

EFEK KOROSI TULANGAN TERHADAP KAPASITAS LENTUR BALOK BETON BERTULANG

Ridwan Rasyid^{1*}, Mufti Amir Sultan², Arbain Tata³, Endi Setiawan⁴

¹Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana Universitas Khairun

^{2,3,4} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Khairun

Jalan Jusuf Abdulrahman Kampus II Gambesi Kota Ternate Selatan, Indonesia

*ridwan_bombang@yahoo.com

Abstrak

Banyaknya proyek-proyek yang terhenti lantaran menunggu tahapan pengerjaan selanjutnya seringkali kali tulangan baja dibiarkan tanpa pelindung tulangan baja akan mengalami perkorosian (korosi) akibat dari cuaca dan lingkungan di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh korosi terhadap tulangan dengan menggunakan metode eksperimental dan benda uji berupa tulangan yang telah dikorosi percepat menggunakan metode pengaliran listrik dan balok beton, diameter tulangan yang digunakan adalah Ø8 dan Ø10 dan balok dengan dimensi 10 x 15 x 120 untuk uji kuat lentur, variasi waktu korosi yang digunakan adalah 24, 36, dan 72jam. Hasil pengujian menunjukkan penurunan tegangan untuk variasi 24 jam sebesar 10.9 MPa, dan variasi 36 jam mengalami penurunan sebesar 2.3% dan variasi 72 jam sebesar 12.8%. Hasil pengujian untuk tegangan tarik tulangan memiliki hasil rata-rata sebesar 454.8 MPa, dan variasi korosi 24 jam turun 0.90 % dan variasi 36 jam sebesar 0.94%, variasi korosi 72 jam memiliki presentase sebesar 2.8%.

Kata kunci: Korosi, Kapasitas Lentur, Tarik Baja, Balok

PENDAHULUAN

Banyaknya proyek-proyek yang terhenti lantaran menunggu tahapan pengerjaan selanjutnya, terutama yang terhenti pada saat pengerjaan bagian portal bangunan yang terbuat dari beton bertulang pada bagian kolom dan balok, seringkali tulangan baja dibiarkan tanpa pelindung, dengan maksud akan disambung dan dicor dengan beton saat tahapan pengerjaan akan di lanjutkan kembali.

Akibat penghentian pembangunan struktur dan menunggu tahapan pengerjaan proyek kembali, tulangan baja akan mengalami perkorosian (korosi) akibat dari cuaca dan lingkungan di sekitarnya, serangan korosi tidak hanya menyerang bangunan yang menggunakan konstruksi baja saja, namun konstruksi beton bertulang yang terlihat aman akan mengalami kerusakan yang sama pada waktu tertentu terutama pada tulangan baja. Korosi pada tulangan baja selain menyebabkan pengurangan luas permukaan juga menimbulkan volume senyawa hasil reaksi korosi yang lebih besar daripada volume baja yang bereaksi. Hal ini dapat mengakibatkan selimut beton mengalami keretakan jika kerusakan ini terus berlanjut, maka bangunan beton tidak layak dipakai lagi.

Berawal dari adanya asumsi bahwa korosi yang terjadi pada tulangan baja dapat menurunkan kekuatan beton bertulang terutama pada komponen struktur kolom dan balok, maka pemeliharaan selama proyek dilaksanakan ataupun selama proyek terhenti untuk sementara karena masalah non teknis, hendaknya menjadi perhatian serius bagi kontraktor atau pemilik

proyek sendiri (*owner*). Pengkaratan (korosi) yang terjadi pada tulangan baja diduga mempunyai pengaruh dan dampak negatif terhadap kinerja beton bertulang apabila tulangan langsung dicor, terutama untuk kuat tarik lentur antara tulangan baja dan beton. Maka dari itu pentingnya melakukan tinjauan mengenai kuat lentur antara tulangan yang telah mengalami korosi dengan tulangan yang belum korosi.

