

ANALISA CORROSION RATE DAN REMAINING LIFE PADA HIGH SPEED DIESEL SHELL STORAGE TANK DENGAN MENGGUNAKAN PENGUKURAN NON DESTRUCTIVE TESTING

*Bintang Satria Hartadi, Gunawan Dwi Haryadi²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: bintangsatiahartadi@gmail.com

Abstrak

Storage tank menjadi bagian yang penting dalam suatu proses industri kimia karena tidak hanya menjadi tempat penyimpanan bahan baku bagi produk tetapi juga menjaga kelancaran ketersediaan produk dan bahan baku serta dapat menjaga produk dari kontaminan. Pada umumnya produk yang terdapat pada industri kimia berupa *liquid* atau *gas*, namun tidak tertutup kemungkinan juga dalam bentuk padatan (*solid*). Korosi adalah kerusakan material, biasanya logam, yang hasil dari reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya. Seiring waktu, korosi tidak terkendali dapat melemahkan atau menghancurkan komponen dari sistem tangki, sehingga lubang atau mungkin kegagalan struktural, dan pelepasan produk disimpan ke lingkungan. Metode pengujian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini yaitu dengan dua metode, metode pertama adalah dengan melakukan pengamatan visual pada *storage tank* yang akan diuji., dan metode kedua yaitu melakukan pengujian dengan alat *ultrasonic thickness* pada *storage tank* dengan ketentuan 8 titik pengujian pada setiap *course storage tank*. Dari data hasil pengujian digunakan untuk menentukan laju korosi, dan umur pakai pada titik-titik pengujian *storage tank* pada setiap *course*nya. Dari hasil pengujian dan perhitungan, didapat bahwa laju korosi tertinggi pada *storage tank* terdapat pada *course* 1 di *section* 135° dengan nilai laju korosi 0,05136 mm/tahun, dan laju korosi terendah terdapat pada *course* 6 di *section* 90° dan 315° dengan nilai laju korosi 0,00909 mm/tahun. Sedangkan untuk nilai umur pakai tertinggi terdapat pada *course* 6 di *section* 90° dengan perkiraan umur pakai 659,3 tahun, dan yang terendah terdapat pada *course* 1 di *section* 135° dengan perkiraan umur pakai 46,01 tahun.

Kata kunci: *storage tank*, korosi, *ultrasonic thickness*, laju korosi, umur pakai

Abstract

Storage tank is an important part of chemical industry process, not only to store raw materials but also to maintain the availability of products, as well as keeping the products from contaminant. In general, products in chemical industry are in the form of liquid or gas, but it is also possible to be in the form of solid. Corrosion is decay in material, usually metal, due to chemical or electrochemical reaction with its surrounding. Over time, uncontrolled corrosion could weaken or decay the components of tank system, resulting in structural failure and cavities and the release of stored products to the surrounding. Experimental methods used in this Final Project are visual inspection and testing by ultrasonic thickness device on eight test points on each course of the storage tank. The result of the experiment is used to determine the corrosion rate and the remaining life on test points of each course of the storage tank. Based on the results of experiment and calculations, the highest corrosion rate of the storage tank is on course 1 section 135° with corrosion rate value 0,005136 mm/year, and the lowest corrosion rate is on course 6 section 90° and 315° with corrosion rate value 0,00909 mm/year. As for the highest remaining life is on course 6 section 90° with estimated remaining life of 659,3 years and the lowest is on course 1 section 135° with estimated remaining life of 46,01 years.

