



ANALISIS PROSES HYDROSTATIC TEST PADA TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION VIII DIV I DI PT X

Anisa Fadilah¹, Ayende², Sujono³

¹Teknik Mesin Kilang, PEM Akamigas, Jln. Gajah Mada No. 38 Cepu, Blorw, 58315

²Jurusan/Prodi, Institusi, Alamat, Kota, Kode Pos

*E-mail: anisafadilh@gmail.com

Abstract *This study analyzes hydrostatic testing of tube bundle E-3-05 A & C at PT X to verify integrity and operational safety per ASME BPVC Section VIII Division 1. The motivation arises from the oil and gas sector's need for demonstrable reliability of pressure equipment before service. Methods included standards review, preparation of calibrated tooling, water-based testing, pressure-temperature recording using a Barton chart, and evaluation against acceptance criteria. Key parameters observed were pressure stability, leakage at welded joints, and permanent deformation. Testing increased pressure gradually to approximately 1.3×MAWP, held for 30 minutes, and verified no significant pressure loss and no leakage. Results show compliance with client requirements: hold at 56.89 psig (design pressure) for 15 minutes, 76.72 psig (test pressure) for 30 minutes, and verification at test/1.3 of ~72 psig for 15 minutes. Instruments were calibrated; high-point vents removed trapped air; internal cleanliness was ensured prior to filling. Findings confirm the construction withstood loading without leakage or distortion. Implications include improved asset reliability, reduced safety risk, and technical justification for placing the tube bundle into service when procedures are rigorously applied. The study provides a practical reference for manufacturers and owners to plan tests, set parameters, and standardize documentation.*

Keywords: *hydrostatic test; tube bundle; heat exchanger; ASME BPVC Section VIII; MAWP*

Abstrak Penelitian ini menganalisis proses hydrostatic test pada tube bundle E-3-05 A & C di PT X untuk memverifikasi integritas dan keselamatan operasi sesuai ASME BPVC Section VIII Div. 1. Latar belakang riset berangkat dari kebutuhan industri migas terhadap bukti keandalan peralatan bertekanan sebelum dioperasikan. Metode mencakup kajian standar, persiapan alat terkalibrasi, pelaksanaan uji dengan media air, pencatatan tekanan-suhu menggunakan Barton chart, serta evaluasi terhadap kriteria penerimaan. Parameter utama diamati adalah kestabilan tekanan, indikasi kebocoran pada sambungan las, dan deformasi permanen. Uji dilakukan dengan menaikkan tekanan bertahap hingga test pressure $\pm 1,3 \times \text{MAWP}$, menahan 30 menit, serta verifikasi tanpa penurunan tekanan signifikan dan tanpa kebocoran. Hasil menunjukkan tube bundle memenuhi persyaratan klien: penahanan pada 56,89 psig (design pressure) 15 menit, 76,72 psig (test pressure) 30 menit, dan verifikasi pada test/1,3 ~72 psig 15 menit. Seluruh instrumen uji dikalibrasi, ventilasi udara dilakukan pada titik tinggi, dan kebersihan internal dipastikan sebelum pengisian. Temuan menegaskan konstruksi material menahan beban uji, tanpa kebocoran dan tanpa perubahan bentuk merugikan. Implikasinya, penerapan prosedur hydrostatic test yang ketat meningkatkan keandalan aset, mengurangi risiko keselamatan, dan memberi justifikasi teknis pengoperasian. Studi ini menjadi referensi praktis bagi pabrikan dan pemilik peralatan dalam merencanakan uji serta menstandarkan dokumentasi hasil. Temuan ini.

Kata kunci: hydrostatic test; tube bundle; heat exchanger; ASME BPVC Section VIII; MAWP

PENDAHULUAN

Industri minyak dan gas bumi (migas) serta industri proses lainnya merupakan sektor yang sangat bergantung pada standar keselamatan dan keandalan operasional peralatan bertekanan. Keandalan peralatan seperti *pressure vessel*, *heat exchanger*, dan sistem perpipaan sangat menentukan kontinuitas produksi sekaligus keselamatan pekerja dan lingkungan kerja. Salah satu metode penting dalam memastikan integritas struktural dan operasional peralatan tersebut adalah melalui pengujian tekanan (*pressure test*)[1].

Dari berbagai metode pengujian tekanan yang tersedia, *hydrostatic test* menjadi prosedur yang paling umum dan diakui secara internasional karena mampu memverifikasi kekuatan serta ketahanan peralatan terhadap tekanan kerja maksimum. Metode ini dilakukan dengan cara mengisi peralatan menggunakan fluida, umumnya air, kemudian menaikkan tekanan hingga 1,3 sampai 1,5 kali dari *Maximum Allowable Working Pressure* (MAWP) sebagaimana diatur dalam standar internasional, seperti *ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) Section VIII*[2]. Tujuan utama pengujian ini adalah memastikan tidak terdapat kebocoran, retakan, atau deformasi permanen pada material yang dapat menurunkan integritas dan membahayakan keselamatan operasi[3].

Dalam konteks industri migas, keberhasilan *hydrostatic test* memiliki signifikansi yang tinggi. Peralatan seperti pipa transmisi gas, *pressure vessel*, dan *heat exchanger* bekerja pada kondisi tekanan serta temperatur ekstrem, sehingga kegagalan struktural dapat berakibat fatal. Kegagalan tersebut tidak hanya berpotensi menyebabkan kebocoran fluida berbahaya, tetapi juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, gangguan proses produksi, serta kerugian ekonomi dalam skala besar[4].

Oleh karena itu, pelaksanaan *hydrostatic test* yang sesuai dengan prosedur dan standar internasional bukan sekadar pemenuhan persyaratan legalitas, tetapi juga merupakan langkah preventif yang fundamental dalam menjamin keandalan peralatan dan keselamatan kerja. Prosedur ini memastikan bahwa setiap sistem bertekanan yang akan dioperasikan telah memenuhi kriteria teknis dan keselamatan yang berlaku di industri energi modern[5].

Berdasarkan kegiatan magang yang dilaksanakan di PT X dengan fokus pada proses *Hydrostatic Test*, maka rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana memastikan integritas peralatan bertekanan (*heat exchanger*) melalui pelaksanaan *hydrostatic test* sesuai standar internasional?
2. Apa kriteria keberhasilan *hydrostatic test* dalam mendeteksi kebocoran, retakan, maupun deformasi permanen pada material?
3. Sejauh mana penerapan standar internasional *ASME BPVC Section VIII* memengaruhi keamanan dan keandalan hasil pengujian?
4. Apa konsekuensi yang dapat timbul apabila *hydrostatic test* tidak dilakukan dengan benar pada peralatan industri migas dan proses lainnya?
5. Bagaimana peran *hydrostatic test* sebagai langkah preventif dalam meminimalkan risiko kecelakaan industri?

