

# Corrosion Rate Analysis and Remaining Life Assessment of Structural Steel in Palm Oil Mill (POM) Environment at Tanjung Seumantoh

Muhammad Zulfri<sup>1,\*</sup>, Nazaruddin Abdul Rahman<sup>1</sup>, Andre Mahessa<sup>1</sup>, Muhammad Isra<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh

## INFORMASI ARTIKEL

*Riwayat Artikel:*

Dikirim 10 Juni 2023

Direvisi dari 22 Juli 2023

Diterima 23 Juli 2023

Keyword:

Clean Water,  
Reverse Osmosis,  
Concentrated Solar Power,  
Simulation,  
Energy.

DOI :

doi.org/10.55377/jurutera.v10i01.8270

## ABSTRACT

Machines are tools used to simplify work processes. Within a machine, there are several main components that form the framework for its construction. These components must possess strong qualities in order to perform their functions effectively, one of which is the use of steel. Steel is a commonly utilized material in various sectors, including factories. An example of this can be seen in palm oil mills, where numerous components such as wall pipes, generating pipes, and heat pipes are made from steel. However, steel has a tendency to corrode, which can reduce its strength and shorten the lifespan of steel components. Therefore, it is crucial to calculate the remaining life of each pipe as a preventive measure. The calculation results indicate that the remaining life of the wall pipe is approximately 32 years, while the generating pipe has around 29 years, and the heater pipe has about 11 years of remaining life. In this case, the wall pipe has the longest remaining life, whereas the heater pipe has the shortest due to its continuous exposure to heat. The purpose of this research is to analyze the corrosion rate and remaining life of components made from steel materials, such as wall pipes, generating pipes, and heat pipes, in order to prevent damage caused by corrosion in palm oil mills.

© 2023 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

## PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang ini populasi semakin meningkat. Seiring meningkatnya populasi maka aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan juga semakin meningkat (Mathematics 2016). Agar mempermudah aktivitas manusia yang semakin meningkat, maka beberapa orang melakukan penelitian untuk merekayasa bahan – bahan agar menjadi alat yang dapat membantu aktivitas manusia. Bahan – bahan yang telah direkayasa oleh manusia untuk mempermudah aktivitas biasa disebut dengan mesin (Zayyinun and Widyartono 2020).

Mesin merupakan suatu alat yang dirancang atau direkayasa untuk mengubah suatu bentuk energi ke bentuk energi lain untuk melakukan sebuah kerja tertentu sesuai dengan tujuan mesin itu dibuat (Rovida C. Hartantrie, I Gede Eka Lesmana and Reza Abu Rahman 2016). Adanya mesin ini akan mempermudah aktivitas manusia dalam memproduksi atau melakukan sebuah pekerjaan. Didalam sebuah mesin terdapat komponen – komponen utama

penyusun mesin. Komponen tersebut biasanya terbuat dari bahan yang kuat yang dapat menerima beban tertentu seperti besi dan baja (Fattah 2017).

Baja merupakan logam paduan yang unsur utamanya merupakan besi (Arifin, Purwanto, and Syafa'at 2017). Besi umumnya memiliki sifat ulet yang tinggi namun memiliki tingkat kekuatan yang rendah. Untuk memodifikasi sifat besi ini agar didapat sebuah bahan yang sesuai dengan keinginan tertentu maka besi ini umumnya dipadukan dengan unsur lain sehingga dapat disebut dengan baja. Baja merupakan logam yang paling banyak digunakan dalam teknik, dalam bentuk pelat, pipa, batang, profil dan sebagainya (Setyoko 2012). Namun baja tersebut tergolong benda yang rentan terhadap korosi (Nasution 2018). Sehingga baja memerlukan perlakuan khusus, agar baja dapat terlindungi dari serangan korosi.

Korosi merupakan penurunan kualitas yang disebabkan oleh reaksi kimia bahan logam dengan unsur-unsur lain yang terdapat di alam (Sidiq 2002). Pabrik Kelapa Sawit (PKS) merupakan wilayah yang beresiko terhadap kegagalan komponen mesin

industri akibat pengaruh dampak dari pencemaran lingkungan yang dapat menyebabkan terjadinya korosi. Di PKS sendiri terdapat beberapa komponen yang cenderung mengalami korosi seperti pipa baja (pipe).

