



Pengaruh Media Penyimpanan Tulangan Baja Terhadap laju korosi menggunakan metode *Weight Loss*

Muhammad Nur Fajar[✉], Muhammad Afiq Farham Maulana, Herlina Arifin, Didik Setyo Purwantoro, dan Alfina Maysyurah

Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sorong; Jl. Pendidikan, No. 27, Kota Sorong

DOI: 10.26623/teknika.v19i2.10356

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Disubmit 2024-08-13

Direvisi 2024-10-01

Disetujui 2024-10-29

Keywords:

Corrosion Rate, Reinforced Concrete, Weight-Loss Method

Abstrak

Lingkungan pelaksanaan proyek konstruksi yang berada di sekitar laut ataupun pembangunan yang dilaksanakan saat waktu musim hujan akan menyebabkan korosi pada tulangan jika dibiarkan tanpa perlindungan di tempat terbuka. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis laju korosi pada tulangan dengan media korosi yang berbeda-beda. Peneliti menggunakan benda uji besi tulangan dengan diameter 10mm yang akan dibiarkan pada media air laut, air hujan, ruang tertutup dan ruang terbuka lalu melewati proses korosi selama 7, 20, 40, dan 65 hari. Tulangan kemudian dianalisis menggunakan metode uji laju korosi *weight-loss* untuk mengetahui laju korosi tulangan pada media yang digunakan. Media yang menghasilkan nilai laju korosi tertinggi pada tulangan adalah media air laut, kemudian media air hujan, media ruang terbuka, dan yang terendah nilai laju korosinya adalah media ruang tertutup. Hal ini disebabkan oleh kandungan NaCl yang terdapat dalam media air laut akan mempercepat dan meningkatkan laju korosi pada tulangan.

Abstract

The environment for the implementation of construction projects around the sea or construction carried out during the rainy season will cause corrosion of the reinforcement if left unprotected in the open. The purpose of this study is to analyze the corrosion rate on the reinforcement with different corrosion media. The researcher used a reinforcing iron test piece with a diameter of 10mm that will be left in seawater, rainwater, closed rooms and open spaces and then go through a corrosion process for 7, 20, 40, and 65 days. The reinforcement was then analyzed using the weight-loss corrosion rate method to determine the corrosion rate of reinforcement on the medium used. The medium that produces the highest corrosion rate value in the reinforcement is seawater media, then rainwater media, open space media, and the lowest corrosion rate value is closed space media. This is due to the NaCl content contained in seawater media will accelerate and increase the corrosion rate of the rebar.

[✉] Alamat Korespondensi: Jl. Pendidikan, No. 27, Kota Sorong
E-mail: muhammad.n.fajar53@gmail.com

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang mempunyai iklim tropis, sehingga dapat terjadi perubahan temperatur dan kelembaban yang cukup besar setiap harinya (Wulandari & Asdim, 2023). Kondisi seperti ini dapat menyebabkan potensi kerusakan pada bahan bangunan seperti korosi tulangan beton (Ishak, 2021). Sebagian besar pelaksana pembangunan tetap menggunakan baja tulangan yang telah terkorosi sebagai tulangan beton bertulang (Anjani & Walujodjati, 2022). Hal ini tentu saja sangat merugikan, besi tulangan yang seharusnya berfungsi untuk menahan beban dan memperkuat bangunan akan berkurang kekuatannya dan akan membahayakan jika tidak segera ditangani dengan baik (Zaki, 2021). Selain itu biaya yang dikeluarkan untuk mengatasi masalah seperti ini sangat besar, karena bangunan telah berdiri dan korosi yang telah terjadi sudah parah (Ihsan, 2022).

Pemberhentian proses pembangunan dalam jangka panjang atau pembelian kebutuhan tulangan yang kemudian dibiarkan di lokasi pembangunan tanpa adanya upaya perlindungan pada tulangan dapat menimbulkan perubahan fisik seperti terbentuknya korosi pada sepanjang permukaannya (Ariyanto, 2022). Lokasi pelaksanaan proyek konstruksi yang berada dekat dengan laut ataupun pembangunan yang berada dalam kurun waktu musim hujan tentunya akan menyebabkan korosi pada tulangan jika ditinggalkan di tempat terbuka (Rasyid et al., 2021). Munculnya korosi pada permukaan tulangan baja akan menurunkan kualitas kekuatan tulangan sehingga penilaian korosi harus dilakukan untuk mengetahui tingkat risiko korosi pada beton bertulang (Astuti, 2023).

