

Evaluasi Kuat Tekan Beton Menggunakan Pengujian Non Destructive (Hammer Test)

Studi Kasus: Proyek Pembangunan Tambatan Perahu, Desa Uludala, Kab. Ende

Frianggi Sofia D Mansari¹, Reyneldis L Fernandez², Wenceslaus R Fernandez³

^{1,2}Dosen / Program Studi Teknik Sipil / Universitas Citra Bangsa Kupang

³Dosen / Program Studi Teknik Sipil / Universitas Katolik Widya Mandira Kupang

Corresponding Author: anggymansari@gmail.com

Published: July, 2025

ABSTRACT

The construction of a boat mooring/people's pier in Ende Regency is one of the government's efforts to assist the community in obtaining services for transportation access. The construction of a boat mooring/people's pier at Ropa Beach, Uludala Village, Maurole District aims to provide a supporting facility for the community to moor boats, accelerate economic progress and serve the social needs of the community. This study evaluated the quality of installed concrete on a 25 cm × 25 cm mini pile structure in the construction of a community boat mooring/pier using the non-destructive Hammer Test method. The test results showed a strong relationship between the rebound number and the compressive strength of the concrete, with a regression equation of $\hat{Y} = 1.9531x - 39.265$, a determination coefficient of 0.9991 or 99.91%. and a correlation coefficient of 0.99955. The average concrete compressive strength value reached 59.660 MPa or equivalent to the quality of concrete (K-608.53), exceeding the minimum specifications of K-450. These results indicate that the quality of the installed concrete has met or even exceeded the planning standards.

Keywords: Concrete Compressive Strength, Hammer Test, Non-Destructive Test, Mini Pile, Concrete Quality

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia mencakup berbagai proyek termasuk proyek jalan, jembatan, bandara, pelabuhan, pembangkit listrik, dan berbagai jenis bangunan lainnya, terus mengalami perkembangan dari masa ke masa baik yang dilakukan oleh pemerintah maupun swasta/pribadi. Hal ini menyebabkan kebutuhan dan penggunaan material konstruksi juga mengalami peningkatan.

Beton menjadi material konstruksi yang paling banyak diminati, karena beton memiliki banyak kelebihan dibandingkan material lainnya. Beton memiliki beberapa karakteristik seperti kuat terhadap tekan, tahan terhadap api atau suhu tinggi, tahan lama atau memiliki durabilitas yang tinggi, mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan dan perawatan yang relatif mudah (Nugraha & Antoni, 2004).

Dalam proyek konstruksi, pekerjaan pengendalian mutu material merupakan proses yang sangat penting untuk dilakukan untuk menjamin kekuatan bangunan sesuai dengan desain yang direncanakan selain metode pelaksanaan konstruksi yang harus sesuai prosedur (Chairunnisa et al., 2023). Pengendalian mutu material mencakup pengujian, pemeriksaan, dan tindakan lain untuk

memastikan material yang digunakan memenuhi standar dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Hal ini penting untuk mencegah kegagalan struktural dan memastikan bangunan aman dan tahan lama.

Kualitas atau mutu beton terpasang dapat dievaluasi melalui dua jenis pengujian, yaitu pengujian *non-destructive* dan pengujian *destructive*. Banyak penelitian yang telah dilakukan terkait metode dalam memperkirakan kualitas atau mutu beton terpasang berdasarkan hasil pengujian Hammer Test. Pengujian dengan menggunakan Hammer Test hanya mampu mengukur kekuatan beton pada lapisan permukaan, sehingga untuk struktur dengan dimensi yang besar, pengujian ini hanya memberi indikasi awal tentang mutu dan keragaman. Prinsip kerja Hammer Test adalah dengan memberikan beban tumbukan (*impact*) pada permukaan beton dengan menggunakan suatu massa yang diaktifkan dengan menggunakan besaran energi tertentu (Budi Nugroho et al., 2023). Angka rebound (R) adalah data yang diperoleh berdasarkan pengujian Hammer Test. Angka rebound tersebut kemudian akan dikorelasikan dengan kuat tekan beton menggunakan tabel atau grafik konversi. Semakin tinggi angka rebound, menunjukkan semakin tinggi pula perkiraan mutu beton terpasang (Egi Pratama et al., 2022).