Terjadinya korosi akan mengakibatkan sebuah material mengalami penurunan kualitas. Korosi cenderung terjadi di lingkungan PKS dimana material yang terdapat di PKS umumnya terdiri dari bahan logam. Pada lingkungan PKS jika korosi tidak bisa diatasi atau dikendalikan dengan baik akan menyebabkan kegagalan pada produksi di PKS (Susanto, Supardi, and Ali 2020). Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Tanjung Seumantoh termasuk pabrik yang konstruksi bangunannya terbuat dari baja, sehingga pabrik tersebut berisiko akan terjadinya korosi. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan sifat mekanik suatu struktur dan dapat mengakibatkan kerugian ekonomi yang sangat besar serta hilangnya nyawa.

Korosi umumnya terjadi pada semua material. Setiap material memiliki kecepatan akan terjadinya korosi. Pada logam korosi pasti terjadi bahkan sangat cepat pada permukaannya. Kecepatan terjadinya korosi ini akan menyebabkan sebuah material memiliki umur yang pendek (M and Magga 2017).

Karena korosi dapat mengurangi umur suatu material, maka korosi harus bisa dihambat atau dikendalikan. Korosi dapat dikendalikan dengan berbagai teknik. Salah satu cara untuk mengendalikan korosi adalah dengan melakukan pelapisan pada permukaan material atau dengan melakukan pemanasan pada suatu material (heat treatment). Laju korosi yang terjadi pada suatu material dapat diukur kecepatannya. Salah satu contoh untuk mengukur laju korosi pada suatu material adalah dengan melakukan metode kehilangan berat (Saputra 2021).

Untuk mendapatkan nilai laju korosi dengan metode kehilangan berat maka suatu material akan direndam sesuai dengan standar ASTM G31 - 72. Dengan melakukan perendaman maka dapat dihitung besar kehilangan massa, volume, dan massa jenis suatu material. Besar kehilangan massa, volume, atau massa jenis material ini akan menunjukkan laju korosi suatu material (Nucci, Narvaez, and Krettenauer 2014).

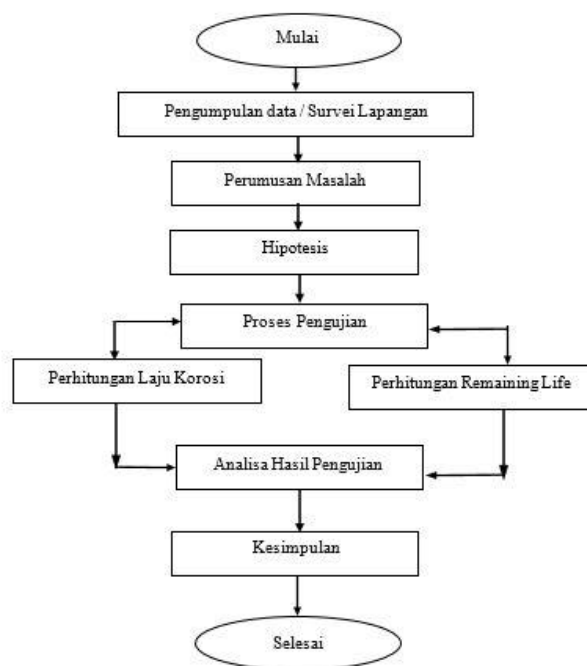
Berdasarkan dari masalah diatas yang menyebutkan pabrik kelapa sawit Tanjung Seumantoh yang sebagian konstruksinya terbuat dari baja seperti heat pipe, generate pipe dan wall pipe sehingga dapat terkorosi dan mengalami kegagalan

tiba tiba. Oleh karena itu penulis perlu melakukan penelitian dengan judul Analisa Laju Korosi dan Remaining Life Baja Kontruksi di Lingkungan Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Tanjung Seumantoh sehingga dapat mengalisa remaining life baja ketika terkena korosi serta bagaimana cara pencegahan agar mengurangi terjadinya korosi pada pabrik tersebut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan studi literatur mengenai korosi atmosferik. Penentuan lokasi pengujian dan pengukuran korosivitas atmosferik dilakukan melalui pengujian eksposur yang didasarkan pada standar ASTM G 50. Untuk lebih jelasnya mengenai prosedur penelitian dapat dilihat diagram alir pada gambar 1.