Tujuan pelaksanaan magang di PT X adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dan memahami profil perusahaan PT X.
2. Mempelajari struktur dan fungsi unit *heat exchanger tube bundle*.
3. Menganalisis pelaksanaan *hydrostatic test* pada *tube bundle*, yang mencakup alur pengujian, prosedur teknis, serta perhitungan data hasil uji.

Manfaat yang diharapkan dari kegiatan magang ini meliputi:

1. Meningkatkan wawasan dan pengalaman praktis di bidang *heat exchanger* dan *pressure vessel*.
2. Mengasah keterampilan teknis dan *soft skill* yang sesuai dengan kebutuhan industri.
3. Mendorong peningkatan kualitas lulusan yang siap kerja dan memiliki pemahaman terhadap praktik industri.
4. Memberikan kontribusi tenaga kerja muda yang mendukung proses produksi dan inovasi perusahaan.

5. Membuka peluang karier di sektor energi dan manufaktur, sekaligus memperluas jejaring profesional di industri tersebut.

Agar pembahasan laporan magang lebih terarah, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pembahasan difokuskan pada *hydrostatic test* sebagai metode pengujian tekanan tanpa membahas metode lain seperti *pneumatic test* atau *leak test*.
2. Studi dibatasi pada penerapan *hydrostatic test* terhadap *heat exchanger tube bundle* E-3-05 A & C.
3. Analisis berpedoman pada standar internasional *ASME BPVC Section VIII Division I*, tanpa perbandingan mendalam terhadap standar lain.
4. Pembahasan difokuskan pada aspek teknis, tujuan, dan manfaat *hydrostatic test*, tidak mencakup analisis ekonomi secara kuantitatif.
5. Risiko yang dikaji terbatas pada aspek kegagalan material dan keselamatan operasional, tanpa membahas secara rinci aspek hukum maupun asuransi.

METODE

Kegiatan magang industri dilaksanakan di PT X, yang berlokasi di Tekno Raya B-1 F, Kawasan Industri Jababeka III, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat, 17530. Perusahaan ini bergerak di bidang rekayasa (*engineering*), manufaktur (*manufacturing*), instalasi (*installation*), serta perawatan (*maintenance*) *heat exchanger*. PT X telah memiliki sertifikasi ASME U-stamp dan R-stamp, yang menunjukkan bahwa perusahaan memenuhi standar internasional dalam pembuatan (*manufacturing*) dan perawatan (*repair/maintenance*) peralatan bertekanan (*pressure vessel*).

Pelaksanaan magang berlangsung selama lima bulan, yaitu sejak 4 Agustus hingga 31 Desember 2025. Jadwal kegiatan mengikuti waktu operasional perusahaan sebagaimana tercantum pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Jadwal Kegiatan

Keterangan	Waktu Pelaksanaan
Hari kerja	Senin – Jumat
Jam kerja	07.15 – 16.30 WIB
Waktu istirahat	12.00 – 13.00 WIB

Selama kegiatan magang, mahasiswa ditempatkan di Departemen Quality Control (QC). Departemen ini bertanggung jawab atas pengawasan kualitas produk, inspeksi material, serta pelaksanaan pengujian sesuai standar ASME dan TEMA. QC memiliki peran strategis dalam memastikan bahwa setiap produk yang dihasilkan telah memenuhi standar teknis, keselamatan, dan keandalan operasional yang ditetapkan oleh perusahaan serta lembaga sertifikasi internasional.

Dalam setiap kegiatan pengujian, khususnya *hydrostatic test*, aspek keselamatan kerja (*safety*) menjadi prioritas utama. Oleh karena itu, penggunaan alat pelindung diri (APD) wajib diterapkan sesuai standar keselamatan industri. Adapun peralatan keselamatan yang digunakan selama proses pengujian dirangkum dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Peralatan Keselamatan Kerja

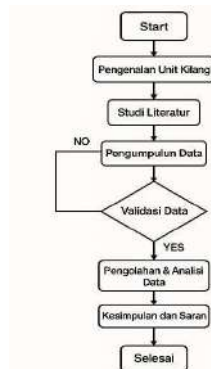
No	Alat	Fungsi
1	Coverall	Melindungi seluruh tubuh dari kotoran, panas, percikan bahan kimia, serta potensi bahaya kerja di area industri.
2	Sarung Tangan (Safety Gloves)	Melindungi tangan dari luka gores, panas, bahan kimia, dan benturan saat melakukan pekerjaan teknis.

ANALISIS PROSES HYDROSTATIC TEST PADA TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION VIII DIV I DI PT X

3	Sepatu Safety (Safety Shoes)	Melindungi kaki dari benda berat, tajam, atau cairan kimia, serta mencegah risiko terpeleset di area kerja.
4	Helm Safety (Safety Helmet)	Melindungi kepala dari benturan, kejatuhan benda, dan risiko kecelakaan di area proyek atau pabrik.

Metode penelitian ini dirancang untuk memastikan pelaksanaan *hydrostatic test* berlangsung secara sistematis dan sesuai dengan standar yang berlaku, khususnya ASME BPVC Section VIII. Langkah-langkah penelitian mencakup tahapan persiapan, pelaksanaan, observasi, pengumpulan data, serta analisis hasil uji.

Diagram alir penelitian yang menggambarkan alur kegiatan secara umum dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:

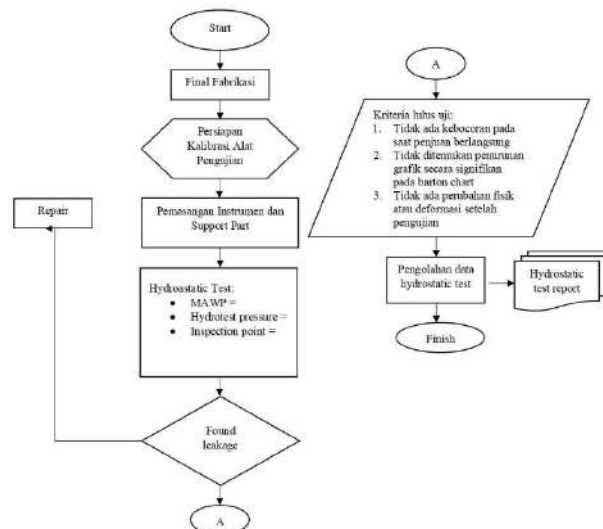


Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hydrostatic Test pada Tube Bundle E-3-05 A & C

1. Diagram alir hydrostatic test



Gambar 2. Diagram alir hydrostatic test.
(Sumber pribadi, 2025).

