

PENENTUAN *REMAINING LIFETIME NET GAS WASH COLUMN* BERBASIS LAJU KOROSI INTERNAL DI *HYDROCRACKING TREATMENT UNIT PLANT 5*

Riedel Tryxie Siwi^{1*}, Risna¹, Nijusiho Manik¹, Fitri Oktafiani²

¹Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas

²Teknik Instrumentasi dan Elektronika Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas

*E-mail: imanuellrisna@yahoo.com

ABSTRACT

Internal corrosion of equipment such as Net gas wash columns is a common problem in industries that use chemical processes or gas processing. Corrosion occurs when metal materials react with the surrounding environment, such as gases involved in the process, moisture, or other chemicals. Several factors that can cause internal corrosion of equipment such as the Net Gas Wash Column include environmental conditions, material properties, temperature and pressure and the presence of water or humidity. This research aims to determine the corrosion conditions that occur, the impact of corrosion rate, thickness thinning, and the relationship between corrosion rate and remaining lifetime. This research uses a non-destructive testing method, namely the Ultrasonic Test. The results of the analysis and calculations were obtained for the corrosion rate that occurred on the Net Gas Wash Column tool, namely shell 0.11 mm/year and head 0.3 mm/year which was caused by temperature and working flow rate. The remaining lifetime for the shell and head is 69 years and 40 years. When the remaining lifetime decreases, the depletion caused by the H₂S compound and the corrosion rate will increase immediately. From the results of this research, the relationship between the causes, impacts and corrosion rates on the remaining lifetime of the Net Gas Wash Column equipment can be identified and analyzed.

Keywords: *Net Gas Wash Column, remaining lifetime, corrosion rate*

ABSTRAK

Korosi pada internal peralatan seperti *Net gas wash column* adalah masalah umum dalam industri yang menggunakan proses kimia atau pemrosesan gas. Korosi terjadi ketika material logam bereaksi dengan lingkungan di sekitarnya, seperti gas yang terlibat dalam proses, kelembaban, atau bahan kimia lainnya. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan korosi pada internal peralatan seperti *Net Gas Wash Column* meliputi yaitu kondisi lingkungan, sifat material, suhu dan tekanan serta kehadiran air atau kelembaban. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui terkait kondisi korosi yang terjadi, dampak laju korosi, penipisan ketebalan, dan hubungan laju korosi terhadap *remaining lifetime*. Penelitian ini menggunakan metode *Non Destructive testing* yaitu *Ultrasonic Test*. Hasil dari analisa dan perhitungan didapat untuk laju korosi yang terjadi pada alat *Net Gas Wash Column* yaitu *shell* 0.11 mm/year dan *head* 0.3 mm/year yang diakibatkan oleh suhu dan laju aliran yang bekerja. *Remaining life time* bagi *shell* dan *head* yaitu 69 tahun dan 40 tahun. Ketika *remaining lifetime* mengecil maka penipisan yang diakibatkan senyawa H₂S dan laju korosi akan meningkat seketika. Dari hasil penelitian ini, keterhubungan antara penyebab, dampak, dan laju korosi terhadap *remaining lifetime* pada alat *Net Gas Wash Column* dapat diketahui dan dianalisis.

Kata kunci: *Net Gas Wash Column, remaining lifetime, laju korosi*

PENDAHULUAN

Korosi pada internal peralatan *Net Gas Wash Column* (NGWC) merupakan masalah yang sering terjadi dalam industri minyak dan gas. NGWC adalah kolom pemisah yang digunakan untuk memisahkan gas-gas yang terlarut dalam cairan pembersih, seperti amina, dalam proses pemurnian gas alam (Direktorat Teknik dan Lingkungan Migas, 2022). *Non-destructive testing* (NDT) merupakan pemeriksaan material dengan menggunakan metode yang tidak merusak benda yang di uji. NDT menyediakan efektivitas dalam hal biaya sekaligus kegunaan peralatan sesuai dengan desain (Ansari, et al., 2024). Salah satu jenis NDT yaitu *Ultrasonic Testing* (UT) (Darmon, 2008); (Xie, et al., 2024). *Ultrasonic Testing* merupakan pengujian yang menggunakan gelombang tinggi. Ini dipakai secara akurat untuk mencacat kedalaman cacat pengujian, yang mencakup ukuran dan lokasi cacat. Alat dan perlengkapan yang digunakan adalah probe yang menghasilkan getaran frekuensi tinggi dan *couplant* ruang merupakan lapisan cairan pada permukaan benda uji (Ensminger & Bond, 2024; Royaei, et al., 2024). Prinsip kerja UT yaitu memberikan gelombang frekuensi tinggi dari 0.25 hingga 10MHz. Gelombang merambat melewati objek dan setelah itu dipantulkan saat mendeteksi cacat pada objek. Kedalaman cacat dapat ditentukan dengan menghitung perbedaan waktu yang diperlukan untuk propagasi untuk kembali ke sumber gelombang (Fan, et al., 2024; Honarvar & Varvani-Farahani, 2020; Pereira & Fernandes, 2024).

