



Analisis Perbedaan Kekuatan Struktur Kolom Akibat Tsunami pada Gedung Laboratorium Dinas PUPR Kota Banda Aceh

Mhd. Arief Diana¹, Michel Kasaf^{2*}, Taufik³, Khairul Anwar⁴, Deni Trianda Pitri⁵

^{1,2*}Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra, Kota Langsa, Indonesia

^{3,4,5}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gunung Leuser Aceh, Aceh Tenggara, Indonesia

Email: ¹mhdariefdiana@unsam.ac.id, ^{2*}michelkasaf@unsam.ac.id, ³taufiktanjung31@gmail.com,

⁴naufalkhairul80@gmail.com, ⁵3denia@gmail.com

Abstract

The earthquake and subsequent tsunami that struck Banda Aceh at the end of 2004 caused extensive damage to various infrastructures, including the Laboratory Building of the Public Works Department of Banda Aceh City. This study aims to evaluate the variation in concrete strength between columns that were submerged during the tsunami and those that remained unaffected. A non-destructive testing (NDT) method was employed, using a Concrete Hammer Test device to assess the condition of the concrete. The testing was conducted on first-floor columns, with each column section tested 12 times at intervals of 3 cm between points. The results indicate a significant reduction in compressive strength, with the most severe decline observed in column K.6.4, where a 57% strength loss was recorded due to porous concrete conditions. The smallest reduction was found in columns K.1.9 and K.6.5, both showing a 5% decrease, while column K.1.7 exhibited no detectable deterioration. Overall, the majority of columns experienced notable degradation in structural integrity, underscoring the necessity for further comprehensive evaluations to determine the building's continued feasibility and safety for use.

Keywords: Tsunami, Hammer Test, Concrete Strength, Building Feasibility, Post-Disaster Assessment.

Abstrak

Gempa bumi dan tsunami yang melanda Banda Aceh pada akhir tahun 2004 telah menyebabkan kerusakan yang sangat parah pada berbagai infrastruktur, termasuk Gedung Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kota Banda Aceh. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perbedaan kekuatan beton antara kolom yang terendam tsunami dan kolom yang tidak terendam, menggunakan metode pengujian tidak merusak (*non-destructive test/NDT*) dengan alat *Concrete Hammer Test*. Pengujian dilakukan pada kolom-kolom di lantai satu, di mana setiap bagian kolom diuji sebanyak 12 titik dengan jarak antar titik sejauh 3 cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kekuatan tekan beton yang cukup signifikan. Penurunan paling besar terjadi pada kolom K.6.4, yakni sebesar 57%, yang disebabkan oleh kondisi beton yang keropos. Penurunan terkecil tercatat pada kolom K.1.9 dan K.6.5 dengan nilai 5%, sedangkan kolom K.1.7 tidak mengalami penurunan sama sekali. Secara keseluruhan, sebagian besar kolom menunjukkan degradasi kekuatan struktur, sehingga diperlukan evaluasi lanjutan untuk menilai kelayakan dan keamanan bangunan secara menyeluruh.

Kata Kunci: Tsunami, Hammer Test, Kekuatan Beton, Kolom Beton, Kelayakan Bangunan.

1. PENDAHULUAN

Pada tanggal 26 Desember 2004, terjadi gempa bumi megathrust berkekuatan antara 9,1 hingga 9,3 skala Richter yang mengguncang dasar laut di lepas pantai barat Pulau Sumatra, Indonesia. Gempa ini memicu gelombang tsunami dahsyat yang melanda wilayah pesisir di sekitar Samudra Hindia. Bencana tersebut mengakibatkan sekitar 227.898 korban jiwa di 14 negara, dengan Provinsi Aceh, Indonesia, menjadi wilayah

yang paling parah terdampak (Borrero, J. C., Synolakis, C. E., & Fritz, H., 2006). Selain menimbulkan korban jiwa yang sangat besar, tsunami juga menyebabkan kerusakan infrastruktur yang luas, menghancurkan bangunan, jalan, jembatan, dan fasilitas publik lainnya. Dampak jangka panjang dari bencana ini mencakup trauma psikologis masyarakat, perubahan sosial ekonomi, serta tantangan besar dalam proses rekonstruksi dan rehabilitasi.