2. Prosedur hydrostatic test

Sebelum melakukan uji hydrostatic, PT X harus memastikan bahwa saluran internal dalam kondisi baik atau bersih dan semua NDE serta dimensi telah diperiksa.

- a. Mengecek kode pembuatan

**ANALISIS PROSES HYDROSTATIC TEST PADA TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER
SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION VIII DIV I DI PT X**

1. Inspector QC harus memeriksa dan memverifikasi tanda identifikasi pada Tag Bundle Pipa No. E-3-05 A/C.
2. support seperti perancah harus dari tipe yang sesuai untuk memastikan inspeksi yang aman. Agar dapat memeriksa semua sambungan las, support harus ditempatkan di atas atau di sekitar sambungan las.
3. NDT dan inspeksi lainnya harus diselesaikan sebelum Tag Bundle Pipa No. E-3-05 A/C.

b. Fluida kerja dan *temperature*

Suhu logam selama uji *hydrostatic* harus dipertahankan setidaknya 17°C di atas suhu logam minimum yang dirancang, tetapi tidak perlu melebihi 48°C untuk meminimalkan risiko retak getas. Uji *hydrostatic* tidak boleh dilakukan sampai Nomor Tag Bundle Tabung E-3-05 A/C dan media pemampatan berada pada suhu yang kira-kira sama.

1. Peralatan yang digunakan pada hydrostatic test
 - a). *Bolt*



Bolt berfungsi sebagai komponen pengaman dalam menyatukan atau mengunci komponen utama salah satunya adalah untuk mengunci antara *blind flange*, *tubesheet* dan *test ring* agar tidak terjadi kebocoran selama pengujian.

b). Hex Nut



c). Blind flange



Blind flange berfungsi untuk menutup bagian *tubesheet* dari unit selama pengujian, dengan menutup bagian depan *tubesheet*, tube bundle menjadi kedap dan dapat diisi dengan fluida bertekanan tanpa kebocoran. Selain itu, dengan menutup bagian *tubesheet* menggunakan *blind flange*, setiap kebocoran dalam unit dapat dengan mudah terdeteksi. Jika ada kebocoran, tekanan akan menurun atau fluida terlihat bocor disekitar area yang ditutupi oleh *blind flange*.

d). Gasket Type Tombo



Sheet gasket berfungsi sebagai pengisi kerapatan antara *tubesheet* dan *blind flange*. Komponen *tubesheet* dan *blind flange* dikencangkan menggunakan *studbolt* yang mana akan menekan gasket di antara permukaan sambungan sehingga menimbulkan penekanan yang kuat dan kedap sehingga akan mencegah terjadinya kebocoran

e). Ball valve ½"



Ball valve ½" berfungsi sebagai media pembuka, penutup, dan pengatur aliran fluida tekanan yang digunakan selama pengujian hydrostatic test.

f). Nipple ½"



Nipple ½" berfungsi sebagai penghubung antara tube bundle dan instrumen hydrostatic yang akan memasukkan air bertekanan tinggi ke dalam tube bundle selama pengujian hydrostatic test.

g). Hydrotest Pump for pressurizing



Hydrotest Pump for pressurizing pada pengujian hydrostatic test berfungsi untuk mengatur tekanan dalam tube bundle hingga mencapai tekanan yang ditentukan sesuai dengan prosedur pada hydrostatic test.

h). Pressure gauge, range 115 psig – 306,88 psig



**ANALISIS PROSES HYDROSTATIC TEST PADA TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER
SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION VIII DIV I DI PT X**

Pressure gauge merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur tekanan. *Pressure gauge* membantu dalam memastikan bahwa tekanan dalam *tube bundle* tidak melebihi batas aman,

i). *Pressure and temperature recorder (barton chart)*.



Pressure dan temperature recorder (Barton chart) berfungsi untuk memantau tekanan dan suhu secara terus - menerus selama *hydrostatic test* berlangsung serta untuk memberikan data secara *real time* mengenai kondisi tekanan pada *tube bundle*.

j). *Thermohydrometer* atau *ambient temperature*



Thermohydrometer atau *ambient temperature* merupakan instrumen yang berfungsi untuk mengukur suhu pada lingkungan.

k). *Inlet and drainage condition*



Fungsi utama dari inlet dan *drainage condition* yaitu untuk pengatur aliran fluida yang mana *inlet condition* berfungsi untuk menentukan kondisi masuknya tekanan seperti tekanan, *temperature*, dan laju aliran sementara *drainage condition* yaitu sebagai pengatur kondisi keluarnya fluida untuk memastikan bahwa tidak terjadi penumpukan tekanan berlebih dan memastikan aliran fluida keluar dengan lancar.

- 1) Satu alat pengukur tekanan dan satu pencatat tekanan dengan dial penunjuk tekanan harus digunakan dalam pengujian *Tube Bundle* Tag No. E-3-05 A/C, dengan skala 1,5 kali tekanan uji. Satu alat dihubungkan langsung ke lokasi tertinggi dari *Tube Bundle* Tag No. E-3-05 A/C untuk menunjukkan tekanan uji secara akurat. Alat yang lainnya dihubungkan pada tempat yang dapat terlihat oleh operator dan disaksikan oleh pihak ketiga atau pemilik selama durasi pengujian.
- 2) Indikator tekanan dan pencatat tekanan sebaiknya memiliki dial yang dibagi dalam kisaran sekitar dua kali lipat dari tekanan uji

maksimum yang dimaksud, tetapi dalam hal apapun dial tidak boleh memiliki kisaran kurang dari 1 ½ kali atau lebih dari 4 kali tekanan uji

- 3) Pengukur dan pencatat tekanan harus dikalibrasi terhadap penguji berat mati standar atau pengukur master kalibrasi setidaknya sekali setahun atau setiap kali ada alasan untuk meyakini bahwa mereka mengalami kesalahan

