

# KAKISAN TETULANG KELULI DALAM KONKRIT

Pengarang: Ir. Dr. Justin LAI Woon Fatt | 29 Sep, 2022

## APAKAH KAKISAN TETULANG KELULI DALAM KONKRIT?

Kakisan keluli ditakrifkan sebagai proses degradasi tetulang keluli yang disebabkan oleh tindak balas kimia dalam konkrit akibat tindakan alam sekitar. Apabila keluli bertindak balas dengan air atau klorida, tindak balas kimia akan berlaku, mengakibatkan pembentukan filem skala di sekeliling bar keluli, yang dikenali sebagai karat. Akibat pembentukan karat secara progresif dari masa ke semasa, isipadu tetulang keluli meningkat dan tegasan dalaman akan dijana dalam konkrit, menyebabkan keretakan, pecah, dan lepuhan konkrit <sup>[1]</sup>. Lama-kelamaan, keluli akan kehilangan fungsinya. Kakisan keluli adalah masalah struktur utama yang sering dikaitkan dengan kebimbangan ketahanan yang serius. Pengaratan akan berlaku di seluruh bar keluli jika bar keluli tidak dirawat dengan berkesan dan segera. Oleh itu, tindakan segera mestilah diambil untuk pemulihan bar keluli sebelum kakisan berkembang mengakibatkan keruntuhan sebahagian atau keseluruhan struktur.



Rajah 1: Kakisan Tetulang Keluli dalam Konkrit <sup>[2]</sup>

## MENGAPA KAKISAN BERLAKU PADA TETULANG KELULI DALAM KONKRIT?

### a. Kelembapan konkrit

Kelembapan konkrit mungkin disebabkan oleh kebolehtelapan air, resapan air, dan kebocoran air. Kelembapan konkrit biasanya lebih tinggi di dalam tandas dan ruang bawah tanah dengan kandungan lembapan yang berlebihan dan kelembapan udara yang tinggi. Apabila terdapat pembentukan rekahan pada struktur tanpa mengira saiznya, pasti terdapat resapan air. Apabila air menembusi struktur konkrit, kelembapan boleh menyebabkan pengaratan yang boleh melemahkan kekuatan konkrit. Di samping itu, retakan boleh mendedahkan keluli tetulang kepada atmosfera dan meningkatkan pengkarbonan <sup>[3]</sup>. Selain itu, kelembapan berlaku apabila terdapat nisbah air-ke-simen yang tinggi di mana lebih air dikenali sebagai 'air bebas'. Lebih lembapan dalam konkrit boleh mempercepatkan proses pengaratan. Selain itu, kelembapan boleh disebabkan oleh reka bentuk yang tidak sesuai yang menyebabkan struktur konkrit terdedah terus kepada keadaan cuaca yang teruk.

### b. Ketidalcukupan penutup konkrit

Penutup konkrit memainkan peranan penting dalam melindungi tetulang keluli daripada kakisan yang disebabkan oleh kesan alam sekitar. Ketidalcukupan penutup konkrit mungkin disebabkan oleh mutu kerja yang kurang baik di mana pengatur jarak tidak mencukupi digunakan, atau tetulang menjadi tersesar apabila konkrit dituang dan dipadatkan. Apabila penutup konkrit tidak mencukupi, ia memudahkan kemasukan lembapan, dengan itu mengakibatkan berkarat. Kakisan tetulang keluli akan berlaku jika penutup konkrit tidak mencukupi. Ini disebabkan oleh penutup konkrit yang tidak mencukupi yang membenarkan kemasukan lembapan. Selain itu, penutup konkrit yang tidak mencukupi boleh mempercepatkan proses pengkarbonan dan pengklorinan, terutamanya

di bangunan berhampiran laut dengan kelembapan maksimum dan pendedahan kepada klorida. Oleh itu, jurutera perlu mengenal pasti tanda-tanda penutup konkrit yang tidak mencukupi dan mereka bentuk pembaikan yang betul berdasarkan keadaan persekitaran untuk memanjangkan hayat konkrit bertetulang.