Metode kehilangan berat atau yang biasa disebut dengan metode *Corrosion Rate (weight-loss)* merupakan metode yang dapat digunakan untuk menentukan laju korosi pada suatu logam (Mahardika, 2016). Prinsip dari metode ini adalah dengan menghitung banyaknya material yang hilang atau kehilangan berat setelah dilakukan pengujian rendaman sesuai dengan standar ASTM G 31-72 yang dilakukan secara sederhana (Mulyadi & Walujodjati, 2022). Peneliti menggunakan benda uji besi tulangan dengan diameter 10 mm yang selanjutnya akan ditinggalkan pada media korosi air laut, air hujan, ruang tertutup dan ruang terbuka dan melewati proses korosi tulangan selama 7, 20, 40, dan 65 hari.

Ihsan (2022) melakukan penelitian tentang “Uji Laju Korosi Material Besi tulang Struktur Bangunan Dengan Media Air Hujan” yang bertujuan untuk menganalisis laju korosi yang dialami oleh besi beton bangunan yang dicelupkan dalam media air hujan. Besi tulangan dimasukkan dalam wadah yang berisi air hujan dan dilakukan perendaman selama 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Berdasarkan analisis dan pembahasan dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa laju korosi pada besi tulang beton dengan lama kontak dengan air hujan 7 hari sampai dengan 28 hari berada pada rentang 1,21-1,81 mm/y untuk besi beton 1 dan 1,21-1,66 mm/y untuk besi beton 2. Hal ini menunjukkan bahwa waktu kontak dengan air hujan mempengaruhi besar laju korosi pada kedua jenis besi tersebut.

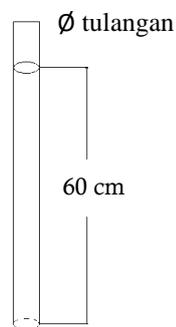
Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis laju korosi pada tulangan yang ditinggalkan pada media korosi yang berbeda-beda. Sehingga diharapkan dengan adanya data pengaruh media terhadap laju korosi tulangan yang diukur dengan metode *Corrosion Rate (weight-loss)* dapat menjadi pertimbangan pihak-pihak terkait seperti perencana dan pelaksana konstruksi agar lebih memperhatikan lingkungan penyimpanan tulangan baja pada proyek konstruksi sehingga korosi pada tulangan dapat diminimalisir.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong yang terletak di Jl. Pendidikan No. 27 Malaingkeci, Kota Sorong, Papua Barat Daya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu uji laju korosi pada besi tulangan terhadap media yang berbeda-beda.

Persiapan Sampel Tulangan

Pada penelitian ini, sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah baja tulangan polos dengan diameter 10 mm. Sampel tulangan dipotong dengan ukuran panjang 60 cm sebanyak 32 potong.



Gambar 1. Ukuran sampel tulangan.

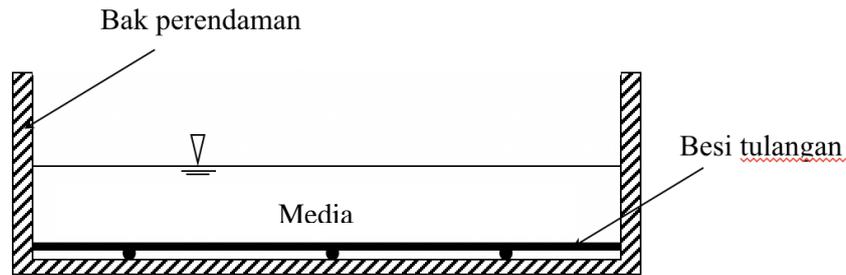
Selanjutnya, sampel yang telah dipotong ini dibersihkan permukaannya dari debu ataupun kotoran yang menempel. Setelah dibersihkan, tulangan diukur menggunakan jangka sorong pada bagian kiri, tengah dan kanan tulangan untuk mendapatkan diameter rata-rata tulangan. Lalu masing-masing sampel tulangan ditimbang untuk mengetahui berat awal sampel tulangan. Timbangan yang digunakan adalah timbangan digital dengan tingkat 0,01 gram.



