



ANALISA REMAINING LIFE ASSESMENT BEJANA TRUCK PENGANGKUT MINYAK 00-A-201-A PT.X

Yanuar Bayu Nugraha¹, Yuli Mafendro Dedet Eka², Sonki Prasetya³

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Pressure Vessel merupakan hal yang sangat penting dalam dunia industri migas, dimana *pressure vessel* digunakan sebagai wadah penampung fluida yang memiliki tekanan. Pada penelitian ini objek yang diteliti berjenis *horizontal pressure vessel* dan telah digunakan selama 20 tahun. Sebagai wadah dalam penampung fluida gas alam, tentu kinerja dan keoptimalan dari *pressure vessel* harus diperhatikan agar tidak terjadi masalah yang diinginkan. Umur sisa dan analisis kegagalan merupakan hal utama pada *vessel*, kurangnya pengecekan dan perencanaan akan membuat resiko kegagalan menjadi besar. Analisa Mekanisme Kerusakan didapatkan general korosi dan atmosfer korosi, Perhitungan *Fitness For Service* yang sesuai dengan API 579 mendapatkan laju korosi senilai 0.127 mm/tahun, ketebalan shell 5.750 mm dan ketebalan head 5.550 mm, selanjutnya menghasilkan dari perhitungan MAWP shell 7.326 kg/cm² & head 3.811 kg/cm². Pada penelitian ini didapatkan resiko kegagalan sesuai dengan matrik CoF&Pof yaitu Low 2B. dengan hasil yang telah didapatkan disarankan melakukan inspeksi rutin 4 tahun kedepan dan melakukan pengecatan ulang pada area area yang diindikasikan berbahaya.

Kata-kata kunci: Pressure Vessel, Horizontal, Fitness For Service.

Abstract

Pressure vessels are very important in the oil and gas industry, where pressure vessels are used as containers for holding fluids that have pressure. In this study, the object under study is a horizontal pressure vessel type and has been used for 20 years. As a container in the reservoir for natural gas fluid, of course the performance and optimization of the pressure vessel must be considered so that the desired problem does not occur. Residual life and failure analysis are the main things on vessels, lack of checking and planning will make the risk of failure large. Analysis of the Damage Mechanism obtained from general corrosion and corrosion atmosphere, Fitness For Service calculations according to API 579 get a corrosion rate of 0.127 mm/year, shell thickness 5750 mm and head thickness 5.550 mm, then the results from the calculation of MAWP shell 7,326 kg/cm² & head 3,811 kg/cm². In this study, the risk of failure was found in accordance with the CoF&Pof matrix, namely Low 2B. with the results that have been obtained, it is recommended to carry out routine inspections for the next 4 years and repaint areas that are indicated to be dangerous. Keywords: Rotary Feeder, Downtime, Reliability Centered Maintenance.

