

EVALUASI STRUKTUR KOLOM DAN BALOK RUMAH SAKIT BERUMUR 10 TAHUN DAN STRATEGI PEMELIHARAAN PADA BANGUNAN EKSISTING BERBASIS KLASIFIKASI MUTU

Ferdika^{1*}, Fauzan Deni Afra¹, Gandung Rahmadi¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau

*Email: dikaf185@gmail.com

Abstrak

Mengetahui kondisi struktur beton bertulang sangat penting dalam menjamin keamanan dan keberlanjutan fungsi bangunan eksisting. Penelitian ini bertujuan menilai mutu beton pada bangunan rumah sakit berusia lebih dari 10 tahun menggunakan metode *Rebound Hammer (RH)* sebagai teknik pengujian *non-destruktif*. Pengujian dilakukan pada elemen kolom dan balok di empat lantai untuk mengetahui estimasi kuat tekan beton dan menentukan strategi pemeliharaan berdasarkan klasifikasi mutu. Evaluasi kondisi beton dilakukan dengan metode *Rebound Hammer (RH)*. Pada *Lantai 1*, titik uji L1C1 menunjukkan mutu beton yang baik, dengan nilai RH sebesar 42,0 serta estimasi kuat tekan didapat 35,4 MPa. Pada *Lantai 2*, hasil pengujian pada area balok adanya variasi mutu beton yang diperoleh. Titik L2C2 tercatat dengan nilai RH sebesar 40,6 dan estimasi kuat tekan 33,9 MPa. Hasil evaluasi di *Lantai 3* mengindikasikan bahwa mutu beton, dalam batas aman, menunjukkan tren penurunan. Titik uji L3C3 dan di *lantai 4* L4C4 memiliki nilai RH masing-masing sebesar 41.8 dan 40.8 dengan estimasi kuat tekan (MPa) titik L3C3 35.3 Mpa, L4C4 34.2 Mpa. Hasil pengujian menunjukkan nilai kuat tekan beton berkisar antara **33,8 MPa hingga 35,4 MPa**, dengan klasifikasi mutu dominan berada pada kategori **Baik (Good)**. Beberapa retakan minor terdeteksi secara visual, terutama pada sambungan balok-kolom. Berdasarkan hasil tersebut, disusun *rekomendasi* pemeliharaan berupa inspeksi berkala, perbaikan ringan, dan pelapisan ulang permukaan. Pendekatan berbasis klasifikasi mutu ini diharapkan mampu meningkatkan akurasi dalam perencanaan program pemeliharaan berbasis kondisi dan berkontribusi terhadap keberlanjutan serta keselamatan struktur bangunan.

Kata kunci: *Rebound Hammer*, Pemeliharaan Bangunan, keselamatan struktur bangunan

Abstract

Assessing the condition of reinforced concrete structures is essential for ensuring the safety and functional sustainability of existing buildings. This study aims to evaluate the concrete quality of a hospital building over 10 years old using the Rebound Hammer (RH) method as a non-destructive testing technique. Testing was conducted on columns and beams across four floors to estimate the concrete's compressive strength and determine maintenance strategies based on quality classification. The evaluation was performed using the Rebound Hammer (RH) method. On the 1st Floor, test point L1C1 indicated good concrete quality, with an RH value of 42.0 and an estimated compressive strength of 35.4 MPa. On the 2nd Floor, beam area tests revealed variations in concrete quality; point L2C2 recorded an RH value of 40.6 with an estimated compressive strength of 33.9 MPa. Evaluation results on the 3rd Floor indicated that while the concrete quality remains within safe limits, it shows a downward trend. Test points L3C3 on the 3rd Floor and L4C4 on the 4th Floor showed RH values of 41.8 and 40.8, with estimated compressive strengths of 35.3 MPa and 34.2 MPa, respectively. The test results show that the concrete compressive strength ranges from 33.8 MPa to 35.4 MPa, with the dominant quality classification falling under the "Good" category. Some minor cracks were visually detected, particularly at beam-column joints. Based on these findings, maintenance recommendations were formulated, including periodic inspections, minor repairs, and surface re-coating. This quality-classification-based approach is expected to improve accuracy in condition-based maintenance planning and contribute to the structural sustainability and safety of the building.

