



Website:
ejournal.umm.ac.id/index.php/janayu

*Correspondence:
sandi@umm.ac.id

DOI: 10.22219/janayu.v4i1.23476

Sitasi:
Wahyudiono, S., Kumalasari, A, I., & Septiropa, Z. (2023). Pendampingan Kegiatan Pengecekan Struktur Bangunan pada Pengelola Pondok Pesantren Entrepreneur Muhammadiyah Gondanglegi. *Jurnal Pengabdian dan Peningkatan Mutu Masyarakat*, 4(1), 82-91.

**Proses Artikel
Diajukan:**
28 November 2022

Direviu:
14 Desember 2022

Direvisi:
1 Februari 2023

Diterima:
28 Februari 2023

Diterbitkan:
28 Februari 2023

Alamat Kantor:
Jurusan Akuntansi Universitas Muhammadiyah Malang
Gedung Kuliah Bersama 2
Lantai 3.
Jalan Raya Tlogomas 246,
Malang, Jawa Timur,
Indonesia

P-ISSN: 2721-0421
E-ISSN: 2721-0340

Pendampingan Kegiatan Pengecekan Struktur Bangunan pada Pengelola Pondok Pesantren Entrepreneur Muhammadiyah Gondanglegi

Sandi Wahyudiono^{*1}, Aulia Indira Kumalasari²,
Zamzami Septiropa³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang

ABSTRACT

A good building structure is a structure that is able to support the loads on it without failing where these loads must be distributed evenly on the main structural components. The additional load on the structure itself must be through careful calculations and fulfillment of several main factors such as concrete strength. As in the Gondanglegi Muhammadiyah Entrepreneur Islamic Boarding School (PPEM), it is known that this Gondanglegi PPEM require more classroom and boarding facilities due to the increasing number of students registering. For this reason, PPEM wants to add up the number of floors in the Dormitory Building, which originally consisted of 2 floors. The problem faced by PPEM is that they do not have data related to building construction. For this reason, it is necessary to check the strength of the building structure to find out whether it is feasible and safe if it is later added 1 or even 2 floors. Testing is carried out using a hammer test where the test aims to determine the quality of the concrete so that it can be seen whether the building is safe if the floor is added. From the results of the assessment of the dormitory building, it can be seen that the quality of the concrete on floors 1, 2 and 3 is in accordance with the SNI standards for high-rise buildings and it can be recommended to continue construction work on the 4th floor with a few notes that must be carried out such as the function of the room and the type of material.

KEYWORDS: Islamic boarding school; concrete; hammer test.

ABSTRAK

Struktur bangunan yang baik adalah struktur yang mampu menopang beban yang ada di atasnya tanpa mengalami kegagalan dimana beban-beban tersebut haruslah dapat didistribusikan secara merata pada komponen struktur utama. Penambahan beban pada struktur sendiri haruslah melalui perhitungan yang cermat serta pemenuhan beberapa faktor utama seperti kekuatan beton. Seperti pada Pondok Pesantren Entrepreneur Muhammadiyah (PPEM) Gondanglegi, diketahui bahwa PPEM Gondanglegi ini kekurangan sarana kelas dan penginapan karena bertambahnya jumlah santri yang mendaftar. Untuk itu pihak PPEM ingin menambah jumlah lantai di Gedung Asrama yang awalnya terdiri dari 2 lantai. Permasalahan yang dihadapi pihak PPEM adalah tidak mempunyai data-data terkait pembangunan gedung. Untuk itu diperlukan pengecekan kekuatan struktur bangunan gedung untuk mengetahui apakah layak dan aman jika nantinya ditambah 1 atau bahkan 2 lantai. Pengujian dilakukan dengan menggunakan hammer test dimana test tersebut



bertujuan untuk mengetahui mutu beton sehingga dapat diketahui apakah bangunan tersebut aman apabila dilakukan penambahan lantai bangunan. Dari hasil asesmen bangunan Gedung asrama dapat diketahui kalau bahwa mutu beton di lantai 1,2 dan 3 sudah sesuai standar SNI untuk gedung bertingkat serta dapat direkomendasikan untuk melanjutkan pekerjaan pembangunan di lantai 4 dengan beberapa catatan yang harus dilakukan seperti fungsi ruang dan jenis material.