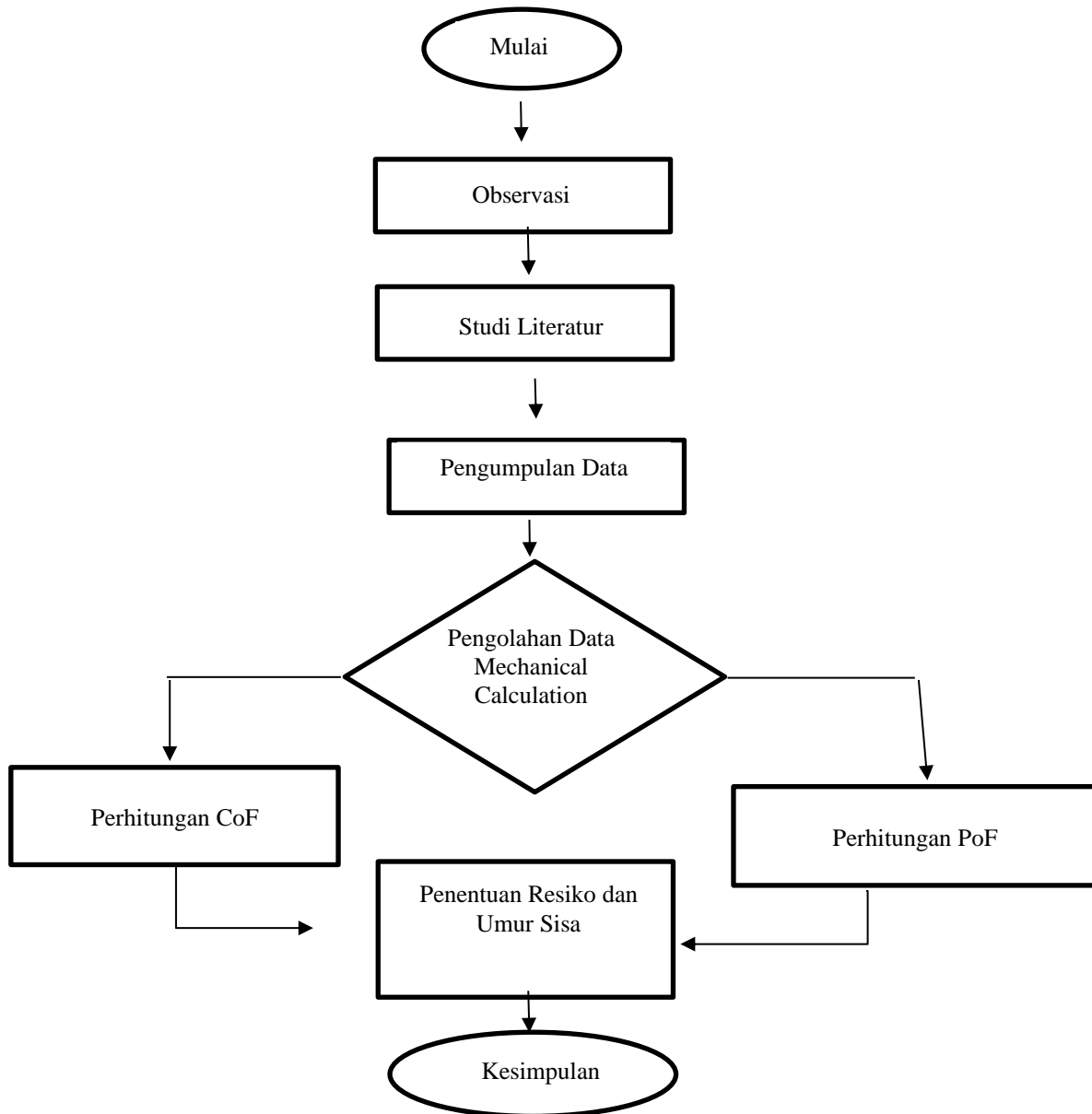
1. PENDAHULUAN

Remaining life assessment adalah usaha untuk mengukur, memprediksi umur sisa suatu peralatan, contoh bejana tekan di suatu unit truck pengangkut minyak dan gas. Dengan mengetahui umur sisa suatu peralatan atau bagiannya, maka teknisi dapat merencanakan penggantian atau perbaikan.

Untuk menghitung perkiraan sisa umur (*Remaining Life Assesment*) dibutuhkan mekanisme model kerusakan material. Model kerusakan dan informasi kondisi operasi akan menghasilkan perhitungan akurat dari pengukuran umur sisa. Dalam perhitungan kondisi komponen, kondisi terbaru komponen tersebut harus diperhitungkan terlebih dahulu sebelum pengukuran umur sisa dapat dilakukan. Kondisi saat ini juga dapat diperhitungkan menggunakan akumulasi jenis kerusakan selama mesin beroperasi dan kondisi operasi yang diterapkan. Tetapi prosedur tersebut kurang akurat dibanding metode *non destructive test* (NDT) yang dapat memberi informasi tingkat material saat ini, karena pada umumnya data kondisi masa lalu sulit diperoleh. Setelah kondisi material saat ini di analisa, pengukuran umur sisa dapat dihitung dengan menggunakan akumulasi perhitungan seluruh tipikal kerusakan dan perkiraan kondisi operasi yang telah disarankan.

