



Investigasi Struktur Bangunan Cagar Budaya di Kota Semarang

Aldiva Rizky Kridautama^a, Ageng Aji Pramudya^b, Hani Purwanti^{c*}, Nur Fithriani F Cholida^d,
Kukuh Wisnuaji Widiatmoko^e

^{a, b, c, d, e} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Semarang, Jl. Soekarno-Hatta, Tlogosari, Semarang

*Corresponding author, email: hanipurwanti@usm.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received July 17, 2024

Revised July 25, 2024

Accepted July 31, 2024

Available online December 16, 2024

Keywords:

Preservation

Cultural Heritage

Semarang

ABSTRACT

This research aims to examine and analyze the structure of cultural heritage buildings to ensure sustainability and identify potential damage that may occur. Given the high historical and architectural value, preserving cultural heritage buildings is very important. A comprehensive evaluation was carried out on several cultural heritage buildings in Indonesia using non-destructive methods such as laser scanning, georadar and material strength testing. Laser scanning is used to create accurate 3D models of buildings, while georadar is useful for detecting invisible internal damage. Material strength testing is carried out to assess whether building materials are still suitable or have experienced degradation. The results of the analysis show that many cultural heritage buildings have experienced significant structural degradation due to age, environmental conditions and inappropriate human intervention. Some buildings show cracks in walls and foundations due to land subsidence or extreme climate change. Apart from that, the use of inappropriate restoration materials also contributes to a decrease in the quality of the building structure. This research reveals that routine care and maintenance is necessary to prevent further damage. Therefore, strategic recommendations for the restoration and conservation of cultural heritage buildings are presented in this research. These recommendations include the use of appropriate restoration materials, the application of modern technology in regular monitoring of building conditions, as well as training for conservators and architects in appropriate conservation techniques. It is hoped that this study will become a reference for conservators, architects and related parties in efforts to preserve cultural heritage. In this way, cultural heritage buildings can continue to be preserved and continue to be enjoyed by future generations. Further research is needed to develop more effective and efficient conservation methods to face future challenges.

© 2024 IJCES. Publishing Services by Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Semarang.

1. Pendahuluan

Cagar budaya adalah warisan berharga yang memiliki nilai sejarah, ilmu pengetahuan, pendidikan, agama, dan kebudayaan yang signifikan bagi identitas dan keberlangsungan suatu bangsa. Bangunan cagar budaya, sebagai salah satu bentuk warisan budaya, memiliki peran penting dalam menggambarkan sejarah arsitektur, teknologi konstruksi, dan estetika dari masa lalu. Oleh karena itu, pelestarian bangunan cagar budaya merupakan tanggung jawab bersama yang membutuhkan pendekatan yang komprehensif dan ilmiah. Seiring berjalannya waktu, bangunan cagar budaya menghadapi berbagai ancaman, baik dari faktor



alam seperti gempa bumi, perubahan iklim, dan cuaca ekstrem, maupun faktor manusia seperti kurangnya perawatan. Kondisi ini membuat struktur bangunan cagar budaya rentan terhadap kerusakan dan degradasi, yang dapat mengakibatkan hilangnya nilai sejarah dan budaya yang tak ternilai harganya.

Investigasi struktur bangunan cagar budaya menjadi langkah awal yang sangat penting dalam upaya pelestarian. Melalui investigasi yang menyeluruh, informasi detail mengenai kondisi struktural, material, teknik konstruksi, dan faktor yang mempengaruhi stabilitas dan integritas bangunan dapat diperoleh, karena sangat penting dalam menentukan strategi konservasi yang tepat, baik dalam hal restorasi, rehabilitasi, maupun pemeliharaan rutin. Investigasi ini bertujuan untuk meneliti perbandingan mutu material dengan menggunakan metode Hammer Test pada bangunan Stadion Diponegoro, Museum Mandala Bhakti, dan Puri Gedeh Gajah Mungkur di Kota Semarang.

2. Metode Penelitian

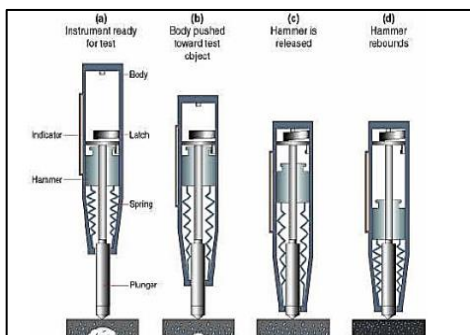
Alat ini bekerja dengan menumbukkan massa berenergi tertentu ke permukaan beton. Pantulan yang dihasilkan dari tumbukan tersebut menunjukkan tingkat kekerasan beton, dan setelah dikalibrasi, dapat digunakan untuk memperkirakan kuat tekan beton. Rebound Hammer Test adalah alat yang umum digunakan untuk pengujian ini, berfungsi untuk mengevaluasi kualitas lapisan luar beton pada struktur yang diuji.