Korosi baja pada beton bertulang merupakan salah satu isu penting dalam industri konstruksi. Konsekuensi utama dari korosi baja termasuk hilangnya penampang baja, terjadi tekanan ekspansif yang menyebabkan beton retak, terkelupas dan delaminasi selimut beton. Dengan demikian, mengurangi kekuatan ikatan antara tulangan baja dan beton, dan menurunkan kekuatan struktur (Kale & Patil, 2019; Mohd Noh et al., 2018)

Degradasi kapasitas lentur struktur beton bertulang berbanding dengan peningkatan korosi karena kapasitas tulangan akan menurun setelah adanya produk karat (Krishna & Sandeep, 2019; M. A. Sultan et al., 2022; M. Am. Sultan, Gaus, Abbas, Rakhman, & Barmawi, 2020). Penggunaan selimut beton sangat penting dalam menghambat korosi tulangan, hasil penelitian menunjukkan bahwakapasitas setiap balok meningkat seiring dengan meningkatnya nilai selimut beton. Perilaku tersebut di ikuti oleh nilai dan pola retak, balok dengan selimut lebih tebal akan memiliki pola retak yang sedikit dengan nilai lebar retak lebih kecil. Salah satu dampak korosi pada tulangan yaitu dapat menurunkan daya lekat antara beton dengan tulangan, sehingga kapasitas dari balok tersebut akan menurun (Ngudiyono, 2011; Prihantono & Saefudin, 2006; Safuadi, Ariffin, Daud, Ridha, & Halim, 2007)

Pada penelitian ini akan mengklarifikasi efek dari dari korosi yang terjadi pada tulangan baja terhadap tegangan lentur pada penampang balok dan tegangan tarik pada tulangan baja itu sendiri, mengingat penampang balok dan tulangan baja adalah komponen penting dalam struktur bangunan.

Hampir semua elemen struktur bangunan seperti balok, kolom, dan pelat mengalami aksi lentur akibat beban dari luar yang bekerja padanya. Pada umumnya, pada elemen struktur yang mengalami lentur, berlaku hukum Bernaulli di mana distribusi regangan di sepanjang tinggi penampang dapat diasumsikan linier. Berdasarkan teori balok elastik, distribusi tegangan pada penampang akibat momen lentur M dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{M.y}{I} \quad (1)$$

dengan M = momen yang bekerja pada penampang, y = jarak dari sumbu netral, dan I = momen inersia penampang

Sifat fisik batang tulangan baja yang paling penting untuk digunakan dalam perhitungan perencanaan beton bertulang ialah f_y (tegangan luluh) dan E_s (modulus elastisitas). Dari suatu diagram hubungan tegangan regangan tipikal untuk batang baja tulangan diketahui bahwa tegangan luluh (titik luluh) baja ditentukan melalui prosedur pengujian standar sesuai SII 0136-84 dengan ketentuan bahwa tegangan baja pada saat mana meningkatnya tegangan tidak disertai lagi dengan peningkatan regangannya.

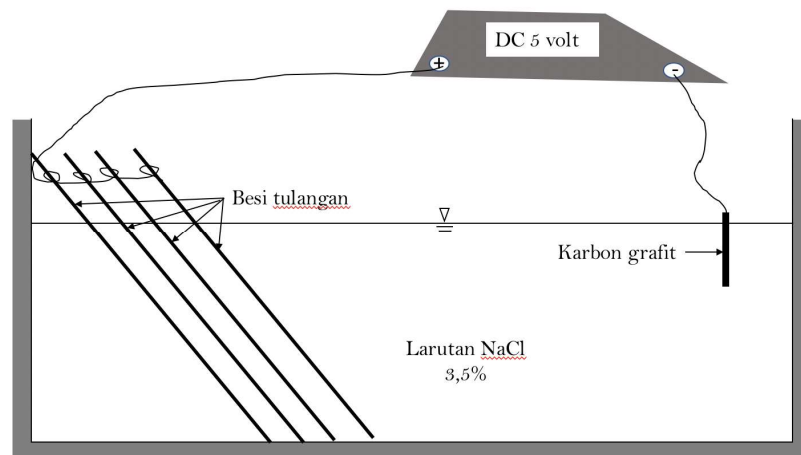
$$\sigma_y = \frac{F_y}{A} \quad (2)$$

dengan σ_y = tegangan luluh (yield), F_y = beban tarik maksimum, dan A = luas penampang awal