Ketika jenis kerusakan dan pengoperasian sudah diketahui, *remaining life assessment* dapat dihitung dengan tingkat keakuratan yang dianggap sesuai. Perkiraan hasil pengukuran umur sisa digunakan untuk membuat keputusan dalam perbaikan dan mengatur kembali inspeksi terhadap mesin. Dalam beberapa kasus, pengukuran umur sisa tidak dapat diperhitungkan karena tidak ada jumlah kuantitatif mekanisme kerusakan material atau kondisi masa depan yang tidak dapat diramalkan, akibat kurangnya pemantauan dan pencatatan data yang akan selalu dibutuhkan dalam memprediksi kelayakan mesin . Maka peningkatan monitor selama operasi dalam rencana kerja masa depan mesin harus sangat diperhatikan.

2. METODE PENULISAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan gambar 1 terdapat langkah-langkah dalam melakukan penelitian pada bejana truck, yaitu:

1. Observasi
Observasi atau pengamatan langsung pada bejana truck pengangkut minyak. Dalam penelitian ini observasi dilakukan terhadap *Remaining Life Assesment* yang dilakukan pada bejana.
2. Studi Literatur
Studi literatur merupakan cara untuk mengumpulkan data dari sumber tertulis seperti *design produksi*, report yang lampau, modul pembelajaran, jurnal terkait, dan sumber lain yang membahas

- tentang bejana truck pengangkut minyak 00-A-201-A.
3. Wawancara
Wawancara merupakan kegiatan pengumpulan data dan informasi yang dilakukan dengan tanya jawab kepada operator atau inspektur perusahaan. Metode ini dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk *remaining life assessment*. Pengumpulan Data Pengumpulan data yang dilakukan berupa pengumpulan data dari hasil observasi, studi literatur, dan wawancara kepada mekanik spesialis yang dibutuhkan untuk menggunakan metode *reliability centered maintenance*.
 4. Pengolahan Data
Setelah melakukan semua rangkaian pengumpulan data, hasil tersebut dibandingkan dengan tujuan awal penelitian ini, apakah telah menyelesaikan masalah yang terjadi atau tidak. Jika tidak, penelitian diulang kembali ke tahap pengumpulan data dan sampai sesuai dengan tujuan. Pada tahap ini penyusun menggunakan beberapa metode *Fitness For Service* yaitu, *corrosion rate approach*, *thickness approach*, dan *MAWP Approach*.
 5. Pembuatan Laporan

Sesudah mendapatkan seluruh data dan hasil yang dicari, kemudian dilanjutkan dengan penyusunan laporan. Pembuatan laporan dimulai dari tahap awal hingga akhir dan dibuat selengkap mungkin sehingga dapat dipahami dengan mudah oleh pembaca dan dapat dipelajari dengan baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

DOCUMENT REVIEW

Penelahaan dokumen teknis terkait peralatan berdasarkan kriteria yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Parameter	Value	Source
Type of Equipment	Horizontal Pressure Vessel	Last Inspection Report
Tag No	00-A-201-A	Last Inspection Report
Owner	PT. Kilang Pertamina Internasional RU VI	Last Inspection Report
Location	Unit UTL 00	Last Inspection Report
Construction Code	ASME Sec. VIII Div. 1 2019	Last Inspection Report
Year Built	1993	Last Inspection Report
Material Specification	SS 400 Equivalent SA 283 Gr D(Shell & Head) SA 106 Gr B (Nozzle)	Last Inspection Report & Assumed
MDMT	-	-
PWHT	No	Last Inspection Report
Design Pressure	2.1 kg/cm ²	Last Inspection Report
Design Temperature	224.96 °F	Last Inspection Report
Operating Pressure	1.55 kg/cm ²	Assumed 75% From Desain
Operating Temperature	169 °F	Assumed 75% From Desain
Dimension	224.960 mm (ID) x 6300 mm (TL to TL)	Last Inspection Report
Fluid Service	RCC	-
Liquid Density	-	-
Radiograph Type	None (Shell); None (Head)	Last Inspection Report
Joint Efficiency	0.7 (Shell); 0.7 (Head)	Last Inspection Report
Nom. Thickness	4.5 mm (Shell); 3.3 mm (Head)	Last Inspection Report
Joint Type	-	-
Corrosion Allowance	0 mm	Last Inspection Report
Volume	-	-
Rating Class	-	-
Insulation	No	Last Inspection Report