Gambar 2. Proses penimbangan berat awal tulangan.

Proses Korosi Sampel Tulangan

Proses pengkorosian sampel tulangan dilakukan pada 4 media yang berbeda, yaitu media air laut, air hujan, ruang terbuka, dan ruang tertutup. Proses pengkorosian ini berlangsung dengan jangka waktu selama 7, 20 dan 40 dan 65 hari. Proses pengkorosian dilakukan dengan cara direndam untuk media air laut dan air hujan sedangkan tulangan hanya didiamkan untuk media ruang tertutup (tidak terpapar sinar matahari dan terkena air hujan) dan ruang terbuka (terpapar sinar matahari dan terkena air hujan). Proses pengkorosian tulangan pada tiap media dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Proses pengkorosian tulangan dengan media air laut dan air hujan.



Gambar 4. Proses pengkorosian tulangan dengan media ruang terbuka dan ruang tertutup.

Setelah lama waktu proses pengkorosian sampel tulangan tercapai, sampel diangkat dari medianya kemudian dikeringkan/didiamkan selama 15 menit. Dalam penelitian ini, uji laju korosi dihitung menggunakan metode *wight loss*. Untuk mengukur laju korosi pada sampel tulangan, maka harus dicari berat yang hilang akibat proses korosi yang terjadi.

Sebelum menimbang berat sampel tulangan setelah proses korosi, langkah yang harus dilakukan yaitu pembersihan sampel tulangan dari korosi yang menempel pada permukaan. Sampel tulangan dibersihkan menggunakan ampelas hingga permukaan sampel tulangan yang terkorosi benar-benar bersih. Kemudian dilakukan pengukuran kembali diameter masing-masing sampel tulangan untuk mengetahui diameter tulangan setelah proses korosi terjadi.



Gambar 5. Proses pembersihan tulangan setelah proses korosi berakhir.



Gambar 6. Tulangan yang telah dibersihkan.

Uji Laju Korosi

Selanjutnya sampel tulangan yang telah dibersihkan dan diukur diameternya ditimbang untuk mendapatkan berat akhir. Berat yang hilang dapat dicari menggunakan selisih berat awal dan akhir sampel tulangan. Berat yang hilang inilah yang akan digunakan dalam perhitungan laju korosi.

Dengan mengambil beberapa data seperti luas permukaan yang terendam pada media, waktu atau durasi proses korosi, massa jenis tulangan yang di uji, serta selisih antara berat awal dan berat akhir tulangan maka dapat dihitung nilai laju korosi tulangan. Persamaan laju korosi dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$\text{Corrosion Rate (CR)} = \frac{K \times W}{A \times T \times D} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan, K yaitu konstanta, T yaitu Time of exposure atau durasi proses korosi dilakukan, A yaitu luas permukaan tulangan, W yaitu nilai kehilangan berat atau selisih antara berat awal dan berat

akhir tulangan, dan D yaitu density atau berat jenis tulangan. Nilai konstanta (K) pada perhitungan laju korosi berdasarkan satuannya dalam persamaan 1 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konstanta perhitungan laju korosi berdasarkan satuan-satuannya.

