

EVALUASI SISA UMUR DAN TEGANGAN DINDING PADA HIGH PRESSURE SEPARATOR D-0101 DI *CENTRAL PROCESSING PLANT* GUNDIH

Rizki Dwi Santoso^{1*}, Hafid Suharyadi¹

¹Teknik Mesin Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada No. 38, Blora, Jawa Tengah, 58315

*E-mail : rizkids009@gmail.com

ABSTRAK

Central Processing Plant Gundih dalam mengolah Gas didukung dengan 8 sumur produksi. Aliran fluida dari 8 sumur ini kemudian dikumpulkan di *manifold* untuk kemudian disalurkan ke *Gas Separation Unit* (GSU) untuk dilakukan proses pemisahan. *High Pressure Separator* D-010 dalam *Gas Separation Unit* (GSU) menempati peran yang krusial, sehingga perlu dijaga keandalannya. Dalam melihat kondisi aktual, proses inspeksi dilakukan dengan mengukur ketebalan untuk menentukan besarnya laju korosi (*corrosion rate*) dan sisa umur (*remaining life*) pada sisi *shell* dan *head* sesuai dengan API 581 dan ASME VIII Div I. Disisi lain juga dilakukan kalkulasi untuk melihat besarnya nilai *stress in shell* pada sisi *circumferential joint* dan *longitudinal joint*. Hasil kalkulasi berdasarkan data inspeksi menunjukkan laju korosi untuk sisi *shell* sebesar 0,21 mm/years dan pada sisi *head* sebesar 0,47 mm/years. Hasil kalkulasi menunjukkan umur sisa untuk sisi *shell* 48,9 years dan *head* 28,2 years. Hasil menunjukkan tegangan pada *shell* disisi *circumferential joint* 3149,06 psi dan di sisi *longitudinal joint* 6298,11 psi.

Kata kunci : Separator, *Corrosion Rate*, *Remaining Life*, *Stress in Shell*

1. PENDAHULUAN

Fluida reservoir yang diproduksi oleh sumur, mengandung zat hidrokarbon dan non-hidrokarbon. Filosofi pengolahan (kilang) adalah menghilangkan atau mengurangi kadar non-hidrokarbon dalam batas tertentu sehingga fluida dapat digunakan. Sebelum diolah, fluida melalui proses pemisahan awal yang dilakukan dengan membagi fluida menjadi beberapa fasa. Tujuannya untuk menghilangkan zat-zat yang tidak dibutuhkan dalam jumlah besar dan mengurangi zat-zat berbahaya bagi plant. Dalam industri perminyakan peran pemisahan dilakukan oleh separator. Separator merupakan bejana bertekanan yang dirancang untuk memisahkan fluida menjadi 3 fasa atau hanya 2 fasa.

Pada separator, pemisahan dilakukan dengan memanfaatkan sifat alami dari fluida dan gravitasi bumi. Fluida yang merupakan campuran kompleks dari berbagai komposisi dengan berat jenis, tekanan uap dan sifat fisik yang berbeda-beda. Selama aliran dari fluida reservoir mencapai permukaan, fluida mengalami perubahan tekanan dan temperatur. Saat inilah separator memanfaatkan densitas dari fluida, dimana nilai densitas gas lebih ringan dari cairan (air dan minyak), sehingga pemisahan dapat dilakukan. Namun, dalam pemisahan ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi pemisahan fluida, seperti viskositas fluida, tipe peralatan dalam separator, kecepatan alir fluida; dan diameter dari titik-titik air [1].

Menanggapi hal ini, industri melakukan pendekatan pada pengoprasian separator dengan sistem control memegang peran utama. Implementasinya dapat dilihat pada sistem instrumentasi, seperti penggunaan *Pressure Safety Valve*, *Control Valve*, dan *Level Control Valve* yang digunakan untuk mengontrol tekanan, suhu maupun level dari dalam separator.