Pengisian air pada *tube bundle* tag no. E-3-05 A & C

1. Ventilasi harus disediakan di semua titik tinggi dari *Tube Bundle* Tag No. E-3-05 A/C pada posisi di mana ia akan diuji untuk membersihkan kemungkinan kantong udara saat *Tube Bundle* Tag No. E-3-05 A/C sedang diisi.
2. Sebelum menerapkan tekanan, operator harus memeriksa peralatan uji untuk memastikan bahwa perangkat tersebut rapat dan semua saluran pengisian bertekanan rendah serta perlengkapan lain yang seharusnya tidak terkena tekanan telah diputuskan atau diisolasi menggunakan katup atau cara lain yang sesuai.
3. Setelah tabung paket dengan Nomor Tag E-3-05 A/C diisi, ventilasi harus ditutup. Sebelum diberi tekanan, kontrol/meteran harus ditempatkan pada jarak aman dari peralatan. Sebelum diberi tekanan, peralatan harus diuji secara menyeluruh dan diperiksa untuk isolasi, saluran pembuangan ditutup, dan ventilasi ditutup sesuai kebutuhan.
4. Pengujian
 - a) Tekanan pada *Tube Bundle* Tag No. E-3-05 A/C akan ditingkatkan dari nol hingga tekanan desain dengan waktu tahan selama 15 menit. Kemudian ditingkatkan secara bertahap hingga tekanan uji yang diperlukan tercapai.
 - b) Setelah tekanan uji sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh kode telah dipertahankan selama waktu penahanan yang ditentukan dalam instruksi kerja, tekanannya harus dikurangi dan dipertahankan pada tekanan uji aktual dibagi 1,3 dan ditahan selama 15 menit. Kemudian akhirnya kurangi tekanan hingga nol.
 - c) Uji *hydrostatic* harus sesuai dengan kode desain tekanan
 - d) Tekanan uji hidrostatik harus dipertahankan selama minimal 30 menit.
 - e) *Acceptance Criteria*
 - 1) Hydrostatic test di setiap titik pada *Tube Bundle* Tag No. E-3-05 A/C minimal sama dengan 1,5 kali tekanan desain, tanpa penurunan tekanan. Jika tidak ada penurunan tekanan dan temperatur yang signifikan, dan tidak kurang dari uji tekanan dengan uji hidrostatik, hasilnya akan diterima.
 - 2) Selama uji hidrostatik tidak ditemukan kebocoran pada sambungan dan las serta tidak ada distorsi sesuai dengan Kode ASME Bagian VIII Div. 1.
5. Inspeksi
 - a) Pada tekanan yang dijelaskan di atas, pemeriksaan kebocoran harus dilakukan pada seluruh tubuh *Tube Bundle* No. E-3-05 A/C, terutama pada sambungan las dan semua area dengan konsentrasi tegangan tinggi.
 - b) Setiap kebocoran atau cacat lain yang ditemukan tidak sesuai selama inspeksi harus ditangani sesuai dengan NCR, dan barang tersebut harus diuji ulang sesuai dengan prosedur ini setelah diperbaiki.
 - c) Pengujian akan dilakukan oleh Departemen Produksi dan diawasi oleh Inspeksi QC, disaksikan oleh Pemilik atau Pihak Ketiga.

**ANALISIS PROSES HYDROSTATIC TEST PADA TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER
SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION VIII DIV I DI PT X**

- d) Setelah penyelesaian uji tekanan, inspeksi QC harus mencatat hasil pada sertifikat laporan uji tekanan (lampiran-A) dan Manajer Departemen QC harus menyetujuinya serta memverifikasinya.
- e) Tim Quality Control dan Produksi juga harus memastikan bahwa garis internal bersih dan kekeringan pada Tube Bundle Tag No. E-3-05 A/C setelah uji tekanan berada dalam kondisi baik/bersih dan kering.

Data Perhitungan *Hydrostatic Test*

a. MAWP Material

Perhitungan MAWP pada tiap material menggunakan software PV Elite, sehingga didapat perhitungan seperti dibawah ini;

Element Required Thickness and MAWP :

From	To	Design Pressure kgf/cm ²	M.A.W.P. Corroded kgf/cm ²	M.A.P. New & Cold kgf/cm ²	Minimum Thickness mm	Required Thickness mm	Element#
Channel Cover		4	5.95	6.165	95	86.8459	1
Chn to Cover Fla		4	7.117	7.338	79	77.1652	2
Channel		4	15.43	15.55	14	3.67718	3
Chn to TBS Flange		4	4.149	4.554	115	114.503	4
Shell Flange		7	10.88	18.52	56	46.2788	5
Shell		7	50.19	63.52	29	9.14834	6

1) Channel

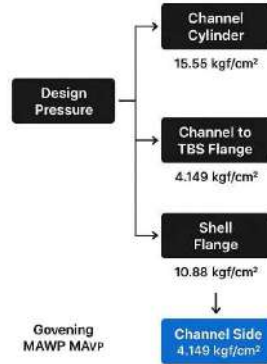
$$\begin{aligned}
 \text{MAWP Channel} &= \frac{(s \times E (T-CA-CAE))}{((\frac{D}{2}+CA)+0,6 \times (T-CA-CAE))} \\
 &= \frac{(703,07 \text{ kgf/cm}^2 \times 1 (1,40 \text{ cm}))}{((\frac{125 \text{ cm}}{2}+0)+0,6 \times (1,40 \text{ cm}))} \\
 &= \frac{984,298}{63,34} = 15,53 \text{ kgf/cm}^2
 \end{aligned}$$

2) Shell

$$\begin{aligned}
 \text{MAWP Shell} &= \frac{(s \times E (T-CA-CAE))}{((\frac{D}{2}+CA)+0,6 \times (T-CA-CAE))} \\
 &= \frac{(1406,14 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \times 1 (2,90 \text{ cm}))}{((\frac{125 \text{ cm}}{2}+0)+0,6 \times (2,90 \text{ cm}))} \\
 &= \frac{4077,81}{64,24} = 63,47 \text{ kgf/cm}^2
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan MAWP diatas didapatkan bahwa nilai MAWP pada Channel sebesar 15,53 kgf/cm² atau 220,8 psiG. Walaupun silinder channel mampu menahan tekanan sampai 15,53 kgf/cm², sistem channel *side* dibatasi oleh komponen paling lemah, yaitu channel ke tubesheet flange (Chn to TBS Flange) dengan MAWP hanya 4.149 kgf/cm² atau 59,013 psiG. Perbedaan hasil antara perhitungan pada PVelite dan perhitungan manual terjadi karena perhitungan manual menghitung MAWP dalam kondisi baru dan nominal (MAPNC) sementara pada PVelite nilai MAWP didapat dengan mempertimbangkan nilai *corrosion allowance*, dan pengurangan head 0,125 serta pembulatan atau iterasi, sehingga yang digunakan dalam *hydrostatic test* adalah hasil perhitungan MAWP pada PVelite karena memperhitungkan korosi atau pengurangan kecil.