KATA KUNCI: Pondok pesantren; beton; hammer test.

PENDAHULUAN

Pesantren adalah sebuah lembaga pendidikan keagamaan yang mempunyai ciri khas tersendiri yang berbeda dengan lembaga pendidikan lainnya karena didalamnya, pendidikan yang diajarkan meliputi pendidikan Islam, dakwah, pengembangan kemasyarakatan dan pendidikan lainnya yang sejenis [1][2]. Pondok Pesantren Entrepreneur Muhammadiyah (PPEM) Gondanglegi adalah sebuah lembaga pesantren dengan konsep modern dan profesional di Kecamatan Gondanglegi, Kabupaten Malang, Jawa timur. Lokasi PPEM Gondanglegi sendiri cukup strategis karena berada di jalur utama Kepanjen dan Turen yang merupakan jalur untuk ke Malang Selatan serta ke Kabupaten Probolinggo. PPEM Gondanglegi sendiri terus berkomitmen untuk selalu meningkatkan sarana prasarana pondok dalam rangka meningkatkan kualitas Pondok Pesantren sekaligus menambah kapasitas jumlah santri yang masuk. Salah satu upaya PPEM adalah dengan menambah lantai bangunan Gedung Asrama yang merupakan bagian dari prasarana penting di pondok pesantren PPEM.

Seiring dengan meningkatnya minat masyarakat untuk memondokkan anaknya di PPEM Gondanglegi, membuat jumlah pendaftar terus meningkat, sehingga PPEM kekurangan prasarana ruang kelas dan penginapan yang dipergunakan untuk kamar tidur para santri. Dengan kondisi tersebut, pihak PPEM berencana menambah fasilitas berupa ruang kelas dan ruang kamar dengan cara menambah lantai di Gedung Asrama Putra yang pada kondisi eksisting terdiri dari 2 lantai. Pada awalnya, PPEM berinisiatif menambah bangunan sehingga menjadi struktur 3 lantai pada gedung utama pondok pesantren. Setelah melihat antusiasme masyarakat, maka pihak pondok pesantren memiliki keinginan untuk menambahkan satu lantai lagi pada bangunan gedung sehingga menjadi bangunan 4 lantai. Untuk mewujudkan hal tersebut, maka perlulah dilakukan validasi struktur bangunan eksisting untuk memastikan apakah struktur akan aman apabila direncanakan akan dilakukan penambahan 1 lantai lagi pada gedung. Maka dari itu, pengabdian memberikan solusi yaitu melakukan validasi kekuatan struktur yang dilakukan dengan metode hammer test.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan suatu struktur. Kegagalan struktur akan terjadi seiring dengan pertambahan beban yang ada terutama kegagalan pada kolom sehingga suatu struktur kolom haruslah direncanakan dengan baik dan cermat [3][4][5]. Selain itu, fungsi guna bangunan juga mampu menjadi salah satu faktor terjadinya kerusakan pada bangunan. Dalam membangun suatu gedung, elemen struktur yang dipilih haruslah sesuai dengan fungsi guna gedung tersebut nantinya [6]. Sedangkan pada perencanaan suatu elemen struktur, model distribusi beban, khususnya untuk struktur utama seperti balok dan kolom harus mempunyai data yang bersumber dari lokasi untuk mengetahui keadaan bangunan atau struktur yang real agar dapat direkomendasikan perkuatan struktur yang cocok untuk perencanaannya [7].

Ada beberapa bentuk metode pengujian yang dapat digunakan dalam melakukan validasi kekuatan struktur bangunan. Pengujian tersebut diantaranya merupakan pengujian-pengujian setempat yang bersifat tidak merusak seperti hammer test [8][9][10]. Concrete Hammer Test merupakan metode uji beton yang paling populer saat ini. Pengujian ini dilakukann untuk memprediksi nilai tegangan beton pada suatu bangunan struktur [11]. Diharapkan, pengujian kekuatan struktur dengan menggunakan hammer test ini nantinya dapat membantu pihak pondok pesantren untuk dapat mengembangkan fasilitasnya demi menunjang kegiatan belajar mengajar.

