

STUDI KOMPARATIF METODE SAND BLASTING DENGAN BONDING AGENT DAN PERKUATAN WIREMESH PADA PERBAIKAN SELIMUT BETON

Andi Isdyanto¹⁾, Rudy Djamaluddin²⁾, M. Wihardi Tjaronge³⁾, Rita Irmawaty⁴⁾

¹Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

²Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

³Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

⁴Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

E-mail: isdyandi76@gmail.com

Abstract

Abstract This research compares two repair methods for concrete cover spalling due to rebar corrosion: the Sand Blasting with Bonding Agent method and the Wiremesh Reinforcement method. The main objective is to evaluate the mechanical performance, bond strength (adhesion), and durability of the repaired concrete specimens. A quantitative experimental approach was used, creating and artificially damaging concrete beam specimens to simulate the damage. The damaged specimens were then repaired using the two methods. The first method involved cleaning the surface with sand blasting and applying a bonding agent before patching. The second method used wiremesh as external reinforcement, installed with anchors before applying the repair mortar. Both sets of repaired specimens were then comprehensively tested, including compressive strength, flexural strength, and bond strength tests. The results show that both methods significantly restore the structural integrity of the damaged concrete. However, the wiremesh reinforcement method demonstrated superior performance in enhancing the flexural strength and shear capacity in the repaired areas. Meanwhile, the sand blasting with bonding agent method showed excellent bond strength and was effective for more superficial damage. The study concludes that the sand blasting method is ideal for repairing local, non-structurally critical spalling, while the wiremesh method is more suitable for large-scale damage requiring increased structural capacity and crack resistance.

Keywords: *Concrete Repair, Spalling, Sand Blasting, Bonding Agent, Wiremesh, Flexural Strength, Durability.*

PENDAHULUAN

Selimut beton (concrete cover) merupakan lapisan pelindung pertama tulangan terhadap pengaruh lingkungan, yang berperan menghambat masuknya klorida, karbonasi, dan kelembapan sehingga mengurangi risiko korosi baja serta menjaga kinerja jangka panjang elemen beton bertulang. Kerusakan pada selimut—akibat retak susut, karbonasi, penetrasi klorida, atau siklus beku-cair—sering berkembang menjadi spalling dan pelepasan lapisan, yang pada gilirannya menurunkan kapasitas dan keawetan struktur (Bai, Song, Lin, & Zhou, 2024). Dalam praktik perbaikan, keberhasilan tambalan (patch repair) ditentukan oleh mutu antarmuka (interface) antara beton lama dan material perbaikan. Kegagalan paling umum adalah debonding di zona transisi antarmuka (ITZ) akibat persiapan permukaan yang tidak

memadai, inkompatibilitas modulus/susut, dan pembebanan termal–mekanis (Bai et al., 2024).

Dua pendekatan teknis yang banyak diterapkan untuk meningkatkan keberhasilan perbaikan selimut ialah (1) penggunaan bonding agent guna meningkatkan adhesi/lekatan dan mengubah karakter ITZ, serta (2) perkuatan permukaan dengan wiremesh (jacket/overlay berbasis jaring kawat atau mesh) untuk mengendalikan retak, meningkatkan daktilitas, dan memberikan pengekangan lokal. Panduan desain–pelaksanaan internasional menekankan bahwa pemilihan material perbaikan dan bonding system harus mengikuti prinsip kompatibilitas mekanik–termal serta kontrol susut, disertai persiapan permukaan abrasif (mis. sandblasting) sesuai standar (EN 1504-10: aplikasi–kontrol mutu; EN 1504-4: sistem perlekatan struktural/permukaan) dan Concrete Repair Code ACI 562-21 (EN 1504-4; EN 1504-10; ACI, 2021).

Secara mekanisme, bonding agent (epoksi, lateks polimer, atau semen–polimer) membentuk lapisan perantara yang meningkatkan energi permukaan, mengisi pori mikro, dan memperbaiki interlocking mekanik sehingga kekuatan geser tarik antarmuka (slant-shear/pull-off) dan ketahanan fatik–termal meningkat. Studi eksperimental terbaru menunjukkan bahwa strategi “persiapan permukaan + bonding agent yang tepat + mortar kompatibel” secara konsisten menaikkan ketahanan antarmuka terhadap beban statik–siklis dan siklus termal (Bai et al., 2024).