Penjelasan dari tabel diatas yaitu dataequipment yang didapatkan yang menjelesakan value beserta sumber datanya.

Inspection & Maintenance Data

Penelahaan dokumen terkait jenis perawatan dan inspeksi yang dilakukan pada peralatan ditunjukkan pada tabel berikut.

Type of Activity	Year	Findings
Inspection for Design	1993	<ul style="list-style-type: none"> - Acceptable criteria for visual welding criteria - Acceptable criteria for radiographic examination - Acceptable criteria for liquid penetrant examination - Acceptable criteria for dimension examination - Acceptable criteria for leak test - Acceptable criteria for hydrostatic test at 1.3 MAP - Acceptable criteria for painting visual inspection
First Inspection	2015	<ul style="list-style-type: none"> - Wall Thickness Measurement - Visual Inspection upon external - Name plate verification
Inspection for Migas Re-certification	2018	<ul style="list-style-type: none"> - Good condition for pressure part, nozzle cover and part - Acceptable criteria for MAWP and thickness required based on minimum thickness measurement (2.74 mm at shell) - Remaining life time for pressure vessel is > 20 years

Penelahaan dokumen teknis, inspeksi dan perawatan terkait peralatan antara lain:

1. Dokumen teknis pada peralatan tidak tersedia lengkap
2. Kondisi visual yang baik untuk bagian shell, head, nozzle, pondasi dan sistem pembumian
3. Kondisi ketebalan dan MAWP yang menunjang untuk umur layan lebih dari 20 tahun

Damage Mechanism

Beberapa kemungkinan jenis mekanisme kerusakan yang diduga terjadi pada bejana tekan adalah sebagai berikut :

Fluid Composition	Operating		Material Specification	Damage Mechanism		Remarks
	Kg/cm ²	°C		Type	Mode	
RCC	1.57	76	Carbon Steel	General Corrosion	Metal Loss	Internal damage factor due to fluid content at pressure vessel
				Atmospheric Corrosion	Metal Loss	External damage factor due to atmospheric condition.

Jenis mekanisme kerusakan yang mungkin terjadi pada peralatan berdasarkan jenis material, kondisi operasi dan fluida antara lain:

1. *General corrosion*, mekanisme kerusakan akibat konten fluida di dalam bejana tekan

2. *Atmospheric corrosion*, mekanisme kerusakan akibat dari lokasi bejana tekan berada pada lingkungan korosif.

FITNESS FOR SERVICE

Corrosion Rate Approach

Hasil perhitungan dari laju korosi ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Component	Initial Thickness (mm)	Previous Thickness (mm)	Min. Actual Thickness (mm) ³	Year			Corrosion Rate (mm/yr) ¹		
				Built	Prev. Inspection	Actual	Long Term	Short Term	C.R. Assumed ²
Shell	4.500	4.190	5.750	1993	2015	2018	-	-	0.127
Head	3.300	3.110	5.550	1993	2015	2018	-	-	0.127

Note :

1. Corrosion rates were calculated based on equation from API 510 Chapter 7.1.
2. Corrosion rate assumed as External Corrosion based on API 581 Table 15.2

Thickness Approach

Hasil perhitungan ketebalan peralatan ditunjukkan sesuai tabel berikut.