Keywords: *storage tanks*, corrosion, *ultrasonic thickness*, corrosion rate, remaining life

1. Pendahuluan

Minyak merupakan sumber energi utama yang sangat lazim digunakan saat ini baik bagi pemenuhan kebutuhan pribadi maupun industri. Oleh karena itu, konsumsi minyak bumi dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang besar. OPEC sebagai organisasi negara-negara ekspor minyak dunia memprediksi bahwa kebutuhan minyak dunia pada tahun 2015 mendatang akan mengalami kenaikan sejumlah 1,2 juta barrel per hari, naik 1,3% dari kebutuhan tahun ini sebesar 1,1 juta barrel per hari. Kenaikan konsumsi minyak ini dikarenakan adanya peningkatan ekonomi di berbagai negara. Oleh karena itu, kegiatan eksplorasi tambang minyak tidak akan pernah berhenti guna memenuhi kebutuhan minyak dunia yang semakin meningkat tersebut.

Meskipun minyak sangat dibutuhkan diberbagai sektor baik disektor industri maupun pribadi, minyak merupakan salah satu zat cair berbahaya dan penyimpanan zat berbahaya dalam jumlah besar mengandung risiko tinggi bagi penduduk, lingkungan dan ekosistem yang ada disekitarnya. Tumpahan bahan berbahaya ke dalam tanah dapat menyebabkan proses dekontaminasi yang merugikan. Kebocoran dari tangki penyimpanan minyak, gas atau bahan kimia berbahaya tersebut bisa terjadi kapan saja karena keausan, korosi maupun pengaruh - pengaruh cuaca pada permukaan eksternal ataupun perubahan suhu internal dalam tangki penyimpanan tersebut. Risiko yang lain adalah terjadinya ledakan dari tangki penyimpanan karena kegagalan fungsi dari tangki tersebut. Terjadinya kebocoran maupun ledakan ini akan menjadi bencana yang serius bagi para penduduk atau pekerja yang ada di sekitar tangki timbun berada disamping akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang sangat besar. Oleh karena itu, inspeksi berkala, yang dilakukan dalam waktu yang baik dan terencana dapat mencegah bencana seperti itu terjadi yang bisa disebabkan karena korosi atau faktor kegagalan fungsi dari peralatan tersebut. Mahalnya investasi yang dibutuhkan untuk pengadaan dan instalasi sebuah *storage tank* berikut infrastruktur pendukungnya juga menjadi faktor pertimbangan utama dari pelaksanaan inspeksi tersebut.

Korosi adalah penurunan mutu logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungan sekitarnya. Berdasarkan pada teori kimia, korosi terjadi akibat adanya reaksi oksidasi dan reduksi antara material dengan lingkungannya. Reaksi oksidasi diartikan sebagai reaksi yang menghasilkan elektron dan reduksi adalah reaksi antara dua unsur yang mengikat elektron. Laju korosi adalah peristiwa merambatnya proses korosi yang terjadi pada suatu material. Pada beberapa pengujian korosi sebagian besar yang dilakukan adalah laju korosi. Hal ini disebabkan laju korosi berkaitan erat dengan nilai ekonomis dan teknis material. Salah satu metode mengukur korosi yaitu dengan metode *non destructive test*.

Definisi umum uji *non destructive test* (NDT) adalah pemeriksaan, pengujian, atau mengevaluasi yang dilakukan pada semua jenis benda uji tanpa mengubah atau merusak objek dalam hal apapun, untuk menentukan ada atau tidaknya kondisi diskontinuitas yang mungkin memiliki efek pada kegunaan atau servis dari objek. *Non-destructive testing* juga dapat dilakukan untuk mengukur karakteristik benda uji lainnya, seperti ukuran dimensi objek, konfigurasi atau struktur termasuk konten paduan, kekerasan, ukuran butir dan lain-lain. Salah satu bentuk inspeksi *non destructive test* adalah *Long Range Ultrasonic Testing* (LRUT).

Adapun tujuan yang ingin diperoleh penulis dengan mengajukan judul tugas akhir ini yaitu melakukan proses pengukuran ketebalan *storage tank* dengan menggunakan alat bantu *Non Destructive Ultrasonic Thickness*. Dan dari data hasil pengukuran ketebalan dihitung *corrosion rate* pada material *storage tank*. Sehingga dapat diketahui *remaining life* atau umur pemakaian pada *storage tank* agar dapat diganti sebelum mengalami kegagalan.