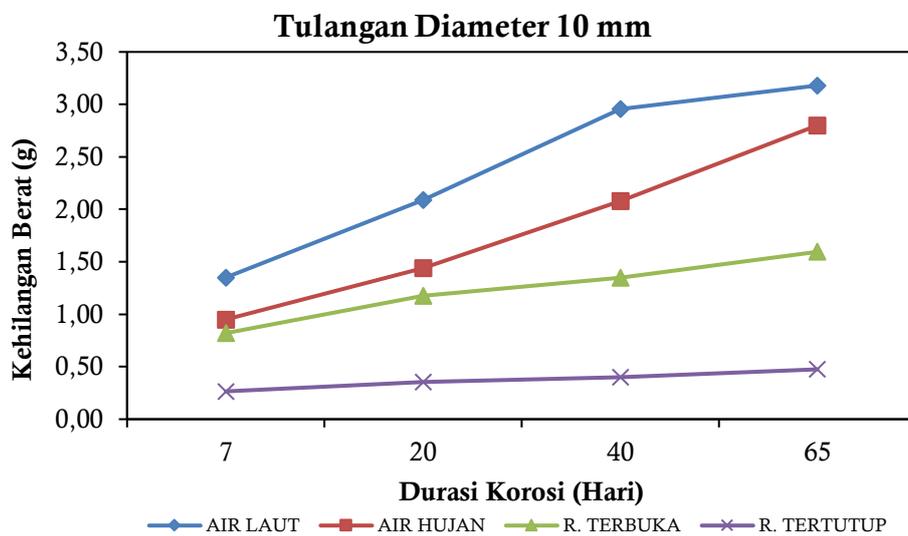
Satuan Laju Korosi / <i>Corrosion Rate</i>	Konstanta
<i>Mils per year (mpy)</i>	$3,45 \times 10^6$
<i>Inches per year (ipy)</i>	$3,45 \times 10^3$
<i>Inches per month (ipm)</i>	$2,87 \times 10^2$
<i>Milimeters per year (mm/y)</i>	$8,76 \times 10^4$
<i>Micrometer per year ($\mu\text{m}/\text{y}$)</i>	$8,76 \times 10^7$
<i>Picometers per second (pm/s)</i>	$2,78 \times 10^6$
<i>Grams per square metre per hour ($\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$)</i>	$1,00 \times 10^4 \times \text{DA}$
<i>Milligrams per square decimeter per day (mdd)</i>	$2,40 \times 10^6 \times \text{DA}$
<i>Micrograms per square metre per second ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{s}$)</i>	$2,78 \times 10^6 \times \text{DA}$

Sumber: ASTM G 31-72

HASIL DAN PEMBAHASAN

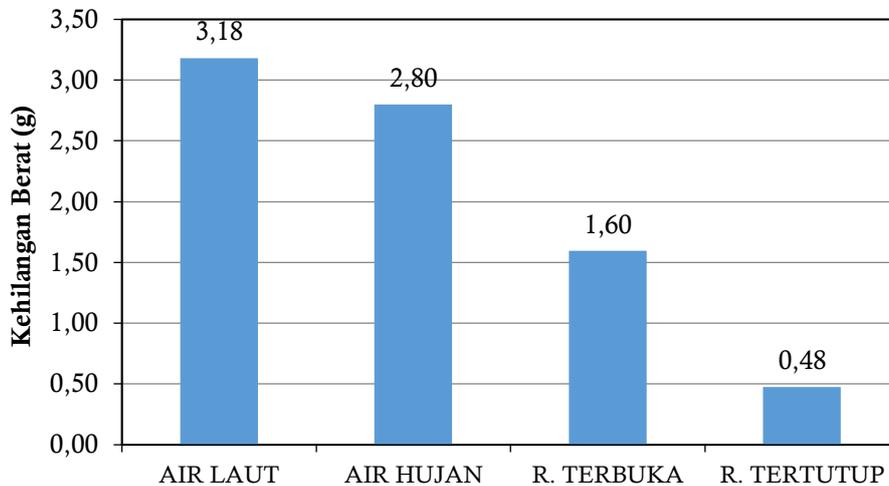
Pengaruh Media Korosi Terhadap Berat Tulangan Yang Hilang

Dari hasil pengukuran berat yang hilang pada tulangan diameter 10 mm tiap media korosi, maka dibuat grafik pengaruh media korosi terhadap berat tulangan yang hilang. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik pengaruh media korosi terhadap berat tulangan yang hilang pada tulangan diameter 10mm.

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa semakin lama durasi korosi yang dilakukan, maka semakin besar pula nilai kehilangan berat tulangan. Nilai kehilangan berat tulangan dengan durasi korosi 65 hari pada media air laut sebesar 3,18 gr, air hujan sebesar 2,80 gr, ruang terbuka sebesar 1,60 gr dan ruang tertutup sebesar 0,48 gr.