Tinggi gelombang tsunami dilaporkan mencapai lebih dari 30 meter, yang mengakibatkan kehancuran menyeluruh terhadap infrastruktur kota, termasuk bangunan pemerintahan dan fasilitas public, salah satu bangunan yang terdampak adalah Gedung Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum, Kota Banda Aceh. Kerusakan yang disebabkan oleh bencana tsunami pada struktur gedung secara signifikan memengaruhi kekuatan elemen-elemen struktural seperti balok dan kolom, serta menurunkan kemampuan struktur dalam mendukung beban yang direncanakan. Kolom bangunan pada bagian yang terkena tsunami mengalami penurunan kekuatan beton dibandingkan dengan bagian yang tidak terkena tsunami. (Riskawati, R., Yusra, A., & Mahmud, S. 2018). Menurut (Samsunan dan Dian Febrianti, 2018) kolom bangunan yang terkena tsunami mengalami penurunan kekuatan beton, kondisi struktur kolom mengalami retak dan pecah, sebagian besar selimut beton terkelupas dan kondisi tulangan utama mengalami korosi. Korosi pada struktur beton bertulang yang terletak di lingkungan laut mungkin merupakan penyebab utama kerusakan, terutama pada elemen yang sebagian terendam dalam air laut (Lin, X., Li, W., Castel, A., Kim, T., Huang, Y., & Wang, K. 2023). Korosi pada stuktur beton disebabkan oleh kombinasi faktor fisik dan kimia yang saling berinteraksi, faktor-faktor seperti erosi ion klorida, gelombang laut, perubahan suhu, kelembaban tinggi, dan radiasi ultraviolet berkontribusi secara signifikan terhadap percepatan kerusakan dan penurunan mutu beton (Yuanbei Li at al, 2024).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan struktur Gedung Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kota Banda Aceh, dengan fokus pada elemen struktur kolom. Untuk menjamin kekuatan dan stabilitas struktur sesuai dengan desain yang telah ditentukan, kualitas beton harus memenuhi spesifikasi teknis. Verifikasi terhadap hal ini dilakukan melalui pengujian kuat tekan beton (Ernawati et al., 2022). Pengujian kekuatan beton dilakukan pada beton keras menggunakan metode *non-destructive testing* (NDT) dengan alat *Concrete Hammer Test*. Concrete Hammer Test adalah alat untuk menguji mutu beton tanpa merusak struktur beton itu sendiri (Sumajouw et al., 2018; Ichsan et al., 2021). Nilai mutu beton kolom suatu gedung dapat diketahui dengan melakukan uji kualitas fisik bangunan dengan cara tidak merusak beton (*non-destructive*) atau metode NDT (Prasetya et al., 2024)

Metode pengujian ini dilakukan dengan memberikan tumbukan pada permukaan beton menggunakan suatu massa yang digerakkan oleh energi dengan besar tertentu (Sembiring, 2019; Karundeng et al., 2019). Pengujian kualitas fisik bangunan beton bertulang dapat dilakukan menggunakan metode *non-destruktif*, salah satunya adalah pengujian *rebound number* dengan menggunakan alat Schmidt Hammer sesuai dengan standar SNI ASTM C805-2012 (Tampubolon, S. P., & Antonius, D. 2024) dan (Fikri et al., 2023).

Dalam penelitian ini, penulis melakukan pengujian *Hammer Test* pada struktur kolom Gedung Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum, Kota Banda Aceh. Pemeriksaan uji kuat tekan beton di lapangan menggunakan metode *non destructive test* yang bersifat tidak merusak dengan menggunakan alat *hammer* relatif lebih efisien (Ichsan et al., 2012). Di antara beberapa jenis pengujian NDT, pengujian *hammer test* yang paling banyak dilakukan (Herdiansah & Cendana, 2025). Salah satu upaya yang dilakukan untuk

menjaga kondisi bangunan agar selalu dalam keadaan yang layak dari segi struktur maka evaluasi dan pengecekan struktur harus dilakukan salah satunya yaitu pengecekan mutu beton menggunakan *hammer test*, sehingga dapat melakukan tindakan apa saja yang dapat dilakukan untuk kondisi bangunan yang dievaluasi (Broto et al., 2021)

Alat ini digunakan sebagai indikator untuk menilai kekuatan beton, namun bukan untuk menentukan mutu beton secara absolut. Hasil pengujian ini digunakan sebagai dasar perbandingan antara kekuatan beton yang terdampak tsunami dan beton yang tidak terdampak. Metode pengujian dilakukan dengan memberikan beban tumbukan (*impact*) pada permukaan kolom beton menggunakan massa yang digerakkan oleh energi dengan besaran tertentu. Proses pengujian ini menghasilkan angka pantulan (*rebound number*) yang secara empiris dikaitkan dengan kuat tekan beton. Nilai-nilai ini kemudian dianalisis dan dibandingkan untuk mengidentifikasi degradasi struktural yang mungkin terjadi akibat paparan bencana alam, khususnya tsunami.