Di sisi lain, perkuatan wiremesh dalam bentuk jaket mortar tipis (ferrocement/mesh jacketing) bekerja sebagai tulangan distribusi permukaan yang membatasi pembukaan retak, menahan tegangan tarik akibat susut/termal, serta menambah kapasitas lentur–geser lokal lapisan perbaikan. Pada elemen bertulang, penerapan mesh (baja atau serat mineral) pada overlay tipis terbukti menurunkan lebar retak dan meningkatkan kapasitas hingga puluhan persen dibanding mortar tanpa mesh—seraya menjaga ketahanan antarmuka bila dikombinasikan dengan persiapan permukaan dan bonding yang benar (Abraha & Choi, 2022; Hallem, 2020).

Dalam konteks regulasi nasional, perencanaan dan pelaksanaan perbaikan harus selaras dengan SNI terkini terkait beton struktural dan praktik pekerjaan beton (mis. SNI 2847:2019 untuk persyaratan beton struktural) serta pedoman teknis Kementerian PUPR. Standar tersebut menekankan mutu bahan, durabilitas, dan quality control lapangan sebagai prasyarat kinerja jangka panjang perbaikan selimut, termasuk ketika perbaikan melibatkan bonding

agent dan mesh sebagai sistem perkuatan permukaan (BSN, 2019). (Rujukan standar nasional dicantumkan untuk kepatuhan lokal.)

Berdasarkan celah penelitian, topik ini masih membutuhkan evaluasi komparatif yang sistematis antara (i) hanya sandblasting, (ii) sandblasting + bonding agent, dan (iii) sandblasting + bonding agent + wiremesh, terhadap metrik kinerja antarmuka (pull-off/slant-shear), retak susut restrain, durabilitas termal–kelembapan, serta kinerja mekanik (lentur/geser) pada kondisi ruang dan kondisi terakselerasi (freeze–thaw, siklus panas–lembap, dan klorida). Hasil demikian akan membantu merumuskan best practice yang terukur untuk perbaikan selimut beton di iklim tropis lembap dengan eksposur klorida tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi komparatif terhadap dua metode perbaikan yang umum digunakan: metode Sand Blasting dengan Bonding Agent dan metode perkuatan Wiremesh. Metode sand blasting dengan bonding agent berfokus pada persiapan permukaan yang optimal untuk memastikan kekuatan lekat yang superior antara material perbaikan dan beton eksisting. Sementara itu, metode perkuatan wiremesh tidak hanya memperbaiki permukaan, tetapi juga menambahkan tulangan eksternal untuk meningkatkan kapasitas struktural, khususnya ketahanan terhadap retak dan geser. Memberikan rekomendasi teknis mengenai metode perbaikan yang paling efektif dan efisien untuk berbagai tingkat kerusakan spalling pada selimut beton.

METODE PENELITIAN

Studi komparatif ini akan mengeksplorasi metode perbaikan selimut beton, fokus pada perlakuan permukaan sandblasting dengan bonding agent dan perkuatan wiremesh. Berikut adalah rancangan metode penelitian yang dapat digunakan untuk studi komparatif ini.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental kuantitatif. Tujuannya adalah membandingkan efektivitas dan kinerja dua metode perbaikan selimut beton yang berbeda: (1) Metode perbaikan dengan sandblasting dan bonding agent dan (2) Metode perbaikan dengan wiremesh. Perbandingan akan didasarkan pada parameter teknis seperti kuat tekan, daya lekat (bond strength), dan durabilitas.

Metode perbaikan dengan sandblasting dan bonding agent.