METODE PENELITIAN

Pengkorosian Tulangan

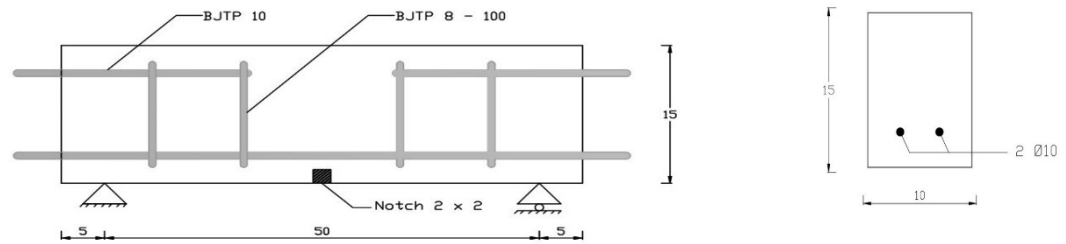
Pada penelitian ini tulangan baja dikorosisikan dengan menggunakan metode pengaliran listrik arus sebagai alat bantu untuk mempercepat proses korosi pada tulangan, tulangan direndam pada larutan NaCl 3,5%. Pada proses pengkorosian ini rangkaian disusun secara seri dengan menggunakan karbon grafit sebagai katodanya dan baja tulangan sebagai anodanya. Proses pengujian ini mengacu pada ASTM (ASTM G31 – 72, 2004). Pengujian ini dilakukan menggunakan arus DC 5 V yang berasal dari *power supply* sebagai alat bantu mempercepat korosi. Proses pengujian untuk percepatan korosi seperti pada gambar 1 (Barmawi et al., 2021; M. A. Sultan, Gaus, Rakhman, & Barmawi, 2020). Variasi waktu pengkorosian tulangan baja masing-masing 24, 36, dan 72 jam.



Gambar 1. Pengujian percepatan korosi pada tulangan dengan pengaliran listrik

Benda uji

Benda uji yang digunakan berbentuk balok dengan dimensi 10x15x60 cm dengan mutu beton 25 MPa. Menggunakan tulangan lentur 2d10, bagian tengah balok diberi notch dengan ukuran 2x2 cm. Detail benda uji seperti pada gambar 2.



Gambar 2.Detail benda uji

Tiga benda menggunakan tulangan tidak korosi sebagai balok kontrol dengan simbol BN, selanjutnya masing-masing 3 benda uji dengan tulangan yang telah terkorosi dengan variasi lama korosi 24, 36 dan 72 jam dengan simbol BK-1, BK-2, dan BK-3, rincian benda uji seperti pada tabel 1.

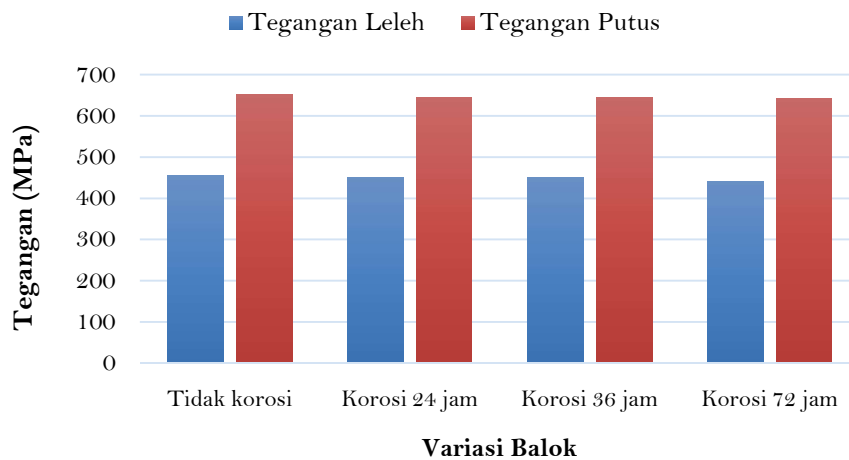
Tabel 1. Variasi benda uji

Benda Uji	Jumlah(buah)	Lama Pengkorosian Tulangan (jam)	Jenis Pengujian
BN	3	-	Uji lentur
BK-1	3	24	Uji lentur
BK-2	3	36	Uji lentur
BK-3	3	72	Uji lentur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Lama Pengkorosian dengan Tegangan Baja Tulangan

Pengujian tarik baja dilakukan menggunakan mesin uji tarik UTM (*Universal Testing Machine*), pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanik Fakultas Teknik Politeknik Negeri Ujung Pandang. Adapun hasil pengujian kuat Tarik baja tulangan seperti ditunjukkan pada gambar 3.

