Studi Pengaruh Korosi Terhadap Kapasitas Tarik Besi Tulangan

Mochammad Rizky Kurniawan[1], Dewi Pertiwi[2], Heri Istiono[3], Jaka Propika[4], Indra Komara[5]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4,5]
e-mail: r.kurniawan1244@gmail.com

ABSTRACT

Corrosion occurring in steel reinforcement due to chloride exposure is considered to be the main cause of damage to reinforced concrete structures. Direct contact with environmental influences can result in an oxidation reaction that causes corrosion. The weight loss method can be employed to calculate the corrosion rate by using the immersion time variable to get the amount of weight loss due to the existing corrosion rate. The weight loss and corrosion rate increased along with the length of the reinforced iron immersion. However, in terms of the tensile test, the reinforced iron decreased in tensile strength and strain due to the magnitude of the corrosion rate and the immersion time of the reinforced iron. Based on the test, the smallest values of weight loss and corrosion rate happened in S10 iron within 1 day, by 2 grams and 3.4389 Mpy, while the largest values existed in S16 iron within 2 weeks, by 109 grams and 13.3873 Mpy. The result of the tensile test found that the smallest and largest percentage decreases were in S13 iron by 2.35% for 24 hours and 22.97% for 336 hours. The greatest decrease in elongation occurred in S13 iron at 4.67%.

Keywords: *corrosion, reinforced steel corrosion rate, tensile strength*

ABSTRAK

Korosi yang terjadi pada tulangan baja akibat terpapar klorida dianggap sebagai penyebab utama kerusakan struktur beton bertulang. Kontak langsung dengan pengaruh lingkungan dapat mengakibatkan terjadinya reaksi oksidasi yang mengakibatkan korosi. Metode kehilangan berat digunakan dalam perhitungan laju korosi dengan menggunakan variable waktu perendaman sehingga mendapatkan hasil berupa jumlah atau berat kehilangan akibat laju korosi yang terjadi. Terjadinya peningkatan berat hilang dan laju korosi yang terjadi seiring dengan lama waktu pada saat perendaman besi tulangan. Tetapi pada pengujian tarik, besi tulangan mengalami penurunan pada kuat tarik dan regangan yang terjadi dimana terpengaruh oleh besar dari laju korosi dan lama waktu perendaman besi tulangan. Berdasarkan pengujian didapatkan nilai berat hilang dan laju korosi terkecil dialami besi S10 dengan waktu 1 hari yaitu 2 gram 3,4389 Mpy , untuk yang terbesar S16 dengan waktu 2 minggu yaitu 109 gram 13,3873 Mpy. Sedangkan dari uji tarik didapatkan prosentase penurunan terkecil dan terbesar dialami oleh besi S13 dengan prosentase 2,35% pada 24 jam, dan 22,97% pada 336 jam. Penurunan elongitas terbesar dialami oleh besi S13 dengan nilai 4,67%.

Kata kunci: Korosi, Laju Korosi Besi Tulangan, Kuat Tarik

PENDAHULUAN

Pertumbuhan Infrastruktur beton bertulang dari tahun ke tahun meningkat, dikarenakan keunggulannya yaitu tersedia secara lokal, memiliki kapasitas yang tinggi serta nilai durabilitas yang dapat memenuhi masa layan. Parameter durabilitas pada beton pun kerap menjadi pertimbangan lanjutan, sehingga banyak modifikasi material untuk dapat mempertahankan keutamaan masa layan tersebut. Salah satu parameter yang dapat mempengaruhi nilai masa layan adalah proses inisiasi karat dan propagasi korosi, yang mana nilainya akan berbeda tergantung dari kondisi serta kelas paparan yang terjadi. Investigasi terkait pengaruh korosi terhadap struktur beton bertulang dijelaskan dalam studi yang dilakukan oleh Darmawan, dkk. (2013), menganalisis tentang korosi yang terjadi pada tulangan baja akibat terpapar klorida dianggap sebagai penyebab utama kerusakan struktur beton bertulang. Kontak langsung antara baja dengan pengaruh lingkungan dapat mengakibatkan terjadinya reaksi oksidasi yang mengakibatkan korosi begitupun dengan adanya kandungan NaCl pada air laut. Sebagai tambahan, analisa kerusakan akibat