2. Bahan dan Metode Penelitian

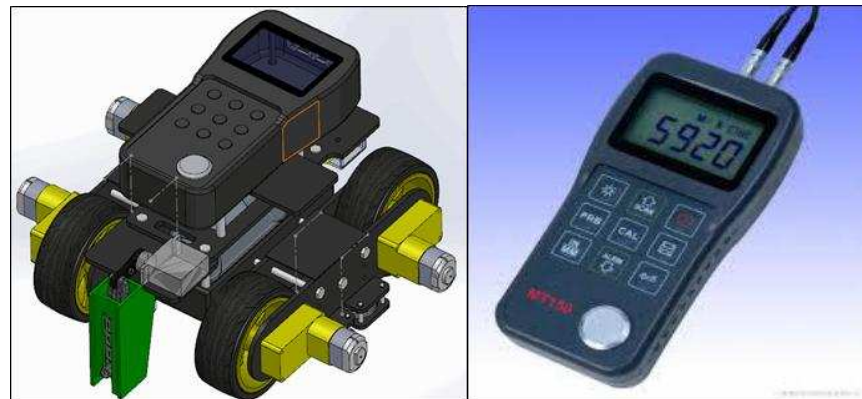
2.1 Alat dan Bahan Pengujian

Persiapan objek pengukuran yaitu menggunakan HSD Oil Storage Tank berkapasitas 21000 KL dengan jenis material ASTM A283 grade C (*low carbon steel*) pada PT. Indonesia Power Tambak Lorok. Dipilih karena pada tangki tersebut belum diketahui rentang waktu umur pemakaian.



Gambar 1. HSD Oil Storage Tank

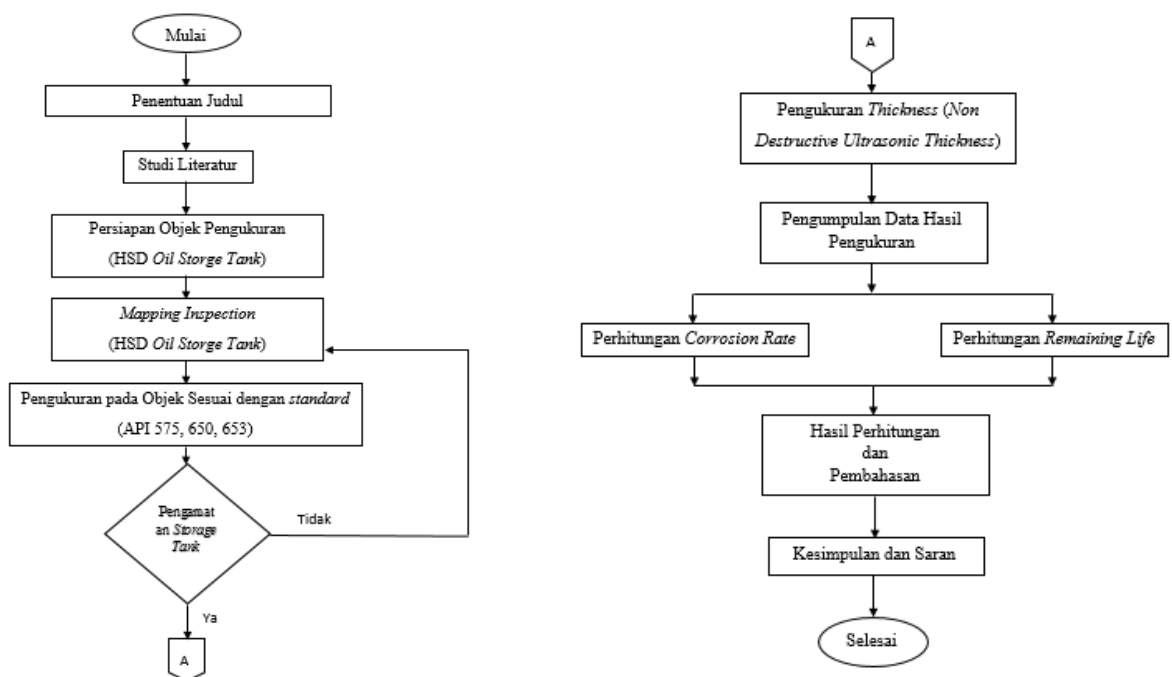
Sedangkan untuk alat ukur pengujian yang digunakan yaitu *ultrasonic thickness* merk mitech dan alat bantu robot otomatis untuk mempermudah proses pengujian pada bagian *storage tank* yang tidak terjangkau. Selain untuk mempermudah proses pengujian robot sebagai alat bantu pengujian ini juga berfungsi untuk memperkecil resiko kecelakaan kerja pada saat pengujian dilakukan.



