



## STUDI PEMELIHARAAN DAN KELAYAKAN DENGAN METODE NON - DESTRUCTIVE TEST DI GEDUNG A UNIVERSITAS SEMARANG

Nurti Kusuma Anggraini<sup>1</sup>, Talitha Zhafira<sup>2</sup>, Seno Suharyo<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Semarang, Indonesia

DOI: 10.26623/teknika.v17i2.5128

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Disubmit 20 Mei 2022

Direvisi 30 September 2022

Disetujui 28 Oktober 2022

*Keywords:*

*Building Feasibility; Hammer*

*Test; Non Destructive Test;*

*Building Maintenance*

### Abstrak

Dalam suatu bangunan gedung perlu dilakukan pemeriksaan dan perawatan secara berkala. Pengecekan akan mempengaruhi kondisi bangunan dan pengguna gedung. Dalam pengujian ini untuk mengetahui kelayakan suatu bangunan dilakukan pengujian dengan metode *Non-Destructive Test* (NDT). Metode NDT ini menggunakan alat hammer test untuk mengetahui mutu beton dengan cara tidak merusak. Gedung A USM merupakan salah satu gedung tertua di Universitas Semarang, dimana usia bangunan sudah mencapai  $\pm 28$  tahun, oleh sebab itu pekerjaan pemeliharaan sangat diperlukan. Pemeliharaan yang rutin dilakukan jika terjadi kerusakan maka tidak memerlukan biaya yang tinggi. Penelitian ini mengambil 6 titik kolom dan setiap titik dilakukan 5 kali uji pantul. Sedangkan untuk pengamatan fisik berdasarkan aspek arsitektur, aspek struktur dan aspek utilitas. Dari hasil penelitian di dapatkan kelayakan bangunan Gedung A USM termasuk kualitas beton sangat baik dengan angka pantul rata-rata yang didapatkan  $> 40$ , sedangkan untuk pemeliharaan bangunan dalam kategori kerusakan ringan dimana termasuk dalam indeks baik dengan nilai indeks 84.

### Abstract

*In a Buildings need to be inspected and maintained on a regular basis. The checking will affect the condition of the building and the building's users. To determine the feasibility of a building, the test needs to be done, one of which is the Non-Destructive Test (NDT) method. This NDT method uses a hammer test tool to determine the quality of concrete in a non-destructive way. The A Building in Semarang University is one of the oldest buildings, where the age of the building has reached  $\pm 28$  years, therefore maintenance work is very necessary. Routine maintenance is carried out in case of damage, it does not require high costs. This study took 6 column points, and each point was carried out 5 times reflection test. The physical observations was based on architectural aspects, structural aspects and utility aspects. From the results of the study, it was found that the feasibility of Building A USM including very good concrete quality with an average bounce rate obtained  $> 40$ , while for building maintenance it was in the category of minor damage which was included in the good index with an index value of 84.*

✉ Alamat Korespondensi:

E-mail: [nkanggraini24@gmail.com](mailto:nkanggraini24@gmail.com)