Tambatan perahu/dermaga rakyat yang terletak di Pantai Ropa, Desa Uludala, Kecamatan Maurole merupakan salah satu infrastruktur dan prasarana yang dibangun oleh pemerintah pada tahun 2019 untuk mendukung aktivitas masyarakat seperti menambatkan perahu, mempercepat kemajuan ekonomi dan melayani kebutuhan sosial masyarakat. Lokasi tambatan perahu ini berada di dekat Laut Flores dan merupakan area dengan karakteristik laut lepas yang rentan terhadap kondisi cuaca ekstrem, terutama pada musim angin barat. Wilayah ini memiliki gelombang yang cukup kuat dan angin yang intens terutama saat musim-musim tertentu, yang menyebabkan risiko erosi pantai dan tekanan besar pada struktur bangunan pesisir. Kondisi laut lepas dengan arus dan gelombang pasang yang kuat dapat mempercepat kerusakan pada struktur yang tidak memiliki perlindungan atau desain khusus untuk menghadapi kondisi laut terbuka.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan evaluasi terhadap mutu beton terpasang pada suatu konstruksi tambatan perahu/dermaga rakyat dengan menggunakan struktur *mini pile* beton bertulang berukuran 25 cm x 25 cm yang dibangun pada tahun 2019. Pelaksanaan pemeriksaan atau evaluasi mutu beton akan dilakukan dengan menggunakan pengujian *non-destructive* dengan metode Hammer Test.

METODE

Lokasi Penelitian

Secara geografis, lokasi pembangunan tambatan perahu/dermaga rakyat berada pada titik koordinat (-8.496562695157014, 121.71954360644895) dan terletak di wilayah pesisir Desa Ulupada, Kecamatan Maurole, Kabupaten Ende, Nusa Tenggara Timur, Indonesia.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

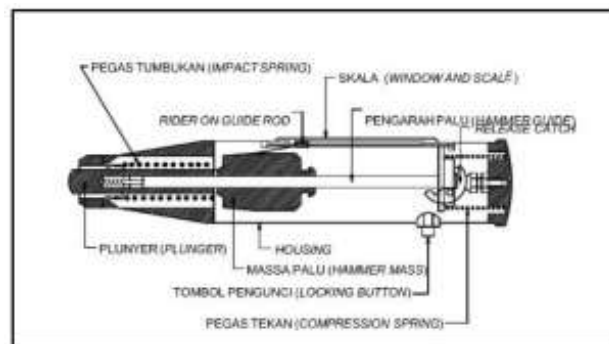
Sumber : Google Maps



Gambar 2. Tampak Depan Tambatan Perahu

Penentuan Sampel dan Tahap Pengujian

Penelitian ini diawali dengan penentuan jumlah sampel Hammer Test yang akan diambil dengan memperhatikan ketentuan jumlah minimum sampel serta pertimbangan sebaran titik-titik sampel pada struktur *mini pile* beton bertulang. Jumlah sampel Hammer Test diambil sebanyak 10 titik dengan ketentuan pada masing-masing titik akan dilakukan 10 kali tumbukan.



Gambar 3. Sketsa Alat Hammer Test

Sumber : RSNI 4803, 2012

Pengujian *non-destructive* dengan metode Hammer test merupakan salah satu pengujian yang sangat cepat, sehingga dapat mencakup area pengujian yang luas dalam waktu yang relative singkat sehingga dapat menghemat biaya. Adapun rumus perhitungan yang digunakan dalam Hammer Test yaitu sebagai berikut :

$$kalibrasi = \frac{\text{standar kalibrasi}}{\Sigma \text{ nilai kalibrasi}} \dots\dots\dots 2-1$$

$$kuat tekan = \Sigma \text{ bacaan dial } x \text{ kalibrasi} \dots\dots\dots 2-2$$

Tahap Analisa Data

Setelah proses pengujian dilakukan, maka selanjutnya data hasil pengujian akan diobservasi untuk memastikan bahwa semua data yang diperoleh valid dan dapat digunakan. Pelaksanaan observasi data hasil pengujian meliputi identifikasi *outlier* dan pengujian interval kepercayaan. Setelah observasi data dilakukan, maka akan dilakukan analisis data dengan menggunakan analisa regresi dan uji korelasi.