Gambar 2. Alat bantu robot dan ultrasonic thickness merk mitech

2.2 Metode Pengujian

Pada penelitian ini langkah-langkah pengujian mengacu pada diagram alir berikut :



Gambar 3. Diagram alir pengujian

Keterangan :

- a. Penentuan judul
Penentuan judul dilakukan untuk menentukan topik dan materi apa yang akan dibahas dalam penelitian ini.
- b. Studi literatur
Pada tahap ini penulis melakukan studi literatur melalui hasil penelitian tugas akhir, tesis, disertasi, jurnal penelitian baik dari dalam maupun luar negeri, rilis perusahaan inspeksi dan panduan API 575 tentang inspeksi *Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks*, API 650 tentang *Welded Steel Tanks for Oil Storage*, API 653 tentang *Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction*, dan API Standar Tahun 2015 tentang *Requirement for Safe Entry and Cleaning of Petroleum Storage Tank*. Berdasar pada studi pustaka yang sudah dilakukan maka penulis merumuskan permasalahan untuk penelitian ini.
- c. Persiapan Objek Pengukuran

Persiapan objek pengukuran yaitu menggunakan *HSD Oil Storage Tank* berkapasitas 21000 KL dengan jenis material ASTM A283 grade C (*low carbon steel*) pada PT. Indonesia Power Tambak Lorok. Dipilih karena pada tangki tersebut belum diketahui rentang waktu umur pemakaian. Berikut spesifikasi *HSD Oil Storage Tank*