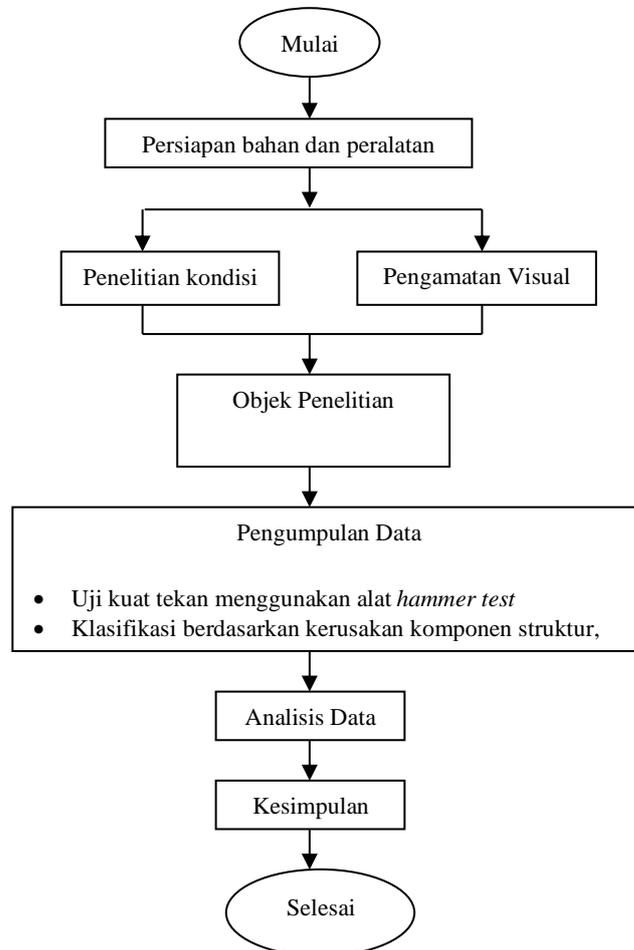
## PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi yang sangat pesat menjadi alasan banyaknya pembangunan gedung di Indonesia. Bangunan gedung yang digunakan untuk berbagai aktifitas dari waktu ke waktu semakin meningkat (Duppa, 2019). Estetika dan kelengkapan fasilitas bangunannya menggambarkan aktifitas dari penghuninya. Kenyamanan bangunan penting bagi penghuninya yang menjadi persyaratan yang harus dipenuhi selama bangunan digunakan (RI, 2008). Perawatan elemen bangunan pasca konstruksi merupakan salah satu bagian dari proses konstruksi yang memiliki sebuah peranan penting untuk menjamin usia suatu konstruksi bangunan. Dipertegas lagi (PP, 2021) mengenai Peraturan Pelaksanaan Undang - Undang No.28 Tahun 2005 tentang Bangunan Gedung, Pasal 16 ayat (1) yang berisi suatu keandalan bangunan gedung yaitu keadaan bangunan gedung yang didalamnya memenuhi persyaratan keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan bangunan gedung sesuai dengan kebutuhan fungsi yang telah ditetapkan.

Keberadaan bangunan gedung mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia sesuai tujuan dibangunnya bangunan tersebut (Nizki & Apriani, 2020). Bangunan secara konsisten perlu diberlakukan pemeliharaan secara berkala (Pranoto & Basyaruddin, 2020). Menurut penelitian sebelumnya (Misriani et al., 2020), suatu gedung tidak dapat lepas dari kegiatan pemeliharaan. Kegiatan pemeliharaan seharusnya harus sudah direncanakan sejak pembangunan Gedung, sehingga mempermudah proses pekerjaan pemeliharaan di masa akan datang. Penelitian yang lain (Yuliani & Rohman, 2018), analisis struktur secara keseluruhan menggunakan software ETABS juga dapat digunakan untuk mengetahui standar perencanaan yang berlaku. Gedung yang layak beroperasi yaitu ketika struktur bangunan gedung dinyatakan memenuhi standart pembangunan, sehingga penggunaan bangunan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama (Fitriadi, 2011). Pengujian dengan cara non-destructive yaitu pengujian yang dilakukan tanpa merusak benda uji, dimana pelaksanaannya dapat dilakukan ditempat kerja (insitu), dan hasilnya berupa data kekuatan beton yang bersifat perkiraan kurang lebih 80%. Metode yang digunakan pada pengujian ini dengan alat Concrete Hammer Test (Samsunan & Febrianti, 2018). Hammer test adalah salah satu alat yang bersifat tidak merusak bangunan (Syahdana & Safitri, 2021). Alat hammer test yaitu alat yang digunakan untuk mengetahui kelayakan dari sebuah bangunan struktur seperti gedung, jembatan, atau bangunan struktur lainnya yang berhubungan dengan beton (Candra et al., 2019). Dari penelitian (Fitriadi, 2011)terdapat tiga macam pemeliharaan gedung yaitu pemeliharaan rutin sehari-hari, rutin berkala dan yang tidak terencana. Pada umumnya usia suatu bangunan diperhitungkan  $\pm 20$  tahun (Arafat, 2015). Gedung A Universitas Semarang merupakan Gedung tertua di Universitas Semarang dengan usia  $\pm 28$  tahun. Penelitian ini dilakukan di Gedung A dikarenakan bangunan tersebut termasuk dalam kategori pemeliharaan dan kelayakan gedung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan struktur dan pemeliharaan bangunan pada Gedung A Universitas Semarang.

## METODE

Berdasarkan permasalahan dan tujuan maka metode yang akan dilaksanakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Alur penelitian

Dari Gambar 1 dapat dijelaskan untuk alur penelitian sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan berupa studi literatur sebagai bahan penyusunan tinjauan pustakaan.