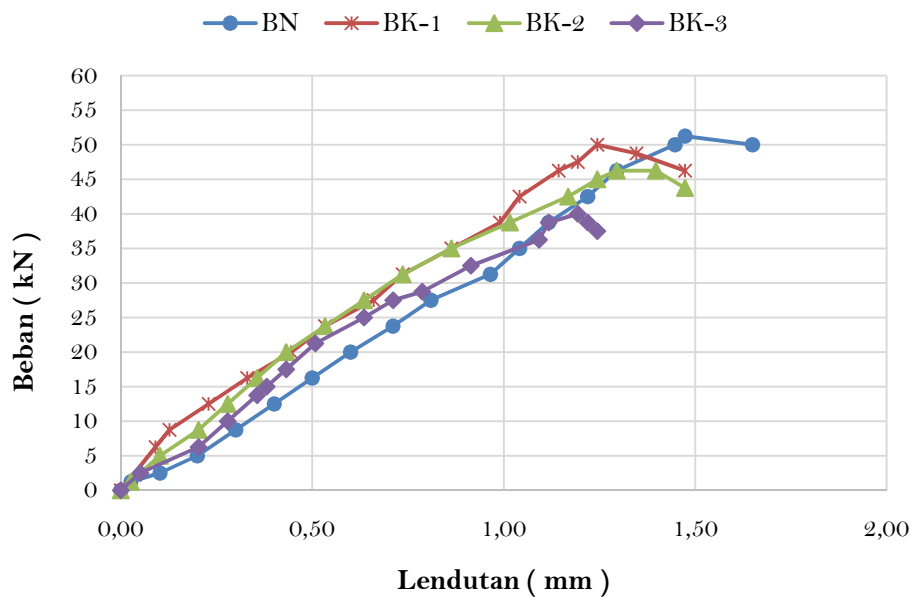


Gambar 3. Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan dengan variasi lama pengkorosian

Dari gambar 3 dapat dijelaskan bahwa seiring dengan lama proses percepatan korosi maka tegangan leleh dan tegangan putus cenderung mengalami penurunan. Nilai penurunan tegangan leleh tulangan terkorosi 24, 36 dan 72 jam terhadap tulangan tanpa korosi masing-masing sebesar 0,88%; 0,94%; dan 2,84%. Nilai penurunan tegangan leleh putus terkorosi 24, 36 dan 72 jam terhadap tulangan tanpa korosi masing-masing sebesar 1,29%; 0,89%; dan 1,42%.

Hubungan Beban dan Lendutan

Hubungan beban dan lendutan untuk semua jenis balok seperti ditunjukkan pada gambar 4

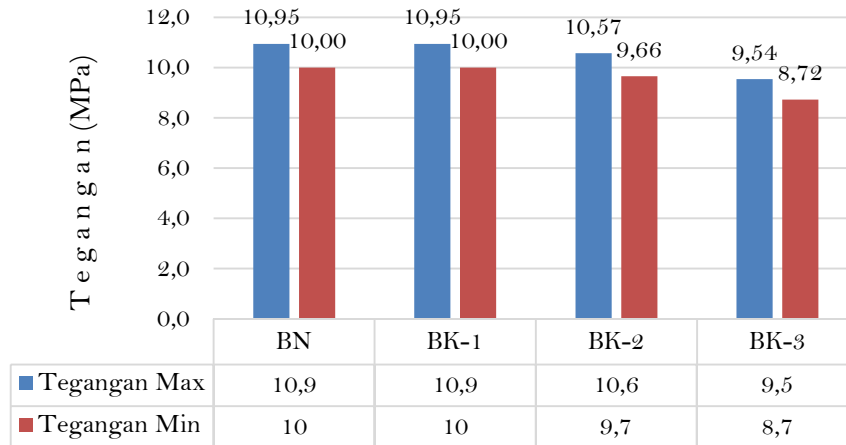


Gambar 4. Hubungan beban dan lendutan untuk semua jenis balok

Berdasarkan gambar 4, hubungan beban dan lendutan dari ke 4 jenis balok tersebut dapat dilihat bahwa balok tanpa tulangan korosi (BN) mempunyai kemampuan dalam menerima beban lebih baik dibandingkan dengan balok lainnya. Balok BN mempunyai kemampuan lebih tinggi dalam menerima beban yaitu sebesar 51,25 kN, untuk balok dengan korosi tulangan 24 jam (BK-1), 36 jam (BK-2) dan 72 jam (BK-3) mampu memikul beban maksimum masing-masing secara berurutan 50,00 kN; 46,25 kN; dan 38,75 kN. Prosentase penurunan kapasitas balok dalam menerima beban maksimum terhadap BN masing-masing 4,88% untuk BK-1, 9,76% untuk BK-2 dan 24,29% BK-3. Penurunan kapasitas balok tersebut diakibatkan karena penurunan tegangan tarik tulangan seiring dengan tingkat korosi tulangan tarik.