Dengan melakukan observasi dan analisis data yang benar, hasil pengujian dapat diinterpretasikan dengan lebih tepat dan dapat memberikan informasi yang berguna untuk pengambilan keputusan atau kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Hammer Test

Pengujian Hammer Test dilakukan berdasarkan SNI ASTM C805, 2012. Pengujian dengan menggunakan Hammer Test hanya mampu mengukur kekuatan beton pada lapisan permukaan, sehingga untuk struktur dengan dimensi yang besar, pengujian ini hanya memberi indikasi awal tentang mutu dan keragaman. Karena alat ini sensitif terhadap perubahan di permukaan beton, maka permukaan beton yang akan diuji perlu dibersihkan dan diratakan sebelum pengujian dilakukan. Hasil pengujian Hammer Test pada 10 titik sampel struktur *mini pile* beton bertulang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Hammer Test

No Titik	Angka Pantul (R)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	50	60	50	52	50	50	52	50	48	62
2	48	52	52	54	54	58	56	52	50	54
3	60	52	54	50	58	60	62	58	52	58
4	52	46	56	50	54	52	50	56	54	54
5	57	47	58	49	52	57	48	50	53	52
6	47	52	54	58	53	48	50	48	51	52
7	50	52	50	57	52	47	47	50	48	54
8	53	55	53	51	54	50	48	52	50	50
9	51	48	53	50	51	47	45	50	49	48
10	54	46	52	48	52	48	50	52	48	51

Sumber : hasil pengujian lapangan

Observasi Data Hasil Pengujian

1. Identifikasi *Outlier*

Outlier dapat mempengaruhi hasil pengujian interval kepercayaan, terutama jika *outlier* tersebut ekstrem dan mempengaruhi distribusi data. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi *outlier* sebelum melakukan pengujian interval. Identifikasi *outlier* terhadap data hasil pengujian Hammer Test dilakukan sesuai dengan metode yang dijelaskan dalam ASTM E176, 2016.

Tabel 2. Identifikasi Data *Outlier* pada Data Hammer Test

No Titik	Angka Pantul (R)										Rata-rata (Mean)	Standar Deviasi	<i>Outlier</i>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	50	60	50	52	50	50	52	50	48	62	52,400	4,695	TIDAK
2	48	52	52	54	54	58	56	52	50	54	53,000	2,867	TIDAK
3	60	52	54	50	58	60	62	58	52	58	56,400	4,088	TIDAK
4	52	46	56	50	54	52	50	56	54	54	52,400	3,098	TIDAK

5	57	47	58	49	52	57	48	50	53	52	52,333	3,953	TIDAK
6	47	52	54	58	53	48	50	48	51	52	51,300	3,302	TIDAK
7	50	52	50	57	52	47	47	50	48	54	50,700	3,164	TIDAK
8	53	55	53	51	54	50	48	52	50	50	51,600	2,171	TIDAK
9	51	48	53	50	51	47	45	50	49	48	49,167	2,305	TIDAK
10	54	46	52	48	52	48	50	52	48	51	50,131	2,487	TIDAK

Berdasarkan hasil identifikasi data tersebut diketahui bahwa tidak ada *outlier* pada seluruh data hasil Hammer Test, sehingga semua data dapat digunakan. Selanjutnya akan dilakukan pengujian interval kepercayaan untuk memperkirakan rentang nilai di mana parameter populasi yang sebenarnya mungkin berada, dengan tingkat kepercayaan tertentu. Hal ini akan membantu mengatasi ketidakpastian dalam data dengan memberikan rentang nilai yang lebih informatif daripada hanya menggunakan satu titik estimasi.

2. Pengujian Interval Kepercayaan

Data – data yang diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya diuji dengan menggunakan metode Interval Kepercayaan. Dengan menggunakan Interval Kepercayaan diharapkan data – data tersebut dapat mendekati angka valid. Dalam pengujian ini interval konfiden 95%. Hal ini berarti bahwa angka toleransi kesalahan yang diijinkan hanyalah 5%, sedangkan sisanya 95% adalah data – data yang dapat dipercaya. Data – data yang tidak memenuhi syarat tersebut tidak digunakan, sehingga data – data yang memenuhi syarat yang diuji secara statistik.