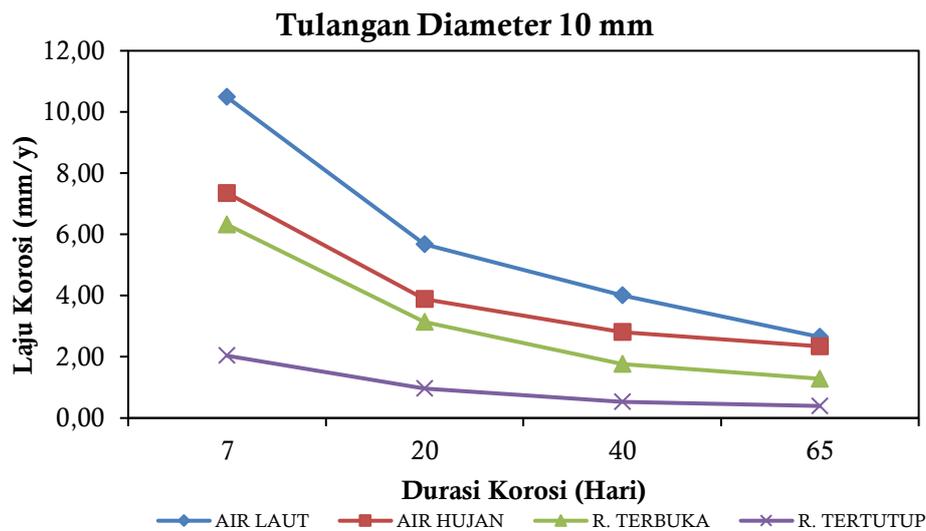


Gambar 8. Diagram perbandingan nilai kehilangan berat pada durasi korosi 65 hari.

Pada Gambar 8, dapat dilihat bahwa pada durasi korosi terlama yaitu pada durasi 65 hari, media yang menghasilkan nilai kehilangan berat tertinggi pada tulangan diameter 10 mm yaitu media air laut. Hal ini disebabkan oleh air laut yang mempunyai sifat korosif yang tinggi.

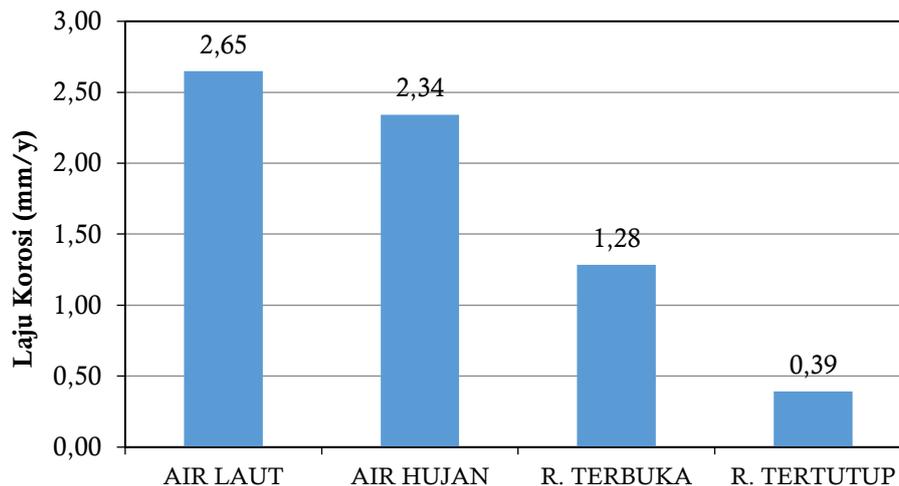
Pengaruh Media Korosi Terhadap Laju Korosi Tulangan

Dari hasil perhitungan nilai laju korosi pada tulangan diameter 10 mm pada tiap media korosi, maka dapat dibuat grafik pengaruh media korosi terhadap laju korosi tulangan yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik pengaruh media korosi terhadap nilai laju korosi pada tulangan diameter 10mm.

Berdasarkan Gambar 9, data menunjukkan bahwa semakin lama tulangan berada pada media maka semakin rendah laju korosi yang terjadi. Hal ini disebabkan karena luas permukaan tulangan semakin lama akan mengalami penebalan lapisan korosi dan menyebabkan bagian permukaan tulangan yang belum terkorosi menjadi tertutup. Perbandingan nilai laju korosi tulangan dengan durasi 65 hari pada setiap media dapat dilihat pada Gambar 10.

