 0{,}01(76) - 2\,(0)}{76 - (3{,}25 - 0{,}0005.76 - 0)}$$

P = 6,89 MPa

P = 68,9 Barg

Diperoleh Tekanan di dalam bejana tekanan yaitu :

P = 6,89 MPa

Diubah ke Barg diperoleh:

P = 68,9 Barg

Setelah dilakukan perhitungan , maka Maximum Allowable Work Pressure (tekanan kerja maksimum) yang diperbolehkan oleh ASME sebesar 6,89 MPa ataupun 68,9 Barg .

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Dari data yang ada di lapangan diperoleh kesimpulan yaitu :

1. Maximum Allowable Work Pressure (tekanan kerja maksimum) yang diperbolehkan oleh ASME sebesar 6,89 MPa ataupun 68,9 Barg
2. Diharapkan dilarang diisi lebih dari Maximum Allowable Work Pressure (tekanan kerja maksimum)

SARAN

1. Tekanan melebihi P = 6,89 MPa atau P = 68,9 Barg mengakibat resiko tinggi akan meledaknya bejana tekana, di sarankan jangan melebihi tekanan yang sudah ditetapkan.
2. Tekanan lebih rendah dari Maximum Allowable Work Pressure (tekanan kerja maksimum) yang diperbolehkan oleh ASME sebesar 6,89 MPa ataupun 68,9 Barg

DAFTAR PUSTAKA

Basuki, C. A. Nugroho, A. Winardi, B. (2008). "Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Dengan Metode Least Square." Skripsi Sarjana. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Djokosetyardjo, (2003). "Ketel Uap" Cetakan Kelima, Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta.

Frickel, Thomas B. (2009). "Buku Panduan Pabrik Kelapa Sawit Skala Kecil Untuk Produksi Bahan Baku Bahan Bakar Nabati (BNN)." Environmental Service Program. USAID Indonesia.

Gaol, Dosma Putra Lumban, (2015). "Analisa Efisiensi Water Tube Boiler Berbahan Bakar Fiber Cangkang

Sawit Dan Kulit Kayu Menggunakan Metode Langsung." Skripsi. Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

Ginanjar T, (2019). "Analisa Kebutuhan Bahan Bakar Boiler dengan Melakukan Uji Kalori pada Pabrik Kelapa Sawit." ISSN: 2798-0421. Pada tanggal 06 Mei 2021, nilai tertinggi efisiensi boiler terdapat pada jam pertama yaitu dengan nilai efisiensi 63,238%, sedangkan pada jam kedua, ketiga, keempat, dan kelima nilai efisiensi mulai menurun mencapai 60,069%, sedangkan pada jam keenam terjadi kenaikan pada nilai efisiensinya sebesar 60,429%. Pada tanggal 11 Mei 2021, nilai tertinggi efisiensi boiler terdapat pada jam pertama yaitu dengan nilai efisiensi 63,185%, sedangkan pada jam kedua, ketiga, keempat, kelima, dan keenam nilai efisiensi mulai menurun hingga mencapai 60,691%. Pada tanggal 17 Mei 2021, nilai tertinggi efisiensi boiler terdapat pada jam pertama yaitu dengan nilai efisiensi 63,153%, sedangkan pada jam kedua, ketiga, keempat, kelima, dan keenam nilai efisiensi mulai menurun hingga mencapai pengaruh dari steam yang nilainya selalu berubah dan dipengaruhi bahan bakar yang digunakan selalu meningkat sehingga boiler beroperasi.

Nugroho, A. Winardi, B. (2008). "Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Dengan Metode Least Square." Skripsi Sarjana. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Djokosetyardjo, (2003). "Ketel Uap" Cetakan Kelima, Penerbit Pradnya Paramita.

Frickel, Thomas B. (2009). "Buku Panduan Pabrik Kelapa Sawit Skala Kecil Untuk Produksi Bahan Baku Bahan Bakar Nabati (BNN)." Environmental Service Program. USAID Indonesia.

Gaol, Dosma Putra Lumban, (2015). "Analisa Efisiensi Water Tube Boiler Berbahan Bakar Fiber Cangkang Sawit Dan Kulit Kayu Menggunakan Metode Langsung." Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

(2019). "Analisa Kebutuhan Bahan Bakar Boiler dengan Melakukan Uji Kalori pada Pabrik Kelapa Sawit PT. Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin (JTRAIN) e-ISSN: 2798-0421."

Pratama, Danial & Taufiqurrahman, Vol. 2, No. 2, 2021: 105-110-110- Hasibuan, H. C, (2013). "Analisa Pemakaian Bahan Bakar Dengan Melakukan Pengujian Nilai Kalor Terhadap Performansi ketel Uap Tipe Pipa Air Dengan Kapasitas Uap 60 Ton/Jam." Jurnal e-Dinamis. Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.