Penggunaan metode *Hammer Test* pada kolom struktur Gedung Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kota Banda Aceh dinilai tepat untuk evaluasi cepat di lapangan karena sifatnya yang non-destruktif, sehingga tidak merusak elemen struktur yang diuji. Dalam penerapannya, pengujian dilakukan pada beberapa titik di permukaan kolom untuk memperoleh nilai rata-rata yang representatif. Data yang dihasilkan memberikan indikasi awal mengenai tingkat homogenitas beton serta kemungkinan adanya kerusakan mikro. Selain itu, hasil pengujian ini juga berfungsi sebagai dasar awal dalam menentukan kebutuhan tindakan rehabilitasi atau penguatan struktur.

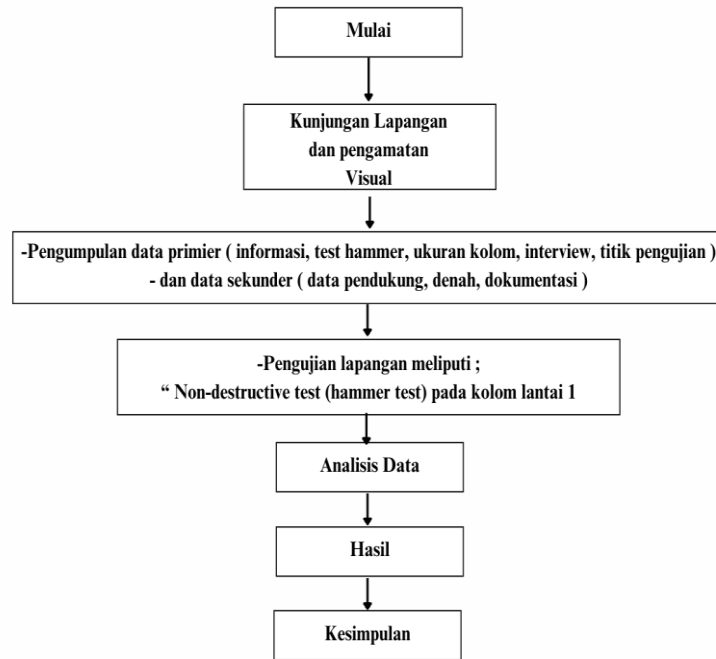
Namun demikian, metode pengujian *Hammer Test* memiliki beberapa keterbatasan. Akurasi hasil sangat dipengaruhi oleh kondisi permukaan beton, seperti kelembapan, keausan, dan kontaminasi, yang dapat menyebabkan deviasi dari nilai kekuatan beton yang sebenarnya. Selain itu, metode ini tidak mampu mendeteksi kerusakan internal atau degradasi yang tidak tampak di permukaan, serta cenderung kurang akurat pada beton dengan agregat kasar berukuran besar atau yang mengalami karbonasi. Oleh karena itu, disarankan agar metode ini dikombinasikan dengan metode pengujian lain, baik non-destruktif maupun destruktif, guna memperoleh evaluasi kondisi struktur yang lebih komprehensif.

Mengingat Banda Aceh merupakan wilayah dengan tingkat risiko bencana yang tinggi, khususnya gempa bumi dan tsunami, evaluasi terhadap kondisi struktur eksisting menjadi sangat penting untuk menjamin keselamatan bangunan dan penggunaannya di masa mendatang. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam penilaian awal ketahanan struktur pascabencana secara efisien dan terukur

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan analisis terhadap data primer dan data sekunder. Data primer merupakan informasi yang diperoleh secara langsung dari sumber asli atau dikumpulkan secara khusus untuk tujuan investigasi yang sedang dilakukan. Data primer dalam penelitian ini mencakup hasil uji *Concrete Hammer Test*, ukuran kolom (dimensi), tinggi batas bangunan yang terkena tsunami, titik-titik pengujian, serta hasil wawancara. Sementara itu, data sekunder adalah informasi yang tidak dikumpulkan secara langsung untuk keperluan penelitian ini, namun digunakan sebagai data pendukung. Contoh data sekunder yang digunakan meliputi denah bangunan, dokumentasi, dan sumber relevan lainnya.