Tabel 3. Interval Kepercayaan Data Hammer Test

Rata-Rata Uji Interval	No Sampel	x	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan						
50,00	1	52,40	4,695	0,975	9	2,262	49,04 < μ < 55,76						
Tidak Memenuhi													
50,00													
52,00													
50,00													
50,00													
52,00													
50,00													
Tidak Memenuhi													
Tidak Memenuhi													
Tidak Memenuhi	2	53,00	2,867	0,975	9	2,262	50,95 < μ < 55,05						
52,00													
52,00													
54,00													
54,00													
Tidak Memenuhi													
Tidak Memenuhi													
52,00													
52,00													
52,00													

Tidak Memenuhi												
54,00												
Tidak Memenuhi												
Tidak Memenuhi												
54,00												
Tidak Memenuhi												
58,00												
Tidak Memenuhi	3	56,40	4,088	0,975	9	2,262	53,48	<	μ	<	59,32	
Tidak Memenuhi												
Tidak Memenuhi												
58,00												
Tidak Memenuhi												
58,00												
52,00												
Tidak Memenuhi												
Tidak Memenuhi												
Tidak Memenuhi												
54,00	4	52,40	3,098	0,975	9	2,262	50,18	<	μ	<	54,62	
52,00												
Tidak Memenuhi												
Tidak Memenuhi												
54,00												
54,00												
Tidak Memenuhi												
Tidak Memenuhi												
Tidak Memenuhi												
52,00	5	52,33	3,953	0,975	9	2,262	49,51	<	μ	<	55,16	
Tidak Memenuhi												
Tidak Memenuhi												
50,00												
53,33												
52,00												
Tidak Memenuhi	6	51,30	3,302	0,975	9	2,262	48,94	<	μ	<	53,66	

[illegible]

Tabel 4. Data Pengujian Hammer Test Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

No.	No Sampel	No Titik	Angka Rebound	Interval Kepercayaan			Keterangan	Angka Rebound Rata-rata
1	1	1	50	49,04	$< \mu <$	55,76	Memenuhi	50,57
2		2	60				Tidak Memenuhi	
3		3	50				Memenuhi	
4		4	52				Memenuhi	
5		5	50				Memenuhi	
6		6	50				Memenuhi	
7		7	52				Memenuhi	
8		8	50				Memenuhi	
9		9	48				Tidak Memenuhi	
10		10	62				Tidak Memenuhi	
1	2	1	48	50,95	$< \mu <$	55,05	Tidak Memenuhi	53,00
2		2	52				Memenuhi	
3		3	52				Memenuhi	
4		4	54				Memenuhi	
5		5	54				Memenuhi	
6		6	58				Tidak Memenuhi	
7		7	56				Tidak	

									Memenuhi	
8		8	52						Memenuhi	
9		9	50						Tidak	
									Memenuhi	
10		10	54						Memenuhi	
1		1	60						Tidak	
									Memenuhi	
2		2	52						Tidak	
									Memenuhi	
3		3	54						Memenuhi	
4		4	50						Tidak	
									Memenuhi	
5		5	58						Memenuhi	
6	3	6	60	53,48	$< \mu <$	59,32			Tidak	57,00
									Memenuhi	
7		7	62						Tidak	
									Memenuhi	
8		8	58						Memenuhi	
9		9	52						Tidak	
									Memenuhi	
10		10	58						Memenuhi	
1		1	52						Memenuhi	
2		2	46						Tidak	
									Memenuhi	
3		3	56						Tidak	
									Memenuhi	
4		4	50						Tidak	
									Memenuhi	
5	4	5	54	50,18	$< \mu <$	54,62			Memenuhi	53,20
6		6	52						Memenuhi	
7		7	50						Tidak	
									Memenuhi	
8		8	56						Tidak	
									Memenuhi	
9		9	54						Memenuhi	
10		10	54						Memenuhi	
1		1	57						Tidak	
									Memenuhi	
2		2	47						Tidak	
									Memenuhi	
3		3	58						Tidak	
									Memenuhi	
4		4	49						Tidak	
									Memenuhi	
5	5	5	52	49,51	$< \mu <$	55,16			Memenuhi	51,83
6		6	57						Tidak	
									Memenuhi	
7		7	48						Tidak	
									Memenuhi	
8		8	50						Memenuhi	
9		9	53						Memenuhi	
10		10	52						Memenuhi	
1		1	47						Tidak	
	6			48,94	$< \mu <$	53,66			Memenuhi	51,60
2		2	52						Memenuhi	