Disisi lain pemilihan dan design separator yang tepat memungkinkan separator untuk mendapatkan efisiensi yang stabil dengan kondisi yang bervariasi [2].

Permasalahan mengenai separator tidak berhenti disitu, berdasarkan API 581 yaitu RBI (*Risk Based Inspection*) memberikan informasi mengenai frekuensi inspeksi, jenis uji non-destruktif (NDE) dan tingkat inspeksi yang diperlukan berdasarkan fasilitas produksi dan pengolahan [12]. Korosi merupakan salah satu penyebab utama dalam analisa kegagalan pada fasilitas (peralatan), terlebih fasilitas migas terutama separator [3].

Pada umumnya korosi dikatakan sebagai suatu kerusakan destruktif yang dihasilkan oleh reaksi elektrokimia logam dengan lingkungannya. Logam akan bertindak sebagai sel elektron (anoda) dan lingkungan sebagai penerima elektron (katoda). Pada kasusnya logam akan kehilangan elektron yang berubah menjadi ion-ion yang larut dalam larutan, sehingga secara gradual terkonsumsi membentuk karatan [3]. Disisi lain, korosi juga dikatakan sebagai proses kebalikan dari *extractive metallurgy*, logam berasal dari alam dan kembali ke bentuk alamiahnya. Hal ini terjadi jika ada interaksi antara senyawa dengan lingkungan (zat destruktif) yang melibatkan pertukaran ion. Pertukaran ion ini dipacu oleh perbedaan potensial pada proses interaksi sehingga menyebabkan hilangnya sebagian logam [4].

Dalam melihat progres terjadinya korosi pada separator, dapat dilakukan inspeksi sesuai dengan API 581 dengan metode NDT (*non-destructive testing*)[5]. Pada tahap awal dapat dilakukan pengukuran yang menghasilkan data tebal kumulatif sehingga dapat dibandingkan. Perbandingan pertama dilakukan untuk melihat *corrosion rate* (laju korosi) yang dapat dilakukan dengan persamaan: [5]

$$CR = \frac{t_{prev} - t_{act}}{Years\ between(t_{prev} - t_{act})} \quad (1)$$

Setelah mendapatkan nilai dari laju korosi, evaluasi dilanjutkan dengan menentukan minimum *thickness* pada separator, yang dilakukan dengan dua sudut pandang berbeda, di satu sisi pada sisi shell dan di sisi yang lain pada sisi head. Untuk menentukan minimal *thickness shell* dilakukan dengan persamaan:[6]

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P} \quad (2)$$

Sedangkan untuk menentukan minimum *thickness head* dengan persamaan:[6]

$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P} \quad (3)$$

Inspeksi separator dapat dilanjutkan dengan melakukan perhitungan *remaining life* (sisa umur) untuk melihat seberapa lama lagi separator layak untuk beroperasi. Dalam menentukannya dapat dilakukan dengan persamaan berikut:[5]

$$Remaining\ Life = \frac{t_{act} - t_{req}}{CR} \quad (4)$$

Setelah menghitung sisa umur maka inspeksi separator dapat dilanjutkan dengan melihat besarnya tegangan dinding. Hal ini dimaksudkan untuk melihat faktor keamanan pada sambungan (pengelasan). Tegangan dinding terjadi jika tekanan berlangsung seragam dari luar maupun dalam yang akan menginduksi pada bagian sambungan (pengelasan) yang pembangun dinding separator. Dalam separator sambungan terdiri dari *longitudinal joint* dan *circumferential joint*. Untuk menentukan nilai pada *circumferential joint* dilakukan dengan persamaan:[7]