Keywords: *Rebound Hammer, Building Maintenance, Structural Safety*

1. PENDAHULUAN

Rekayasa forensik melibatkan penggunaan prinsip-prinsip rekayasa untuk menyelidiki kerusakan atau kegagalan struktur (Noon, 2000). Tujuan utamanya adalah menjawab pertanyaan-pertanyaan penting seperti apa kerusakannya, seberapa parah kerusakannya, kapan terjadinya, dan mengapa kegagalan itu terjadi. Pendekatan analisis multi-level diperlukan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut (Ratay, 2010).

Selain itu, rekayasa forensik juga berperan dalam mencegah masalah serupa terjadi di masa depan pada gedung dan infrastruktur. Beton bertulang merupakan elemen struktural utama dalam berbagai bangunan dan infrastruktur di Indonesia. Karakteristiknya yang kuat terhadap gaya tekan serta fleksibilitas desain menjadikan material ini sebagai pilihan utama dalam pembangunan struktur bertingkat. Namun, seiring bertambahnya usia bangunan, performa beton dapat mengalami penurunan akibat beban jangka panjang, pengaruh lingkungan, serta ketidakteraturan dalam perawatan. Penurunan kualitas ini tidak hanya berdampak pada kekuatan struktural, tetapi juga dapat menimbulkan risiko keselamatan yang signifikan apabila tidak terdeteksi secara dini (Setyawan, 2021).

Untuk menjaga keamanan dan kelayakan struktur, diperlukan metode penilaian kondisi yang andal. Salah satu metode yang umum digunakan dalam evaluasi non-destruktif adalah *Rebound Hammer Test*, yang dapat memberikan gambaran tentang mutu permukaan beton dan indikasi kuat tekan beton yang tersisa. Penggunaan metode ini sangat berguna dalam penelitian forensik bangunan yang sudah berusia lebih dari 10 tahun, terutama untuk mengetahui apakah terdapat penurunan kualitas akibat faktor usia, lingkungan, atau beban kerja. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menilai kondisi struktur kolom bangunan. Metode RH mengukur kekerasan permukaan beton sebagai indikator kekuatan tekan, menggunakan metode *Rebound Hammer Test*, guna memberikan data teknis sebagai dasar pertimbangan dalam perawatan, perbaikan ringan, atau perkuatan struktur di masa mendatang.

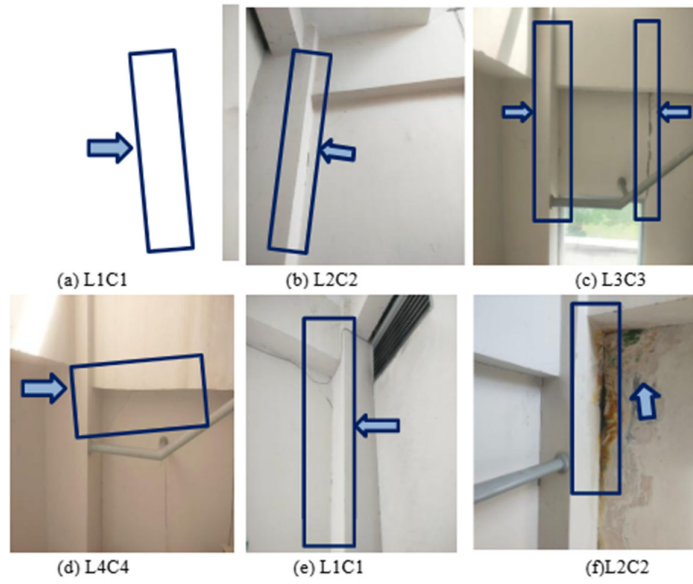
Berbagai studi di Indonesia menunjukkan bahwa hasil evaluasi menggunakan RH dapat berbeda tergantung kondisi beton, jenis material, dan prosedur pengujian. Pratama dkk. (2023) melaporkan bahwa RH menghasilkan estimasi kuat tekan lebih tinggi. Pentingnya pendekatan multi-metode turut didukung oleh penelitian Suryanita dkk. (2017), yang mengembangkan sistem pemantauan kesehatan struktur berbasis kecerdasan buatan untuk mendeteksi dini kerusakan struktural. Integrasi data dari berbagai metode pengujian terbukti meningkatkan ketepatan evaluasi dan mempercepat respons terhadap potensi kerusakan. Hal serupa juga dinyatakan oleh Siregar dkk. (2024), yang menunjukkan bahwa kombinasi RH dan UPV mampu memberikan gambaran lebih komprehensif mengenai kondisi aktual beton, khususnya pada struktur bangunan tua dengan ketidakhomogenan material tinggi. Sementara itu, Gultom dkk. (2024) menegaskan bahwa integrasi hasil evaluasi dengan program pemeliharaan berbasis kondisi dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan bangunan secara keseluruhan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, studi ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi struktur beton bertulang pada bangunan eksisting menggunakan *rebound hammer*, serta menyusun strategi pemeliharaan berbasis klasifikasi mutu hasil pengujian. Selain itu, klasifikasi mutu beton yang diperoleh dari hasil divalidasi dengan pengamatan di lapangan. Dengan demikian diharapkan hasil studi ini dapat dijadikan dasar dalam perumusan strategi pemeliharaan berbasis kondisi. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip pemeliharaan preventif, yang bertujuan memperpanjang umur layanan struktur dan mengurangi biaya akibat kerusakan mendadak pada bangunan rumah sakit.