**ANALISIS PROSES HYDROSTATIC TEST PADA TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER
SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION VIII DIV I DI PT X**



- b. Allowable Stress Material (Table 1A dan IB ASME Section II part D metric)
1) Channel (SB-171 025)

ASME BPVC.II.D.M-2023

Table 1B (Cont'd)
Section I; Section III, Division 1, Classes 2 and 3; Section VIII, Division 1; and Section XII
Maximum Allowable Stress Values, S, for Nonferrous Materials
(*See Maximum Temperature Limits for Restrictions on Class)

Line No.	Notified Composition	Product Form	Spec. No.	Type/Grade	Allow. Design Stress No.	Class/Condition/Temper.
(21)	1	Seals, O-ring tube	SB-395	—	C68700	001
(22)	2	Weld, steel tube	SB-542	—	C68700	W041
(23)	3	WMA, steel tube	SB-543	—	C68700	W041
(24)	4	Seals, steel tube	SB-111	—	C79400	001
(25)	5	WMA, tube	SB-543	—	C79400	W041
(26)	6	Seals, steel tube	SB-111	—	C79400	005
7	Seals, pipe & tube	SB-466	—	C79400	040	
8	Seals, pipe & tube	SB-466	—	C79400	040	
9	WMA, pipe	SB-467	—	C79400	W041	
10	WMA, pipe	SB-467	—	C79400	W041	
11	Bar, rod	SB-151	—	C79400	040	
12	Bar, rod	SB-151	—	C79400	040	
13	Plate	SB-171	—	C79400	M10, M20	
14	Plate	SB-171	—	C79400	M10, M20	
15	Plate, sheet	SB-171	—	C79400	M10, M20	
16	Plate, sheet	SB-171	—	C79400	M10, M20	
17	Plate	SB-171	—	C79400	M10, M20	
18	Plate	SB-171	—	C79400	M10, M20	
19	Plate	SB-171	—	C79400	020, 025	
20	Plate	SB-171	—	C79400	020, 025	
21	Plate, sheet	SB-171	—	C79400	020, 025	
22	Plate, sheet	SB-171	—	C79400	020, 025	
23	Plate	SB-171	—	C79400	020, 025	
24	Plate	SB-171	—	C79400	020, 025	
25	Seals, steel tube	SB-111	—	C79400	001	

ASME BPVC.II.D.M-2023

Table 1B (Cont'd)

Section I; Section III, Division 1, Classes 2 and 3; Section VIII, Division 1; and Section XII

Maximum Allowable Stress Values, S, for Nonferrous Materials

(*See Maximum Temperature Limits for Restrictions on Class)

Line No.	Size/Thickness, in.	Min. Tensile Strength, MPa	Min. Yield Strength, MPa	Applicability and Max. Temperature Limits (MPa = Not Permitted)		External Pressure	Notes
				III	III		
1	—	32	345	125	NP	149 (2.3 only)	231, 232
2	—	32	345	125	NP	NP	232, 232
3	—	32	345	125	NP	NP	232, 232
4	—	34	260	95	NP	66 (0.3 only)	66, 66
5	—	34	260	95	NP	NP	66, 66
6	—	34	275	205	NP	66 (0.3 only)	66, 66
7	—	34	260	95	NP	208	318, 318
8	—	34	260	95	NP	208	318, 318
9	≤1/4	34	260	95	NP	212 (2.3 only)	318, 318
10	≤1/4	34	260	95	NP	212 (2.3 only)	318, 318
11	48	34	260	105	NP	NP	NP
12	48	34	260	105	NP	NP	NP
13	48	34	275	105	NP	208	NP
14	≤140	34	275	105	NP	208	NP
15	≤140	34	275	105	NP	212 (2.3 only)	NP
16	≤140	34	275	105	NP	212 (2.3 only)	NP
17	≤140	34	275	105	NP	NP	318, 318
18	≤140	34	275	105	NP	NP	318, 318
19	≤140	34	275	105	NP	208	NP
20	≤140	34	275	105	NP	208	NP
21	≤140	34	275	105	NP	212 (2.3 only)	NP
22	≤140	34	275	105	NP	212 (2.3 only)	NP
23	≤140	34	275	105	NP	NP	318, 318
24	≤140	34	275	105	NP	NP	318, 318
25	—	34	275	105	318	208	NP

Table 1B (Cont'd)
Section I; Section III, Division 1, Classes 2 and 3; Section VIII, Division 1; and Section XII
Maximum Allowable Stress Values, S, for Nonferrous Materials
(*See Maximum Temperature Limits for Restrictions on Class)

Line No.	40	65	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475
1	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4
2	70.1	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6	69.6
3	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1	70.1
4	15.2	15.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	66.9	66.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	66.9	66.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8
8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8
9	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8
10	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8
11	66.9	67.2	67.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	66.9	66.9	66.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	66.9	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2
14	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
15	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
16	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
17	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
18	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
19	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
20	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
21	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
22	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
23	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
24	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
25	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9

**ANALISIS PROSES HYDROSTATIC TEST PADA TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER
SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION VIII DIV I DI PT X**

- a) Min Tensile Strength = 275 MPa (2804,22 kgf/cm²)
- b) Min. Yield Strength = 105 MPa (1070,702 kgf/cm²)
- c) Max. Allowable Stress at 100°C = 65,2 MPa (664,855 kgf/cm²)
- 2) Shell (SA 516 70)