Setiap spesimen diekspos dan pada setiap periode seminggu sekali akan dilakukan pengujian kehilangan ketebalan. Mula-mula spesimen dibersihkan dari produk korosi, sesuai dengan standar ASTM G 33. Spesimen yang akan diukur antara lain adalah wall pipe, generating pipe, dan heater pipe.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Menghitung sisa umur pakai dilakukan setelah laju korosi didapat, yaitu dengan cara menentukan tebal Minimum dan tebal dari baja konstruksi yang dapat dilihat pada persamaan 1. Mengukur tebal baja

kontruksi digunakan alat *ultrasonic thickness gauge* seperti yang bisa dilihat pada gambar 2. Untuk menghitung nilai dari laju korosi maka dapat digunakan standar API 570 sebagai pembanding. data yang diperlukan untuk menghitung laju korosi adalah tebal sebelumnya dan tebal sebenarnya. Untuk pengukuran laju korosi menggunakan Persamaan 2.



Gambar 2. Ultrasonic Gauge

$$RL = \frac{t(\text{aktual}) - t(\text{min})}{\text{Laju Korosi}} \dots (1)$$

$t(\text{aktual})$  = Tebal sekarang (mm)

$t(\text{min})$  = *Required Thickness* (mm)

*Laju korosi* = Perbedaan waktu (year)

*RL* = Remaining life / Sisa umur pakai

$$\text{Laju Korosi} = \frac{\text{Tebal awal} - \text{Tebal saat ini}}{\text{Waktu antara tebal awal dan saat ini}} \dots (2)$$



Gambar 3. Proses Pengukuran Ketebalan

Proses pengukuran ketebalan akan dilakukan pada tahun 2022. Pengukuran ketebalan akan dilakukan secara bertahap dikarenakan kegiatan

produksi di PTPN, pengukuran ketebalan pada heat pipe dilakukan pada saat mesin mati. Proses pengukuran ketebalan di PTPN 1 Tanjung Seumantoh dapat dilihat pada Gambar 3.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

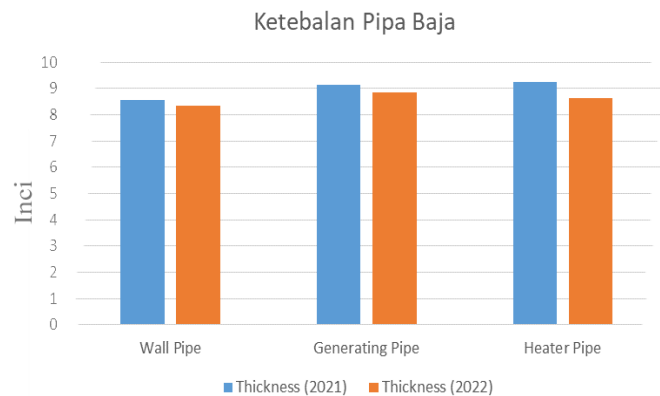
### KETEBALAN SISA PADA PIPA BAJA

Hasil proses pengukuran ketebalan pipa baja pada pks tanjung seumantoh dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Proses Pengukuran Ketebalan Pipa Baja pada PKS Tanjung Seumantoh.