3		3	54					Tidak Memenuhi	
4		4	58					Tidak Memenuhi	
5		5	53					Memenuhi	
6		6	48					Tidak Memenuhi	
7		7	50					Memenuhi	
8		8	48					Tidak Memenuhi	
9		9	51					Memenuhi	
10		10	52					Memenuhi	
1		1	50					Memenuhi	
2		2	52					Memenuhi	
3		3	50					Memenuhi	
4		4	57					Tidak Memenuhi	
5		5	52					Memenuhi	
6		6	47					Tidak Memenuhi	
7	7	7	47	48,44	$< \mu <$	52,96		Tidak Memenuhi	50,80
8		8	50					Memenuhi	
9		9	48					Tidak Memenuhi	
10		10	54					Tidak Memenuhi	
1	8	1	53	50,05	$< \mu <$	53,15		Memenuhi	52,25
2		2	55					Tidak Memenuhi	
3		3	53					Memenuhi	
4		4	51					Memenuhi	
5		5	54					Tidak Memenuhi	
6		6	50					Tidak Memenuhi	
7		7	48					Tidak Memenuhi	
8		8	52					Memenuhi	
9		9	50					Tidak Memenuhi	
10		10	50					Tidak Memenuhi	
1		1	51	47,52	$< \mu <$			Tidak Memenuhi	
2		2	48					Memenuhi	
3		3	53					Tidak Memenuhi	
4		4	50					Memenuhi	
5	9	5	51			50,82		Tidak Memenuhi	48,93
6		6	47					Tidak Memenuhi	
7		7	45					Tidak Memenuhi	

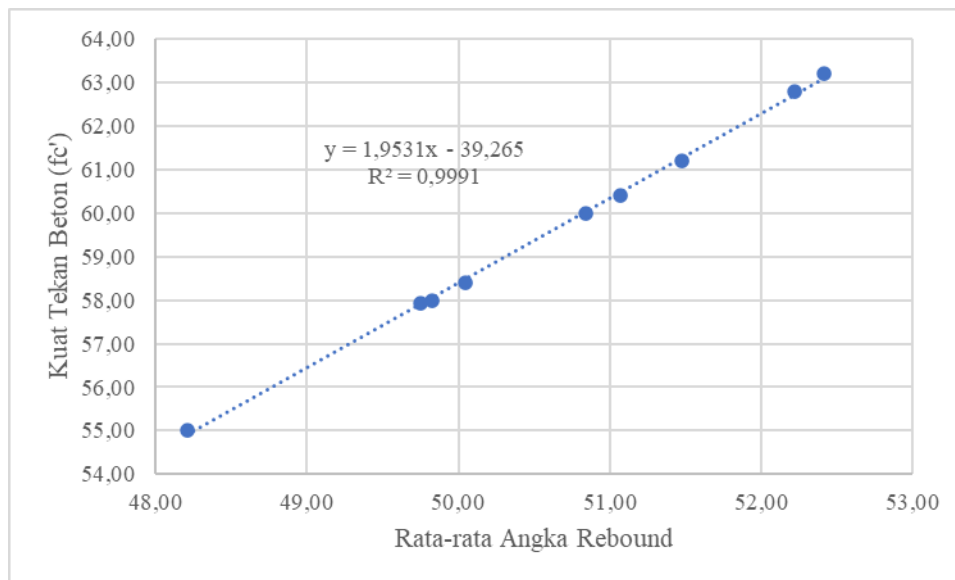
8		8	50													Memenuhi	
9		9	49													Memenuhi	
10		10	48													Memenuhi	
1		1	54													Tidak Memenuhi	
2		2	46													Tidak Memenuhi	
3		3	52													Tidak Memenuhi	
4		4	48													Tidak Memenuhi	
5	10	5	52								48,35	$< \mu <$	51,91			Tidak Memenuhi	50,50
6		6	48													Tidak Memenuhi	
7		7	50													Memenuhi	
8		8	52													Tidak Memenuhi	
9		9	48													Tidak Memenuhi	
10		10	51													Memenuhi	

Analisa Regresi dan Uji Korelasi

Setelah melakukan pengujian interval kepercayaan, diperoleh data angka rebound yang valid dan memiliki tingkat kepercayaan sebesar 95%. Data inilah yang akan digunakan untuk melihat hubungan empirik dari tingkat kekerasan beton yang ditandai dengan nilai Rebound Hammer Test. Berdasarkan hasil analisa diperoleh data kuat tekan beton hasil uji Hammer Test sebagai berikut.