Table 1A (Cont'd)
Section I; Section III, 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.	Nominal Composition	Product Form	Spec. No.	Type/Grade	Desig./UNS	Class/Condition/Temp.	Size/Thickness, mm	P-No.	Group
1	Carbon steel	Castings	SA-352	LCB	A03003	—	—	1	1
2	Carbon steel	Plate	SA-515	A5	A03000	—	—	1	1
3	Carbon steel	Plate	SA-516	A5	A03001	—	—	1	1
4	Carbon steel	Weld pipe	SA-471	CN65	A03000	—	—	1	1
5	Carbon steel	Weld pipe	SA-471	CN65	A03001	—	—	1	1
6	Carbon steel	Weld pipe	SA-472	B61	A03000	—	—	1	1
7	Carbon steel	Weld pipe	SA-472	C45	A03001	—	—	1	1
8	Carbon steel	Sheet	SA-414	E	A03764	—	—	1	1
9	Carbon steel	Plate	SA-462	E	A03201	—	—	1	1
10	Carbon steel	Plate	SA-537	—	A12437	1	65 x 1 x 100	1	2
11	Carbon steel	Weld pipe	SA-491	CM5H-70	A12437	—	65 x 1 x 100	1	2
12	Carbon steel	Plate, bar	SA/SA-440/21	44H	—	—	1 x 100	1	1
13	Carbon steel	Plate, bar	SA/SA-440/21	50W	—	—	1 x 100	1	1
14	Carbon steel	Plate, sheet, bar	SA-572	50	—	—	1 x 100	—	—
15	Carbon steel	Round bar	SA-572	50	—	—	1 x 275	—	—
16	Carbon steel	Sheet, strip	SA-181	50	—	1 x 6	—	—	—
17	Carbon steel	Sheet, strip	SA-181	50	—	100A	1	—	—
18	Carbon steel	Sheet, strip	SA-181	55	—	100A	2	—	—
19	Carbon steel	Plate	SA/AS 1548	PTA688	—	Normalized	150	1	1
20	Carbon steel	Plate	SA/AS 1548	PTA688	—	Norm. & 150	1	1	1
21	Carbon steel	Forgings	SA/EN 10222-2	P235GH	—	NT or QT	35 x 1 x 100	1	1
22	Carbon steel	Plate	SA/EN 10222-2	P235GH	—	—	35 x 1 x 100	1	1
23	Carbon steel	Plate	SA/EN 10222-2	P235GH	—	—	150	1	1
24	Carbon steel	Forgings	SA/EN 10222-2	P235GH	—	Normalized	1 x 100	1	1
25	Carbon steel	Plate	SA/EN 10222-2	P355GH	—	—	150 x 1 x 250	1	2
26	Carbon steel	Plate	SA/EN 10222-2	P355GH	—	—	150 x 1 x 250	1	2
27	Carbon steel	Plate	SA/EN 10222-2	P355GH	—	—	100 x 1 x 150	1	2
28	Carbon steel	Plate	SA/EN 10222-2	P355GH	—	—	100 x 1 x 150	1	2
29	Carbon steel	Plate	SA-453	—	A03300	—	15 x 1 x 20	1	2
30	Carbon steel	Bar	SA-475	70	—	—	—	1	2
31	Carbon steel	Forgings	SA-181	—	A03004	—	—	1	2
32	Carbon steel	Forgings	SA-181	—	A03002	70	—	1	2
33	Carbon steel	Castings	SA-214	WCB	A03002	—	—	1	2
34	Carbon steel	Forgings	SA-264	3	A03004	—	—	1	2
35	Carbon steel	Forgings	SA-264	4	A03017	—	—	1	2
36	Carbon steel	Forgings	SA-259	1P2	A03011	1	—	1	2
37	Carbon steel	Forgings	SA-259	1P2	A03011	2	—	1	2
38	Carbon steel	Forgings	SA-508	1	A13502	—	—	1	2
39	Carbon steel	Forgings	SA-508	1A	A13502	—	—	1	2
40	Carbon steel	Forgings	SA-541	1	A03004	—	—	1	2
41	Carbon steel	Forgings	SA-541	1A	A03004	—	—	1	2
42	Carbon steel	Cast pipe	SA-468	WCB	A03000	—	—	1	2
43	Carbon steel	Forgings	SA-762	2	A03017	—	—	1	2
44	Carbon steel	Plate	SA-515	70	A03001	—	—	1	2
45	Carbon steel	Plate	SA-516	70	A03000	—	—	1	2

Table 1A (Cont'd)
Section I; Section III, 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.	Min. Tensile Strength, MPa	Min. Yield Strength, MPa	Applicability and Max. Temperature Limits (MPa = Not Permitted) (SPT = Supports Only)				External Pressure Chart No.	Notes
			I	II	VIII-1	IX		
1	450	240	NP	371	343	343	CS-2	G1, G27
2	450	240	538	371	538	343	CS-2	G18, Y1, T2
3	450	240	454	371	538	343	CS-2	G18, Y1, T2
4	450	240	NP	371	NP	NP	CS-2	36, W10, W12
5	450	240	NP	371	NP	NP	CS-2	36, W10, W12
6	450	240	NP	371	NP	NP	CS-2	36, W10, W12
7	450	240	NP	371	NP	NP	CS-2	36, W10, W12
8	450	240	NP	—	402	313	CS-2	G18, Y1
9	450	275	NP	—	371	343	CS-2	T1
10	450	310	NP	—	343	343	CS-2	T1
11	450	310	NP	—	NP	NP	CS-2	G26, T1, W10, W12
12	450	—	343	NP	343	343	CS-2	G18
13	450	—	343	NP	343	343	CS-2	G18
14	450	345	NP	—	316	316	CS-3	—
15	450	345	NP	—	316	316	CS-3	—
16	450	340	NP	—	316	316	CS-3	—
17	450	340	NP	—	316	316	CS-3	—
18	450	390	NP	—	316	316	CS-3	—
19	460	—	538	NP	538	NP	CS-2	G18, G18, Y1, T1
20	460	—	538	NP	538	NP	CS-2	G18, G18, Y1, T1
21	460	215	538	NP	538	NP	CS-2	G18, Y1, T2
22	460	240	454	NP	538	NP	CS-2	G18, Y1, T1
23	460	—	454	NP	538	343	CS-2	G18, G18, Y1, T1
24	460	280	538	NP	538	NP	CS-2	G18, Y1, T2
25	470	245	427	NP	427	NP	CS-2	T1
26	470	280	454	NP	538	NP	CS-2	G18, Y1, T1
27	480	285	427	NP	427	NP	CS-2	T1
28	480	295	454	NP	538	NP	CS-2	G18, Y1, T1
29	485	240	NP	204 (CS, 3 only)	343	343	CS-2	—
30	485	240	454	343 (CS, 3 only)	538	343	CS-2	G18, G18, G22, Y1, T2
31	485	290	538	371	538	343	CS-2	G18, Y1, T1
32	485	250	538	371	538	343	CS-2	G18, Y1, T1
33	485	250	538	371	538	343	CS-2	G1, G26, G17, Y1, T2
34	485	290	538	371	538	343	CS-2	G18, Y1, T2
35	485	250	NP	—	538	343	CS-2	G18, T2
36	485	250	454	371	538	343	CS-2	G18, T2
37	485	250	454	371	538	343	CS-2	G18, T2
38	485	250	NP	371	538	343	CS-2	G18, T2
39	485	250	NP	371	538	343	CS-2	G18, T2
40	485	250	NP	371	538	343	CS-2	G18, T2
41	485	250	NP	371	538	343	CS-2	G18, T2
42	485	250	538	371	NP	NP	CS-2	G1, G20, G17, Y1, T2
43	485	250	NP	—	538	343	CS-2	G18, T2
44	485	240	538	371	538	343	CS-2	G18, Y1, T2
45	485	240	454	371	538	343	CS-2	G18, Y1, T2