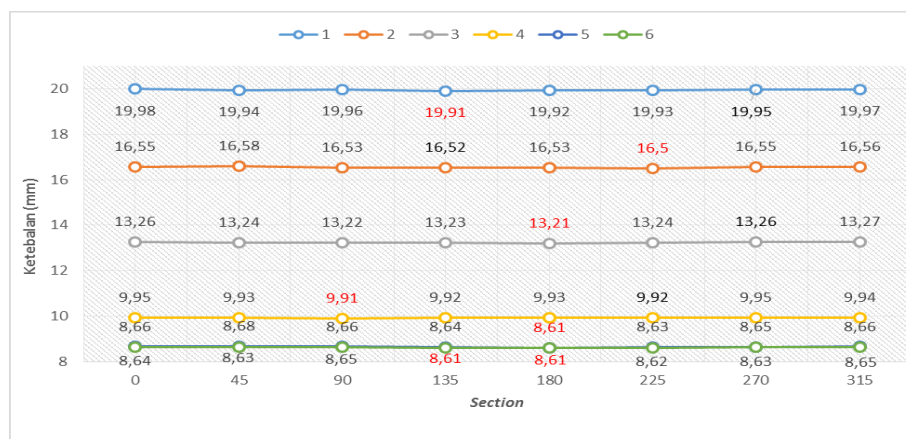
- d. *Mapping Inspection*
Proses pemetaan inspeksi pada *storage tank* dengan membagi menjadi delapan *section* pada tiap *course*
- e. Pengukuran Objek
Pengukuran Material dilakukan guna untuk mengetahui ketebalan dari *storage tank* dan juga cacat yang terlihat secara visual.
- f. Pengamatan Visual
Pengamatan visual pada *HSD Oil Storage Tank* dilakukan dengan mengamati pada setiap *course* dinding *storage tank*, apakah terdapat korosi, cat yang terkelupas, dan cacat lainnya yang dapat diamati secara visual.
- g. Pengukuran Menggunakan *Non Destructive Ultrasonic Thickness*
Pengukuran menggunakan *Non Destructive Ultrasonic Thickness* pada *HSD Oil storage tank* dilakukan pada cacat yang terdapat setelah diamati secara visual dan juga disetiap daerah kritis pada *course* setiap dinding *storage tank*.
- h. Pengumpulan Data
Data-data yang telah didapat dari hasil pengukuran dikumpulkan dan diolah untuk mengetahui *corrosion rate* dan *remaining life*.
- i. Perhitungan *Corrosion Rate*
Melalui data yang telah dikumpulkan, akan didapatkan laju korosi dari dinding pada *storage tank*. Hasil dari perhitungan laju korosi ini akan digunakan untuk mendapatkan *remaining life* dari *storage tank*.
- j. Perhitungan *Remaining Life*
Dengan diketahuinya laju korosi dari dinding *storage tank* akan didapat *remaining life* dari *HSD Oil storage tank* pada tambak lorok.
- k. Analisa
Mengolah data-data yang sudah didapatkan dengan mengacu pada materi yang terdapat pada referensi dan menampilkan data-data tersebut dalam bentuk grafik dan tabel yang dibuat dalam penulisan laporan.
- l. Kesimpulan dan saran
Menarik kesimpulan dari hasil pengolahan data dan analisa. Dan memberi saran untuk lanjutan dari penelitian ini.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Ketebalan Pada *Storage Tank*

Pada garis X menunjukkan setiap *section* pada *storage tank* dan garis Y merupakan besarnya ketebalan dalam mm. Pada hasil pengujian ketebalan didapat ketebalan tertinggi pada *course* 1 di *section* 0° dengan ketebalan 19,98 mm, pada *course* 2 di *section* 45° dengan ketebalan 16,58 mm, pada *course* 3 di *section* 315° dengan ketebalan 13,27 mm, pada *course* 4 di *section* 0° dan di *section* 270° dengan ketebalan 9,95 mm, pada *course* 5 di *section* 45° dengan ketebalan 8,68 mm, pada *course* 6 di *section* 90° dengan ketebalan 8,65 mm.

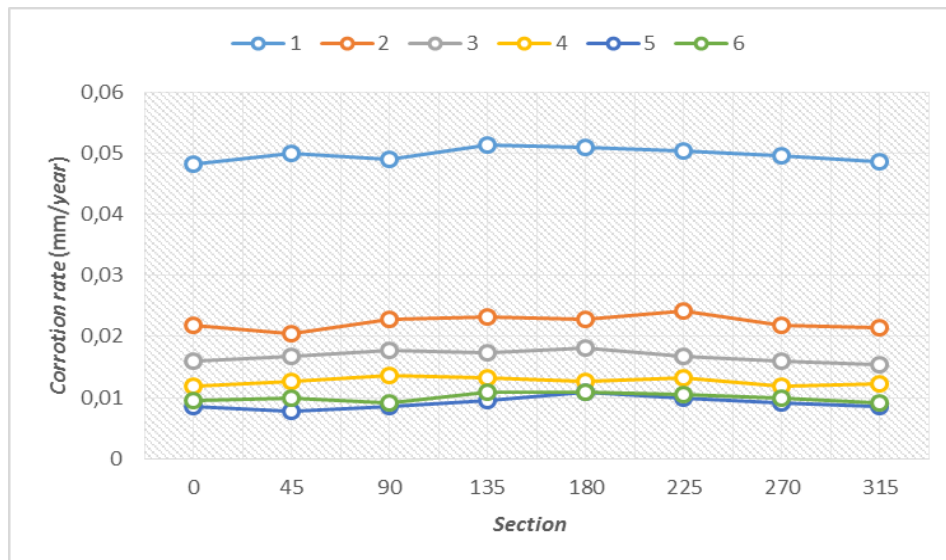
Sedangkan hasil pengukuran nilai ketebalan terendah *course* 1 di *section* 135° dengan ketebalan 19,91 mm, pada *course* 2 di *section* 225° dengan ketebalan 16,50 mm, pada *course* 3 di *section* 180° dengan ketebalan 13,21 mm, pada *course* 4 di *section* 90° dengan ketebalan 9,91 mm, pada *course* 5 di *section* 180° dengan ketebalan 8,61 mm, pada *course* 6 di *section* 135° dan *section* 180° dengan ketebalan 8,61 mm.