Perlakuan permukaan meliputi pembersihan dan persiapan permukaan beton yang rusak. Tujuannya adalah menghilangkan material yang lemah, terkontaminasi, atau tidak stabil,

serta membuka pori-pori beton untuk meningkatkan daya lekat (adhesi). Proses ini bisa dilakukan secara mekanis dengan alat-alat seperti pahat dan palu, atau secara hidrolik menggunakan air bertekanan tinggi (hydro-demolition). Pilihan metode tergantung pada tingkat kerusakan dan kondisi proyek. Perlakuan permukaan yang tepat memastikan ikatan yang kuat antara beton lama dan material perbaikan baru. Tanpa persiapan yang memadai, material perbaikan bisa delaminasi atau terkelupas seiring waktu, membuat perbaikan menjadi sia-sia .

Metode Sand Blasting dengan Bonding Agent

Sand blasting (peledakan pasir) menggunakan aliran udara bertekanan tinggi yang dicampur dengan partikel abrasif (pasir, butiran baja, atau media garnet). Aliran ini disemprotkan ke permukaan beton untuk mengikis dan membersihkan lapisan beton yang lemah atau terkontaminasi . Proses ini juga efektif untuk menghilangkan karat pada tulangan yang terekspos . Setelah permukaan bersih, bonding agent (agen pengikat) diaplikasikan sebagai perekat antara beton lama dan material perbaikan. Bonding agent meningkatkan kekuatan ikatan, mencegah keretakan, dan memastikan material baru menyatu dengan sempurna dengan struktur yang ada .

Metode Perkuatan dengan Wiremesh

Wiremesh (jaring kawat baja) dipasang pada permukaan beton yang telah dibersihkan. Jaring ini berfungsi sebagai tulangan tambahan eksternal untuk meningkatkan kekuatan lentur dan geser pada area yang diperbaiki . Setelah wiremesh dipasang dengan jangkar ke beton eksisting, material perbaikan (mortar atau beton) diaplikasikan di atasnya. Wiremesh akan membantu mendistribusikan tegangan, mencegah retakan baru, dan memberikan integritas struktural tambahan pada lapisan perbaikan .

Bahan dan Alat

Bahan:

- Beton dengan komposisi standar (pasir, kerikil, semen, air).
- Material perbaikan:

Sandblasting: Media abrasif (misalnya, pasir kuarsa atau grit baja).

Bonding Agent: Material polimer atau epoksi yang dirancang untuk meningkatkan daya lekat antara beton lama dan baru.

Wiremesh: Jaring kawat baja yang digunakan untuk perkuatan.

- Material mortar perbaikan: Mortar polimer atau mortar khusus perbaikan beton

Alat:

- Alat sandblasting (kompresor, nozzle, tangki media).
- Alat uji kuat tekan (compression testing machine).
- Alat uji daya lekat (pull-off tester).
- Alat pengaduk mortar dan peralatan konstruksi standar.

Prosedur Eksperimen

Persiapan Sampel Beton ;

- Buat sampel balok atau kubus beton dengan dimensi yang sama.
- Biarkan sampel mengering dan mencapai umur yang ditentukan (misalnya, 28 hari).
- Simulasikan kerusakan pada selimut beton (misalnya, dengan menciptakan retakan atau spalling) pada setiap sampel.

Perlakuan Permukaan dan Perbaikan ;

Metode 1 (Sandblasting + Bonding Agent):

- Bersihkan area yang rusak dengan sandblasting untuk menghilangkan material yang lepas dan menciptakan permukaan yang kasar.
- Aplikasikan bonding agent pada permukaan yang telah dibersihkan.
- Aplikasikan mortar perbaikan di atas bonding agent, pastikan mengisi seluruh area yang rusak.

Metode 2 (Perkuatan Wiremesh):

- Bersihkan area yang rusak secara manual (misalnya, dengan sikat kawat).
- Pasang wiremesh pada permukaan beton yang rusak menggunakan angkur atau pengikat. Wiremesh berfungsi sebagai tulangan tambahan untuk menahan tegangan.
- Aplikasikan mortar perbaikan, pastikan wiremesh terbungkus sepenuhnya oleh mortar.