Korosi adalah proses perusakan atau degradasi material yang disebabkan oleh reaksi kimia antara material tersebut dengan lingkungan sekitarnya (Akpan, et al., 2024; Pan, et al., 2024). Dalam konteks industri minyak dan gas, korosi merupakan masalah serius karena material yang digunakan dalam infrastruktur, seperti pipa, tangki, dan peralatan lainnya, serta sering terpapar dengan lingkungan yang dapat menyebabkan korosi (Rozie, 2020; Okokpujie, et al., 2024). Klasifikasi laju korosi mengacu pada cara untuk mengategorikan tingkat keparahan atau kecepatan korosi pada material tertentu dalam suatu lingkungan. Beberapa klasifikasi umum untuk laju korosi meliputi yaitu Korosi Umum (*General Corrosion*) yang merupakan jenis korosi yang terjadi secara merata di seluruh permukaan material, Korosi Terfokus (*Localized Corrosion*) yaitu jenis korosi yang terjadi pada area tertentu di permukaan material. Korosi Erosi (*Erosion Corrosion*) yaitu terjadi ketika korosi dipercepat oleh aliran fluida atau partikel padat yang bergerak dalam lingkungan korosif, seperti dalam pipa yang digunakan untuk mengalirkan fluida yang mengandung partikel *abrasive*, Korosi Stres (*Stress Corrosion Cracking*) yaitu terjadi ketika

material mengalami korosi secara bertahap akibat tegangan mekanis yang diberikan padanya dalam lingkungan korosif. Ini dapat menyebabkan retakan logam yang berpotensi berbahaya, Korosi Intergranular (*Intergranular Corrosion*) yaitu terjadi ketika korosi terjadi di antara batas butir-logam, hal ini sering terjadi karena perubahan kimia di sekitar batas butir akibat pemanasan atau perlakuan panas, dan Korosi Sulfida (*Sulfide Corrosion*) yaitu terjadi ketika logam bereaksi dengan sulfida yang ada dalam lingkungan, seperti dalam gas alam yang mengandung H₂S, yang dapat menyebabkan korosi yang sangat cepat (Balangao, 2024; Akhond, et al., 2024). Klasifikasi laju korosi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Laju Korosi (Zhang, et al., 2015)

<i>Classification</i>	<i>Corrosion resistance rate</i>
<i>Outstanding</i>	Less than 0.02 mm/year
Good	0.1 – 0.5 mm/year
Fair	0.5 to 1 mm/year
Poor	1 to 5 mm/year

Untuk mengurangi risiko korosi, industri minyak dan gas menggunakan berbagai strategi, termasuk pemilihan material yang tahan korosi, penggunaan lapisan pelindung, pengaturan kimia proses, dan pemantauan rutin terhadap kondisi infrastruktur. Pencegahan dan pengendalian korosi merupakan bagian penting dari operasi industri minyak dan gas untuk memastikan keandalan dan keamanan infrastruktur serta kelancaran produksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada alat *Pressure Vessel* di Unit Plant 5 Kilang Pertamina. Adapun metode yang digunakan dalam mengkaji penentuan *Remaining Lifetime Net Gas Wash* berbasis laju korosi internal yaitu menggunakan metode *Non Destructive Testing* dan *Remaining Lifetime*.

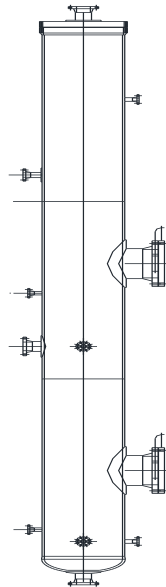
Non Destructive Test (NDT)

Non destructive testing (NDT) merupakan bagian pemeriksaan material dengan menggunakan metode yang tidak merusak benda yang di uji. *NDT* menyediakan efektivitas dalam hal biaya sekaligus kegunaan peralatan sesuai dengan desain. *NDT* telah didefinisikan sebagai metode

pengujian suatu benda, bagian, komponen atau sistem untuk mengevaluasi integritas tanpa merusak kegunaan produk.