Kapasitas lentur balok

Berdasarkan gambar 5 dapat diketahui bahwa kapasitas penampang balok dalam memikul beban lentur mengalami penurunan setelah pengkorosian selama 36 jam (BK-2) dan 72 jam (BK-3), besar penurunan kapasitas penampang balok adalah sebesar 2.75% untuk BK-2 dan penurunan sebesar 12.8% pada balok BK-3.



Gambar 5.Kapasitas penampang balok dalam memikul momen lentur

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut. :

- Tegangan tarik antara tulangan baja normal dengan tulangan baja yang mengalami korosi memiliki hasil yang tidak terlalu signifikan dengan tulangan normal memiliki hasil rata-rata sebesar 454.8 MPa, dan terjadi penurunan dengan tulangan korosi 24 jam sebesar 0.90 % dan penurunan untuk tulangan korosi 36 jam sebesar 0.94% dan untuk korosi 72 jam memiliki presentase sebesar 2.8%.
- Kemampuan balok dalam menerima beban maksimum mengalami penurunan seiring dengan lama pengkorosian baja tulangan, penurunan beban maksimum pada pengkorosian tulangan 72 jam sebesar 24,39 terhadap balok dengan tulangan tidak korosi.
- Kapasitas penampang balok dalam menerima beban lentur mengalami penurunan seiring dengan tingkat korosi tulangan.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM G31 – 72. (2004). Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of

Metals. *ASTM International*, 1, 5–7.

- Barmawi, N., Amir, M., Yunus, M., Abbas, H., Studi, P., Sipil, T., ... Khairun, U. (2021). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Tembakau Sebagai Inhibitor Pada Tulangan Beton Bertulang. *Rekayasa Sipil*, 15(1), 16–21.
- Kale, S. R., & Patil, S. (2019). Experimental Investigation of Effect of Corrosion on Reinforced Concrete Beam. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 8(07), 193–198.
- Krishna, N. K., & Sandeep, S. (2019). *The Effect of Rice Husk Ash Addition As Pozzolan on Geopolymer Binder Using Alkali Activators*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/588/1/012035>
- Mohd Noh, H., Idris, N., Md Noor, N., Sarpin, N., Zainal, R., & Kasim, N. (2018). Structural Effects of Reinforced Concrete Beam Due to Corrosion. *E3S Web of Conferences*, 34, 1–9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183401024>
- Ngudiyono, N. (2011). Pengaruh Korosi Tulangan Baja Terhadap Kuat Lekat Balok Beton Bertulang (Influence Corrosion of Steel Reinforcement to Bond Strength Reinforced Concrete Beam). *Jurnal Teknik Rekayasa*, 12(1), 80–87.
- Prihantono, P., & Saefudin, S. (2006). Pengaruh Korosi Baja Tulangan Terhadap Kuat Lekat Beton Bertulang. *Menara*, 1(2), 182–199.
- Safuadi, S., Ariffin, A. K., Daud, A. ., Ridha, M., & Halim, A. (2007). Pengaruh Perlakuan Baja Tulangan Terhadap Korosi Struktur Beton Bertulang. *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, SNTTM-VI*.
- Sultan, M. A., Gaus, A., Rakhman, K. A., & Barmawi, N. (2020). Penggunaan Ekstrak Tembakau Sebagai Inhibitor Pada Beton Bertulang Menggunakan Pasir Laut dan Air Laut. *Teras Jurnal*, 10(1), 17–26.
- Sultan, M. A., Gaus, A., Studi, P., Teknik, M., Pascasarjana, P., Khairun, U., ... Khairun, U. (2022). Efek Perkuatan Glass Fiber Reinforce Polymer- Sheet Pada Balok Beton Bertulang Dengan Tulangan Korosi. *Teras Jurnal*, 12(1), 103–116.
- Sultan, M. Am., Gaus, A., Abbas, M. Y. H., Rakhman, K. A., & Barmawi, N. (2020). Use of rice husk ash as natural inhibitors in reinforced concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 575(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012076>