Gambar 1. Diagram Alir

2.2 Metode Pengujian Menggunakan *Hammer Test*

Metode pengujian *Hammer Test* dilakukan dengan meletakkan *Hammer* tegak lurus terhadap permukaan beton, seperti yang diilustrasikan pada dibawah. Plunger ditekan dengan penambahan beban secara bertahap hingga mencapai tumbukan. Pembacaan skala rebound diambil dari grafik yang terdapat pada alat penguji *Hammer*. Perhitungan titik skala diambil bilangan bulatnya. Satuan yang digunakan adalah satuan skala rebound.



Gambar 2. Pengujian *Hammer Test* pada kolom Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum, Kota Banda Aceh

2.3 Analisa perhitungan

Setelah dilakukan pengujian *Hammer Test* pada setiap titik kolom yang telah ditentukan selanjutnya pengolahan data dilakukan dengan pengambilan nilai rata-rata dari 12 titik pembacaan. Pembacaan data dapat diabaikan apabila terdapat angka yang melebihi nilai rata-rata + 6 (nilai atas) atau nilai rata-rata – 6 (nilai bawah).

Rumus untuk mencari nilai rata-rata adalah

$$NR = \frac{\text{Jumlah hasil pembacaan alat}}{\text{Jumlah uji}}$$

Rumus untuk menghitung “nilai atas” dan “nilai bawah” adalah:

$$NA = NR + 6$$

$$NB = NR - 6$$

Rumus untuk mencari nilai hasil perbedaan kekuatan beton adalah:

$$NH = \frac{\text{Jumlah hasil pembacaan alat (tampa menjumlahkan NA dan NB)}}{\text{jumlah uji (tempat dihitung jumlah NA dan NB)}}$$

presentase penurunan kekuatan pada satu kolom dihitung dengan:

$$\text{Presentase penurunan} = 100 - \frac{\text{Nilai hasil terkena tsunami}}{\text{Nilai hasil tidak terkena tsunami} / 100}$$

Keterangan :

NR : Nilai Rata-Rata

NA : Nilai Atas

NB : Nilai Bawah

NH : Nilai Hasil

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengamatan visual dan pengujian Hammer test, pada tahap ini disajikan hasil pengolahan data yang diperoleh dari lapangan

3.1. Hasil Pengamatan Visual

Berdasarkan monumen dan informasi dari warga setempat, tinggi tsunami di area Bangunan Gedung Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kota Banda Aceh mencapai sekitar ± 2 meter dari permukaan tanah. Beberapa kolom pada bangunan tersebut menunjukkan kerusakan pada struktur beton kolom dan pelat lantai. Retak yang teramati pada kolom meliputi retak serabut dan retak tunggal, dengan kedalaman retak serabut berkisar antara 5 hingga 20 mm, dan retak tunggal rata-rata memiliki kedalaman 5 hingga 10 mm. Selain retak, juga ditemukan korosi pada tulangan kolom.



Gambar 3. Dokumentasi Dampak Tsunami Pada Struktur Gedung Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum, Kota Banda Aceh