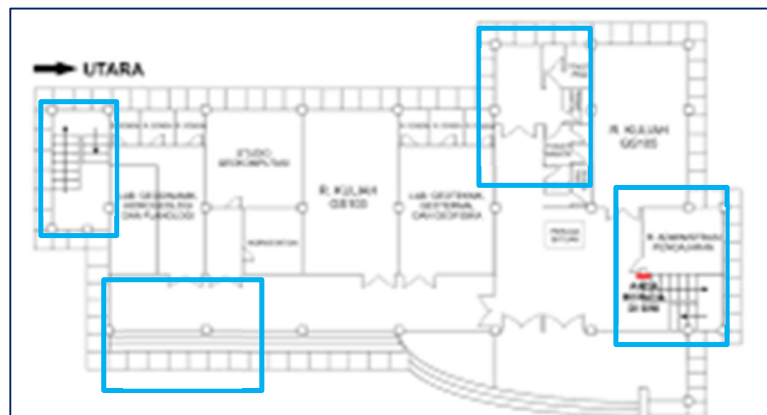
2. METODOLOGI

2.1. Objek Penelitian

Objek penelitian dalam studi ini adalah sebuah bangunan rumah sakit bertingkat empat yang telah beroperasi selama lebih dari 10 tahun. Bangunan tersebut berlokasi di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau dan menunjukkan beberapa tanda degradasi visual, seperti retakan halus pada elemen kolom serta penurunan kualitas permukaan beton. Untuk merepresentasikan kondisi struktural bangunan secara keseluruhan, empat titik uji dipilih pada elemen kolom dan balok di setiap lantai. Titik-titik uji dibagi menjadi *Level 1* kolom 1 (L1C1), *Level 2* balok 2 (L2C2), *Level 3* kolom 3 (L3C3), *Level 4* balok 4 (L4C4). Pemilihan titik uji pada elemen kolom dan balok di setiap lantai didasarkan pada pertimbangan representatif dan kemudahan akses. Kolom dan balok merupakan elemen struktural utama yang menyalurkan beban dari atas ke bawah, sehingga kondisinya sangat menentukan stabilitas bangunan. Dengan mengambil dua kolom dan balok pada setiap lantainya, data yang diperoleh diharapkan mampu menggambarkan kondisi struktural secara menyeluruh, baik secara vertikal maupun lateral. Selain itu, titik-titik yang dipilih berada pada area yang memungkinkan dilakukan pengujian tanpa mengganggu aktivitas operasional bangunan secara signifikan. Penempatan titik pengamatan di kolom dan balok untuk masing-masing lantai juga bertujuan untuk melihat apakah ada perbedaan tingkat kerusakan antar posisi. Dengan pendekatan ini, hasil pengujian diharapkan bisa menjadi dasar yang kuat dalam evaluasi teknis dan rencana pemeliharaan struktur.