Remaining Life Time

Mengetahui sisa umur pakai masa operasi *pressure vessel*. Sisa umur dapat ditentukan oleh individu yang berpengalaman dalam *pressure vessel* dan atau meng-inspeksi *pressure vessel*. Peralatan *pressure vessel* dengan umur 30 tahun atau lebih dianggap bahwa masa operasinya telah terpenuhi, maka tujuan dari perhitungan ini untuk mengetahui apakah peralatan ini dapat digunakan



Gambar 1. Sketsa Titik Pengambilan *Thickness*
(Sumber: Satria, 2022. Diolah)

untuk 15 tahun kedepannya, tergantung dengan parameter dan kondisi aktual *pressure vessel* itu sendiri. Perhitungan ini dimulai dari Menghitung *Thickness Required*, kemudian menghitung MAWP (*Maximum Allowable Working Pressure*), selanjutnya menghitung *corrosion rate* dan yang terakhir melakukan perhitungan *Remaining Life Time*.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 1 menunjukkan pengujian ketebalan dengan cara menempelkan *probe* kepada material dengan media cairan (*couplant*) sehingga gelombang ultrasound dapat membaca ketebalan material alat *Net Gas Wash*. Berikut ini sketsa pengambilan data ketebalan terkecil yang nantinya digunakan proses perhitungan.

Alat *Net Gas Wash* mengalami korosi jenis internal yang terjadi diakibatkan laju reaksi dan suhu yang tinggi yang bekerja pada alat ini. Suhu tinggi memberikan pengaruh terhadap degradasi

logam yang ditimbulkannya, kenaikan suhu akan mempengaruhi termodinamika reaksi artinya degradasi akan semakin cepat pada temperatur yang lebih tinggi. Pengaruh laju aliran terhadap korosi dipengaruhi oleh besar kecepatannya. Kecepatan korosi yang tinggi terjadi pada kecepatan aliran yang tinggi,

Artinya suhu tinggi dan laju aliran akan mempercepat terjadinya korosi dan juga proses terjadinya pertumbuhan laju korosi juga dipengaruhi oleh waktu, semakin lama waktu penelitian semakin tinggi tingkat korosinya juga.

Adapun dampak yang ditimbulkan korosi dapat berupa kerugian langsung dan kerugian tidak langsung. Kerugian langsung adalah berupa terjadinya kerusakan pada peralatan dan struktur alat tersebut. Sedangkan kerugian tidak langsung berupa terhentinya aktivitas produksi karena terjadinya penggantian peralatan dan biaya yang dikeluarkan untuk peralatan tersebut dan juga terjadinya kecelakaan kerja yang menimbulkan korban

Tabel 1. Hasil Pengukuran Ketebalan - *Ultrasonic Thickness*

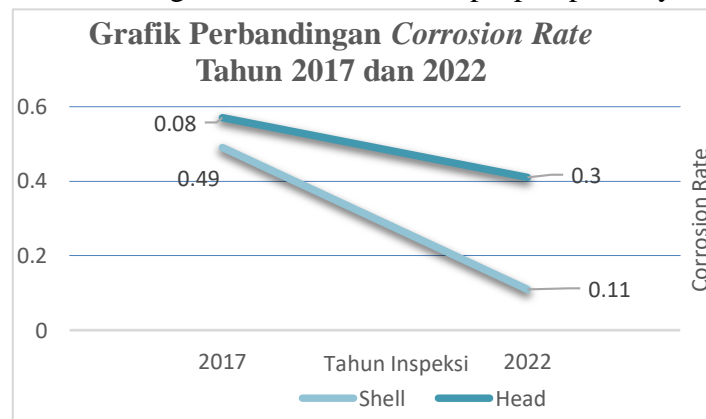
<i>Part</i>	<i>Identify</i>	<i>Size</i>	0°	90°	180°	270°	T _{min}
			Mm	mm	mm	mm	mm
<i>Shell</i>	S1		24,66	24,47	24,53	24,22	24,22
	S2		23,01	23,28	23,85	23,41	23,01
	S3		25,33	25,09	24,47	25,36	24,47
<i>Head</i>	H1		28,45	28,03	27,18	27,65	27,18

Dari pengujian pada Tabel 2 diperoleh ketebalan terkecil untuk masing-masing *shell* menggunakan posisi 0°, 90°, 180° dan 270° dengan pembacaan 23,01 mm selama ketebalan pada *head 1* dengan letak titik 0°, 90°, 180° dan 270° dengan hasil pengukuran yaitu 27,18 mm. Dari data bisa langsung ke tahap perhitungan *Net Gas Wash Column*.