3.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan *Hammer Test*

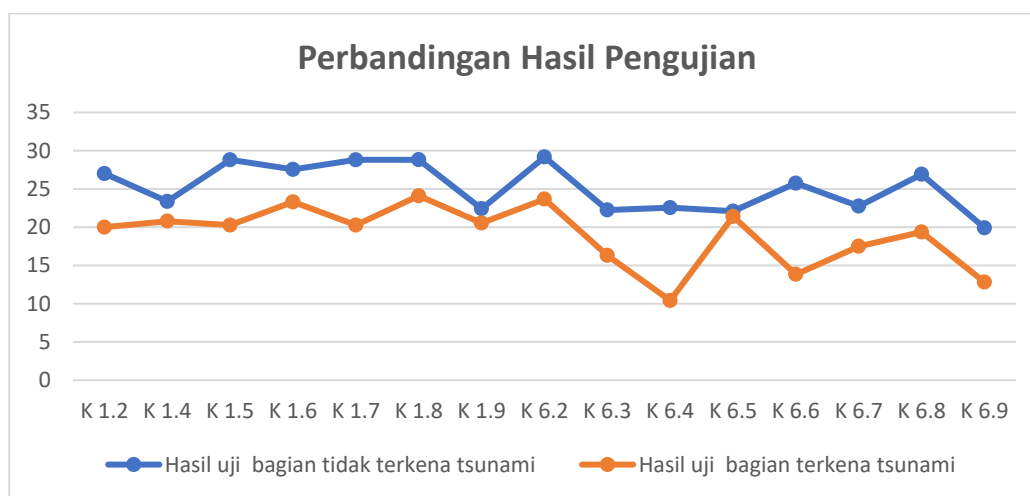
Data hasil uji Hammer dan perhitungan perbedaan kekuatan beton pada struktur kolom bangunan yang terdampak tsunami di Bangunan Gedung Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kota Banda Aceh disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan kekuatan beton pada struktur kolom

No kolom	Hasil uji bagian tidak terkena tsunami	Hasil uji bagian terkena tsunami	Persentase Penurunan (%)
K 1.2	27	20	26
K 1.4	23	21	9
K 1.5	29	20	31
K 1.6	28	23	18
K 1.7	23	23	0
K 1.8	29	24	17
K1.9	22	21	5
K 6.2	29	24	17
K 6.3	22	16	26
K 6.4	23	10	57
K 6.5	22	21	5
K 6.6	26	14	46
K 6.7	23	18	22
K 6.8	27	19	30
K 6.9	20	13	35

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa presentase penurunan terkecil terdapat pada kolom K 1.7 dengan penurunan 0%, kolom K 1.9 dengan penurunan 5 %, kolom K 6.5 dengan penurunan 5%, memenuhi syarat kelayakan suatu bangunan. Sedangkan presentase penurunan terbesar terdapat pada kolom K 6.4 dengan penurunan 57%, faktor tersebut di akibatkan karena bagian keseluruhan beton pada kolom tersebut mulai mengalami keropos.

Secara grafis perbedaan kekuatan beton pada struktur kolom dapat dilihat dalam grafik pada gambar dibawah ini



Gambar 4. Perbandingan Hasil pengujian Pada Struktur Kolom Gedung Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum, Kota Banda Aceh

Kolom dengan penurunan kekuatan beton terbesar adalah Kolom K6.4 hal ini disebabkan karena kerusakan yang merata pada kolom. Sementara itu, Kolom K1.7 tidak menunjukkan penurunan (0%) yang kemungkinan disebabkan oleh tidak adanya kerusakan pada kolom atas dan bawah. Kerusakan yang seragam ini dapat menyebabkan hasil uji Hammer menunjukkan nilai yang konsisten.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada struktur kolom Bangunan Gedung Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kota Banda Aceh, penurunan kekuatan beton yang teramati pada kolom K1.2, K1.4, K1.5, K1.6, K1.7, K1.8, K1.9, K6.2, K6.3, K6.4, K6.5, K6.6, K6.7, K6.8, dan K6.9 berturut-turut adalah sebesar 26%, 9%, 32%, 18%, 0%, 17%, 5%, 17%, 26%, 57%, 5%, 46%, 22%, 30%, dan 35%. Temuan ini menunjukkan bahwa hampir seluruh kolom yang diuji mengalami penurunan kekuatan struktur yang cukup signifikan.

Berdasarkan hasil pengamatan visual serta pengujian terhadap perbedaan kekuatan beton pada elemen struktur kolom Bangunan Gedung Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kota Banda Aceh, disarankan untuk dilakukan investigasi dan evaluasi lanjutan guna menilai kelayakan struktural bangunan secara menyeluruh. Evaluasi ini diperlukan agar dapat ditentukan langkah perbaikan atau tindak lanjut yang tepat sesuai dengan kondisi aktual struktur bangunan.