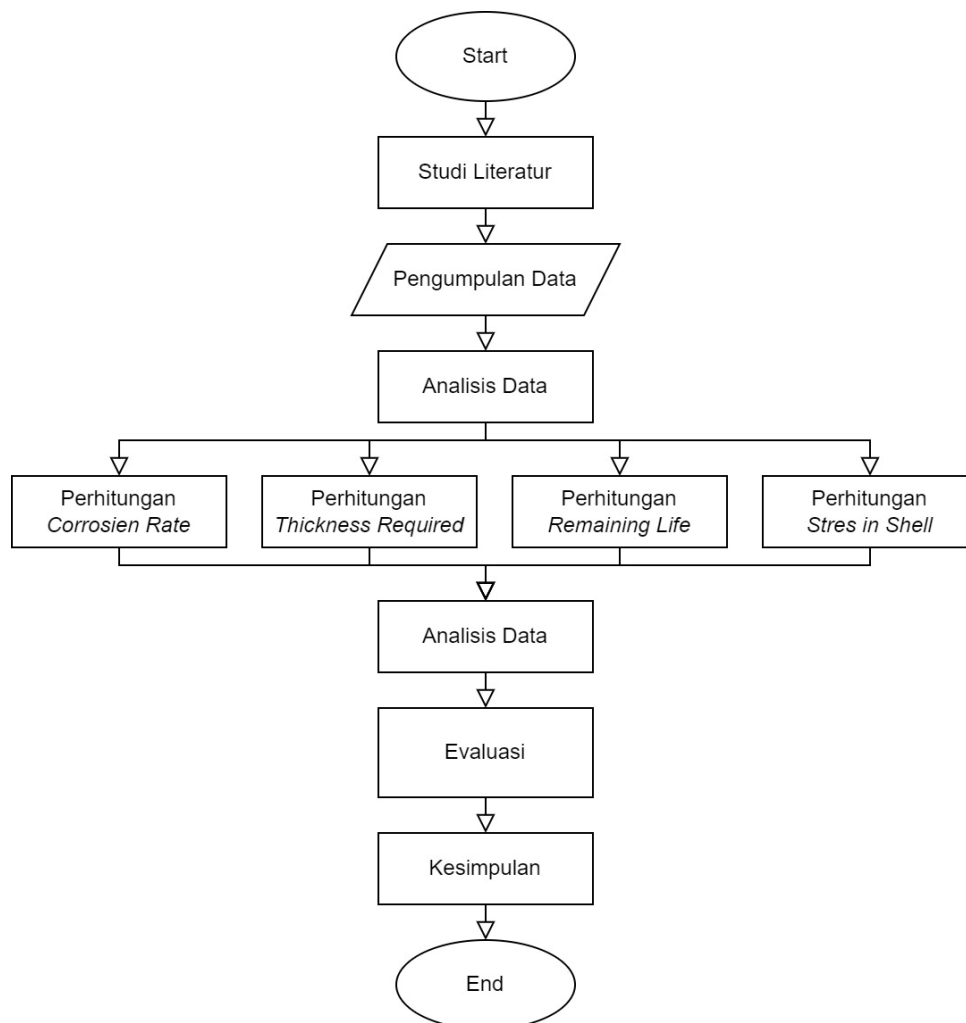
$$S_1 = \frac{PD}{4t} \tag{5}$$

Sedangkan untuk menentukan nilai *longitudinal joint* dilakukan dengan persamaan:[7]

$$S_2 = \frac{PD}{2t} \tag{6}$$

2. METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Dalam implementasinya, penulis melakukan studi literatur terlebih dahulu untuk mendalami teori tentang separator, serta mengumpulkan data separator. Dalam prosesnya penulis melakukan PKL (praktek kerja lapangan) yang dilakukan di *Central Processing Plant Gundih* selama kurang lebih 2 minggu, untuk melihat proses dari separator dan melakukan inspeksi actual dari separator. Penulis mendapatkan kesempatan untuk meneliti salah satu jenis separator, yaitu *High Pressure Separator (D-0101)*. Setelah mendapatkan data-data, penulis melanjutkan penelitian dengan melakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan laju korosi (*corrosion rate*), tebal minimal (*minimum thickness*), sisa umur (*remaining life*) dan tegangan dinding (*stress in cylinder shell*). Setelah dilakukan perhitungan penulis dapat menarik kesimpulan. Untuk lebih jelas dalam melihat metode yang dilakukan oleh penulis, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Metode Penelitian