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Net Gas Wash*

<i>Part</i>	<i>Unit</i>	<i>Shell</i>	<i>Head</i>
<i>T_{required}</i>	mm	15,434	15,149
<i>T_{previous}</i>	mm	23,560	28,680
<i>T_{actual} / T_{initial}</i>	mm	23,010	27,180
<i>Time between T_{prev} & T_{actual}</i>	year	5	5
<i>MAWP</i>	psi	380,734	372,671
<i>Corrosion Rate</i>	mm/year	0,11	0,3
<i>Remaining Lifetime</i>	year	68,87	40,10
<i>Remaining Lifetime of Vessel</i>	year	40 Years at Head of Vessel	
		69 Years at Shell of Vessel	

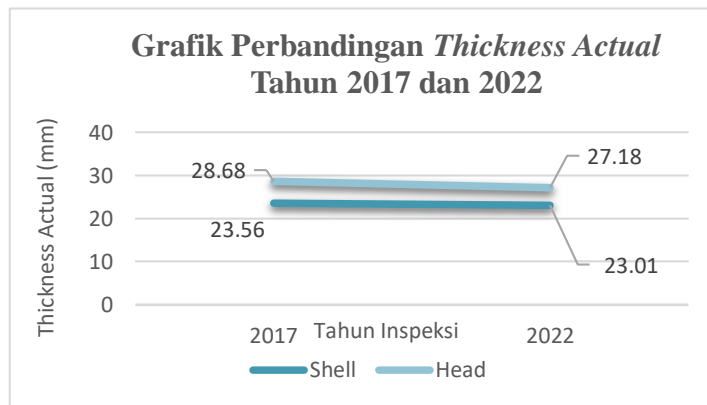
Alat *Net Gas Wash* ini mengalami kerusakan berupa penipisan, yaitu penipisan ketebalan



Gambar 2. Perbandingan *Thickness Actual* Tahun 2017 dan 2022 Perbandingan

material akibat adanya kandungan H₂S pada hidrokarbon yang bersifat korosif sehingga apabila terjadi kontak maka akan membentuk asam yang merupakan penyebab korosi dan pengambilan *thickness* terkecil atau terendah karena tujuan pertama mencari *wall thickness* mana yang sudah mengalami konsentrasi pengikisan ekstrem, nilai terkecil itulah sebagai indikasi bahwa itulah lokasi dari konsentrasi pengikisan ekstrem yang disebabkan oleh adanya korosi ataupun hal lainnya. Dan untuk hasil ketebalan aktual yang didapat yaitu 23,010 mm untuk *shell* dan 27,180 mm untuk *head*, dari hasil ini terlihat jelas bahwa terjadi penipisan atau pengurangan ketebalan material yang sebelumnya sebesar 23,560 mm untuk *shell* dan 28,680 mm untuk *headnya* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Dari perhitungan didapat nilai laju korosi untuk *shell* 0,11 mm/year dan *head* 0,3 mm/year. *Remaining lifetime* bagi *shell* dan *head* yaitu 69 tahun dan 40 tahun seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Berdasarkan perhitungan yang ada diperoleh *MAWP* bagi *shell* dan *head* untuk *Net Gas Wash* adalah 380,734 psi dan 372,671 psi. Sehingga masih layak beroperasi karena tidak lebih besar dari *design pressure* yaitu 625,81 psi.



Gambar 3. Corrosion Rate Tahun 2017 dan 2022

Pada masa pemakaian dari *Net Gas Wash* kemungkinan terjadi kegagalan akan terjadi jika tidak dilakukan kontrol dan perawatan secara berkala. Salah satu kontrol untuk mengantisipasi kerusakan pada alat ini yaitu dengan menganalisis ketebalan material dari waktu ke waktu sehingga dapat diketahui seberapa besar pengurangan material akibat terjadi korosi. *Remaining lifetime* ditentukan dari laju korosi, di mana makin besar laju korosi maka akan semakin pendek sisa masa pakai tersebut, sebaliknya semakin pendek laju korosi maka akan semakin lama sisa masa pakai. Laju korosi semakin besar maka *remaining lifetime* nya semakin kecil, dikarenakan *thickness* nya mengalami penurunan akibat pengikisan dari fluida (hydrogen sulfida bersifat asam/korosif) pada internal material yang ada.

Jadi dalam *net gas wash* ini faktor penyebab laju korosi yang mengakibatkan penurunan *thickness* yaitu fluida (senyawa H₂S) yang memiliki *pressure* dan *temperature* yang mengikis permukaan material.