REFERENCES

- Borrero, J. C., Synolakis, C. E., & Fritz, H. (2006). Northern Sumatra field survey after the December 2004 great Sumatra earthquake and Indian Ocean tsunami. *Earthquake Spectra*, 22 (S3), S93–S104. <https://doi.org/10.1193/1.2206791>
- Riskawati, R., Yusra, A., & Mahmud, S. (2018). *Analisa Perbedaan Kekuatan Beton Akibat Tsunami (Studi Kasus: Pengujian Nilai Pantul Hammer Test Pada Kolom Bangunan Masjid Paya Peunaga Kec. Meureubo Kab. Aceh Barat)*. Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi. <https://jurnal.utu.ac.id/jtsipil/article/view/718>
- Samsunan, S., & Febrianti, D. (2018). Analisa Tingkat Kerusakan Struktur Kolom Terkena Tsunami. *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi*, 4(1), 74–84. <https://doi.org/10.35308/jts-utu.v4i1.591>
- Sumajouw, A. J., Pandaleke, R. E., & Wallah, S. E. (2018). Perbandingan kuat tekan menggunakan hammer test pada benda uji portal beton bertulang dan menggunakan mesin uji kuat tekan pada benda uji kubus. *Jurnal Sipil Statik*, 6(11). E-Journal Universitas Sam Ratulangi
- Tampubolon, S. P., & Antonius, D. (2024). Analisis pengaruh variasi jarak pengikat geser pada uji balok beton bertulang. *Jurnal PenSil*, 13(2). <https://doi.org/10.21009/jpensil.v13i2.44068>
- Sembiring, A. Y., Wallah, S. E., & Ointu, B. M. (2019). Pengaruh pembebanan terhadap hasil pengujian hammer test pada kolom beton bertulang. *Jurnal Sipil Statik*, 7(2). E-Journal Universitas Sam Ratulangi
- Ichsan, M., Tanjung, D., & Hasibuan, M. H. M. (2021). Analisa perbandingan hammer test dan compression testing machine terhadap uji kuat tekan beton. *Buletin Utama Teknik*, 17(1), 41–45. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/4312>
- Lin, X., Li, W., Castel, A., Kim, T., Huang, Y., & Wang, K. (2023). A comprehensive review on self-healing cementitious composites with crystalline admixtures: Design, performance and application. *Construction and Building Materials*, 409, 134108. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.134108>

- Li, Y., Xu, H., He, Y., Xu, Q., Fan, X., & Liu, C. (2024). Study on the correlation between indoor accelerated corrosion testing of concrete epoxy polysiloxane coating and real-sea environmental testing in the East China Sea. *Case Studies in Construction Materials*, 20, e02905. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e02905>
- Ichsan, M., Tanjung, D., Hasibuan, M.H.M., 2021. Analisa Perbandingan Hammer Test dan Compression Testing Machine Terhadap Uji Kuat Tekan Beton. *Buletin Utama Teknik* 17, 41–45.
- Broto, A. B., Hasan, M. F. R., Sukarman, S., & Sucita, I. K. (2021). Pendampingan Pengelola Yayasan Riyadul Falah Dalam Perbaikan Bangunan Gedung Gagal Konstruksi. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 5(6), 3476–3486.
- Ernawati, Tumingan, & Nugroho, B. (2022). Evaluasi Kuat Tekan Beton Menggunakan Hammer Test Dan Ultrasonic Pulse Velocity (Upv) Pada. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda*, 14(1), 16–22.
- Fikri, M., Nurhidayah, N., Adriansyah, M. R., & Ahmadi, A. (2023). Evaluasi Kekuatan Struktur Kolom Eksisting Pada Pembangunan Mako Polres Toraja Utara Menggunakan Schimidt Hammer Test. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 23(1), 32–39. <https://doi.org/10.35965/eco.v23i1.2501>
- Herdiansah, Y., & Cendana, W. P. (2025). Evaluasi Kuat Tekan Beton Terpasang pada Struktur Dermaga Eksisting Berdasarkan Pengujian Destructive dan Non-Destructive ABSTRACT . *Evaluation of Installed Concrete Compressive Strength on Existing Pier*. 21(April), 109–127. <https://doi.org/10.28932/jts.v21i1.8698>
- Prasetya, B., Zhafira, T., Sagara, N. J., Widorini, T., & Sitorus, M. S. (2024). Evaluasi Mutu Beton dengan Metode Non-Destructive Test pada Kolom Gedung Parkir Menara USM. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 11(1), 40–45. <https://doi.org/10.21063/JTS.2024.V1101.040-45>