Component	Min. Actual Thickness (mm)	Required Thickness (mm) ¹	Remarks ³
Shell	5.750	2.747	Acceptable
Head	5.550	1.587	Acceptable

Note :

1. Based on ASME VIII Div 1 calculation for thickness required
2. Thickness calculation is based on API 510 Chapter 7.3 using re-certification planning for Interval (3 years)

MAWP Approach

Hasil perhitungan MAWP peralatan ditunjukkan pada tabel berikut

Component	Design Pressure (kg/cm ²)	Calculated MAWP (kg/cm ²) ₁	Remarks ³
<i>Shell</i>	2.10	7.326	Acceptable
<i>Head</i>	2.10	3.811	Not Acceptable

Note :

1. Based on ASME VIII Div 1 calculation
2. Acceptable condition if Calculated MAWP > Design Pressure and Thickness Actual > Thickness Required

Hasil kriteria kelayakan peralatan antara lain:

- a. Laju korosi maksimum berdasarkan ketersediaan data adalah 0,127 mm/years (assumed API 581)
- b. Kondisi ketebalan berdasarkan ketersediaan data memenuhi kriteria (Ketebalan aktual lebih besar dari ketebalan yang dibutuhkan), maka dari itu dilakukan derating tekanan.
- c. Kondisi MAWP berdasarkan ketersediaan data tidak memenuhi kriteria (Perhitungan MAWP lebih kecil dibandingkan tekanan desain), maka dari itu dilakukan derating tekanan.
- d. Peralatan dalam kondisi baik dan layak dioperasikan berdasarkan parameter laju korosi, ketebalan dan MAWP

RESIDUAL LIFE ASSESSMENT

Hasil penilaian sisa umur layan pada peralatan ditunjukkan pada tabel berikut.

Componen	Thick. Initial (mm)	Prev. Thick. (mm)	Min. Actual Thickness (mm)	Required Thickness (mm)¹	Corrosion Rate (mm/yr)²	RL (Years)
Shell	4.500	4.190	5.750	2.747	0.127	23
Head	3.300	3.110	5.550	1.587	0.127	31

Note :

1. Based on ASME VIII Div 1 calculation for thickness required
2. Maximum value of corrosion rate between Long Term, Short Term and Published corrosion are using to calculate residual life

Hasil penilaian sisa umur layan peralatan antara lain:

- 1) Sisa umur layan pada peralatan hasil penurunan tekanan adalah lebih dari 20 tahun dengan estimasi laju korosi 0,127 mm/years
- 2) Dibutuhkan pengukuran ketebalan aktual (2021) pada bagian head, shell dan nozzle sehingga penilaian sisa umur dapat mewakili keadaan peralatan secara umum

RISK ASSESSMENT

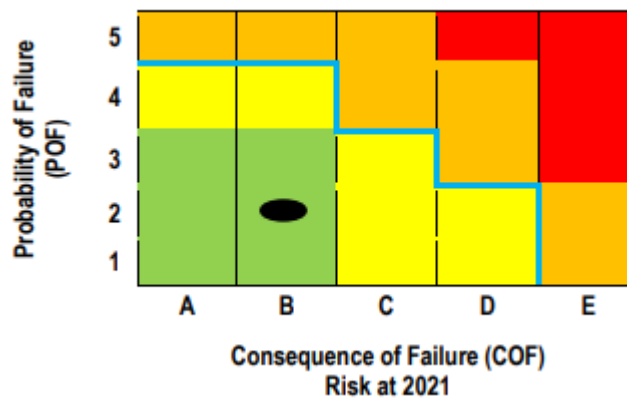
Penilaian risiko pada peralatan mengacu pada API 581. Kriteria PoF mengacu pada damage factor (DF) dan generic failure frequency (GFF). Sedangkan CoF diestimasi menggunakan perhitungan Level 1 berbasis area.

Hasil penilaian risiko pada peralatan ditunjukkan sesuai tabel berikut.