3. PEMBAHASAN

High Pressure Separator D-0101 berjenis separator 3 fasa, yang memisahkan fluida menjadi air, gas dan kondensat. *High Pressure Separator* berorientasi secara horizontal yang memang efektif untuk plant yang mengolah gas. Beberapa data spesifikasi teknis dan operasi dari *High Pressure Separator* D-0101 penulis tuangkan dalam Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1 Data Spesifikasi *High Pressure Separator* [8]

Spesifikasi <i>High Pressure Separator</i>		
Unit Name	D-0101	
Materials	SA-516 Gr.70 + incoloy 825 Clad	
Vessel Code	ASME VIII Div.1, 2010 Edition	
Vessel Orientation	Horizontal	
Date Built	13/02/2013	
Joint Efficiency	1,0	
Vessel Inside Diameter	1.700	mm
Vessel Length (T/T)	4.800	mm
Design Pressure	600	psig
Design Temp	180	°F
Total Capacity	430,18	ft ³
Thickness Head	28,58	mm
Thickness Shell	31,58	mm
Cladding	3,0	mm

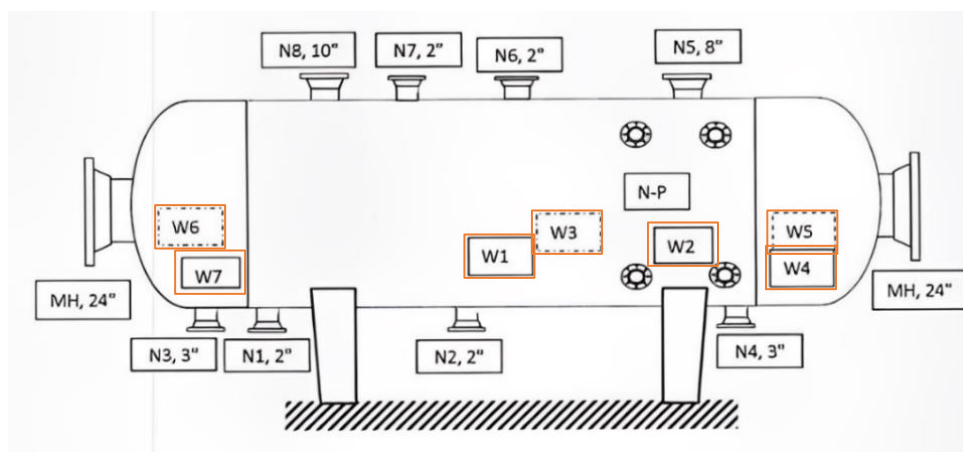
Tabel 2 Data Operasi *High Pressure Separator* [8]

Data Operasi <i>High Pressure Separator</i>		
Temperatur	150	°F
Pressure	450	psig
Flow Gas	70,5721	MMSCFD

Tabel 3 Data Pressure Operasi *High Pressure Separator* [9]

Data Pressure Operasi		
Feed Gas to HP separator,	450,00	psig
Gas from HP Separator	445,00	psig
Condensate from HP Separator	445,00	psig
Water from HP Separator	445,00	psig

Pada *High Pressure Separator*, material yang digunakan adalah SA-516 Gr.70 dengan nilai *allowable stress* sebesar 23,3 ksi [11]. Material ini sering digunakan dalam aplikasi tekanan tinggi, namun untuk menjamin keselamatan dan integritas alat, dilakukan inspeksi rutin setiap 3 tahun dengan metode *thickness test gauge* atau pengukuran ketebalan untuk mendeteksi penipisan dinding pada dinding separator [12]. Pengambilan data ketebalan dilakukan berdasarkan skema ditunjukkan pada Gambar 2, untuk memastikan bahwa pengukuran mencakup seluruh area yang mungkin mengalami degradasi [5].