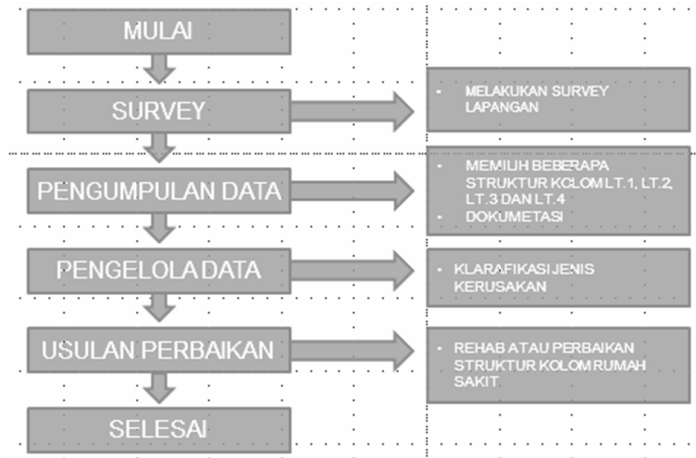


Gambar 1. Kondisi struktural bangunan rumah sakit



Gambar 2. Denah bangunan rumah sakit

2.2. Bagan Alir Pengamatan



Gambar 3. Bagan Alir Pengamatan

2.3. Prosedur Pengujian

2.3.1 Persiapan

Tahap pertama dari studi ini melibatkan persiapan serta pemilihan lokasi pengujian, di mana titik uji dipilih pada elemen struktural utama, seperti kolom pada bangunan rumah sakit bertingkat. Pemilihan titik uji ini didasarkan pada kemampuannya untuk mewakili kondisi struktural secara keseluruhan dari bangunan tersebut. Pemilihan titik uji ini didasarkan pada kemampuannya untuk mewakili kondisi struktural secara keseluruhan dari bangunan tersebut.

2.3.2 Pengujian *Rebound Hammer* (RH)

Rebound hammer merupakan alat untuk mengukur kekerasan permukaan beton, sesuai standar ASTM C805. Pengujian RH dilakukan dengan menempatkan alat secara tegak lurus terhadap permukaan beton yang telah dibersihkan seperti pada Gambar 3. Setiap titik diuji untuk memperoleh nilai rata-rata pantulan. Hasil pengujian dikonversi ke nilai kuat tekan beton menggunakan kurva kalibrasi.



a). Alat Rebound Hammer (RH)



b). Proses Pengujian RH pada balok



c) Proses Pengujian RH pada kolom



d) Hasil Pengujian RH

Gambar 4. Pengujian Rebound Hammer (RH)

2.3.3 Klasifikasi dan Interpretasi

Hasil pengujian *Rebound Hammer* (RH) dianalisis berdasarkan standar dan pedoman yang telah diakui secara internasional dan nasional. Klasifikasi mutu beton bertujuan untuk menentukan kondisi aktual elemen struktur, yang menjadi dasar dalam menyusun rekomendasi pemeliharaan.

a) Klasifikasi *Rebound Hammer* (RH)

Pengujian dengan Hammer Test dilakukan untuk mengetahui kekuatan beton eksisting. Pengujian mutu kuat tekan beton pada kondisi eksisting ini dilakukan karena adanya fluktuasi kuat tekan beton. Fluktuasi kuat tekan beton ini salah satunya dapat disebabkan oleh sifat beton bergradasi, dimana agregat kasar mengumpul di suatu tempat tertentu dan di bagian lain hanya diisi oleh mortar. Dan Menurut SNI 6880-2016 tentang Spesifikasi Beton Struktural dari setiap daerah beton pada struktur yang diperkirakan berpotensi mengalami penurunan kekuatan, harus diambil minimal tiga beton inti yang mewakili. Dari hasil pengujian lapangan dengan Hammer Test selanjutnya diolah untuk mendapatkan mutu kuat tekan beton rata-rata. ASTM C805 menyatakan bahwa mutu beton yang diperoleh dari pengujian *Rebound Hammer* (RH) bersifat empiris dan

sangat dipengaruhi oleh kondisi permukaan beton serta jenis alat yang digunakan. Di sisi lain, berdasarkan Spesifikasi Umum Divisi 7 – Struktur Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2019), mutu beton bertulang umumnya berada pada kategori mutu sedang, yaitu berkisar antara 20 hingga kurang dari 45 MPa. Rentang mutu ini dijadikan sebagai acuan dalam proses klasifikasi untuk menilai kualitas struktural beton pada studi ini. Berdasarkan referensi tersebut, disusun Tabel 1 yang memuat pengelompokan kategori mutu beton beserta klasifikasi rating yang mengacu pada standar kuat tekan beton dari Spesifikasi Umum Divisi 7 – Struktur Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2019).