Karena kemudahannya, penggunaan alat tersebut dapat dilakukan secara efektif dan cepat pada area yang luas. Alat ini sangat sensitif terhadap variasi permukaan beton, seperti adanya partikel batu di dekat permukaannya. Oleh karena itu, beberapa pengukuran di sekitar setiap titik uji diperlukan, dan hasilnya perlu dirata-ratakan. British Standards (BS) merekomendasikan antara 9 hingga 25 pengujian untuk setiap area uji seluas maksimal 300 mm², dengan jarak antar titik uji minimal 20 mm. Secara umum alat yang digunakan ialah untuk :

- a) Menghasilkan kisaran nilai kuat tekanan beton
- b) Menghasilkan tentang ketahanan beton terhadap abrasi

Metode alat ini mengacu pada pedoman SNI 03 – 4430 - 1997 atau ASTM C805 : 2012. Perumusan Metode Uji Hammer Test Beton sendiri yang mengacu pedoman SNI 03-4430-1997 / ASTM C805 : 2012 yaitu sebagai berikut:

- Rumus dari grafik excel ditarik berdasarkan sudut pengujian (kolom 0, Balok +90, pelat -90) setelah itu dikali standart deviasi. Hasilnya harus lebih kecil dari pengukuran aktualnya. Tujuannya adalah untuk *spelling* keamanan suatu bangunan.suatu bangunan.



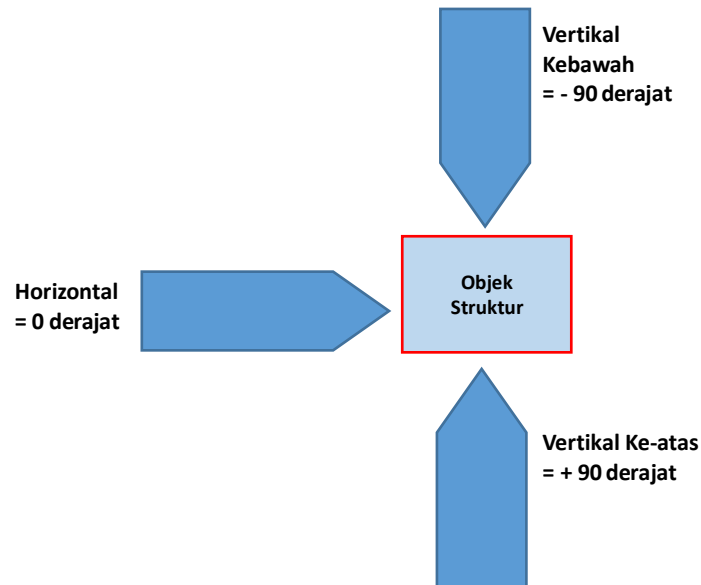
Gambar 1. Prinsip kerja alat jack hammer



Gambar 2. Alat uji jack hammer

Dalam penyusunan investigasi struktur bangunan cagar budaya di Kota Semarang ini. Adapun syarat-syarat dan ketentuan tersebut terdapat pada buku pedoman yang terbaru, antara lain :

- Pedoman Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2019 / ACI 318-14 / (SRPMK).
- Pedoman Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727:2020.
- Metode Uji Hammer Test Beton SNI 03-4430-1997 / ASTM C805 : 2012



Gambar 3. Ilustrasi cara tumbukan hammer test

Tabel 1. Nilai deviasi standar untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Standart Deviasi (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

Tabel 2. Standart klasifikasi kuat tekan bata merah

Mutu Bata Merah	Kuat Tekan Rata-Rata	
	kg/cm^2	N/mm^2 (MPa)
Tingkat I (satu)	>100	>10
Tingkat II (dua)	100-80	8-10
Tingkat III (tiga)	80-60	6-8

3. Hasil dan Pembahasan

- 1) Stadion Diponegoro adalah salah satu velodrome tertua di Asia Tenggara dan merupakan yang paling lengkap di Indonesia. Velodrome ini memiliki lintasan balap sejak tahun 1934, menjadikan Kota Semarang pusat utama kegiatan balap sepeda di Indonesia. Ikatan Sport Sepeda Indonesia (ISSI) dibentuk di Kota Semarang pada 20 Mei 1956, bertepatan dengan peringatan Hari Kebangkitan Nasional, dan kota ini juga menjadi tuan rumah Kongres serta Kejuaraan Nasional pertama. Pada PON II tahun 1951 di Jakarta, balap sepeda sudah diperlombakan. Saat ini, Stadion Diponegoro telah ditetapkan sebagai cagar budaya, namun fasilitasnya kurang memadai dan lintasan banyak yang retak, sehingga berisiko bagi para atlet yang menggunakannya.