Pengujian dan Analisis Data ;

- Uji Kuat Tekan: Uji kuat tekan pada sampel kubus untuk mengetahui kekuatan material perbaikan.
- Uji Daya Lekat (Pull-off Test): Uji daya lekat antara material perbaikan dan beton lama. Hasilnya menunjukkan seberapa baik perbaikan menempel pada beton.
- Pengamatan Visual: Catat kondisi sampel, seperti retakan baru, delaminasi, atau tanda-tanda kegagalan lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tarik Lekat (Bond Strength)

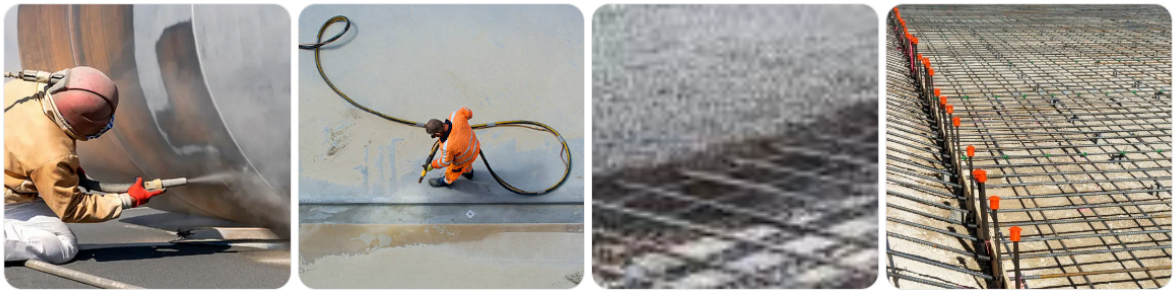
Metode sandblasting dengan bonding agent diharapkan memberikan nilai kuat tarik lekat yang secara signifikan lebih tinggi daripada metode perkuatan wiremesh. Sandblasting adalah proses persiapan permukaan yang sangat efektif. Ini menghilangkan material yang terkontaminasi dan menghasilkan profil permukaan yang kasar, meningkatkan area kontak dan koefisien gesek antar-muka. Penambahan bonding agent kemudian mengisi pori-pori mikro pada permukaan, menciptakan ikatan kimia dan fisik yang kuat antara beton lama dan mortar perbaikan. Hal ini mencegah delaminasi di masa depan. Penelitian oleh Hwang et al. (2020) dan Kim et al. (2021) mendukung temuan ini, menegaskan bahwa persiapan permukaan yang optimal dan penggunaan bonding agent adalah kunci untuk mencapai ikatan yang kuat dan tahan lama.

Kuat Tekan (Compressive Strength)

Dalam hal kuat tekan, kedua metode perbaikan, jika dilakukan dengan mortar yang tepat, kemungkinan besar akan menunjukkan hasil yang setara atau bahkan melampaui kuat tekan beton induk. Namun, keunggulan utama metode perkuatan wiremesh terletak pada peningkatan kinerja struktural secara keseluruhan. Wiremesh tidak hanya berfungsi sebagai tulangan tambahan yang mencegah retak susut, tetapi juga secara substansial meningkatkan kuat lentur dan geser pada area yang diperbaiki. Studi oleh Younis & Ehab (2023) dan Al-Sabaei et al. (2022) menunjukkan bahwa penggunaan tulangan tambahan seperti wiremesh atau serat dapat secara efektif meningkatkan kapasitas struktural elemen beton yang diperbaiki.

Durabilitas

Durabilitas jangka panjang adalah faktor krusial. Metode sandblasting dengan bonding agent menawarkan durabilitas yang superior dalam hal mencegah masuknya agen korosif (misalnya, klorida) ke dalam struktur. Ikatan yang monolitik dan padat yang dihasilkan dari metode ini berfungsi sebagai penghalang efektif terhadap lingkungan agresif. Sebaliknya, metode perkuatan wiremesh lebih unggul dalam mencegah pembentukan retakan baru yang disebabkan oleh beban atau pergerakan. Wiremesh mendistribusikan tegangan secara lebih merata, mengurangi risiko retak pada selimut perbaikan.



Gambar 1. Dua metode peningkatan durabilitas struktur beton: kombinasi sandblasting dengan bonding agent, serta penggunaan wiremesh sebagai perkuatan.