Component Name	Risk Assessment								Risk Category
	PoF				CoF ¹				
	DF _{total}	GFF _{total}	FMS	Category	Component Damage Area (CA _{cmd})	Injury Personnel Area (CA _{inj} ^{Flam})	Max Value [CA _{cmd} , CA _{inj} ^{Flam}]	Category	
00-A-201A	0.0010945	0.0000306	1000	2	11.6181137	11.61811370	11.61811370	B	Low (2B)

Note :

1. Consequence of Failure (CoF) determination by Area-Based (m2) calculation



Hasil penilaian risiko peralatan antara lain:

- 1) Risiko peralatan dalam kategori Low (2B) pada tahun 2021
- 2) Kategori PoF dipengaruhi oleh nilai faktor kerusakan akibat penipisan internal yang dipengaruhi oleh fluida
- 3) Kategori CoF merupakan estimasi area yang terdampak karena fluida yang keluar akibat Loss of Containment

INSPECTION PLAN

Perencanaan dan metode inspeksi yang dianjurkan adalah :

Damage Factor	Damage Mechanism	Inspection methods	Coverage	Interval
Thinning Damage	General Corrosion	UT Thickness or Scanning	For the total surface area: 100% UT/RT of CML's OR For selected areas: 10% UT scanning, OR 10% profile radiography.	Next 4 years
External Damage	Atmospheric Corrosion	Visual Inspection	Visual inspection of >95% of the exposed surface area with follow-up by UT, RT or pit gauge as required.	

Rekomendasi interval dan metode inspeksi antara lain:

1. Metode dan cakupan area yang dilakukan inspeksi menyesuaikan jenis mekanisme kerusakan peralatan yaitu general corrosion (internal thinning), dan atmospheric corrosion (external thinning)
2. Inspeksi menyesuaikan interval pengurusan PLO berbasis waktu (4 tahun)

4.KESIMPULAN DAN SARAN

Dapat disimpulkan bahwa peralatan 00-A-201-A memiliki kondisi sebagai berikut :

General Data						
Equipment	Bulk Lorry For RCC Catalyst					
Item no.	00-A-201-A					
Material	SS 400 (Shell & Head)					
Design Pressure	2.1 kg/cm ²					
Design Temperature	224.96 °F					
Residual Life Assessment						Risk Assessment
Component	Actual Thickness (mm)	Required Thickness (mm)	Corrosion Rate (mm/year)	Residual Life (years)	Calculated MAWP (kg/cm ²)	2021
Shell	5.750	2.747	0.127	> 20	7.326	Low (2B)
Head	5.550	1.587	0.127	> 20	3.811	Low (2B)
Inspection Plan and Method						
Damage Factor	Inspection methods		Coverage			Interval
Thinning Damage	UT Thickness or Scanning		For the total surface area: 100% UT/RT of CML's OR For selected areas: 10% UT scanning, OR 10% profile radiography.			Next 4 Years
External Damage	Visual Inspection		Visual inspection of >95% of the exposed surface area with follow-up by UT, RT or pit gauge as required.			

Direkomendasikan untuk merawat kondisi bejana tekan dalam keadaan tetap siap beroperasi seperti rekomendasi berikut :

1. Melakukan perencanaan dan metode inspeksi rutin dan pada lokasi yang sama sesuai tabel diatas untuk mendeteksi dini kebocoran, tumpahan dan kondisi operasi tidak normal yang lain (API Std

510 – 5.5.4)

2. Memeriksa dan memverifikasi pengoperasian peralatan tambahan seperti koneksi perpipaan, pengukur level, ventilasi normal / darurat, dan perangkat tekanan / vakum
3. Lakukan pengecatan ulang pada area dengan indikasi penumpukan jamur atau uap air di permukaan peralatan. Pertimbangkan efek perembesan air, khususnya di bagian bawah peralatan.
4. Melakukan pengecekan pada fungsi sistem pembumian pada peralatan

REFERENSI

1. (SECTION VIII RULES FOR CONSTRUCTION OF PRESSURE VESSELS 2019 ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE AN INTERNATIONAL CODE, N.D.)
2. (D. A. P. E. Osage & American Society of Mechanical Engineers., 2014)
3. (Petroleum Institute, 2006)
4. (D. A. Osage, 2015)