METODE

Perencanaan

Berdasarkan Analisa situasi dilapangan, maka tim pengabdian melakukan perencanaan guna melakukan obeservasi kekuatan bangunan pada kondisi eksisting. Tahapan kegiatan tersebut dilakukan dengan rincian sebagai berikut:

a. Survey lapangan

Survey lapangan dilakukan dengan cara melakukan kegiatan pengukuran, pengamatan dan pemeriksaan bangunan gedung asrama yang rencananya akan dibuat 4 lantai terutama yang berkaitan dengan struktur utama bangunan antara lain pondasi, sloof, kolom, balok dan plat lantai. Juga nantinya dilakukan uji *Hammer test* untuk mengetahui mutu beton guna mengetahui daya dukung terhadap bangunan Gedung. Prinsip kerja hammer test sendiri adalah dengan memberikan beban yang berupa tumbukan (*impact*) pada suatu permukaan beton dengan massa dan besaran energi tertentu. Tumbukan yang diberikan pada beton akan dipantulkan Kembali. Jarak pantulan tersebut akan mengindikasikan kekerasan permukaan beton yang akan menjadi indikasi kuat-tekannya [12]

b. Diskusi dengan pihak mitra

Beberapa pertanyaan terkait dengan kondisi Gedung, struktur, sejarah pembangunan, serta tokoh-tokoh yang terlibat diajukan kepada mitra guna mengetahui lebih lanjut kondisi bangunan. Dari kegiatan ini didapatkan data-data penting terkait proses pengerjaan pembangunan Gedung pada saat pembangunan lantai 1.



Gambar 1. Pemaparan materi pemasaran konvensional Vs digital

Pelaksanaan

85

Pengujian kekuatan struktur dilakukan dengan menggunakan metode pengujian Hammer test. Pengujian hammer test sendiri adalah pengujian dengan cara memukul permukaan beton yang akan diuji. Pengujian tersebut dilakukan pada beberapa sample yaitu kolom lantai 1, 2 dan 3, sampel di balok lantai 1, 2 dan 3, serta sampel di plat lantai 1.

Pada beberapa benda uji seperti kolom pada lantai 1, dilakukan beberapa treatment seperti pengerukan permukaan kolom serta pemecahan acian dinding guna menjangkau permukaan kolom beton. Permukaan beton inilah yang nantinya akan dipukul dengan hammer yang nantinya akan didapatkan berapa nilai *rebound*-nya. Pengerukan lapisan sendiri dilakukan guna mendapatkan nilai kekuatan beton structural yang sebenarnya.



Gambar 2. Pengujian Hammer Test

Evaluasi

Sedangkan kegiatan evaluasi dilakukan dengan melakukan supervisi terhadap proses pembangunan lantai 4. Apabila hasil dari pengujian beton menunjukkan bahwa beton memiliki kekuatan yang baik, maka pihak pengabdian akan memberikan rekomendasi bahwa pembangunan lantai tambahan dapat dilanjutkan. Namun jika hasil pengecekan beton dinyatakan tidak layak, maka rencana penambahan lantai tersebut haruslah dipertimbangkan kembali mengingat keamanan, keselamatan, serta kegagalan yang mungkin dapat terjadi pada struktur bangunan [13]. Selain itu, pengabdian juga akan memberikan rekomendasi-rekomendasi yang berkaitan erat dengan evaluasi sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bangunan utama pada Pondok Pesantren Entrepreneur Muhammadiyah (PPEM) direncanakan memiliki 4 lantai dengan rencana fungsi utama bangunannya yaitu sebagai ruang kelas seperti yang tertera pada Gambar 3. Lantai 4 akan direncanakan memiliki tujuh ruang kelas dengan ukuran 5 m x 6.5 m. Selain itu, penambahan ornament-ornamen pada façade bangunan juga direncanakan untuk memperindah bangunannya nanti. Dalam menentukan beban mati untuk perancangan, harus digunakan berat bahan dan konstruksi yang sebenarnya, dengan ketentuan bahwa jika tidak ada informasi yang jelas, nilai yang harus digunakan adalah nilai yang disetujui oleh pihak yang berwenang [14].