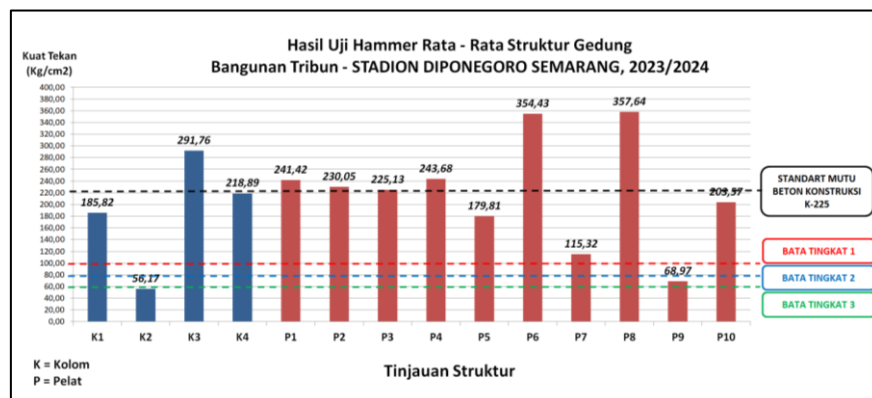
Gambar 4. Titik lokasi bangunan Stadion Diponegoro

Tinjauan Struktur	Lokasi	Notasi Uji	Dimensi (cm)	Titik Percobaan										Posisi hammer (derajat)
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
KOLOM	Tribun Timur	K1	30X52	241.08	106.09	161.13	173.41	199.23	302.60	271.02	226.71	241.08	255.85	0
		K2	30X52	69.85	28.96	61.89	69.85	40.75	96.37	106.09	87.09	76.25	54.39	0
	Tribun Barat	K3	38X72	352.99	319.00	255.85	226.71	286.61	302.60	406.98	352.99	388.59	335.79	0
		K4	38X72	199.23	126.82	226.71	319.00	302.60	255.85	319.00	255.85	286.61	226.71	0
PELAT	Tribun Barat	P1	TB=10	240.94	283.76	175.33	213.81	283.76	298.58	313.66	283.76	269.21	283.76	-90
		P2	TB=10	254.94	175.33	283.76	213.81	240.94	313.66	240.94	283.76	227.23	298.58	-90
		P3	TB=10	283.76	255.85	149.27	255.85	161.13	319.00	286.61	319.00	286.61	255.85	-90
		P4	TB=10	240.94	187.85	283.76	269.21	283.76	283.76	298.58	269.21	240.94	254.94	-90
		P5	TB=10	163.11	200.68	151.21	200.68	187.85	163.11	240.94	283.76	227.23	200.68	-90
	Tribun Timur	P6	TB=10	360.48	376.59	329.01	313.66	329.01	360.48	478.41	443.51	569.68	426.42	-90
		P7	TB=10	139.64	51.55	128.40	128.40	117.49	151.21	139.64	175.33	151.21	151.21	-90
		P8	TB=10	313.66	409.57	283.76	392.96	376.59	392.96	443.51	376.59	426.42	460.84	-90
		P9	TB=10	86.92	51.55	68.42	117.49	86.92	96.75	151.21	59.78	77.47	59.78	-90
		P10	TB=10	240.94	200.68	151.21	269.21	163.11	213.81	227.23	283.76	254.94	313.66	-90