Tabel 1. *Rating* mutu beton berdasarkan tes RH

Kuat Tekan Beton (MPa)	Interpretasi	Rating
$X \geq 45$ MPa	Mutu tinggi	Sangat Baik
$20 \leq x \leq 45$ MPa	Mutu sedang	Baik
$15 \leq x \leq 20$ MPa	Mutu rendah	Kurang Baik
$10 \leq x \leq 15$ MPa	Mutu rendah	Sangat Tidak Baik

2.3.4 Klasifikasi dan Interpretasi

Setelah dilakukan pengujian *Rebound Hammer* (RH) nilai yang diperoleh diklasifikasikan berdasarkan standar mutu beton. Setiap klasifikasi kondisi memiliki implikasi terhadap strategi pemeliharaan yang diterapkan seperti pada Tabel 3. Acuan yang digunakan dalam penentuan strategi pemeliharaan Tabel 3 adalah kombinasi beberapa standar yang dilakukan oleh Wiyanto, H., Makarim, C. A., & Gondokusumo, O. (2020).

Tabel 2. Strategi Pemeliharaan Berdasarkan Kondisi Beton

Ratings	Tingkat Kondisi	Deskripsi Kerusakan	Kriteria	Strategi Pemeliharaan yang Direkomendasikan
Sangat Baik	1 (Sangat Baik)	Tidak ada kerusakan	Beton dalam kondisi utuh dan tidak mengalami kerusakan	Tidak memerlukan perbaikan, cukup dilakukan pemeliharaan rutin
Baik	2 (Baik)	Kerusakan ringan	Terdapat kerusakan permukaan minor	Memerlukan perbaikan ringan sebagai bagian dari pemeliharaan rutin
Kurang Baik	3 (Sedang)	Kerusakan sedang	Kerusakan terlihat dan mempengaruhi tampilan visual	Memerlukan pemeriksaan lanjutan, pengujian tambahan, dan/atau perbaikan lokal
Sangat Tidak Baik	4 (Buruk)	Kerusakan berat	Kerusakan signifikan yang mempengaruhi kapasitas struktur	Memerlukan penguatan struktur atau pengurangan beban penggunaan
	5 (Sangat Buruk)	Kerusakan sangat berat/kritis	Kerusakan berat dengan indikasi ketidakstabilan struktural	Tidak dapat dipertahankan; direkomendasikan untuk dibongkar atau direkonstruksi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan pada empat titik yaitu kolom dan balok pada bangunan rumah sakit empat lantai. Hasil pengujian yang diperoleh.

Tabel 3. Hasil pengujian lantai 1

Elevasi	Bagian Struktur	Kode Titik pengujian	Bacaan Ukuran <i>Rebound</i>	Arah Tembakan	Rata-rata Nilai <i>Rebound</i>	Estimasi Kuat Tekan (MPa)	<i>Ratings</i> RH
Kolom (L1C1) (Lantai 1)	Lantai 1	1	40	←	42.00	35.36	Baik
		2	42				
		3	39				
		4	42				
		5	42				
		6	43				
		7	44				
		8	43				
		9	43				

Tabel 4. Hasil pengujian lantai 2

Elevasi	Bagian Struktur	Kode Titik pengujian	Bacaan Ukuran <i>Rebound</i>	Arah Tembakan	Rata-rata Nilai <i>Rebound</i>	Estimasi Kuat Tekan (MPa)	<i>Ratings</i> RH
Kolom (L2C2) (Lantai 2)	Lantai 2	1	42	←	40.56	33.81	Baik
		2	40				
		3	43				
		4	42				
		5	39				
		6	40				
		7	39				
		8	40				
		9	40				