pengaruh karat juga di investigasi oleh Yudha, dkk (2015) dimana laju korosi yang terjadi berbanding lurus dengan kuat arus yang diberikan dan lama waktu yang digunakan dalam proses pengujian korosi tersebut. Berdasarkan beberapa studi terdahulu yang disampaikan sebelumnya, analisa akan berfokus pada investigasi korosi menggunakan metode percepatan. Proses percepatan korosi mengadopsi skema galvanostatik dengan penyebaran distribusi karat menggunakan parameter arus dan tegangan. Analisa akan dikontrol menggunakan parameter arus yang mana nilai tegangan akan dibiarkan bebas. Benda uji yang dipakai adalah tulangan beton bertulang yang umum digunakan sebagai elemen struktur, yaitu D10, D13, dan D16.

TINJAUAN PUSTAKA

Dasar Analisis Perhitungan

Dijelaskan pada penelitian oleh Yudha Kurniawan; dkk (2015), korosi merupakan penghancuran paksa zat seperti logam dan bahan bangunan lainnya yang disebabkan oleh agen korosif. Dalam penelitian itu juga disebutkan, bahwa korosi juga bisa diartikan sebagai penurunan suatu nilai mutu logam yang diakibatkan oleh reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungan sekitar. Korosi yang terjadi pada kondisi air laut disebabkan oleh reaksi kimia yang terjadi antara besi atau baja dengan molekul natrium klorida (NaCl). Kandungan natrium klorida (NaCl) pada air laut akan mempercepat proses terjadinya korosi pada besi atau baja. Besarnya laju korosi yang terjadi pada besi atau baja dapat diketahui dengan melakukan pengujian laju korosi untuk mengetahui besarnya laju korosi yang terjadi, kecepatan penurunan kualitas mutu besi atau baja, dan kehilangan massa yang terjadi akibat korosi. Pada penelitian M. Annas (2019), pengujian laju korosi dilakukan dengan cairan elektrolit yang dapat memicu terjadinya korosi. Cairan elektrolit yang digunakan merupakan campuran *aquadest* dengan ditambah senyawa dangan sifat korosif, yaitu larutan natrium klorida (NaCl).