Notasi Uji	kuat tekan rata-rata	kuat tekan maksimum	kuat tekan minimum	$(X_i - \bar{X}_{rt})^2$	$\sqrt{\frac{(X_i - \bar{X}_{rt})^2}{n-1}}$	$\bar{X}_{rt} - (1,645 \times S_d)$	Kuat tekan karakteristik (kg/cm ²)
K1	217,82	302,60	106,09	30641,15	19,45	185,825	185,82
K2	69,35	106,09	28,96	5202,30	8,01	56,165	56,17
K3	322,81	406,98	226,71	28854,41	18,87	291,764	291,76
K4	251,84	319,00	126,82	32497,92	20,03	218,888	218,89
P1	264,66	313,66	175,33	16160,34	14,12	241,422	241,42
P2	253,30	313,66	175,33	16176,22	14,13	230,049	230,05
P3	257,29	319,00	149,27	30957,39	19,55	225,132	225,13
P4	261,30	298,58	187,85	9292,05	10,71	243,677	243,68
P5	201,93	283,76	151,21	14647,65	13,45	179,806	179,81
P6	398,73	569,68	313,66	58720,35	26,92	354,434	354,43
P7	133,41	175,33	51,55	9789,12	10,99	115,324	115,32
P8	387,69	460,84	283,76	27029,39	18,27	357,636	357,64
P9	85,63	151,21	51,55	8303,93	10,13	68,973	68,97
P10	231,86	313,66	151,21	23945,45	17,19	203,573	203,57
K = Kolom B = Balok P = Pelat	Rata-rata uji seluruh sampel =			212,333 Kg/cm²	17,62 MPa		41,01% TANPA KENDALI
	Standart deviasi seluruh sampel=			7,227 MPa			

Gambar 5. Pengolahan data hammer test bangunan tribun Stadion Diponegoro

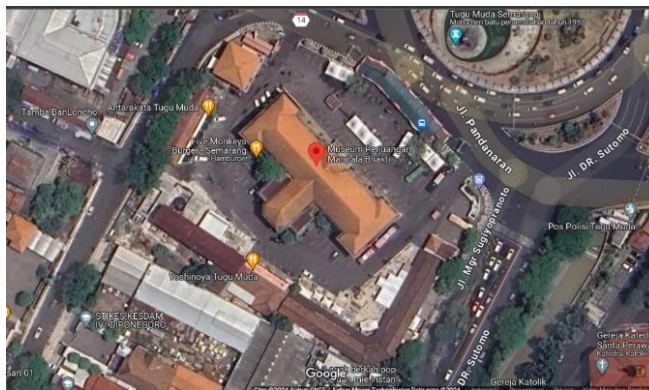
Hasil pengujian hammer test sesuai posisi dan letaknya dalam area bangunan tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 6. Grafik hammer test bangunan tribun Stadion Diponegoro

Dari total sampel pengujian kolom pasangan bata merah didapatkan rata – rata K-188,16 (f_c' 15,62 MPa) sesuai standart klasifikasi kekuatan bata merah menurut SNI 15-2094-1991. Dimana terdapat 8 sampel pengujian pelat beton bertulang didapatkan rata – rata K-205,06 (f_c' 17,02 MPa) serta 2 sampel pelat velodrome didapatkan rata-rata K-289,78 (f_c' 24,05 MPa). Jika dikomparasikan dengan mutu beton bertulang minimum untuk diklasifikasikan sebagai material struktur maka untuk pelat beton bertulang dengan nilai rata – rata K-205,06 (f_c' 17,02 MPa) < K-225 (f_c' 19 MPa) menandakan dibawah standart mutu beton bertulang.

- 2) Museum Mandala Bhakti di Kota Semarang terletak di Jalan Soegijapranoto, kawasan Tugu Muda. Dirancang oleh arsitek Belanda. bangunan ini awalnya digunakan sebagai Pengadilan Tinggi bagi rakyat Eropa pada tahun 1908. Pada tahun 1950, dan sejak 1985 digunakan sebagai museum. Museum Mandala Bhakti di Kota Semarang saat ini berada dalam kondisi yang memerlukan perhatian.