**c. Kekotoran dalam air pembinaan**

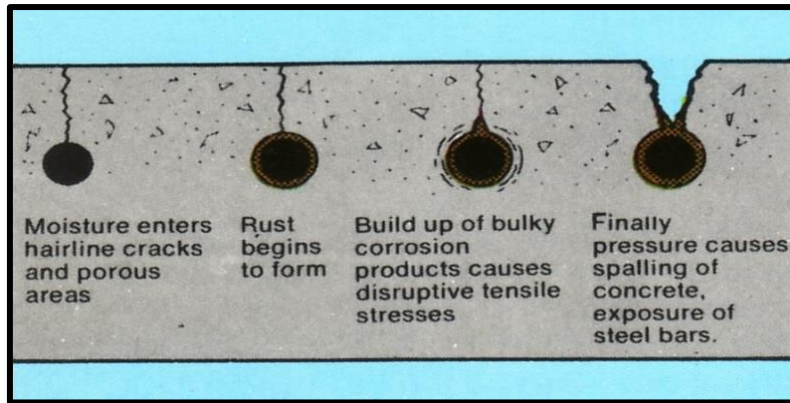
Beberapa contoh kekotoran dalam air pembinaan ialah zarah terampai, pelbagai garam bukan organik, minyak galian, gula dan alga [4]. Apabila air dengan kekotoran ditambah semasa bancuhan konkrit atau pengawetan konkrit, ia akan menyebabkan kekotoran bercampur dengan konkrit. Kehadiran gula dalam kuantiti yang berbeza boleh mempercepatkan atau melambatkan proses penetapan simen. Kehadiran alga dalam air mengurangkan ikatan antara agregat dan pes simen, ini menyebabkan kekuatan konkrit yang lebih rendah. Selain itu, kekotoran dalam air mungkin mengurangkan sifat alkali konkrit yang penting untuk melindungi tetulang keluli. Apabila kealkalian konkrit yang digunakan untuk melindungi tetulang keluli berkurangan, kekotoran air seperti sulfat akan membawa kepada pengaratn tetulang keluli, menyebabkan degradasi tetulang keluli dan kemerosotan konkrit.

**d. Serangan bahan kimia**

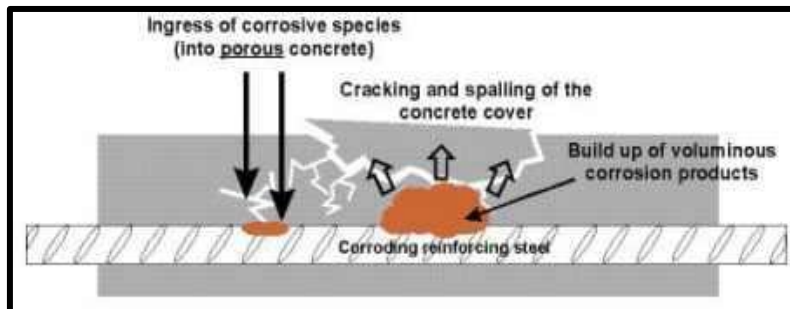
Terdapat pelbagai serangan bahan kimia pada bar tetulang keluli. Contohnya, pengkarbonan dan pengklorinan. Pengkarbonan berlaku apabila komponen alkali konkrit dineutralkan oleh karbon dioksida di udara, yang membawa kepada pembentukan kalsium karbonat. Rebar menjadi tidak dilindungi daripada kealkalian konkrit dalam persekitaran yang dineutralkan ini. Lama-kelamaan, zon permukaan berkarbonat mencapai kedalaman rebar yang boleh mencetuskan kakisan yang ketara, sekali gus menyebabkan keretakan pengecutan dalam konkrit. Kehadiran klorida akan menyebabkan pengklorinan dan meningkatkan proses elektrokimia keluli. Pengklorinan bukan sahaja akan meningkatkan keretakan dalam konkrit, tetapi ia juga akan bertindak sebagai katod, manakala keluli bertindak sebagai anod. Ini menghasilkan proses elektrokimia yang akhirnya membawa kepada pengaratn keluli tetulang. Akibat daripada serangan kimia ini, kadar kakisan keluli akan meningkat, sekali gus membawa kepada kemerosotan keluli dan kemerosotan konkrit.

## **BAGAIMANAKAH KAKISAN DIIMPLIKASIKAN DALAM TETULANG KELULI DALAM KONKRIT?**

Proses kakisan berterusan bagi tetulang keluli boleh menyebabkan kesan buruk terhadap kebolekhidmatan struktur dengan keretakan atau bahkan regangan konkrit. Ia juga mungkin mengurangkan kapasiti tahanan galas beban yang boleh menjejaskan keselamatan struktur. Apabila kakisan keluli tetulang berkembang dengan ketara dan karat terkumpul dari semasa ke semasa, ia menyebabkan pengembangan isipadu bar keluli dan menjana tekanan dalaman pada permukaan konkrit di sekeliling bar keluli. Tekanan yang disebabkan oleh tetulang keluli berkarat yang dikenakan pada konkrit akan menyebabkan keretakan. Lebih teruk kakisan, lebih luas rekahan akan terbentuk, dan pemecahan konkrit mungkin berlaku akibat kehilangan lekatan antara konkrit dan tetulang keluli. Ia akan mengakibatkan konkrit membentuk berbilang lapisan, bersisik, dan mengelupas. Apabila pemecahan konkrit berlaku, tetulang keluli bersentuhan langsung dengan atmosfera. Oleh itu, tetulang keluli akan menjadi rapuh, menyebabkan tetulang keluli terputus yang selalunya datang bersama-sama dengan lengkokan tetulang keluli. Tanpa pemulihan yang tepat pada masanya dan berkesan, tetulang keluli yang terhakis akhirnya akan kehilangan kekuatan asalnya dan keruntuhan bangunan tidak dapat dielakkan.