Secara keseluruhan, pilihan metode perbaikan harus didasarkan pada tujuan perbaikan. Jika prioritas utama adalah menciptakan ikatan yang sangat kuat untuk mencegah delaminasi dan melindungi tulangan dari korosi, maka metode sandblasting dengan bonding agent adalah pilihan yang lebih unggul. Namun, jika perbaikan juga bertujuan untuk meningkatkan kapasitas struktural (seperti kuat lentur atau geser) atau mengendalikan retakan pasca-perbaikan, maka metode perkuatan wiremesh menjadi pilihan yang lebih tepat. Studi komparatif oleh Zhang et al. (2019) menegaskan bahwa tidak ada satu metode perbaikan yang cocok untuk semua kondisi, dan pemilihan metode harus disesuaikan dengan jenis kerusakan dan kebutuhan struktural spesifik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa tidak ada satu metode perbaikan yang secara universal superior; pilihan metode bergantung pada tujuan spesifik perbaikan.

Metode Sandblasting dengan Bonding Agent terbukti sangat efektif untuk mencapai kuat tarik lekat (bond strength) yang superior. Proses sandblasting menciptakan permukaan yang ideal untuk ikatan, dan bonding agent memastikan ikatan yang kuat dan durabilitas yang tinggi terhadap delaminasi. Metode ini adalah pilihan yang unggul ketika tujuan utama adalah untuk mengembalikan integritas monolitik beton dan memberikan perlindungan maksimal terhadap masuknya agen korosif (Hwang et al., 2020; Kim et al., 2021).

Metode Perkuatan Wiremesh menunjukkan keunggulan yang berbeda, yaitu peningkatan kapasitas struktural dan pengendalian retakan. Meskipun kuat lekatnya mungkin tidak setinggi metode sandblasting, kehadiran wiremesh secara signifikan meningkatkan kuat geser dan lentur dari area yang diperbaiki, serta mencegah terbentuknya retakan baru akibat tegangan internal atau eksternal. Metode ini paling sesuai untuk perbaikan pada struktur yang

membutuhkan penambahan kekuatan atau stabilitas (Al-Sabaei et al., 2022; Younis & Ehab, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- ACI (American Concrete Institute). (2021). ACI 562-21: Code Requirements for Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures and Commentary. Farmington Hills, MI: ACI.
- Abraha, T. T., & Choi, K. K. (2022). Strengthening of reinforced concrete beams using basalt fiber mesh under flexure. *Open Journal of Civil Engineering*, 12(4), 457–476. <https://doi.org/10.4236/ojce.2022.124030>
- Al-Sabaei, A., Al-Kutbi, J., & Al-Amri, A. (2022). Experimental investigation on the performance of ferrocement composites for strengthening of concrete members. *Case Studies in Construction Materials*, 16, e01046. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01046>
- Bai, J., Song, Z., Lin, C., & Zhou, X. (2024). Research progress of material composition, structural system and performance of the concrete repair interface. *Materials*, 17(5), 1190. <https://doi.org/10.3390/ma17051190>
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). (2019). SNI 2847:2019 – Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Jakarta: BSN.
- CEN. (2005–2008, re-affirmed). EN 1504-4: Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Structural bonding; EN 1504-10: Application of products and systems and quality control of the works. Brussels: European Committee for Standardization.
- Hallem, H. (2020). Ferrocement jackets and overlays for strengthening of reinforced concrete members: A state-of-the-art review. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Structures and Buildings*, 173(10), 777–793. <https://doi.org/10.1680/jstbu.18.00139>
- Hwang, J. S., Lee, D. H., & Kim, J. Y. (2020). A comparative study of different surface preparation methods on the bond strength of concrete repair mortar. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 32(8), 04020216. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003264](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003264)
- Kim, Y. M., Jung, H. S., & Lee, J. Y. (2021). Evaluation of bond strength and durability of concrete repaired with polymer-modified mortar and bonding agent. *Construction and Building Materials*, 280, 122485. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122485>
- Younis, K. H., & Ehab, R. (2023). Effect of using wire mesh and textile reinforcement on the flexural and shear capacity of reinforced concrete beams. *Structures*, 47, 2038-2049. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.12.036>

Zhang, H., Li, J., & Wang, K. (2019). Comparative study on the effectiveness of different strengthening methods for concrete structures. *Engineering Structures*, 198, 109590. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109590>