Gambar 7. Peta lokasi bangunan Museum Mandala Bhakti

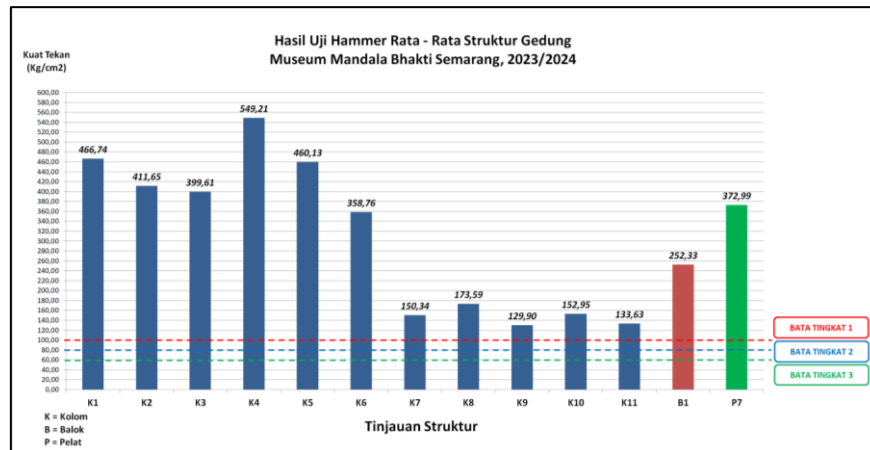
Tinjauan Struktur	Tingkatan Lantai	Notasi Uji	Dimensi (cm)	Titik Percobaan										Posisi hammer (derajat)
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
KOLOM	LT.1	K1	43 X 43	425,77	464,54	425,77	546,76	504,87	504,87	590,20	612,51	504,87	444,96	0
		K2	25 X 25	388,59	352,99	425,77	464,54	444,96	546,76	444,96	484,51	425,77	425,77	0
		K3	30 X 30	388,59	352,99	352,99	406,98	464,54	484,51	504,87	484,51	388,59	504,87	0
		K4	43 X 43	484,51	590,20	504,87	546,76	568,29	635,19	568,29	690,00	635,19	612,51	0
		K5	43 X 43	406,98	484,51	388,59	484,51	525,62	525,62	546,76	484,51	504,87	546,76	0
	LT.2	K6	25 X 25	319,00	352,99	388,59	406,98	286,61	406,98	425,77	464,54	464,54	388,59	0
		K7	60 X 60	126,82	106,09	149,27	149,27	199,23	212,77	226,71	173,41	173,41	199,23	0
		K8	43 X 43	255,85	199,23	106,09	173,41	186,11	212,77	173,41	226,71	226,71	199,23	0
		K9	25 X 25	161,13	149,27	106,09	126,82	173,41	126,82	199,23	226,71	116,24	126,82	0
		K10	60 X 60	199,23	106,09	173,41	116,24	255,85	212,77	161,13	226,71	173,41	161,13	0
		K11	60 X 60	126,82	149,27	106,09	173,41	173,41	199,23	226,71	126,82	149,27	116,24	0
BALOK	LT.1	B1	30 X 30	246,57	283,11	154,74	343,78	302,54	283,11	322,76	246,57	322,76	322,76	90
PELAT		P7	30 X 35	343,78	322,76	411,77	365,62	365,62	542,13	570,85	461,30	411,77	388,27	90

Notasi Uji	kuat tekan rata-rata	kuat tekan maksimum	kuat tekan minimum	$(X_i - \bar{X})^2$	$\frac{\sqrt{(X_i - \bar{X})^2}}{n - 1}$	$\bar{X} - (1,645 \times S_d)$	Kuat tekan karakteristik (kg/cm ²)
K1	502,51	612,51	425,77	38295,96	21,74	466,743	466,74
K2	440,46	546,76	352,99	24847,95	17,51	411,650	411,65
K3	433,34	504,87	352,99	34052,52	20,50	399,614	399,61
K4	583,58	690,00	484,51	35368,56	20,90	549,207	549,21
K5	489,87	546,76	388,59	26468,35	18,08	460,135	460,13
K6	390,46	464,54	286,61	30069,75	19,27	358,764	358,76
K7	171,62	226,71	106,09	13560,52	12,94	150,337	150,34
K8	195,95	255,85	106,09	14972,93	13,60	173,587	173,59
K9	151,25	226,71	106,09	13645,78	12,98	129,903	129,90
K10	178,60	255,85	106,09	19686,42	15,59	152,951	152,95
K11	154,73	226,71	106,09	13325,53	12,83	133,628	133,63
B1	282,87	343,78	154,74	27921,65	18,57	252,328	252,33
P7	418,39	570,85	322,76	61672,76	27,59	372,995	372,99

K = Kolom	B = Balok	P = Pelat	Rata - rata uji seluruh sampel =	308,603 Kg / cm ²	25,61 MPa
			Standart deviasi seluruh sampel=	11,842 MPa	46,23% TANPA KENDALI

Gambar 8. Hasil analisis hammer test bangunan Museum Mandala Bhakti Semarang

Hasil data hammer test sesuai posisi dan letaknya dalam area bangunan tersebut:



Gambar 9. Grafik hammer test bangunan Museum Mandala Bhakti Semarang

Dari total 8 sampel pengujian kolom pasangan bata merah didapatkan rata – rata K-238,80 (fc’ 19,82 MPa), sedangkan 3 sampel kolom beton bertulang didapatkan rata – rata K-492,03 (fc’ 40,84 MPa), Serta untuk 1 sampel balok beton bertulang didapatkan rata – rata K-252,33 (fc’ 20,94 MPa), dan untuk pelat tangga K-372,99 (fc’ 30,96 MPa), sehingga masuk dalam kategori kuat tekan bata tingkat I (> 10 MPa) untuk kolom pasangan bata merah standart klasifikasi kekuatan bata merah menurut SNI 15-2094-1991. Dan untuk beton bertulang (kolom, balok maupun pelat tangga) sesuai standart minimum kuat tekan beton structural K-225 (fc’ 19 Mpa).