Dasar Teori

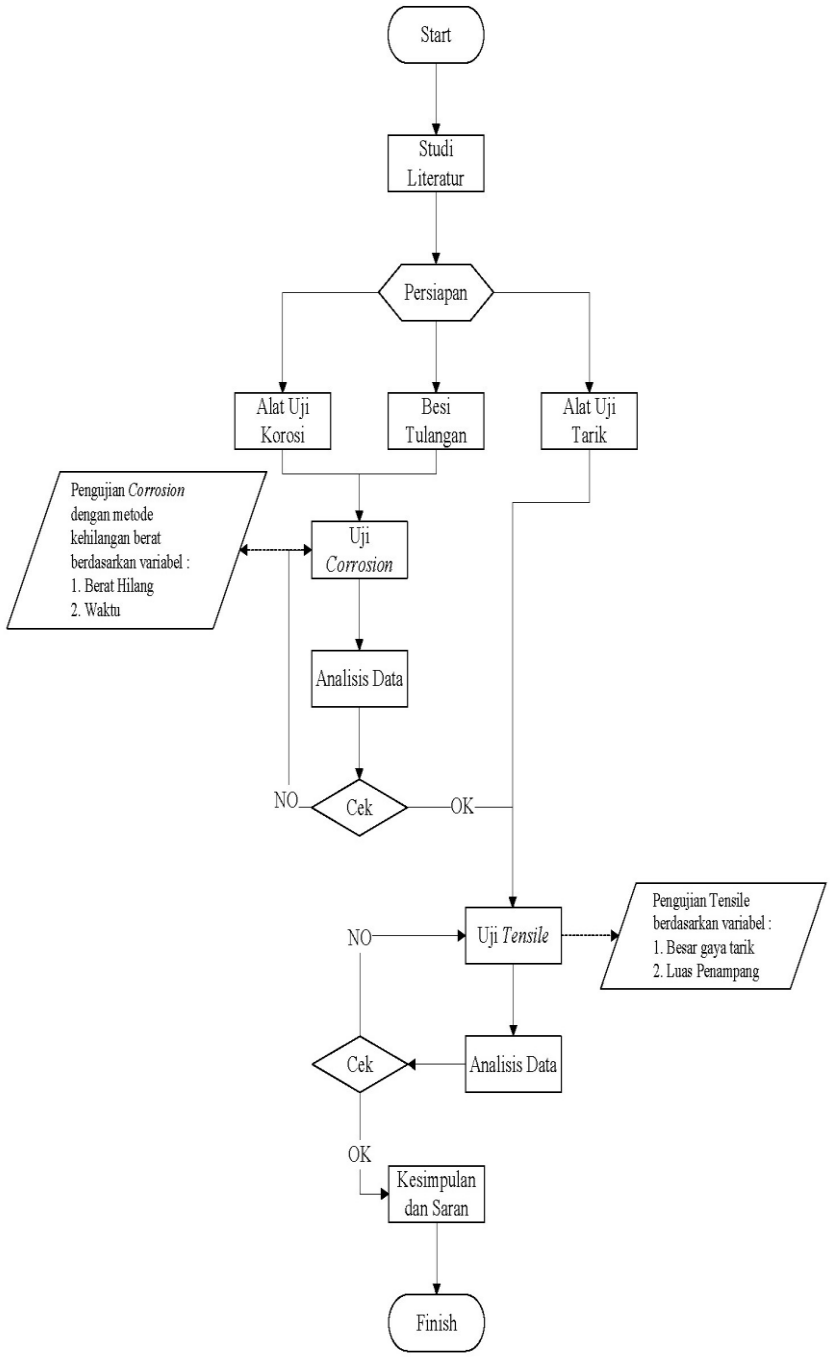
Pada penelitian *Moller* (2006) tentang pengaruh komposisi kimia baja yang dapat timbulnya lapisan anti korosif air laut. Hasil yang dari penelitian tersebut menunjukkan, komposisi kimia dari baja membentuk susunan *oxy- hidroxide* di lingkungan air laut. Adanya retakan berpori pada lapisan akan menyebabkan difusi oksigen ke permukaan baja yang menyebabkan terjadinya korosi. Bahan logam akan mengalami korosi di hampir semua bagian atmosfer ketika kelembaban melebihi 60%, tetesan air tercipta pada permukaan sehingga menyebabkan korosi. Masalah ini diperparah ketika material berada di area air laut. Kandungan NaCl yangada dalam air laut akan mempercepat proses korosi baja. Menurut jurnal Yudha K. (2015), Laju Korosi (*Corrosion Rate*) diartikan sebagai kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan tiap satuan waktu. Satuan waktu yang dipakai pada laju korosi yaitu mm/y (standar internasional) atau mill/y (standar British).

METODE

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar kehilangan massa dari tiap sample tulangan akibat korosi dalam media larutan NaCl. Variabel yang bekerja pada penelitian ini diantaranya adalah besar kuat arus (A) yang diberikan, berat dari benda uji (gram) yang hilang setelah melewati proses perendaman, dan lama waktu yang digunakan untuk perendaman (jam). Data yang diperoleh dari uji korosi kemudian dianalisa untuk menentukan besar laju korosi yang terjadi dan di plot dalam bentuk grafik untuk mengetahui besar perbedaan berat hilang dan laju korosi tiap sampel benda uji.