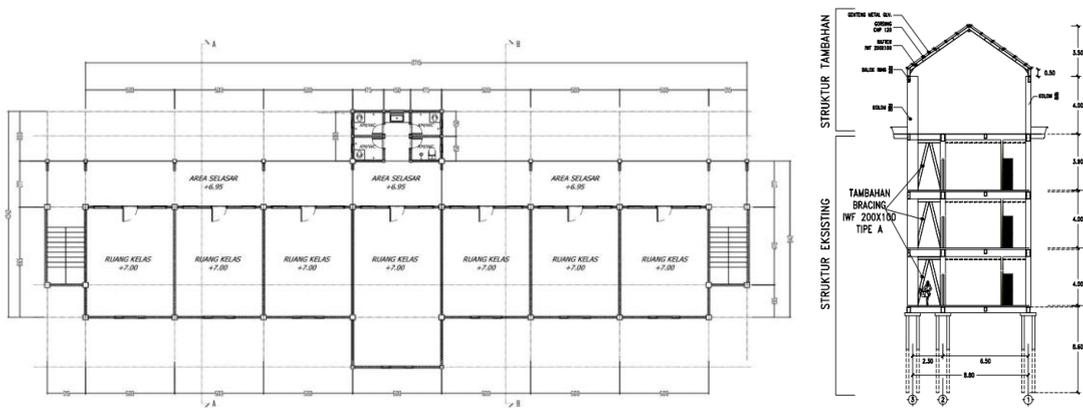
Janayu

4.1

Pemilik Gedung yakni PPEM Gondanglegi diharapkan dapat meriview kembali perencanaan dengan penambahan bangunan sebanyak 3 lantai. Hal ini untuk menjamin keandalan dari struktur bangunan. Perencanaan bangunan disarankan menggunakan persyaratan maupun

peraturan yang terbaru agar perencanaan tersebut sesuai dengan kondisi pembebanan terkini [15]. Penambahan lantai berarti merupakan penambahan struktur bangunan dan beban, sehingga diperlukan perkuatan struktur bangunan eksisting karena diasumsikan lantai sudah tidak mampu menerima beban. Maka dalam hal ini perlu dilakukan perkuatan pada struktur dengan seperti metode *concrete jacketing*, atau metode pembesaran pada dimensi dan penambahan jumlah tulangan untuk meningkatkan kinerja elemen tersebut. [7]

Pada kondisi eksisting, pembangunan pada lantai 3 sedang dilaksanakan seperti pada Gambar 4. Struktur utama bangunan pondok meliputi pondasi strouss dengan kedalaman 8.6 m, kolom area depan berukuran 40x40 cm dan belakang 20x80 cm, fungsi ruangan adalah sebagai ruang kamar santri. Untuk melanjutkan pembangunan lantai 4, pihak pondok Bersama dengan pengabdian harus melakukan pengujian untuk memastikan tingkat keamanan struktur apabila ditambah beban berupa struktur bangunan lagi di atasnya. Pengujian jenis hammer test dipilih dikarenakan pengujian tersebut mampu meminimalisir kerusakan bagi struktur utama maupun façade bangunan.



Gambar 3. Denah dan (b) tampak samping rencana pembangunan pondok pesantren



Gambar 4. Kondisi eksisting pembangunan pondok pesantren

Pengujian hammer test adalah suatu metode pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari beton yang digunakan pada bangunan [16] [17]. Komponen struktur yang diuji adalah kolom dengan ukuran 40 cm x 40 cm pada lantai 1, 2 dan 3; balok induk pada lantai 1, 2 dan 3; serta plat yang ada pada lantai 3. Untuk kolom, alat hammer dipasang dengan sudut 0° dengan nilai koreksi sudut (R_{sudut}) sebesar 0°, serta nilai kalibrasi anvil test (R_a) sebesar