- 3) Puri Gedeh di jalan Gajah Mungkur Kota Semarang adalah bangunan bersejarah yang awalnya dibangun pada tahun 1925 oleh arsitek Belanda, T.TH. Van Oyen, dan kontraktor Liem Khoen Hwan (Liem Bwan Tjie). Sekarang, Puri Gedeh berfungsi sebagai rumah dinas Gubernur Jawa Tengah dan telah digunakan sebagai kediaman resmi gubernur sejak masa Soepardjo Roestam pada tahun 1974. Meski saat ini bangunan masih kokoh dan terawat, terdapat beberapa kebutuhan pemeliharaan. Beberapa bagian seperti ventilasi dan jendela besar di sepanjang dinding memerlukan perhatian untuk memastikan sirkulasi udara tetap optimal dan menjaga kondisi struktural.



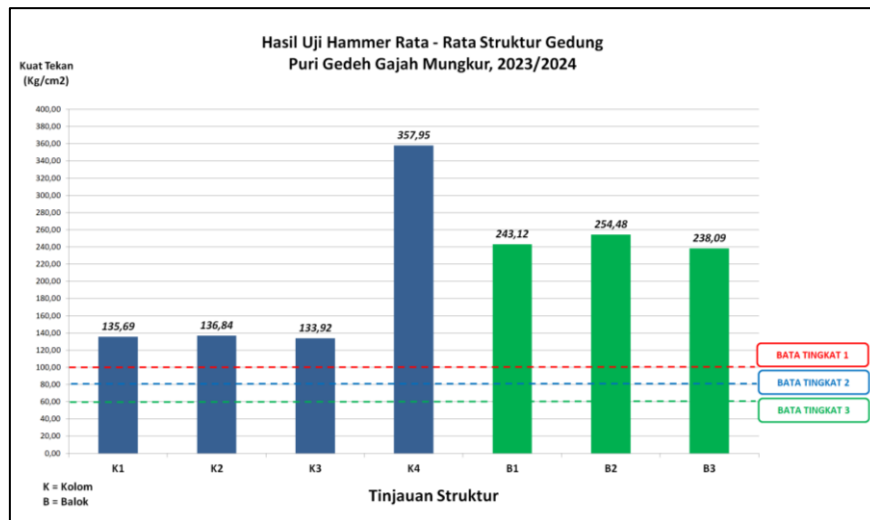
Gambar 10. Peta lokasi bangunan Puri Gedeh Gajah Mungkur

Tinjauan Struktur	Tingkatan Lantai	Notasi Uji	Dimensi (cm)	Titik Percobaan										Posisi hammer (derajat)
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
KOLOM	LT.1	K1	98 x 61	149,27	186,11	106,09	137,83	149,27	149,27	226,71	173,41	126,82	137,83	0
		K2	D.90	126,82	126,82	161,13	106,09	241,08	173,41	226,71	149,27	126,82	126,82	0
		K3	70 x 80	149,27	173,41	106,09	126,82	116,24	212,77	226,71	173,41	126,82	149,27	0
		K4	30 x 80	286,61	352,99	319,00	370,59	388,59	425,77	504,87	444,96	464,54	388,59	0
		B1	40 X 200	302,54	246,57	154,74	283,11	365,62	322,76	322,76	283,11	229,45	246,57	90
		B2	40 X 200	246,57	182,49	283,11	322,76	388,27	322,76	322,76	264,46	229,45	302,54	90
		B3	40 X 200	302,54	182,49	283,11	246,57	246,57	365,62	322,76	264,46	246,57	213,07	90
		K = Kolom B = Balok												