Setelah melewati proses uji korosi, sampel baja tulangan kemudian dilanjutkan pada proses uji kekuatan tarik untuk mengetahui besarnya penurunan kapasitas kekuatan yang diakibatkan oleh korosi. Parameter batasan dari kapasitas tarik yang digunakan yaitu dengan

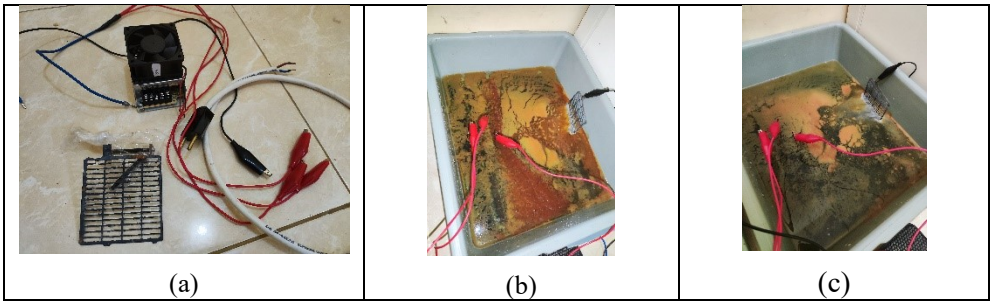
menggunakan besar kapasitas kuat tarik dari benda uji yang tidak melalui proses uji korosi. Secara skematik, desain dari alur penelitian yang dikembangkan ini ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Dalam melaksanakan pengujian laju korosi menggunakan peralatan power suply yang telah terhubung dengan anoda dan katoda yang telah disiapkan pada bak perendaman benda uji. Pada alat power suply nilai dari kuat arus dan lama waktu perendaman ditetapkan. Setelah benda uji melewati proses uji korosi, Benda uji tersebut kemudian ditimbang untuk mengetahui besar kehilangan yang telah terjadi selama masa perendaman. Benda uji yang telah selesai ditimbang kemudian dikeringkan dan setelahnya mulai untuk pelaksanaan pengujian tarik.

Dalam pengujian tarik, sampel benda uji yang tidak mengalamai pengujian korosi digunakan sebagai pengujian awal dari uji tarik untuk menetapkan batas dari kapasitastarik tiap sampel tulangan. Benda uji yang sudah kering dimasukkan ke dalam mesin pengujian tarik untuk mengetahui besar nilai dari kapasitas tarik setelah terjadinya proses korosi. Data yang diketahui pada saat pengujian korosi dan tarik dianalisa besar angka korosi yang terjadi dan prosentase penurunan kapasitas yang terjadi yang kemudian diplotkan ke dalam bentuk grafik.



(a) (b) (c)

Gambar 2. a) Pembuatan Alat, b) Uji Korosi 1 Jam, c) Uji Korosi 1 Hari.

Sumber : Kurniawan; 2023

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Laju Korosi (*Corrosion Rate*)

Seperti yang sudah dijelaskan pada jurnal Yudha K. (2015), Laju Korosi (*Corrosion Rate*) merupakan kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan tiap satuan waktu. Satuan waktu yang dipakai yaitu mm/y (standar internasional) atau mill/y (standar British). Pada penelitian ini, Analisa perhitungan laju korosi menggunakan metode kehilangan berat (weight loss) untuk menentukan besar dari nilai laju korosi yang terjadi tiap satuan waktu. Analisa nilai laju korosi pada besi tulangan adalah sebagai berikut :

Contoh perhitugan menggunakan benda uji tulangan S10

Berat Hilang

W_{loss} $= W_1 - W_2$

$= 148 - 146 = 2$ gram

Laju Korosi

$$CR = \frac{W \; x \; K}{D \; x \; A_S \; x \; T}$$

$$= \frac{2 \; x \; 3{,}45.10^6}{7{,}85 \; x \; 10649{,}88 \; x \; 24} = 3{,}4389 \text{ Mpy}$$