74. Untuk komponen balok, alat hammer dipasang juga namun dengan sudut + 90° dengan nilai koreksi sudut (Rsudut) sebesar 3,1 serta kalibrasi anvil test (Ra) menggunakan nilai yang sama dengan kolom yaitu sebesar 74. Sedangkan pada komponen plat, hammer dipasang - 90° dengan nilai koreksi sudut (Rsudut) sebesar -5.4, serta kalibrasi anvil test (Ra) dengan nilai 74. Contoh hasil pembacaan hammer test pada kolom, balok, dan plat seperti yang tercantum pada Tabel 1 hingga Tabel 3.

Tabel 1. Pembacaan hasil hammer test kolom lantai 1

Sudut hammer	Rebound hammer					data terpakai	
	(R)					(R) *)	
0°	37	42	36	33	41	33	42
	34	38	39	38	37	34	39
	34	35	32	38	35	32	38
	36	33	38	35	43	33	38
	38	35	38	31	40	31	40
	rata-rata = 36.64					bawah	atas

Tabel 2. Pembacaan hasil hammer test balok lantai 1

Sudut hammer	Rebound hammer					data terpakai	
	(R)					(R) *)	
+90°	36	34	32	33	41	32	41
	35	34	35	32	34	30	35
	28	36	34	35	36	28	36
	29	28	24	38	38	29	38
	32	38	36	33	34	32	38
	rata-rata = 33.8					bawah	atas

Tabel 3. Pembacaan hasil hammer test plat lantai 3

Sudut hammer	Rebound hammer					data terpakai	
	(R)					(R) *)	
-90°	23	27	24	23	24	23	27
	26	28	30	24	24	24	30
	26	33	28	25	26	26	33
	22	28	24	26	23	23	28
	27	27	28	28	32	27	32
	rata-rata = 26.24					bawah	atas

Hasil pembacaan test tersebut kemudian dilakukan analisa terkait tegangan yang dihasilkan dari nilai reboundnya. Hasil analisa pada kolom lantai 1, balok lantai 1, dan plat lantai 3 seperti yang tercantum pada Tabel 4 hingga Tabel 6.

Tabel 4. Hasil analisa nilai Rebound pada Kolom Lantai 1

No	R	R (akhir)	σ 'b (kg/cm ²)	$(\sigma$ 'b- σ 'bm) ²
1	33	35.68	364	1093.749032
2	34	36.76	375	486.110681
3	32	34.59	353	1944.442724
4	33	35.68	364	1093.749032
5	31	33.51	342	3038.191756
6	42	45.41	463	4374.996129
7	39	42.16	430	1093.749032
8	38	41.08	419	486.110681
9	38	41.08	419	486.110681
10	40	43.24	441	1944.442724

Tabel 5. Hasil analisa nilai Rebound pada Balok Lantai 1

No data	R	R (akhir)	σ 'b (kg/cm ²)	$(\sigma$ 'b- σ 'bm) ²
1	32	37.95	387	438.7148896
2	30	35.78	365	1848.435864
3	28	33.62	343	4230.378201
4	29	34.70	354	2917.879363
5	32	37.95	387	438.7148896
6	41	47.68	486	6126.209857
7	35	41.19	420	147.048481
8	36	42.27	431	535.9370258
9	38	44.43	453	2042.880137
10	38	44.43	453	2042.880137

Tabel 6. Hasil analisa nilai Rebound pada Plat Lantai 3

No data	R	R (akhir)	σ 'b (kg/cm ²)	$(\sigma$ 'b- σ 'bm) ²
1	23	19.03	194	2247.046623
2	24	20.11	205	1323.436329
3	26	22.27	227	205.3817627
4	23	19.03	194	2247.046623
5	27	23.35	238	10.93749032
6	27	23.35	238	10.93749032
7	30	26.59	271	885.9367161
8	33	29.84	304	3948.434006