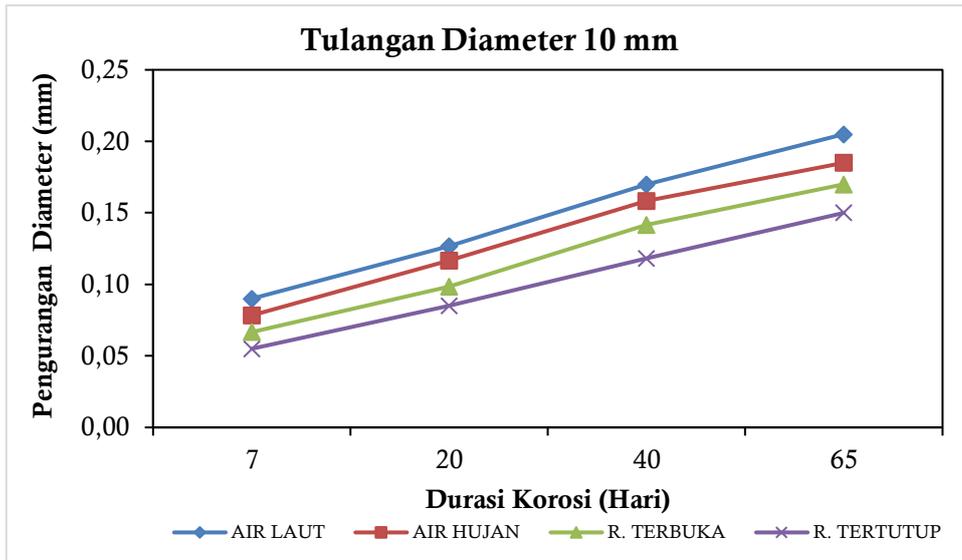


Gambar 10. Diagram perbandingan nilai laju korosi pada durasi korosi 65 hari.

Pada durasi korosi terlama yaitu pada durasi 65 hari, media yang menghasilkan nilai laju korosi yang tertinggi pada tulangan diameter 10 mm yaitu media air laut, kemudian media air hujan, media ruang terbuka, dan yang terendah nilai laju korosinya adalah media ruang tertutup. Hal ini disebabkan oleh air laut yang mempunyai nilai kehilangan berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan media lainnya.

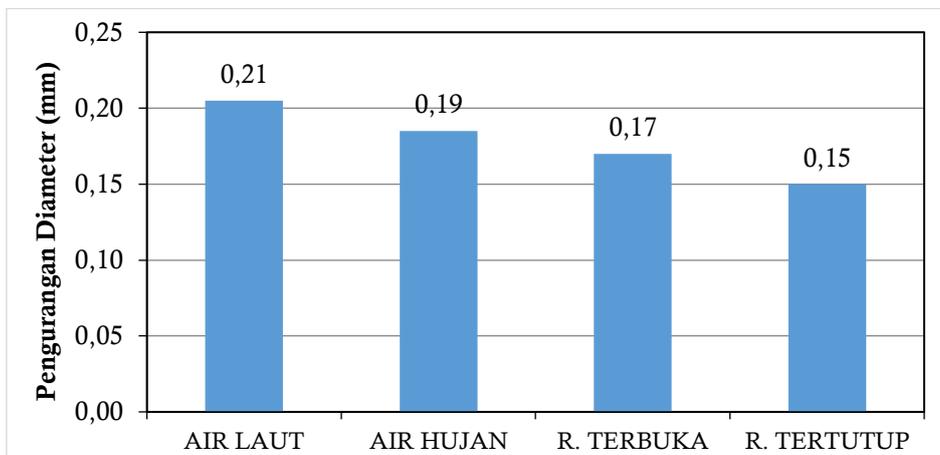
Pengaruh Media Korosi Terhadap Pengurangan Diameter Tulangan

Dari hasil pengukuran pengurangan diameter pada tulangan diameter 10 mm tiap media korosi, maka dapat dibuat grafik pengaruh media korosi terhadap pengurangan diameter tulangan yang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik pengaruh media korosi terhadap pengurangan diameter pada tulangan diameter 10mm.