Gambar 4. Grafik hasil pengujian ketebalan pada *storage tank*

3.1.1 Hasil Perhitungan *Corroton Rate* Pada *Storage Tank*

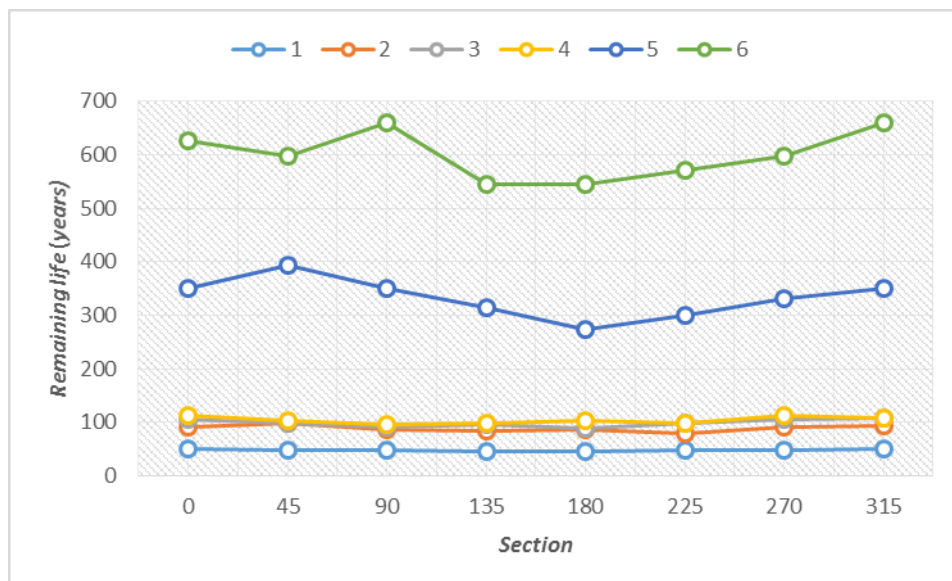
Pada hasil perhitungan *corroton rate* didapat bahwa nilai *corroton rate* tertinggi pada *course* 1 yaitu 0,05136 mm/year di *section* 135°, *course* 2 yaitu 0,02409 mm/year di *section* 225°, *course* 3 yaitu 0,0182 mm/year di *section* 180°, *course* 4 yaitu 0,01363 mm/year di *section* 90°, *course* 5 yaitu 0,01091 mm/year di *section* 180°, *course* 6 yaitu 0,01091 mm/year di *section* 135° dan *section* 180°. Sedangkan untuk nilai *corroton rate* terendah pada *course* 1 yaitu 0,04818 mm/year di *section* 0°, *course* 2 yaitu 0,02045 mm/year di *section* 45°, *course* 3 yaitu 0,0155 mm/year di *section* 315°, *course* 4 yaitu 0,01181 mm/year di *section* 0° dan *section* 270°, *course* 5 yaitu 0,00773 mm/year di *section* 45°, *course* 6 yaitu 0,00909 mm/year di *section* 90°.