Gambar 2 Skema Inpeksi High Pressure Separator D-0101

Inspeksi ketebalan pada *High Pressure Separator* D-0101, dilakukan di beberapa titik yang telah ditandai sesuai dengan skema inspeksi. Setiap titik pengukuran memberikan data ketebalan aktual dari dinding separator pada saat inspeksi. Nilai minimum dari hasil inspeksi disajikan pada Tabel 4 [5], yang dibandingkan dengan hasil inspeksi pada periode sebelumnya.

Tabel 4 Data Inspeksi High Pressure Separator D-0101

<i>Date of Inspection</i>	<i>Part of Location</i>	<i>Thickness of Measurement, mm</i>
2016	<i>Shell</i>	33,40
	<i>Head</i>	36,38
2019	<i>Shell</i>	32,76
	<i>Head</i>	35,38

Berdasarkan variable aktual dari *High Pressure Separator*, proses evaluasi dapat dilakukan sesuai dengan persamaan. Data pada Tabel 4 memberikan informasi ketebalan dari hasil inspeksi pada beberapa waktu tertentu, yang kemudian dimasukkan ke dalam Persamaan (1) untuk mendapatkan laju korosi tahunan. Berdasarkan data desain pada tabel 1 dan tabel 2 dibandingkan dengan menggunakan persamaan (2) dan persamaan (3) untuk menghitung ketebalan minimum. Hasil dari perhitungan laju korosi dan ketebalan minimum ini kemudian dibandingkan menggunakan persamaan (4) sehingga mendapatkan hasil sisa umur (*remaining life*). Hasil perbandingan ini disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Kalkulasi Evaluasi *High Pressure Separator* D-0101

Variable Kalkulasi	Location kalkulasi	Hasil Kalkulasi	Satuan
<i>Corrosion Rate Shell</i>	<i>Shell</i>	0,21	mm/years
	<i>Head</i>	0,47	
<i>Thickness Required</i>	<i>Shell</i>	22,33	mm
	<i>Head</i>	22,04	
<i>Remaining Life</i>	<i>Shell</i>	48,9	years
	<i>Head</i>	28,2	

Proses kalkulasi dilanjutkan dengan mengkalkulasikan tegangan dinding berdasarkan data desain pada Tabel (1) yang dibandingkan dengan persamaan (5) dan persamaan (6), hasil perbandingan disajikan pada Tabel 6. Setelah mendapatkan hasil kalkulasi, data hasil kemudian

dibandingkan dengan untuk mendapatkan pandangan keamanan komponen kerja dan operasi dari *High Pressure Separator*. Perbandingan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Kalkulasi Tegangan Dinding *High Pressure Separator* D-0101

<i>Circumferential Joint (psi)</i>	<i>Longitudinal Joint (psi)</i>
3149,06	6298,11

Tabel 7 Perbandingan Tebal *High Pressure Separator* D-0101

<i>Part of Location</i>	<i>Thickness Design, mm</i>	<i>Cladding Thickness, mm</i>	<i>Nominal Design, mm</i>	<i>Thickness 2019, mm</i>	<i>Thickness Required, mm</i>	<i>Indication</i>
<i>Shell</i>	28,58	3,0	31,58	32,76	22,33	<i>acceptable</i>
<i>Head</i>	31,75	3,0	34,75	35,38	22,04	<i>acceptable</i>

Tabel 8 Perbandingan Tekanan Kerja, MAWP, *Allowable Stress High Pressure Separator* D-0101

<i>Working Condition</i>	<i>Pressure Condition, psig</i>	<i>Maximum allowable working pressure (MAWP), psig</i>	<i>Allowable Stress (S), psig</i>	<i>Indication</i>
<i>Feed Gas to HP Separator,</i>	450,00	600	23.200	<i>acceptable</i>
<i>Gas from HP Separator</i>	445,00			<i>acceptable</i>
<i>Condensate from HP Separator</i>	445,00			<i>acceptable</i>
<i>Water from HP Separator</i>	445,00			<i>acceptable</i>