Tabel 5. Hasil pengujian lantai 3

Elevasi	Bagian Struktur	Kode Titik pengujian	Bacaan Ukuran <i>Rebound</i>	Arah Tembakan	Rata-rata Nilai <i>Rebound</i>	Estimasi Kuat Tekan (MPa)	<i>Ratings</i> RH
Kolom (L3C3) (Lantai 3)	Lantai 3	1	44	←	40.56	35.24	Baik
		2	43				
		3	42				
		4	41				
		5	41				
		6	42				
		7	42				
		8	39				
		9	43				

Tabel 6. Hasil pengujian lantai 4

Elevasi	Bagian Struktur	Kode Titik pengujian	Bacaan Ukuran <i>Rebound</i>	Arah Tembakan	Rata-rata Nilai <i>Rebound</i>	Estimasi Kuat Tekan (MPa)	<i>Ratings</i> RH
Kolom (L4C4) (Lantai 4)	Lantai 4	1	40	←	40.89	34.16	Baik
		2	39				
		3	42				
		4	39				
		5	40				
		6	42				
		7	40				
		8	43				
		9	43				

4. KESIMPULAN

Studi ini telah mengevaluasi kondisi beton bertulang pada bangunan eksisting menggunakan metode *Rebound Hammer* (RH) dan untuk mengetahui kinerja struktural bangunan disarankan dilakukan pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV). Hasil pengujian menunjukkan bahwa elemen struktur di setiap lantainya (L1C1, L2C2, L3C3, L4C4) berada dalam kondisi baik, hanya memerlukan tindakan perbaikan ringan & *maintenance*. Berdasarkan klasifikasi mutu dan rekomendasi tindakan, dapat disimpulkan bahwa pendekatan kombinasi RH memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap kondisi struktural beton dan mutu beton.

Strategi pemeliharaan berbasis kondisi aktual struktur menjadi penting untuk mempertahankan performa bangunan, yang meliputi pemeliharaan rutin, perbaikan lokal. Implementasi inspeksi berkala dan evaluasi lanjutan di titik-titik kritis sangat disarankan guna mendukung keselamatan dan keberlanjutan fungsi bangunan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Gultom, A., Ginting, R., & Lubis, Y. A. (2024). SNI 2847:2013 sebagai acuan uji kekuatan struktur kolom gedung beton bertulang pada bangunan bertingkat. *Jurnal Darma Agung*, 32(5), 458–471.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019). *Modul 8: Spesifikasi Umum Divisi 7 – Struktur*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah, Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia. <https://binamarga.pu.go.id/>
- Noon, R. K. (2000). *Forensic Engineering Investigation*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420041415>
- Pratama, E., Kadir, Y., & Siregar, C. A. (2023). Pemeriksaan mutu beton terpasang menggunakan pengujian Rebound Hammer Test. *Jurnal Permukiman*, 19(2), 85–92. <https://jurnalpermukiman.pu.go.id/index.php/JP/article/view/432>
- Ratay, R. T. (2010). *Forensic Structural Engineering Handbook*. McGraw-Hill.
- Setyawan, A. W. M. (2021). Strategi pemeliharaan bangunan bertingkat berdasarkan umur dan fungsi. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(2), 87–94. Retrieved from <https://ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/download/6454/4704>
- Siregar, A. B., Ginting, R., & Lubis, Y. A. (2024). Evaluasi kuat tekan beton menggunakan UPV dan Hammer Test. *Jurnal Sainstek STT Pekanbaru*, 9(1), 10–17. <https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/article/view/247>
- Suryanita, R., Mardiyono, & Adnan, A. (2017). Intelligent bridge seismic monitoring system based on Neuro Genetic hybrid. *TELKOMNIKA*, 15(4), 1830–1840. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v15i4.6006>
- Wiyanto, H., Makarim, C. A., & Gondokusumo, O. (2020). Condition rating examination based on visual assessment of concrete damage caused by poor implementation. *Technology Reports of Kansai University*, 62(9), 5861–5870. Retrieved from <https://www.kansaiuniversityreports.com/volume/TRKU/62/09/condition-rating-examination-based-on-visual-assessment-of-concrete-damage-caused-by-poor-im>