No	Type	Fluida	Diameter	2021	2022	Required Thickness
1	Wall Pipe	Liquid	8,,	8,55	8,33	1,134mm
2	Generating Pipe	Liquid	10 <sup>33</sup>	9,12	8,86	1,414mm
3	Heater Pipe	Liquid	12 <sup>33</sup>	9,23	8,64	1,696mm

Selisih ketebalan pipa baja dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Selisih Ketebalan Pipa Baja

Pada gambar 4 dapat kita lihat selisih ketebalan pipa baja paling kecil terdapat pada wall pipe, sedangkan selisih ketebalan pipa baja paling tinggi terdapat pada heater pipe. Hal ini disebabkan karena heater pipe langsung berhubungan dengan lingkungan yang lebih panas sehingga menyebabkan semakin tingginya laju korosi pada heater pipe, hal tersebut menyebabkan degradasi mutu logam pada heater pipe terjadi dengan lebih cepat. Pada generating pipe dan wall pipe hanya mengalami penurunan ketebalan sekitar 0,22 mm dan 0,26 karena memiliki suhu lingkungan yang hampir sama, sedangkan pada heater pipe mengalami penurunan ketebalan sebanyak 0,59 mm.

**LAJU KOROSI**

Perhitungan laju korosi juga menggunakan standar API 570. data yang diperlukan untuk menghitung laju korosi adalah t. Previous dan t. Actual. Untuk pengukuran laju korosi menggunakan Persamaan 1 berikut.

**Wall Pipe**

$$Corrosion\ Rate\ (CR) = \frac{(8,55 - 8,33)}{1} = 0,22\ mpy$$

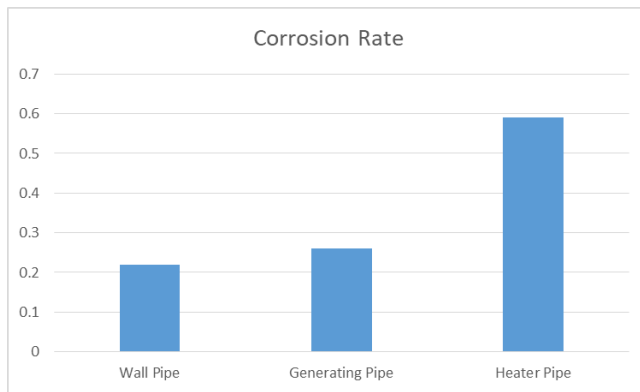
**Generating Pipe**

$$Corrosion\ Rate\ (CR) = \frac{(9,12 - 8,86)}{1} = 0,26\ mpy$$

**Heater Pipe**

$$Corrosion\ Rate\ (CR) = \frac{(9,23 - 8,64)}{1} = 0,59\ mpy$$

Hasil Perhitungan laju korosi dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Laju Korosi

Pada gambar di atas dapat kita lihat laju korosi paling tinggi terdapat pada heater pipe. Hal ini disebabkan karena heater pipe langsung berhubungan dengan lingkungan yang lebih panas sehingga menyebabkan semakin tingginya laju korosi pada heater pipe, hal tersebut menyebabkan degradasi mutu logam pada heater pipe terjadi dengan lebih cepat. Pada generating pipe dan wall pipe hanya mendapat nilai laju korosi sekitar 0,22 mm/year dan 0,26 mm/year karena memiliki suhu lingkungan yang hampir sama, sedangkan pada heater pipe memiliki laju korosi sebesar 0,59 mm/year.

**REMAINING LIFE**

Perhitungan sisa umur dilakukan setelah mendapatkan nilai laju korosi tiap pipa. Untuk mendapatkan data yang dibutuhkan, dibutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan nilai selisih ketebalan pipa. Untuk menghitung sisa umur menggunakan Persamaan 2.

Dimana t. actual adalah ketebalan pipa pada inspeksi saat ini dan t. required adalah ketebalan minimum yang diperlukan untuk pengoperasian. Untuk ketebalan pipa minimum yang diperlukan untuk pipa darat harus ditentukan sesuai dengan ASME B31.4.