9	28	24.43	249	59.54855842
10	32	28.76	293	2684.546236

89

Dari tabel tersebut dapat diketahui nilai Rebound pada masing-masing titik yang dipilih secara acak. Kemudian, nilai tegangan ($\sigma' b$) dicari dengan mengalikan nilai rebound akhir dengan $10.197162 \text{ Kg/cm}^2$ atau setara dengan 1 N/mm . kemudian, dicari nilai tegangan rata-rata dari 10 titik yang diuji tersebut ($\sigma' bm$) dengan menggunakan persamaan:

$$\sigma' bm = \sum \frac{\sigma' b}{10} \tag{1}$$

Dari persamaan tersebut, kemudian didapatkanlah nilai tegangan beton yang ada pada spesimen kolom lantai 1 dengan standar deviasi (sd) yang didapatkan dengan persamaan:

$$sd = \sqrt{\frac{(\sigma' b - \sigma' bm)^2}{10-1}} \tag{2}$$

Tabulasi hasil pengujian dituliskan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengelolaan data

Bagian struktur	Tegangan karakteristik hasil pengujian (kg/cm^2)	Toleransi	Mutu Beton
Kolom Lt 1	396,9	$\pm 42,22$	K-350
Balok Lt 1	407,9	$\pm 48,04$	K-350
Kolom Lt 2	385,8	$\pm 43,48$	K-350
Balok Lt 2	382,5	$\pm 40,99$	K-350
Kolom Lt 3	286,6	$\pm 38,19$	K-300
Balok Lt 3	310,9	$\pm 35,80$	K-300
Plat Lt 3	241,4	$\pm 38,91$	K-250

Hasil Tabel menunjukkan bahwa mutu beton yang digunakan pada bangunan struktur PPEM pada umumnya merupakan beton jenis K-350 dengan tegangan yang bervariasi antara $286,6 \text{ kg/cm}^2$ hingga $407,9 \text{ kg/cm}^2$ dan memiliki toleransi tegangan antara $\pm 38,19$ hingga $\pm 48,04$. Beton mutu K-350 sendiri merupakan beton yang digunakan pada konstruksi struktural, khususnya konstruksi yang memiliki kemampuan dalam menahan beban yang tinggi. Beton dengan mutu tersebut memiliki kuat tekan yang setara dengan $f'c 31,2 \text{ MPa}$ atau setara dengan beton kelas III.

Beton kelas III sendiri adalah jenis beton yang digunakan pada pekerjaan-pekerjaan structural yang dalam pembuatannya diperlukan keahlian khusus dan harus dilakukan dibawah

pengawasan Tenaga ahli. Beton jenis ini memiliki klasifikasi kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang digunakan pada pekerjaan struktural biasa.

Klasifikasi jenis beton yang digunakan pada bangunan eksisting PPEM dapat dikatakan sudah memenuhi persyaratan yang berkaitan dengan kekuatan tekannya. Kemudian langkah selanjutnya adalah pemberian rekomendasi terkait material struktru yang dapat digunakan serta fungsi ruang bangunan yang dapat diaplikasikan guna menjamin keamanan pengguna gedung.

SIMPULAN

Dari hasil evaluasi serta beberapa temuan yang kami dapatkan dari pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini, dapat disimpulkan bahwa kekuatan beton mampu menahan beban apabila akan dilakukan penambahan lantai, baik lantai 3 hingga lantai 4 dengan ketentuan:

1. Pada lantai 4, digunakan kolom yang sama seperti struktur di lantai sebelumnya, yaitu 20x80 cm dan 40x40 cm.
2. Bisa juga digunakan kolom yang lebih kecil dengan harapan meringankan beban yang nantinya ada di lantai 4.
3. Untuk atap, dapat digunakan balok ring 20x40 cm, rafter IWF 200x100, gording CNP 120, dan genteng metal GLV.
4. Fungsi ruang yang direkomendasikan untuk lantai 4 adalah untuk ruang kamar santri, dimana beban untuk ruang tidur hanya sekitar 1.44 kN/m². Lebih ringan bila dibandingkan dengan ruang kelas yang besar bebannya adalah 3.83 kN/m²