$= 0{,}0254 \text{ x } 3{,}4389 = 0{,}0873$ mmpy

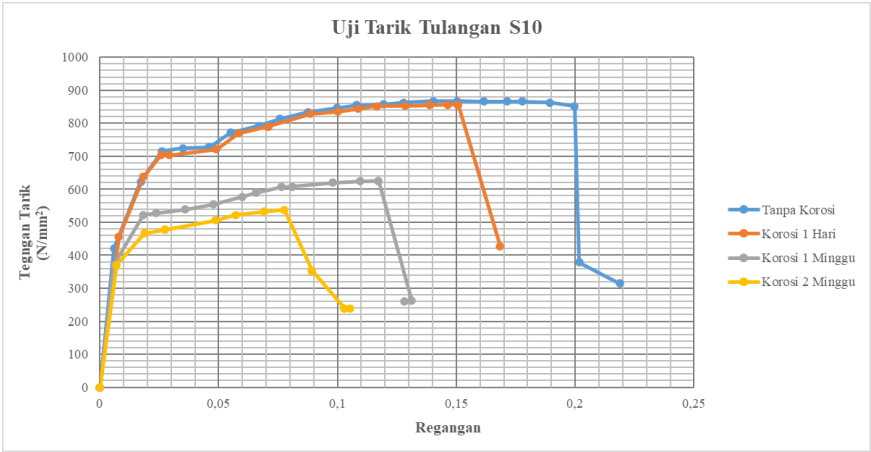
Berikut merupakan hasil rekap dari analisa total perhitungan laju korosi tulangan :

Tabel 1. Rekap Hasil Analisa Laju Korosi

Diameter Tulangan	**Massa** (gram)		**Berat Hilang**	**Laju Korosi**		**Waktu**
(mm)	Sebelum	Sesudah	(gram)	mmpy	Mpy	(jam)
10	148	146	2	0,0873	3,4389	24
	148	125	23	0,1435	5,6497	168
	150	98	52	0,1622	6,3866	336
13	298	295	3	0,1310	5,1584	24
	296	267	29	0,1809	7,1235	168
	296	218	78	0,2433	9,5799	336
16	423	418	5	0,2184	8,5973	24
	423	373	50	0,3120	12,2819	168
	420	311	109	0,3400	13,3873	336

Uji Kuat Tarik (*Tensile Test*)

Menurut Giancoli dan Douglas (2000) dalam buku yang berjudul *Physics for Scientists & Engineers Third Edition* menjelaskan bahwa kuat tarik (*tensile*) merupakan tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah bahan dalam penelitian ini yaitu besi tulangan, yang mana bahan tersebut diregangkan atau ditarik sebelum akhirnya benda tersebut patah. Mengetahui nilai dari kapasitas tarik suatu benda dapat dilakukan dengan uji tarik untuk mngetahui nilai dari regangan dan tegangan yang terjadi pada suatu benda uji. Analisa kuat tarik tulangan pada penelitian ini didapatkan dari hasil keluaran maksimal pembacaan beban pada saat pengujian sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Uji Tarik Tulangan S10

Berdasarkan grafik hasil uji kuat tarik diatas, dapat diketahui bahwa nilai dari kuat tarik tulangan mengalami penurunan tiap satuan waktu perendaman. Penurunan kapasitas tarik terbesar dialami oleh benda uji dengan lama waktu perendaman 2 minggu dengan besar penurunan 22,57% dari kuat tarik benda uji yang tanpa melalui uji perendaman korosi. Terjadi penurunan nilai regangan yang dialami oleh tiap sampel benda uji dimana benda uji dengan lama waktu perendaman dua minggu mengalami penurunan peregangan terbesar.