Gambar 5. Grafik hasil perhitungan *corroton rate* pada *storage tank*

3.1.2 Hasil Perhitungan *Remaining Life* Pada *Storage Tank*

Dari hasil perhitungan *remaining life* pada *storage tank*, didapat bahwa *remaining life* terendah pada *course* 1 yaitu 46,01 years di *section* 135°, *course* 2 yaitu 80,17 years di *section* 225°, *course* 3 yaitu 89,1 years di *section* 180°, *course* 4 yaitu 95,1 years di *section* 90°, *course* 5 yaitu 272,7 years di *section* 180°, *course* 6 yaitu 545,7 years di *section* 135° dan *section* 180°. Sedangkan untuk *remaining life* tertinggi pada *course* 1 yaitu 50,50 years di *section* 0°, *course* 2 yaitu 98,33 years di *section* 45°, *course* 3 yaitu 108,7 years di *section* 315°, *course* 4 yaitu 113,2 years di *section* 0° dan *section* 270°, *course* 5 yaitu 394,1 years di *section* 45°, *course* 6 yaitu 659,3 years di *section* 90° dan *section* 315°.



Gambar 6. Grafik hasil perhitungan *remaining life* pada *storage tank*

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian, didapatkan bahwa nilai ketebalan terendah pada storage tank yaitu terdapat pada *course* 5 dan *course* 6 yaitu dengan ketebalan 8,61 mm, dan untuk nilai ketebalan tertinggi terdapat pada *course* 1 dengan ketebalan 19,98 mm. Dan dapat disimpulkan bahwa nilai *remaining life* pada *storage tank* berbanding terbalik dengan nilai *corrothion rate*. Dengan kata lain, saat nilai *corrothion rate* besar nilai *remaining life* pada *storage tank* akan rendah. Terlihat pada *course 1* pada saat nilai *corrothion rate* tertinggi yaitu 0,05136 mm/year didapatkan nilai *remaining life* terendah yaitu 46,01 years. Hal ini berlaku untuk setiap *course* pada *storage tank*.

5. Daftar Pustaka

- [1] Pluinage, G., & Elwany, M. H. (Eds.). (2007). *Safety, reliability and risks associated with water, oil and gas pipelines*. Springer Science & Business Media.
- [2] Marschall, V.C., *The Hazards, the Probable Outcome and Frequency Symp. Bulk Storage and Handling of Flammable Gases and Liquids*. Oyez Communications.
- [3] Deslouis, C., Duprat, M., & Tournillon, C. (1989). The kinetics of zinc dissolution in aerated sodium sulphate solutions. A measurement of the corrosion rate by impedance techniques. *Corrosion science*, 29(1), 13-30.
- [4] Drury, J. C. (2004). *Ultrasonic flaw detection for technicians*. Silverwing Limited.
- [5] Geyer, W. B. (2000). *Handbook of Storage Tank Systems: Codes: Regulations, and Designs*. CRC Press.
- [6] Pullarcot, S. (2014). Above ground storage tanks: practical guide to construction, inspection, and testing.
- [7] Matthews, C. (2011). *A Quick Guide to API 653 Certified Storage Tank Inspector Syllabus: Example Questions and Worked Answers*. Elsevier.
- [8] Kwon, J. R., Lyu, G. J., Lee, T. H., & Kim, J. Y. (2001). Acoustic emission testing of repaired storage tank. *International journal of pressure vessels and piping*, 78(5), 373-378.
- [9] ASM International. Handbook Committee. (1997). *ASM handbook: Materials selection and design* (Vol. 20). CRC Press.
- [10] ASM International. Handbook Committee. (2004). *ASM handbook* (Vol. 9). G. F. Vander Voort (Ed.). Materials Park, OH: Asm International.