Tabel 5. Data Nilai Kuat Tekan Beton Berdasarkan Angka Rebound Uji Hammer Test

No Titik	Angka Pantul (R)										ΣR	Faktor Koreksi i Alat	R Koreksi i	f'ci	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				Mpa	kg/cm ²
1	50	60	50	52	50	50	52	50	48	62	50,57	0,99	49,82	58,00	591,60
2	48	52	52	54	54	58	56	52	50	54	53,00	0,99	52,22	62,80	640,56
3	60	52	54	50	58	60	62	58	52	58	57,00	0,99	56,16	-	-
4	52	46	56	50	54	52	50	56	54	54	53,20	0,99	52,41	63,20	644,64
5	57	47	58	49	52	57	48	50	53	52	51,83	0,99	51,07	60,40	616,08
6	47	52	54	58	53	48	50	48	51	52	51,60	0,99	50,84	60,00	612,00
7	50	52	50	57	52	47	47	50	48	54	50,80	0,99	50,05	58,40	595,68
8	53	55	53	51	54	50	48	52	50	50	52,25	0,99	51,48	61,20	624,24
9	51	48	53	50	51	47	45	50	49	48	48,93	0,99	48,21	55,00	561,00
10	54	46	52	48	52	48	50	52	48	51	50,50	0,99	49,75	57,94	590,99



Gambar 4. Hubungan Antara Angka Rebound dan Kuat Tekan Beton

Berdasarkan hasil analisa diperoleh persamaan regresi $\hat{Y} = 1,9531x - 39,265$ dan koefisien determinasi sebesar 0,9991 atau 99,91%. Sedangkan, untuk nilai koefisien korelasi dapat diperoleh sebesar 0,99955. Nilai ini menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara angka rebound dan kuat tekan beton. Artinya, semakin tinggi angka rebound maka akan semakin tinggi pula nilai kuat tekan beton yang diperoleh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian Hammer Test dan analisa data yang dilakukan, diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata adalah sebesar 59,660 MPa atau setara dengan mutu beton K-608,53. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa mutu atau kualitas beton terpasang pada struktur *mini pile* tambatan perahu/dermaga rakyat memenuhi persyaratan atau spesifikasi perencanaan, dimana mutu beton yang diisyaratkan adalah K-450. Selain itu, mutu beton tersebut jugatelah sesuai dengan spesifikasi mutu untuk beton yang berada pada lingkungan korosif.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM E176. (2016). *Dealing With Outlying Observations*. i, 2–4. <https://doi.org/10.1520/E0178-16A.2>
- Budi Nugroho, Tumingan, & Ernawati. (2023). Evaluasi Kuat Tekan Beton Menggunakan Hammer Test Dan Ultrasonic Pulse Velocity (Upv) Pada Jembatan Kuala Samboja. *Jurnal Inersia*, 14(1), 16–22. <https://doi.org/10.46964/inersia.v14i1.361>
- Chairunnisa, N., Pratiwi, A. Y., Darmawan, A. R., Nurwidayati, R., Krasna, W. A., Cahyadi, A., & Zackyudin, M. (2023). Pendampingan Teknis Pengujian Tidak Merusak dengan Ultrasonic Pulse Velocity dan Hammer Test Pada Struktur Beton Bertulang Bangunan Kantor di Banjarbaru. *Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Laban Basah Unggul)*, 3(1), 146. <https://doi.org/10.20527/ilung.v3i1.9523>
- Egi Pratama, Kadir, Y., Afriade Siregar, C., Arief Gumilang, A. S., & Pratama. (2022). PEMERIKSAAN MUTU BETON TERPASANG MENGGUNAKAN PENGUJIAN NONDESTRUKTIF (NDT) DAN DESTRUKTIF, STUDI KASUS: BANGUNAN BETON BERTULANG 4 LANTAI *Concrete In-place Strength Assessment Utilizing Non-Destructive Test (NDT) and Destructive Test, Case Study: 4 Storie*.
- Nugraha, P., & Antoni. (2004). *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi* (F. S. Suyantoro (ed.)). ANDI.
- RSNI 4803. (2012). *Metode Uji Angka Pantul Beton Keras*.
- SNI ASTM C805. (2012). *Metode Uji Angka Pantul Beton Keras*. i–iii, 1–10.