2. Tahap Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini terdapat dua data yaitu :

a. Data primer

Pengumpulan data dengan cara Investigasi lengkap (*detailed investigation*). Kegiatan ini merupakan investigasi yang bersifat teknis yang meliputi :

a) Observasi kondisi lapangan

b) Dokumentasi pada retak bagian kolom, pengelupasan, dan kerusakan lainnya.

c) Pengujian lapangan, pengujian yang dilakukan berupa Pengujian non-destructive di lapangan untuk mengetahui kekuatan beton, dengan menggunakan Concrete Hammer Test.

- b. Data sekunder  
Pengumpulan data dengan mengambil teori-teori yang diperoleh dari buku-buku yang membahas tentang pemeliharaan dan kelayakan gedung
3. Tahap Pengolahan Data  
Setelah memperoleh data yang dibutuhkan, maka selanjutnya data tersebut dikelompokkan terlebih dahulu. Tahap selanjutnya yaitu pengolahan data dengan cara sebagai berikut :
  - a. Data yang telah terkumpul pada uji hammer test akan dilakukan pengelompokan data terlebih dahulu menggunakan aplikasi Ms. Excel.
  - b. Menganalisis dari data observasi. Analisis data yang dilakukan dengan menggunakan metode komparasi dimana membandingkan standar (parameter – parameter) pelaksanaan pemeliharaan bangunan gedung yang sesuai dengan peraturan perundang-undangan dengan realisasi pelaksanaan dilapangan.
4. Tahap Akhir  
Berdasarkan hasil analisis tahapan terakhir pada penelitian ini adalah untuk menarik kesimpulan dan menyusun rekomendasi yang dapat dipergunakan sebagai salah satu masukan bagi pihak pengelola (Lutfi & Syaifullah, 2020) dan menyatakan apakah Gedung A USM sudah memenuhi persyaratan kelayakan suatu bangunan dan pemeliharaan gedung yang harus dilakukan..

## HASIL DAN PEMBAHASAN

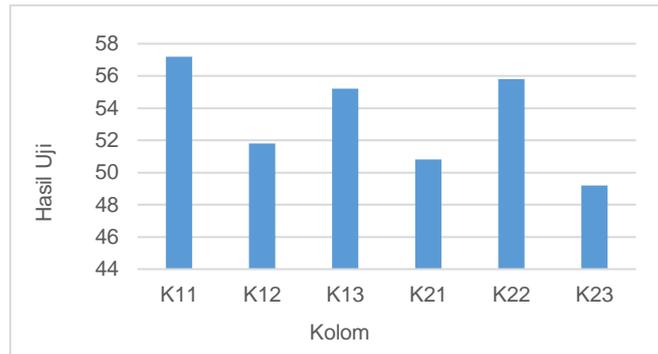
### 1. Hasil Pengujian *Non-Destructive Test*

Penelitian dilaksanakan di lantai 1 dan 2 Gedung A USM dengan metode Non Destructive Test (NDT) menggunakan alat hammer test. Letakkan ujung plunger yang terdapat pada ujung alat pada titik yang akan ditembak dengan memegang tegak lurus atau lurus bidang permukaan kolom yang akan ditest. Setelah itu dorong alat kedepan dengan menekan tombol yang ada di pangkal alat dengan menjaga kestabilan arah dari alat *hammer*. Maka nilai angka pantul akan didapatkan dari alat *hammer*.



**Gambar 2.** Pengujian hammer test

Pada gambar 2 memperlihatkan pengujian menggunakan alat hammer test. Pengujian dilaksanakan sebanyak 6 titik kolom dengan masing-masing titik sebanyak 5 kali uji pantul. Hasil nilai pantul menggunakan alat hammer test disajikan dalam gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik hasil nilai pantul hammer test

Pada gambar 3 memperlihatkan bahwa nilai pantul yang didapat rentangnya tidak jauh berbeda, dengan rata-rata nilai pantul sebesar 53. Hasil nilai pantul kemudian dianalisa dari perhitungan dengan menggunakan rumus standar deviasi. Hasil perhitungan *Non-Destructive Test* lantai 1 dan 2 dapat dilihat pada tabel 1 dan 2, sebagai berikut :