ANALISIS PROSES HYDROSTATIC TEST PADA TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION VIII DIV I DI PT X

Table 1A (Cont'd)
Section I; Section III, 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)

Maximum Allowable Stress, MPa (Multiply by 1000 to Obtain kPa) for Metal Temperature, °C Not Exceeding																
Line No.	40	65	100	125	150	200	250	300	325	350	375	400	425	450	475	
1	120	120	120	120	120	120	120	125	122	118	114	—	—	—	—	
2	120	120	120	120	120	120	120	125	122	118	114	95.0	79.6	63.2	45.3	
3	120	120	120	120	120	120	120	125	122	118	114	95.0	79.6	63.2	45.3	
4	120	120	120	120	120	120	120	125	122	118	114	—	—	—	—	
5	120	120	120	120	120	120	120	125	122	118	114	—	—	—	—	
6	120	120	120	120	120	120	120	128	125	122	118	114	—	—	—	
7	120	120	120	120	120	120	120	128	125	122	118	114	—	—	—	
8	120	120	120	120	120	120	120	128	128	127	114	95.1	79.6	63.2	45.7	
9	120	120	120	120	120	120	120	128	128	128	127	114	—	—	—	
10	120	120	120	120	120	120	120	128	128	128	127	114	—	—	—	
11	120	120	120	120	120	120	120	128	128	128	127	114	—	—	—	
12	120	120	120	120	120	120	120	128	128	128	128	—	—	—	—	
13	120	120	120	120	120	120	120	128	128	128	128	—	—	—	—	
14	120	120	120	120	120	120	120	128	128	128	127	—	—	—	—	
15	120	120	120	120	120	120	120	128	128	128	127	—	—	—	—	
16	120	120	120	120	120	120	120	128	128	128	127	—	—	—	—	
17	120	120	120	120	120	120	120	128	128	128	127	—	—	—	—	
18	120	120	120	120	120	120	120	128	128	128	127	—	—	—	—	
19	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	129	114	95.1	79.6	63.2	45.3
20	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	129	114	95.1	79.6	63.2	45.3
21	131	131	131	131	131	131	131	131	131	128	124	120	101	83.9	67.0	51.1
22	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	127	112	96.2	79.1	62.1	46.0
23	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	127	112	96.2	79.1	62.1	46.0
24	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	101	83.9	67.0	51.1
25	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	130	123	101	83.8	67.1	—
26	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	123	101	83.8	67.1	51.0
27	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	123	101	83.8	67.1	—
28	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	123	101	83.8	67.1	51.0
29	138	138	138	138	138	137	132	126	122	119	—	—	—	—	—	—
30	138	138	138	138	138	137	132	126	122	119	114	101	83.9	67.0	51.1	—
31	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
32	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
33	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
34	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
35	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
36	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
37	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
38	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
39	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
40	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
41	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
42	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
43	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	117	101	83.9	67.0	51.1	—
44	138	138	138	138	138	138	136	132	128	123	101	83.8	67.1	51.0	—	—
45	138	138	138	138	138	138	136	132	128	123	101	83.8	67.1	51.0	—	—

a) Min Tensile Strength = 485 MPa (4945,624 kgf/cm²)

b) Min Yield Strength = 260 MPa (2651,26 kgf/cm²)

c) Max Allowable Stress at 100°C = 138 MPa (1407,21 kgf/cm²)

c. Allowable Stress

1) Nilai Allowable Stress pada temperature uji 84-87 °F (30°C) (Sa)

$$S_a = 61,2228 \text{ MPa (624,299 kgf/cm}^2\text{)}$$

2) nilai Allowable Stress pada temperature desain 100 °C (S)

$$S = 65,2 \text{ MPa (664,855 kgf/cm}^2\text{)}$$

d. Tekanan hydrostatic test pada tube bundle dan channel assy

$$\text{Hydrostatic Test Pressure} = 1,3 \times \text{MAWP} \times \frac{S_a}{S}$$

$$= 1,3 \times 4,419 \text{ kgf/cm}^2 \times \frac{624,299 \text{ kgf/cm}^2}{664,855 \text{ kgf/cm}^2}$$

$$= 5,394 \text{ kgf/cm}^2 \text{ atau } 76,721 \text{ psiG}$$

Hasil Pengujian Hydrostatic Test

Pengujian *hydrostatic test* harus sesuai dengan prosedur yang telah dibuat berdasarkan kode spesifikasi, standar ASME Section VIII Div. 1, dan *requirement* klien. Pada prosedur *hydrostatic test* terdapat diagram yang dijadikan sebagai acuan proses pengujian dan skema *hydrostatic test* sebagai acuan dalam meletakan dan pemasangan instrument *hydrostatic test* pada Tube Bundle E-3-05 A & C

**ANALISIS PROSES HYDROSTATIC TEST PADA TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER
SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION VIII DIV I DI PT X**

PT. INTAN PRIMA KALORINDO

Hydrostatic Test Procedure

Exhibit - B

**Hydrostatic Test Diagram
Tube Bundle Tag No. E-3-05 A/C
(Include Floating Head, Tube Bundle, and Channel)**

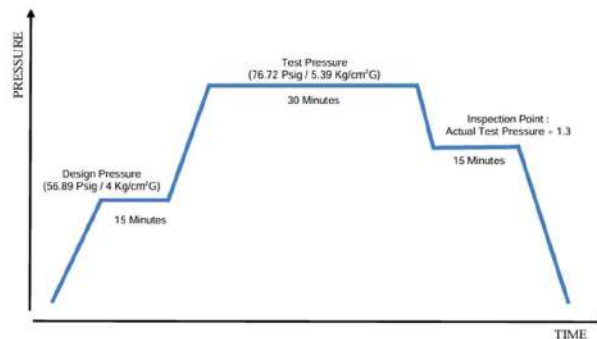
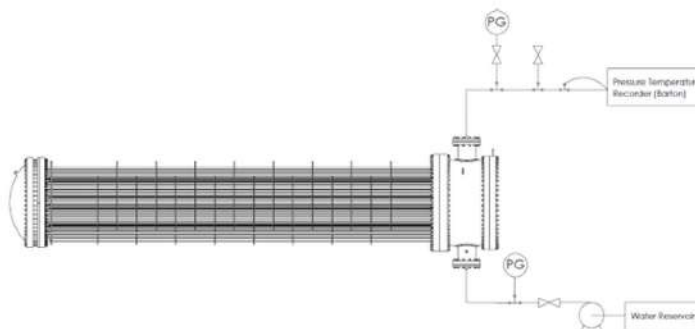