KESIMPULAN

Berdasarkan uji korosi dan uji kuat tarik tulangan pada penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. Besar nila berat hilang yang diakibatkan oleh pengaruh korosi tiap sampel tulangan akan terus bertambah mengikuti lamanya waktu perendaman yang dipakai saat melakukan uji korosi. Besar nilai berat hilang adalah sebagai berikut :
   S10 : 1 hari = 2 gram, 1 minggu = 23 gram, 2 minggu = 52 gram.
   S13 : 1 hari = 3 gram, 1 minggu = 29 gram, 2 minggu = 78 gram.
   S16 : 1 hari = 5 gram, 1 minggu = 50 gram, 2 minggu = 109 gram.
2. Nilai laju korosi yang terjadi pada tiap benda uji semakin besar mengikuti lama waktu perendaman, dan besarnya nilai dari berat hilang pada tiap benda uji. Besar nilai laju korosi dari tiap sampel tulangan tiap satuan waktu perendaman adalah sebagai berikut:
   S10 : 1 hari = 3,4389 Mpy, 1 minggu = 5,6497 Mpy,
   2 minggu = 6,3866 Mpy.
   S13 : 1 hari = 5,1584 Mpy, 1 minggu = 7,1235 Mpy,
   2 minggu = 9,5799 Mpy.
   S16 : 1 hari = 8,5973 Mpy, 1 minggu = 12,2819 Mpy,
   2 minggu = 13,3873 Mpy.
3. Didapatkan nilai kapasitas tarikk yang semakin menurun antara benda yang melalui uji korosi dan yang tidak melalui uji korosi yang dikarenakan hilangnya berat benda uji tiap satuan waktu perendaman, luas area permukaan yang juga semakin berkurang diakibatkan pengaruh korosi, dan lamanya waktu perendaman yang juga dapat berpengaruh pada besar nilai laju korosi yang terjadi. Besar rasio kehilangan kuat tarik besi tulangan tiap satuan waktu perendaman adalah sebagai berikut :
   S10 : 1 hari = 2,57%, 1 minggu = 9,91%, 2 minggu = 22,57%.

S13 : 1 hari = 2,35%, 1 minggu = 9,40%, 2 minggu = 22,92%.
S16 : 1 hari = 2,40%, 1 minggu = 11,28%, 2 minggu = 13,15%.

4. Nilai regangan yang didapatkan pada tiap benda uji menurun berdasarkan lamanya waktu perendaman yang diakibatkan hilangnya nilai berat dan luas permukaan akibat pengaruh korosi. Besar nilai regangan benda uji tiap satuan waktu perendaman adalah sebagai berikut :

   S10 : 1 hari = 15,07%, 1 minggu = 11,73%, 2 minggu = 7,77%.
   S13 : 1 hari = 14,3%, 1 minggu = 8,36%, 2 minggu = 4,67% .
   S16 : 1 hari = 17,2%, 1 minggu = 10,67%, 2 minggu = 9,67%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Darmawan M. S., Ridho Bayuaji., Nur Achmad H. 2013. Pengaruh Korosi Pada Beton Bertulang. ITS Press. Jawa Timur: Surabaya.

[2] Afandi Yudha K., Arief Irfan S., Amiadji. 2015. Analisa Lau Korosi pada Pelat Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan Coating. Jurnal Teknik ITS Vol. 4, No. 1. Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

[3] Pratama Muhammad A., 2019. Studi Eksperimen Ketahanan Korosi, Keausan dan Kekerasan Material Baja Paduan SS316 Sebagai Bahan Sterntube Seal Liners pada Kapal. Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro. KAPAL, Vol. 16, No. 1. 2019.

[4] Moller H., Boshoff E. T., Froneman H. 2006. The Corrosion Behavior of Carbon Steel in Natural and Synthetic Seawaters. Journal – Southh African Institute of Mining and Metallurgy. https://www.researchgate.net/publication/279574256_The_corrosion_behaviour_of_a_low_carbon_steel_in_natural_and_synthetic_seawaters.

[5] Douglas C., Giancoli, 2000. Physics for Scientists and Engineers 3rd Edition. Upper Saddler River, New Jersey, Amerika Serikat : Prentice Hall. 2000. ISBN 0130290955, ISBN 9780130290953.