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Sukma, "Lembaga Pendidikan Pembentukan Karakter," *Al-Tadzkiyyah: Jurnal Pendidikan Islam*, vol. 8, pp. 85–103, 2015.
- [2] A. Abdurrahman, "Sejarah Pesantren Di Indonesia:," *Jurnal Penelitian Ilmiah INTAJ*, vol. 4, no. 1, pp. 84–105, 2020, doi: 10.35897/intaj.v4i1.388.
- [3] H. Subagio, Krisnamurti, and Paksitya Purnama Putra, "Evaluasi Penambahan Jumlah Lantai Pada Gedung Perkuliahan Fakultas Teknik Universitas Jember," *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2021, doi: 10.22225/pd.10.1.1965.1-12.
- [4] Y. E. Wiyana, "ANALISIS KEGAGALAN KONSTRUKSI DAN BANGUNAN DARI PERSPEKTIF FAKTOR TEKNIS."
- [5] A. S. Ariyanto, "ANALISIS JENIS KERUSAKAN PADA BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT (Studi Kasus pada Gedung Apartemen dan Hotel Candiland Semarang)," 2020.
- [6] [Penilaian *et al.*, "RADIAL-juRnal perADaban saIns, rekayAsa dan teknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo."
- [7] F. C. Defryanti, M. Purwandito, M. Z. Ardhyana, P. T. Sipil, and U. Samudra, "Kota Langsa Analysis of the Addition Structure of the Shop Floor in Langsa City," vol. 2, no. 2, pp. 23–31, 2021.
- [8] M. Z. Syahdana and D. Safitri, "Perkiraan Kekuatan (Mutu) Beton Tanpa Merusak Beton (Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Hammer Test)," *Jurnal Ilmu Teknik*, vol. 1, no. 3, pp. 1–9, 2021.

- [9] Y. H. M. Rada and P. Aji, “Prediksi Kekuatan Beton Berdasarkan Parameter Design, Hammer Test Dan Test UPV Dengan Menggunakan Artificial Neural Network (ANN),” *Journal Of Civil Engineering*, vol. 34 No.1, no. 1, pp. 18–23, 2019.
- [10] T. Gehlot, S. S. Sankhla, and A. Gupta, “Study of Concrete Quality Assessment of Structural Elements Using Rebound Hammer Test,” *American Journal of Engineering Research (AJER)*, no. 5, pp. 192–198, 2016.
- [11] K. Sanchez and N. Tarranza, “Reliability of Rebound Hammer Test in Concrete Compressive Strength Estimation,” *International Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engineering*, vol. 1, no. 2, 2015, doi: 10.15242/ijaaee.c1114040.
- [12] A. J. Sumajouw, R. Pandaleke, and S. E. Wallah, “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*, vol. 6, no. 11, pp. 941–948, 2018.
- [13] P. Mutu Beton Egi Pratama *et al.*, “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 Stories Building.”
- [14] BSN, “SNI 03-4430-1997: Metode Pengujian Elemen Struktur Beton dengan Alat Palu Beton Tipe N dan NR,” *Badan Standardisasi Indonesia*, p. BSN, 1997.
- [15] J. Spektran, D. Teknik, S. Universitas, S. Ageng, and G. Geser, “EVALUASI SIMPANGAN STRUKTUR AKIBAT PENAMBAHAN LANTAI DENGAN METODE ANALISIS STATIK DAN DINAMIK RESPONSE SPECTRUM (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Dekanat Fakultas Teknik UNTIRTA),” *Jurnal Spektran*, vol. 5, no. 2, pp. 88–95, 2017.
- [16] A. J. Sumajouw and R. E. Pandaleke, “Perbandingan Kuat Tekan Menggunakan Hammer Test Pada Benda Uji Portal Beton Bertulang Dan Menggunakan Mesin Uji Kuat Tekan Pada Benda Uji Kubus,” *Jurnal Sipil ...*, vol. 6, no. 11, 2018.
- [17] R. M. Simatupang, D. Nuralinah, and C. Remayanti, “Korelasi Nilai Kuat Tekan Beton Antara Hammer Test , Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) Dan Compression Test,” *Rekayasa Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 26–32, 2016.