**Tabel 1.** Hasil non destructive test lantai 1 Gedung A USM

No Titik	Angka Pantul					Rata - Rata
	1	2	3	4	5	
K11	58	62	48	58	60	57,2
K12	52	46	45	60	56	51,8
K13	56	54	54	58	54	55,2

Dari tabel 1 dapat dilihat hasil angka pantulan pada lantai 1 Gedung A USM menggunakan alat hammer test. Untuk titik K11 didapatkan angka pantul rata-rata sebesar 57,2 , titik K12 angka pantul rata-rata sebesar 51,8 , dan untuk K13 angka pantul rata-rata sebesar 55,2. Sehingga didapatkan untuk lantai 1 angka pantul rata-rata sebesar 54,7.

**Tabel 2.** Hasil non destructive test lantai 2 Gedung A USM

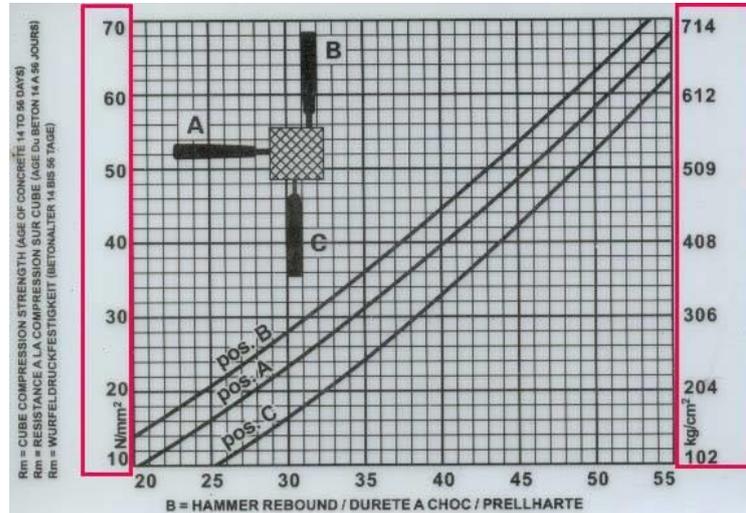
No Titik	Angka Pantul					Rata - Rata
	1	2	3	4	5	
K21	54	55	48	53	44	50,8
K22	54	51	54	56	64	55,8
K23	49	52	48	50	47	49,2

Dari tabel 2 dapat dilihat hasil angka pantulan pada lantai 1 Gedung A USM menggunakan alat hammer test. Untuk titik K21 didapatkan angka pantul rata-rata sebesar 50,8 , titik K22 angka pantul rata-rata sebesar 55,8 , dan untuk K23 angka pantul rata-rata sebesar 49,2. Sehingga didapatkan untuk lantai 2 didapatkan angka pantul rata-rata sebesar 51,9.

**Tabel 3.** Kriteria penilaian *hammer test* SNI

Angka Pantulan Rata-Rata	Kualitas Betom
> 40	Sangat Baik
30 – 40	Cukup Baik
20 - 30	Kurang Baik
< 20	Buruk

Berdasarkan tabel 3. (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2018) kriteria penilaian hammer test SNI, maka angka pantul rata-rata bangunan Gedung A USM lantai 1 dan 2 termasuk dalam kualitas beton sangat baik dengan nilai rata-rata 54,7 untuk lantai 1 dan 51,9 untuk lantai 2. Kemudian hitung rata-rata nilai pantul untuk menentukan perkiraan nilai kuat tekan dengan menggunakan kurva korelasi yang dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Kurva Hubungan Empirik Nilai Hammer Test dengan Kuat Tekan

Dari gambar 4 dan hasil pengujian menggunakan hammer test didapat kekuatan mutu beton pada lantai 1 sebesar 608 kg/cm<sup>2</sup> dan pada lantai 2 sebesar 558 kg/cm<sup>2</sup>, maka bangunan Gedung A USM termasuk ke dalam kategori masih baik dan laik fungsi.

## 2. Hasil Evaluasi Teknis Kondisi Fisik Bangunan

Kegiatan pemeriksaan kondisi fisik bangunan Gedung A USM yang dilakukan meliputi aspek arsitektur, aspek struktur dan aspek utilitas & aksesibilitas. Berikut adalah hasil pengamatan fisik di Gedung A USM.