Rajah 2: Kesan Kakisan Tetulang Keluli dalam Konkrit [3]



Rajah 3: Pemecahan Konkrit [5]

## BAGAIMANA UNTUK MELAKSANAKAN KAWALAN KAKISAN UNTUK TETULANG KELULI DALAM KONKRIT?

Kawalan kakisan tetulang keluli adalah penting untuk mengelakkan kemerosotan dan kegagalan struktur konkrit. Kakisan tetulang keluli kebanyakannya berkaitan dengan kesan alam sekitar, kualiti konkrit serta kualiti amalan pembinaan. Sebagai langkah pertama kawalan kakisan tetulang keluli, amalan pembinaan harus diwujudkan untuk memastikan kualiti konkrit yang baik. Pastikan kualiti bahan konkrit mematuhi piawaian yang ditetapkan. Menggunakan konkrit berkualiti tinggi adalah penting untuk mengekalkan sifat alkali yang sesuai untuk melindungi tetulang keluli [3]. Selain itu, kerja pembinaan harus dilakukan dengan mutu kerja yang baik. Penjagaan harus dititikberatkan semasa mencampur, meletakkan dan memampatkan konkrit untuk mengawal kakisan tetulang keluli. Seterusnya, adalah penting untuk memastikan bahawa terdapat salutan konkrit dan penutup konkrit yang mencukupi. Penutup konkrit yang sesuai dan mencukupi boleh melindungi keluli daripada kesan berbahaya seperti pengklorinan dan pengkarbonan. Tambahan pula, kalis air konkrit perlu dilakukan untuk mengelakkan kelembapan permukaan konkrit dan mengelakkan atau sekurang-kurangnya meminimumkan air daripada meresap ke arah tetulang keluli.

## KESIMPULAN

Kakisan tetulang keluli dalam konkrit boleh menyebabkan kemerosotan keluli dan kemerosotan konkrit. Kemerosotan lanjutan boleh mengakibatkan pengurangan kekuatan konkrit, peregangan konkrit, dan dalam kes yang melampau, kegagalan struktur. Oleh itu, kakisan tetulang keluli dalam konkrit mestilah diambil perhatian kerana konkrit tetulang adalah salah satu binaan penting yang memainkan peranan dalam menyokong beban struktur bangunan. Untuk mengelakkan dan mengurangkan kakisan keluli tetulang dalam konkrit, kawalan kakisan harus dilaksanakan. Setelah kakisan keluli tetulang dikesan, adalah perlu untuk mencari punca dan mengambil tindakan segera untuk merawatnya dengan berkesan sebelum keadaan menjadi lebih teruk.



**Ir. Dr. Justin LAI Woon Fatt**  
CEO/ Pengasas  
IPM Group

*Rujukan:*

- [1] Desai, M. (2020). Causes of Corrosion of Reinforcement Steel in Concrete. GharPedia. Retrieved on 29<sup>th</sup> Sept 2022 from <https://gharpedia.com/blog/causes-of-corrosion-of-reinforcement-steel/>
- [2] Facilitator, C. (2021). Corrosion Protection methods for Steel Reinforcement in Concrete. Constro Facilitator. Retrieved on 29<sup>th</sup> Sept 2022 from <https://www.constrofacilitator.com/corrosion-protection-methods-for-steel-reinforcement-in-concrete/>
- [3] Happhoadmin, H. (2020). Corrosion of Steel Reinforcement: Causes, Effects and Remedies. Happho. Retrieved on 29<sup>th</sup> Sept 2022 from <https://happho.com/corrosion-steel-reinforcement-causes-effects-remedies/>
- [4] Neenu. (n.d.) The Constructor Building Idea. Retrieved on 29<sup>th</sup> Sept 2022 from <https://theconstructor.org/concrete/effect-water-impurities-concrete-properties/17123/>
- [5] Madeh Izat. (n.d.). What is spalling concrete? Their causes and repair. The Contractor Building Idea. Retrieved on 29<sup>th</sup> Sept 2022 from <https://theconstructor.org/practical-guide/spalling-concrete-causes-repair/26027/>

*\*\*This Malay translation is for reference only. If the meaning of the Malay translation is inconsistent with the original English version, the original English version shall prevail.*