**Wall Pipe**

$$Remaining\ Life = \frac{(8,33 - 1,134)}{0,22} = 32\ year$$

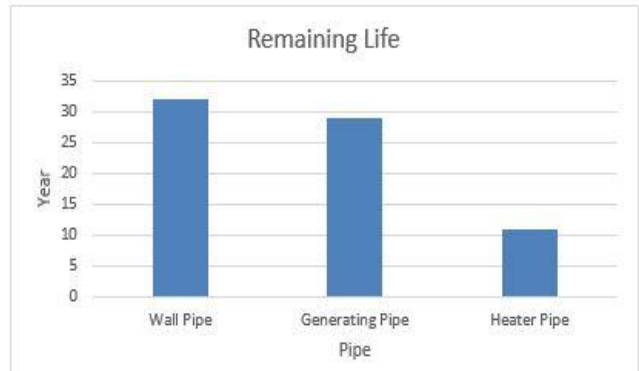
**Generating Pipe**

$$Remaining\ Life = \frac{(8,86 - 1,414)}{0,26} = 29\ year$$

**Heater Pipe**

$$Remaining\ Life = \frac{(8,64 - 1,696)}{0,59} = 11\ year$$

Hasil Perhitungan Remaining Life dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Remaining Life

Pada gambar 6 dapat kita lihat remaining life paling sedikit terdapat pada heater pipe yaitu 11 tahun pemakaian lagi. Pada generating pipe dan wall pipe hanya mendapat remaining life 29 tahun dan 32 tahun lagi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan seperti berikut ini :

1. Laju korosi pada wall pipe sekitar 0,22 mpy, laju korosi pada generating pipe sekitar 0,26 mpy, dan laju korosi tertinggi diperoleh pada heater pipe dengan laju korosi 0,59 mpy.
2. Untuk perhitungan sisa umur pada masing-masing pipa, sisa umur pipa pada wall pipe adalah sekitar 32 tahun. Sisa umur generating pipe adalah sekitar 29 tahun, dan sisa umur heater pipe adalah sekitar 11 tahun. dari hasil perhitungan didapatkan sisa umur terpanjang terdapat pada wall pipe sedangkan sisa umur pipa terpendek terdapat pada heater pipe karena pipa selalu dipanaskan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Jaenal, Helmy Purwanto, and Imam Syafa'at. 2017. "Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan." *Momentum* 13(1): 27–31.
- Fattah, Fanni. 2017. "Rancang Bangun Alat Pengayak Pasir Otomatis." *Motor Bakar : Jurnal Teknik Mesin* 1(1).
- M, Muhammad Zuchry, and Ramang Magga. 2017. "Komersil Dalam Media Air Laut." 8(2): 737–41.
- Mathematics, Applied. 2016. "濟無No Title No Title No Title." : 1–23.
- Nasution, Muslih. 2018. "Karakteristik Baja Karbon Terkorosi." *Buletin Utama Teknik* 14(1): 68–76.
- Nucci, Larry, Darcia Narvaez, and Tobias Krettenauer. 2014. "Second Edition Second Edition." *Dairy Science & Technology, CRC Taylor & Francis Group* (June): 1–542.
- Rovida C. Hartantrie, I Gede Eka Lesmana, Arif Riyadi T. K., and Agung Nugroho. Reza Abdu Rahman. 2016. *Motor Bakar Pada Mesin Konversi Energi*.
- Saputra, Afif Ari. 2021. "Perlakuan Quenching Menggunakan Variasi Media Pendingin Media Pendingin."
- Setyoko, B. 2012. "Pengaruh Tebal Pelapisan Krom Terhadap Rapat Arus Elektroplating Pada Geometri Plat, Profil Dan Pipa." *Prosiding SNST Fakultas Teknik: 70–75*. [https://publikasiilmiah.unwas.ac.id/index.php/PROSIDING\\_SNST\\_FT/article/view/54/52](https://publikasiilmiah.unwas.ac.id/index.php/PROSIDING_SNST_FT/article/view/54/52).
- Sidiq, M Fajar. 2002. "Electrochemical Process." *Metal Finishing* 100(2): 123.
- Susanto, Herdi, Joli Supardi, and Sulaiman Ali. 2020. "Tingkat Laju Korosi Atmosferik Baja Konstruksi Di Lingkungan Pabrik Kelapa Sawit." *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi* 6(2): 106.
- Zayyinun, A., and M. Widyartono. 2020. "Prototipe Mesin Stirling Menggunakan Panas Sinar Matahari Sebagai Energi Alternatif." *Teknik Elektro* 09(2): 459–66.