**Gambar 5.** Pengamatan fisik lantai 1 Gedung A USM

Gambar 5 memperlihatkan hasil pengamatan secara visual pada lantai 1 Gedung A USM. Dari gambar terdapat beberapa komponen yang sudah mengalami kerusakan ringan. Hasil pengamatan fisik pada lantai 1 Gedung A USM dari Tabel 4 sampai Tabel 6.

**Tabel 4.** Hasil Pengamatan Fisik Aspek Arsitektur Lantai 1 Gedung A USM

No	Kondisi Kefungsian Komponen	Gambaran Kondisi	Tindakan Pemeliharaan
1	Kesesuaian penggunaan fungsi	Sesuai	-
2	Cat dinding	Beberapa cat dinding sudah mengelupas	Perlu dilakukan perawatan dan perbaikan berkala
3	Dinding	Terdapat retakan rambut panjang di beberapa ruang	Perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala
4	Kusen pintu dan jendela	Masih layak pakai	-
5	Lapisan langit-langit	Terdapat rembesan air	Perlu dilakukan perawatan dan perbaikan berkala
6	Lantai	Terdapat beberapa keramik lantai yang pecah	Perlu dilakukan perawatan dan perbaikan berkala

**Tabel 5.** Hasil Pengamatan Fisik Aspek Struktur Lantai 1 Gedung A USM

No	Kondisi Kefungsian Komponen	Gambaran Kondisi	Tindakan Pemeliharaan
1	Kolom struktur	sesuai	-
2	Balok Struktur	Tidak terlihat (tertutup langit-langit)	-
3	Joint kolom-balok	Tidak terlihat (tertutup langit-langit)	-
4	Tangga	Masih baik	-
5	Atap	Masih baik, tetapi beberapa terlihat ada yang sudah lapuk	Perlu dilakukam perawatan/pemeliharaan berkala

**Tabel 6.** Hasil Pengamatan Fisik Aspek Utilitas Lantai 1 Gedung A USM

No	Kondisi Kefungsian Komponen	Gambaran Kondisi	Tindakan Pemeliharaan
1	Tangga Biasa	ada dan layak	-
2	Air Bersih	ada dan layak	-
3	Sumber Daya PLN	ada dan layak	-
4	Sistem Pendingin (AC)	ada dan layak	-
5	Ukuran dasar ruang	sesuai	-
6	Toilet	ada dan layak	-



**Gambar 6.** Pengamatan Fisik Lantai 2 Gedung A USM

Pada Gambar 6. memperlihatkan hasil pengamatan secara visual pada lantai 2 Gedung A USM. Dari gambar terdapat beberapa komponen yang sudah mengalami kerusakan ringan pada dinding berupa retak rambut. Hasil pengamatan fisik pada lantai 2 Gedung A USM dari Tabel 7 sampai dengan Tabel 9.

**Tabel 7.** Hasil Pengamatan Fisik Aspek Arsitektur Lantai 2 Gedung A USM

No	Kondisi Kefungsian Komponen	Gambaran Kondisi	Tindakan Pemeliharaan
1	Kesesuaian penggunaan fungsi	sesuai	-
2	Cat dinding	baik	-
3	Dinding	Partisi masih layak, Ada beberapa ruangan terdapat retak rambut	Perlu dilakukan perawatan dan perbaikan berkala
4	Kusen pintu dan jendela	Masih layak pakai	-
5	Lapisan langit-langit	baik	-
6	Lantai	Sebagian besar keramik ratak	Perlu dilakukan perawatan dan perbaikan berkala

**Tabel 8.** Hasil Pengamatan Fisik Aspek Struktur Lantai 2 Gedung A USM

No	Kondisi Kefungsian Komponen	Gambaran Kondisi	Tindakan Pemeliharaan
1	Kolom struktur	Baik	-
2	Balok Struktur	Tidak terlihat (tertutup langit-langit)	-
3	Joint kolom-balok	Tidak terlihat (tertutup langit-langit)	-
4	Tangga	Baik	-
5	Atap	Baik	-

**Tabel 9.** Hasil Pengamatan Fisik Aspek Utilitas Lantai 2 Gedung A USM

No	Kondisi Kefungsian Komponen	Gambaran Kondisi	Tindakan Pemeliharaan
1	Tangga Biasa	ada dan layak	-
2	Air Bersih	ada dan layak	-
3	Sumber Daya PLN	ada dan layak	-
4	Sistem Pendingin (AC)	ada dan layak	-
5	Ukuran dasar ruang	sesuai	-
6	Toilet	ada dan layak	-



**Gambar 7.** Pengamatan Fisik Lantai 3 Gedung A USM

Gambar 7 memperlihatkan hasil pengamatan secara visual pada lantai 3 Gedung A USM. Dari gambar terdapat beberapa komponen yang sudah mengalami kerusakan ringan pada dinding berupa retak rambut. Hasil pengamatan fisik pada lantai 3 Gedung A USM dari Tabel 10 sampai dengan Tabel 12.