Exhibit - D

**Hydrostatic Test Scheme
Tube Bundle Tag No. E-3-05 A/C**

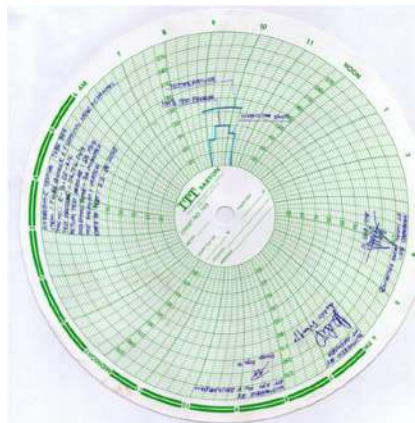


Klien memberi *requiment* tekanan untuk unit yang akan diuji saat *hydrostatic test* yaitu diberi tekanan sebesar 56,89 PsiG *Maximum Allowable Working Pressure* (MAWP) dengan *holding time* 15 menit kemudian dinaikkan kembali sebesar 76,72 PsiG *test pressure* dengan *holding time* selama 30 menit kemudian tekanan diturunkan kembali menjadi 76,72 *test pressure* dibagi 1,3 dengan *holding time* selama 15 menit.

Sebelum dilakukan pengujian, tube bundle diisi dengan air hingga penuh. Saat pengisian air, akan terdapat udara yang terjebak didalam tube sehingga harus segera dikeluarkan melalui vent. Instrumen yang digunakan dalam pengujian harus sudah dikalibrasi dan pemasangan instrumen harus dalam posisi yang kuat serta tekanan rendah. *Hydrostatic test* ini bertujuan untuk menguji kekuatan kontruksi material dan memastikan bahwa tidak ada kebocoran pada bagian internal maupun pada sambungan pengelasan. Jika terjadi kebocoran, maka pengujian dianggap gagal dan harus dilakukan pengecekan ulang pada pemasangan instrumen atau memperbaiki kontruksi yang terjadi kebocoran. Syarat mandatory bahwa unit dapat diterima atau lulus *hydrostatic test (minimum requirement)* yaitu:

- a) Tidak ada kebocoran pada saat pengujian berlangsung
- b) Tidak ditemukan penurunan grafik secara signifikan pada barton chart
- c) Tidak ada perubahan fisik atau deformasi setelah pengujian

ANALISIS PROSES HYDROSTATIC TEST PADA TUBE BUNDLE HEAT EXCHANGER SESUAI STANDAR ASME BPVC SECTION VIII DIV I DI PT X

[illegible]

Grafik chart diatas menunjukkan bahwa tube bundle diberi tekanan 60 PsiG MAWP dengan holding time 15 menit, lalu tekanan dinaikkan kembali hingga mencapai 90 PsiG test pressure dengan holding time selama 30 menit, kemudian tekanan diturunkan kembali menjadi 72 PsiG test pressure dibagi 1,3 dengan holding time selama 15 menit. Hasil dari pengujian hydrostatic test Tube Bundle E-3-05 A & C menunjukkan bahwa kekuatan kontruksi material pada tube bundle mampu menahan tekanan dan tidak melebihi batas tekanan maksimum yang diijinkan sesuai ASME Section VIII Div. 1. Kemudian, hasil tersebut diinput kedalam hydrostatic testing certificate seperti pada gambar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pelaksanaan *hydrostatic test* pada Tube Bundle E-3-05 A & C di PT X, dapat disimpulkan bahwa pengujian telah dilakukan sesuai dengan ASME Section VIII Div. 1 (Ed. 2023) serta memenuhi seluruh persyaratan teknis yang ditetapkan oleh klien. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa komponen dengan nilai MAWP terkecil terdapat pada bagian Channel-to-Tubesheet Flange sebesar 4,149 kgf/cm² atau sekitar 59,01 psig. Selama proses pengujian, tekanan ditahan pada 56,89 psig selama 15 menit, kemudian dinaikkan menjadi 76,72 psig selama 30 menit, dan akhirnya diverifikasi pada sekitar 72 psig (test/1,3) selama 15 menit. Seluruh tahapan uji menunjukkan hasil yang stabil tanpa adanya penurunan tekanan signifikan, kebocoran, maupun deformasi permanen pada material. Dengan demikian, *tube bundle* dinyatakan lulus pengujian hydrostatic test dan layak dioperasikan.

Pelaksanaan uji ini juga menunjukkan bahwa PT X memiliki sistem pengendalian mutu yang baik dengan dukungan sertifikasi ASME U-stamp dan R-stamp serta prosedur QC yang sesuai standar internasional. Untuk meningkatkan keandalan hasil uji di masa mendatang, disarankan agar *hydrostatic test* tidak dilakukan pada kondisi cuaca hujan atau suhu yang tidak stabil karena dapat memengaruhi tekanan internal. Selain itu, pengecekan kekencangan sambungan dan instrumen sebelum pengujian perlu dilakukan untuk mencegah kebocoran, serta kalibrasi alat ukur harus dijaga secara berkala guna memastikan keakuratan data dan konsistensi hasil pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC), Section VIII, Division 1, “Rules for Construction of Pressure Vessels,” The American Society of Mechanical Engineers, New York, 2023.
- [2] ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC), Section II, Part D, “Properties (Metric),” The American Society of Mechanical Engineers, New York, 2023.
- [3] ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC), Section V, “Non-Destructive Examination,” The American Society of Mechanical Engineers, New York, 2023.
- [4] ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC), Section IX, “Welding, Brazing, and Fusing Qualifications,” The American Society of Mechanical Engineers, New York, 2023.
- [5] PT Intan Prima Kalorindo, Company Profile, Bekasi: PT Intan Prima Kalorindo, 2024.
- [6] R. K. Shah and D. P. Sekulic, Fundamentals of Heat Exchanger Design, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2003.
- [7] E. F. Schmidt, Heat Exchangers: Selection, Rating, and Thermal Design, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 2004.
- [8] W. C. Nelson, Pressure Vessel Design Manual, 4th ed., Gulf Professional Publishing, 2019.
- [9] “Hydrostatic Test Scheme,” amechiengineer.com, Accessed Oct. 2025. [Online]. Available: <https://amechiengineer.com>
- [10] “Grafik Tensile dan Yield Strength,” warstek.com, Accessed Oct. 2025. [Online]. Available: <https://warstek.com>