Berdasarkan sajian Tabel 7 dan Tabel 8, kondisi dari separator dan kondisi kerja separator menempati zona aman, hal ini dibuktikan dengan data hasil pengukuran *thickness* yang masih jauh dari minimal *thickness* yang telah dihitung. Disisi lain kondisi kerja *pressure* jauh dari *maximum working pressure* dan *allowable stress* material [10].

4. SIMPULAN

Setelah dilakukannya analisa dan perhitungan pada *High Pressure Separator* (D-0101) maka dapat disimpulkan bahwa separator masih dalam kondisi aman untuk beroperasi. Hal ini ditunjukkan dari hasil pengukuran tebal sebesar 32,76 mm pada shell dan 35,38 mm pada head yang dibandingkan dengan hasil perhitungan minimal *thickness* sebesar 22,33 mm dan 22,04 mm. Hasil perhitungan sisa umur juga menunjukkan bahwa sisa umur separator masih terlampaui lama dengan nilai 65,2 tahun untuk shell dan 37,6 pada head. Disisi lain, tekanan yang beroperasi pada separator sebesar 450 psig dan 445 psig pada outlet yang dibandingkan dengan tekanan desain sebesar 600 psig dan *allowable stress* material sebesar 23.200 psig menunjukkan bahwa tekanan operasi separator aman. Perhitungan stress in cylinder shell sebesar 3.149,06 psi pada *circumferential joint* (*longitudinal stress*) dan 6298,11 psi pada *longitudinal joint* (*circumferential stress*).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiorini, Indah Agus., Agusdin., Pratama, Satria Arif & Yudhianto, Achid. 2022. Pengaruh Nilai Waktu (WT) Pada Alat Separator Tipe Vertikal Dua Fasa Pada Industri Minyak Dan Gas. Politeknik Akamigas Palembang, Prabumulih.

- [2] Sartono, Seffrigeni. 2007. Penelitian Tentang Penggunaan Separator Horizontal Tiga Fasa Di Area Main Production Facility Pada Citic Seram Energi Limited Kec. Bula Kab. Seram Bagian Timur Maluku.
- [3] Anonim1. 2016. Dasar Teori, Korosi. Universitas Pasundan : Bandung.
- [4] Anwar. Korosi Logam dan Pengendaliannya; Artikel Review. Politeknik Negeri Lhokseumawe
- [5] PT. Nusakura Standarindo. 2019. *Pressure Vessel Inspection Report. CPP Gundih. Cepu.*
- [6] ASME VIII Division 1. 2019. *Rules For Construction of Pressure Vessels.* New York
- [7] Megyesy, Eugene F. 2017. *Pressure Vessel Handbook, Twelfth Edition.* Tulsa, Oklahoma.
- [8] PT. IKPT, PT. Adhi Karya. 2013. *Process Loadsheets HP Separator D-0101.* Cepu.
- [9] PT. IKPT, PT. Adhi Karya. 2013. *Datasheet for HP Separator D-0101.* Cepu.
- [10] ASME B31.3. 2012. *Process Piping, ASME Code for Pressure Piping, B31.* New York.

Daftar simbol

CR	= Corrosion Rate, mm/years
t_{prev}	= Thickness Previous, mm
t_{act}	= Thickness Actual, mm
t_{req}	= Thickness Required, mm
P	= Internal Design Pressure, kPa
D	= Inside Diameter of the Shell, mm
R	= Inside Radius of the Head, mm
S	= Maximum Allowable Stress Velur, kPa
E	= Joint Efficiency
S1	= Longitudinal Stress, psi
S2	= Circumferential (Hoop) Stress, psi
t	= Thickness of the Shell, mm