Notasi Uji	kuat tekan rata - rata	kuat tekan maksimum	kuat tekan minimum	$(X_i - X_{rt})^2$	$\frac{\sqrt{(X_i - X_{rt})^2}}{n - 1}$	$X_{rt} - (1,645 \times S_d)$	Kuat tekan karakteristik (kg/cm ²)
K1	154,26	226,71	106,09	10319,20	11,29	135,694	135,69
K2	161,16	241,08	106,09	17696,11	14,78	136,841	136,84
K3	156,08	226,71	106,09	14695,11	13,47	133,924	133,92
K4	394,65	504,87	286,61	40314,74	22,31	357,951	357,95
B1	275,72	365,62	154,74	31810,34	19,82	243,123	243,12
B2	286,52	388,27	182,49	30724,06	19,48	254,479	254,48
B3	267,38	365,62	182,49	25664,22	17,80	238,094	238,09
K = Kolom B = Balok	Rata - rata uji seluruh sampel =		214,301 Kg / cm²		17,79 MPa		
	Standart deviasi seluruh sampel=		6,451 MPa		36,27% JELEK		

Gambar 11. Hasil analisis hammer test bangunan Puri Gedeh Gajah Mungkur Semarang

Hasil data hammer test sesuai posisi dan letaknya dalam area bangunan tersebut:



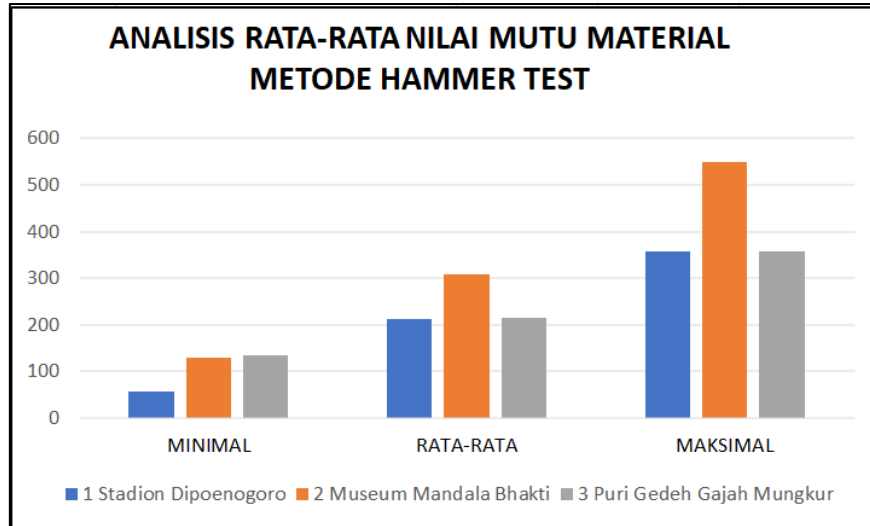
Gambar 12. Grafik nilai hammer test bangunan Puri Gedeh Gajah Mungkur Semarang

Dari total 4 sampel pengujian kolom pasangan bata merah didapatkan rata – rata K-191,10 (fc’ 15,86 MPa), sehingga masuk dalam kategori kuat tekan bata tingkat I (8 – 10 MPa). Serta untuk balok bata merah didapatkan rata – rata K-245,23 (fc’ 20,35 MPa), sehingga masuk dalam kategori kuat tekan bata tingkat I (8 – 10 MPa). Masih sesuai standart klasifikasi kekuatan bata merah menurut SNI 15-2094-1991.

Diantara 3 bangunan cagar budaya yaitu Stadion Diponegoro, Museum Mandala Bhakti, dan Puri Gedeh Gajah Mungkur yang berdiri di abad ke 19 memiliki hasil analisis rata-rata kekuatan struktur (materialnya) dengan metode pengujian *hammer test* diantara 3 bangunannya yaitu hasil mutu strukturalnya (materialnya) masih layak dan kuat dari awalnya bangunan tersebut dibangun. Berikut adalah hasil analisis rata rata kekuatan strukturnya (materialnya):

ANALISIS RATA-RATA NILAI MUTU MATERIAL METODE HAMMER TEST				
NO.	BANGUNAN	MINIMAL	RATA-RATA	MAKSIMAL
1	Stadion Diponegoro	56,165	212,333	357,636
2	Museum Mandala Bhakti	129,903	308,603	549,207
3	Puri Gedeh Gajah Mungkur	133,924	214,301	357,951

Gambar 13. Analisis rata-rata nilai mutu material 3 bangunan cagar budaya dengan metode hammer test



Gambar 14. Grafik nilai rata rata mutu material 3 bangunan cagar budaya dengan metode hammer test

Dengan perbandingan grafik di atas dapat diketahui bahwa bangunan Museum Mandala Bhakti mendapat nilai rata-rata mutu materialnya $K-308,603 \text{ kg/cm}^2$, dan nilai maksimalnya $K-549,207 \text{ kg/cm}^2$.