Pada Gambar 11, nilai pengurangan diameter yang terjadi pada tulangan dengan durasi korosi 65 hari memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai laju korosi pada durasi 40 hari, 20 hari, dan 7 hari. Nilai pengurangan diameter tulangan pada media air laut, air hujan, ruang terbuka dan ruang tertutup pada durasi 65 hari yaitu 0,21 gr, 0,19 gr, 0,17 gr dan 0,15 gr. Perbandingan nilai pengurangan diameter dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram perbandingan pengurangan diameter pada durasi korosi 65 hari.

Pada durasi korosi terlama yaitu pada durasi 65 hari, media yang menghasilkan nilai pengurangan diameter yang tertinggi pada tulangan diameter 10 mm yaitu media air laut, kemudian media air hujan, media ruang terbuka, dan yang terendah nilai pengurangan diameternya adalah media ruang tertutup.

SIMPULAN

Media korosi dapat mempengaruhi hasil nilai uji korosi menggunakan metode *weight-loss*. Pada durasi korosi terlama yaitu pada durasi 65 hari, media yang menghasilkan nilai laju korosi yang tertinggi pada tulangan diameter 10 mm adalah media air laut, kemudian media air hujan, media ruang terbuka, dan yang terendah nilai laju korosinya adalah media ruang tertutup. Hal ini disebabkan oleh kandungan NaCl yang terdapat dalam media air laut akan mempercepat korosi yang terjadi pada tulangan (Ispandriatno & Krisnaputra, 2015). Oleh karena itu, disarankan untuk tidak menyimpan tulangan pada lingkungan yang dekat dengan air laut secara terbuka, tulangan lebih baik disimpan pada ruangan tertutup yang tidak dapat terjangkau air laut maupun air hujan sehingga dapat meminimalisir korosi yang terjadi pada besi tulangan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Standard Testing and Material (ASTM International). (1999). *ASTM-G31-72. 03*(Reapproved), 1–4.
- Anjani, W. S., & Walujodjati, E. (2022). *Pengaruh Korosi Tulangan Terhadap Panjang Penyaluran pada Beton. 1*, 311–320.
- Ariyanto, A. S. (2022). Korosi pada Baja Tulangan dan Pencegahannya (Studi Kasus Gedung Ruko Yos Sudarso Square Semarang). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 3036–3041.
- Astuti, P. (2023). Perilaku Lentur Struktur Balok Beton Bertulang Dengan Korosi Tulangan Hingga 50%. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 19(1), 14. <https://doi.org/10.25077/jrs.19.1.14-21.2023>
- Ihsan. (2022). Uji Laju Korosi Material Besi Tulang Struktur Bangunan Dengan Media Air Hujan. *Jurnal Sains Fisika*, 2(2), 45–53. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/sainfis>
- Ishak, I. (2021). Analisis Kegagalan Struktur Beton Akibat Korosi Baja Tulangan. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 70–74. <https://doi.org/10.29103/tj.v1i1.65>
- Ispandriatno, A. S., & Krisnaputra, R. (2015). Ketahanan Korosi Baja Ringan Di Lingkungan Air Laut. *Jurnal Material Teknologi Proses*, 1(1), 2477–2135.
- Mahardika, B. (2016). *STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI INHIBITOR DAN KONSENTRASI INHIBITOR TERHADAP LAJU KOROSI DAN PENENTUAN EFISIENSI INHIBISI PADA BAJA TULANGAN BETON ST 42 DI KONDISI LINGKUNGAN LAUT.*
- Mulyadi, A. A., & Walujodjati, E. (2022). Pengaruh Korosi Tulangan Secara Alami pada Balok Beton Bertulang Terhadap Kuat Lentur dan Geser. *Jurnal Konstruksi*, 20(2), 299–310. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.20-2.1213>
- Rasyid, R., Sultan, M. A., Tata, A., & Setiawan, E. (2021). Efek Korosi Tulangan Terhadap Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang. *Clapeyron : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.33387/clapeyron.v3i1.4643>
- Wulandari, T., & Asdim, A. (2023). Inhibition of Steel Corrosion Rate in Sulfuric Acid Solution with Various Concentrations Using Soursop (*Annona muricata* L.) Leaf Extract Inhibitor. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 6(2), 97–105. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol6.iss2.art1>
- Zaki, A. (2021). Pemodelan Perilaku Beton Berkarat Menggunakan ATENA 3D. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 175–186. <https://doi.org/10.31849/siklus.v7i2.7547>