KESIMPULAN

Net Gas Wash Column dapat mengalami korosi internal yang dipengaruhi oleh suhu dan laju alirannya. Alat *Net Gas Wash* ini mengalami kerusakan berupa penipisan, yaitu penipisan ketebalan material akibat adanya kandungan H₂S pada hidrokarbon yang bersifat korosif. Dari perhitungan

didapat nilai laju korosi untuk shell 0,11 mm/year dan head 0,3 mm/year. Hasil ketebalan aktual yang didapat yaitu 23,010 mm untuk shell dan 27,180 mm untuk head, dari hasil ini terlihat jelas bahwa terjadi penipisan atau pengurangan ketebalan material yang sebelumnya sebesar 23,560 mm untuk shell dan 28,680 mm untuk headnya. Remaining life time bagi shell dan head yaitu 69 tahun dan 40 tahun. Dari hasil tersebut diketahui jika Laju korosi semakin besar maka nilai *remaining lifetime* semakin kecil dan begitu sebaliknya.

PENGAKUAN DAN UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu sehingga penyusunan artikel dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhond, M. R., Irfan, A. & Sharif, A., 2024. An overview of corrosion behavior and contemporary management techniques of thermomechanically treated rebars in concrete structures. *An overview of corrosion behavior and contemporary management techniques of thermomechanically treated rebars in concrete structures. Journal of Structural Integrity and Maintenance*, 9(1), p. 2259721.
- Akpan, E. D. et al., 2024. Coordination compounds as corrosion inhibitors of metals: A review. *Coordination Chemistry Reviews*, Volume 499, p. 215503.
- Ansari, S. S., Ansari, H., Khateeb, A. & Ibrahim, S. M., 2024. *Comparative study of machine learning models for predicting the compressive strength of concrete using Non-Destructive Testing methods*. s.l., Science Direct.
- Balangao, J. K., 2024. Corrosion of Metals: Factors, Types and Prevention Strategies. *Journal of Chemical Health Risk*, 14(1), pp. 79-87.
- Darmon, M., 2008. Special Issue on Ultrasonic Modeling for Non-Destructive Testing. *Appl. Sci.* 2024, 14(5), p. 10.3390.
- Direktorat Teknik dan Lingkungan Migas, 2022. *Menuju Net Zero Emission dengan Tetap Menjaga Keselamatan Migas*. 4 ed. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Ensminger, D. & Bond, L. J., 2024. *Ultrasonics Fundamentals, Technologies, and Applications*. 4 ed. Oxon: CRS Press.
- Fan, Z., Bai, K. & Chen, C., 2024. *Ultrasonic testing in the field of engineering joining*. *Int J Adv Manuf Technol*. New York, Springer.
- Honarvar, F. & Varvani-Farahani, A., 2020. A review of ultrasonic testing applications in additive manufacturing: Defect evaluation, material characterization, and process control. *Ultrasonics*, Volume 108, p. 106227.
- Okokpujie, I. P., Tartibu, L. K., Musa-Basheer, H. O. & Adeoye, A. O. M., 2024. Effect of Coatings on Mechanical, Corrosion and Tribological Properties of Industrial Materials: A Comprehensive Review. *J. Bio Tribo Corros*, 10(2).
- Pan, C. et al., 2024. Corrosion Control by Carbon-Based Nanomaterials: A Review. *ACS App. Nano*

- Mater.*, 7(3), pp. 2515-2528.
- Pereira, A. B. & Fernandes, F. A. O., 2024. Chapter 11 - Non-destructive material testing in welding: ultrasonic scanning. In: s.l.:Elsevier, pp. 281-293.
- Royaei, J., Nouban, F. & Sadeghi, K., 2024. Non-destructive assessment of carbonation in concrete using the ultrasonic test: Influenced parameters. *Structural Engineering and Mechanics*, 89(3), pp. 301-308.
- Rozie, A. F., 2020. Remaining Life Assessment dan Kasus Laju Korosi Pada LPG Storage Tank Kapasitas 50 Ton. *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 1(2).
- Satria, T., 2022. Inspektor Sucofindo Cabang Balikpapan.
- Xie, L. et al., 2024. Optical methods of laser ultrasonic testing technology in the industrial and engineering applications: A review. *Optic & Laser Technology*, Volume 176, p. 110876.
- Zhang, X. Q., Liu, K. & Liu, X. D., 2015. *Ultraprecision Machining of Stainless Steel and Its Applications*. New york: Nova Science Publishers, Inc.