**Tabel 10.** Hasil Pengamatan Fisik Aspek Arsitektur Lantai 3 Gedung A USM

No	Kondisi Kefungsian Komponen	Gambaran Kondisi	Tindakan Pemeliharaan
1	Kesesuaian penggunaan fungsi	Sudah sesuai	Perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala
2	Cat dinding	Masih baik	Perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala
3	Dinding	Beberapa dinding di dalam ruangan terdapat retak	Perlu dilakukan perawatan dan perbaikan berkala
4	Kusen pintu dan jendela	Masih layak pakai	Perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala
5	Lapisan langit-langit	Baik	Perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala
6	Lantai	Baik	Perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala

**Tabel 11.** Hasil pengamatan Fisik Aspek Struktur Lantai 3 Gedung A USM

No	Kondisi Kefungsian Komponen	Gambaran Kondisi	Tindakan Pemeliharaan
1	Kolom struktur	Masih sesuai	Perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala
2	Balok Struktur	Tidak terlihat (tertutup langi-langit)	Perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala
3	Joint kolom-balok	Tidak terlihat (tertutup langi-langit)	Perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala
4	Tangga	Masih baik	-
5	Atap	Ada beberapa yang sudah lapuk	Perlu dilakukam perawatan/pemeliharaan berkala

**Tabel 12.** Hasil Pengamatan Fisik Aspek Utilitas Lantai 3 Gedung A USM

No	Kondisi Kefungsian Komponen	Gambaran Kondisi	Tindakan Pemeliharaan
1	Tangga Biasa	ada dan layak	-
2	Air Bersih	ada dan layak	-
3	Sumber Daya PLN	ada dan layak	-
4	Sistem Pendingin (AC)	ada dan layak	-
5	Ukuran dasar ruang	sesuai	-
6	Toilet	ada dan layak	-

**Tabel 13.** Hubungan Skala Penilaian Indeks Kondisi

Indeks Kondisi	Kondisi	Gambara Kondisi	Tindakan Pemeliharaan
85 – 100	Sempurna/baru dibangun	Tidak terlihat kerusakan beberapa kekurangan mungkin terlihat	Tindakan Pemeliharaan masih belum perlu dilakukan
70 – 84	Baik	Terjadi deteriorasi atau kerusakan kecil	
55 – 69	Sedang	Mulai terjadi deterirasi atau kerusakan, namn tidak mempengaruhi fungsi struktur bangunan secara keseluruhan	Perlu dibuat analisis ekonomi untuk alternatif perbaikan
40 – 54	Setengan Baik	Cukup terjadi deteriorasi atau kerusakan tetapi bangunan masih dapat berfungsi	
25 – 39	Runtuh Sebagian kecil	Buruk, terjadi kerusakan yang cukup kritis sehingga fungsi bangunan terganggu	Evaluasi secara detail diperlukan untuk menentukan Tindakan rehabilitasi
10 – 24	Sebagian besar runtuh	Sangat buruk, kerusakan parah dan bangunan terganggu	dan rekonstruksi selain diperlukan evaluasi untuk keamanan
0 – 9		Pada komponen utama bangunan terjadi keruntuhan	