4. Kesimpulan

Diantara ketiga bangunan tersebut, yaitu bangunan Museum Mandala Bhakti memiliki nilai rata-rata mutu materialnya (strukturnya) yang lebih tinggi dari pada 2 bangunan lainnya yaitu $K-308,603 \text{ kg/cm}^2$. sehingga masuk dalam kategori kuat tekan bata tingkat I untuk kolom pasangan bata merah standart klasifikasi kekuatan bata merah menurut SNI 15-2094-1991. Kuat tekan beton bertulang (kolom, balok maupun pelat tangga) sesuai standart minimum kuat tekan beton struktural K-225. Yang berarti bangunan Museum Mandala Bhakti memiliki ketahanan maupun kondisi yang baik secara stukturnya.

Berdasarkan kendala yang dihadapi, sebaiknya proses investigasi sesuai dengan pedoman peraturan yang berlaku, mencari sumber referensi lebih banyak agar menambah wawasan pengetahuan tentang dasar-dasar menginvestigasi bangunan/ gedung.

DAFTAR PUSTAKA

- Bombo, D. A. (2021). Implementasi Kebijakan Publik Dalam Melestarikan Cagar Budaya (Studi Kelurahan Polowijen). *Journal of Public Administration and Sociology of Development*, 101-115.
- Dewi, F. L. (2016). Upaya Pelestarian Bangunan Cagar Budaya Perpustakaan Bank Indonesia Surabaya. *AntroUnairdotNet*, 588-600.
- Dwi, I. F. (2023). Analisis Penanganan Pelestarian Bangunan Cagar Budaya SMA Kartini Semarang. *ARSITEKTA*, 96-101.
- Frapanti, S., Efrida, R., Dewi, I., Asfiati, S., & Riza, F. V. (2023). Analisis Standar Mutu Batu Bata Merah Tradisional Di Deli Serdang Dengan Indikator SNI 15-2094-2000. *Teras Jurnal*, 163-172.

- Indonesia, P. R. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2021 Tentang Peraturan Pelaksanaan Undang Undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung. *Infrastruktur. Bangunan Gedung. Peraturan Pelaksanaan. Pencabutan.*
- Ivan, D. S., Sriwati, P., Juniantoro, S., & Antonius, A. (2021). Penyelidikan Struktur Bangunan Cagar Budaya Pasar Johar Semarang (Proses Awal Pelaksanaan Rehabilitasi Bangunan Cagar Budaya). *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Arsitektur Usakti*, 131-148.
- Nasional, B. S. (2012). Metode Uji Angka Pantul Beton Keras (ASTM C 805-02).
- Nasional, B. S. (2019). Penetapan Standar Nasional Indonesia 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untung Bangunan Gedung dan Penjelasan.
- Nasional, B. S. (2020). Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- Nusantoro, A. (2012). Perbaikan dan Perkuatan Struktur Pada Bangunan Cagar Budaya. *Konstruksia*, 51-58.
- Prabowo, W., & Yuuwono, A. B. (2021). Kajian Pelestarian dan Pemeliharaan Bangunan Cagar Budaya di Surakarta. *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 51-60.
- Siti, H. N., Isti, M. A., & Zaidul, F. (2021). Uji Kuat Tekan Rumah Instan Konvensional (RIKO) Pasca Gempa Lombok. *Seminar Nasional Perwujudan Pembangunan Berkelanjutan Berbasis Kearifan Lokal di Era Revolusi Industri 4.0 dan Era New Normal*, 9-13.
- Soelarso, Baehaki, & Subhan, F. D. (2015). Analisis Struktur Beton Bertulang SRPMK Terhadap Beban Gempa Statik Dan Dinamik Dengan Peraturan SNI 1726 2012. *JURNAL FONDASI*, 1-7.
- Wismantoro, B. D., & Winarno, S. (2024). Analisis Kerusakan Dan Upaya Pencegahannya Pada Bangunan Bersejarah Di Yogyakarta. *Jurnal Arsitektur*, 42-48.
- Zuhdy, A. Y., Anugraha, R. B., & Sungkono. (2013). Perbaikan Struktur Gedung Bangunan Cagar Budaya (Studi Kasus pada bangunan di Jl. Rajawali No. 3 – 5, Surabaya). *Jurnal APLIKASI: Media Informasi & Komunikasi Aplikasi Teknik Sipil Terkini*, 1-12.