Sumber : Uzarsky, 1997

Setiap pengamatan komponen bangunan dikelompokkan menjadi beberapa kondisi Uzarsky (1997) dalam Indrayani (2010) mengemukakan hubungan skala Penilaian Indeks Kondisi dengan Tindakan pemeliharaan (Indrayani, 2010). Berdasarkan tabel hubungan skala penilaian indeks kondisi, maka hasil pengamatan fisik Tabel 4 sampai dengan Tabel 12 bangunan Gedung A USM termasuk dalam kondisi baik dengan indeks kondisi 84.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan maka kelayakan bangunan Gedung A Universitas Semarang masih dalam kategori baik dan laik fungsi. Dan hasil pengamatan fisik Gedung A Universitas Semarang dari aspek struktur dan arsitektur mengalami kerusakan ringan, sedangkan aspek utilitas masih dalam laik fungsi. Sehingga tindakan pemeliharaan yang dilakukan yaitu berupa pemeriksaan dan perawatan secara berkala. Pemeriksaan dan perawatan secara berkala dapat dilakukan dengan cara melakukan uji NDT dengan menggunakan hammer test atau UPV test dan uji DT dengan cara core drill dikarenakan bangunan sudah lebih dari 20 tahun. Untuk perawatannya dengan cara mengecat ulang cat dinding yg sudah mengelupas, dan memperbaiki retak rambut pada dinding.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arafat. (2015). *Perawatan dan Pemeliharaan Gedung Fakultas Teknik Universitas Jember*. 148, 148–162.
- Candra, A. I., Poernomo, Y. C. S., Ridwan, A., Winarto, S., Gardjito, E., & Siswanto, E. (2019). Pengecekan Kelayakan Bangunan Gedung Sma Negeri 1 Kota Kediri Yang Digunakan Untuk Aktifitas Belajar. *Jurnal Abdi Masyarakat*, 2(2). <https://doi.org/10.30737/jaim.v2i2.371>
- Duppa, H. (2019). *Studi Kelayakan Gedung Parkir Kota Makassar 1*.
- Fitriadi. (2011). *Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung Dalam Masa Pemeliharaan dan Analisa Kerusakannya (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kuliah dan Laboratorium Informatika USU)*.
- Indrayani. (2010). *Kajian Penilaian Inspektorat Terhadap Pemeriksaan Kondisi Bangunan Sekolah Dasar (Vol. 3)*.
- Kementerian Ketenagakerjaan RI. (2018). *PANDUAN MELAKUKAN ULTRASONIC TEST ( UT )*.
- Lutfi, M., & Syaifullah, B. N. (2020). Analisis Kelayakan Bangunan Gedung Pasar Sukasari Bogor Melalui Pendekatan Laik Fungsi Bangunan. *Astonjadro*, 9(1), 14. <https://doi.org/10.32832/astonjadro.v9i1.2726>
- Misriani, M., Riswandi, R., & Fauziah Akmal, P. B. (2020). Perancangan Manajemen Pemeliharaan Gedung Dekanat Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. *Jurnal Fondasi*, 9(1). <https://doi.org/10.36055/jft.v9i1.7536>
- Nizki, W. D., & Apriani, W. (2020). *Analisis Biaya Pemeliharaan dan Perawatan Kantor Pelayanan Bea dan Cukai Pekanbaru*. 14, 203–207.
- PP. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021 Tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung. *Peraturan Pemerintah*, 087169, 406.
- Pranoto, R., & Basyaruddin, B. (2020). *Paper Studi Evaluasi Pemeliharaan Gedung*. June. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21345.12648>
- RI, M. P. (2008). *PerMen PU No. 24/PRT/M/2008 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung*. 135. [http://pkpt.litbang.pu.go.id/policy/hardfiles/perumahan/uu\\_nomor\\_28\\_tahun\\_2002\\_tentang\\_bangunan\\_gedung/permen\\_pu\\_nomor\\_24\\_tahun\\_2008\\_tentang\\_pedoman\\_pemeliharaan\\_dan\\_perawatan\\_bangunan\\_gedung.pdf](http://pkpt.litbang.pu.go.id/policy/hardfiles/perumahan/uu_nomor_28_tahun_2002_tentang_bangunan_gedung/permen_pu_nomor_24_tahun_2008_tentang_pedoman_pemeliharaan_dan_perawatan_bangunan_gedung.pdf)
- 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>
- Syahdana, M. Z., & Safitri, D. (2021). Perkiraan Kekuatan ( Mutu ) Beton Tanpa Merusak Beton ( Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Hammer Test ). *Jurnal Ilmu Teknik*, 1(3), 1–9. <http://ilmuteknik.org/index.php/ilmuteknik/article/view/49>
- Yuliani, Y., & Rohman, F. (2018). *Jurnal Konstruksi Analisis Kelayakan Struktur Gedung Rsud Brebes. CIREBON Jurnal Konstruksi*, VII(1), 2085–8744.