

PENILAIAN TINGKAT KONDISI KERUSAKAN ELEMEN NON STRUKTURAL GEDUNG *EXISTING* BERDASARKAN PEMERIKSAAN VISUAL

Natasya¹ dan Henny Wiyanto²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
natasya.325180116@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
hennyw@stu.untar.ac.id

Masuk: 20-07-2022, revisi: 26-08-2022, diterima untuk diterbitkan: 30-08-2022

ABSTRACT

The building is one of the physical buildings that play an important role in supporting user activities. Buildings have the potential to be damaged during operation time, one of which is damage to non-structural elements of the building. In addition, damage can also occur due to a lack of attention to maintenance activities which are often considered problems that have nothing to do with the purpose and function of the building. Therefore, assessing building conditions is very important to prevent serious damage and greater repair costs. This study aims to determine the value of damage conditions levels and maintenance priorities of non-structural elements and buildings. The method used is a visual inspection using secondary data in the form of photos of the damage. After assessing the elements' condition level and maintenance priority, a thorough assessment will be carried out so that the condition and maintenance priority of the building can be known. Based on the research results, the non-structural elements and buildings are in fairly good condition and require maintenance/repairs within 3 years or more with a reassessment in the future.

Keywords: buildings; damage; non-structural elements; visual inspection; assessment of building conditions

ABSTRAK

Bangunan gedung merupakan salah satu bangunan fisik yang berperan penting dalam mendukung aktivitas pengguna. Bangunan gedung memiliki potensi untuk mengalami kerusakan selama beroperasi yang salah satunya adalah kerusakan pada elemen non struktural bangunan. Selain itu, kerusakan juga dapat terjadi karena kurangnya perhatian terhadap kegiatan pemeliharaan yang sering dianggap sebagai masalah yang tidak ada kaitannya dengan tujuan dan fungsi bangunan gedung. Oleh karena itu penilaian terhadap kondisi bangunan sangat penting dilakukan untuk mencegah kerusakan bertambah serius dan biaya perbaikan yang lebih besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai tingkat kondisi kerusakan dan prioritas pemeliharaan elemen non struktural dan bangunan gedung. Metode yang digunakan adalah pemeriksaan visual dengan menggunakan data sekunder berupa foto kerusakan. Setelah dilakukan penilaian tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan pada elemen akan dilakukan penilaian secara menyeluruh sehingga dapat diketahui kondisi dan prioritas pemeliharaan dari bangunan gedung. Berdasarkan hasil penelitian, kondisi dari elemen non struktural dan bangunan gedung berada dalam kondisi cukup baik dan membutuhkan pemeliharaan/perbaikan dalam jangka waktu 3 tahun/lebih dengan dilakukan penilaian kembali di masa mendatang.

Kata kunci: bangunan gedung; kerusakan; elemen non struktural; pemeriksaan visual; penilaian kondisi bangunan

1. PENDAHULUAN

Pembangunan yang meningkat dalam industri konstruksi di Indonesia menjadi pemicu banyak munculnya bangunan gedung. Bangunan gedung merupakan salah satu bangunan fisik yang mempunyai peran penting dalam mendukung aktivitas pengguna. Mulai dari awal perencanaan, pelaksanaan sampai masa beroperasi, bangunan memiliki potensi untuk mengalami kerusakan. Aspek yang perlu mendapat perhatian selama usia ekonomis bangunan adalah selama pengoperasiannya karena kenampakan kerusakan biasanya akan terlihat setelah bangunan tersebut mulai dioperasikan, maka dari itu harus dilakukan identifikasi sedini mungkin mengenai adanya kerusakan-kerusakan lain yang dapat menyebabkan efek buruk terhadap bangunan dan identifikasi kerusakan harus ditinjau pada setiap elemen bangunan karena banyak terdapat penyebab yang berbeda pada kerusakan bangunan (Nuswantoro, 2010).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan adalah dalam pemanfaatan bangunan gedung wajib dilakukan tertib administratif dan teknis yang bertujuan untuk menjamin kelaikan fungsi bangunan gedung tanpa menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan, termasuk kegiatan pemeliharaan, perawatan, pemeriksaan berkala, pelestarian, dan pembongkaran (Pemerintah Pusat, 2021).

Namun pada kenyataan yang ada di lapangan, umumnya kegiatan mengantisipasi kerusakan kurang diperhatikan pada bangunan gedung (Ariyanto, 2020). Kurangnya perhatian terhadap kegiatan pemeliharaan dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti kegiatan pemeliharaan dinilai tidak lebih penting dibandingkan dengan kegiatan pembangunan, teknologi pemeliharaan masih kurang memadai dibandingkan dengan teknologi pembangunan, dan menganggap bahwa pemeliharaan bangunan sebagai masalah teknis sehingga tidak berhubungan dengan tujuan dan fungsi dari bangunan. Kurangnya perhatian dan kegiatan pemeliharaan yang tidak sesuai akan menyebabkan kondisi dan dampak negatif yang berpengaruh pada menurunnya tingkat produktivitas dari kegiatan yang dilaksanakan oleh pemilik/pengguna bangunan sebagai akibat dari kondisi bangunan yang kurang terpelihara. Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi nilai tingkat kondisi serta prioritas pemeliharaan dari elemen non struktural dan bangunan gedung dengan pemeriksaan secara visual.

Bangunan gedung

Bangunan gedung adalah hasil pekerjaan konstruksi dalam bentuk fisik yang sebagian atau seluruhnya berada di atas tanah atau air serta berfungsi sebagai tempat manusia untuk beraktivitas, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial budaya, maupun kegiatan khusus (Pemerintah Pusat, 2021). Secara struktural, bangunan gedung dibagi menjadi struktur atas dan bawah. Struktur atas adalah bagian struktural dari gedung yang berada diatas permukaan tanah dimana komponen struktur atas mempunyai peran yang sangat penting sebagai penopang bangunan. Sedangkan struktur bawah adalah bagian struktural dari gedung yang berada dibawah permukaan tanah dimana komponen struktur bawah mempunyai peran dalam menjaga keseimbangan dan memikul beban diatasnya.

Komponen struktur bangunan gedung dapat diklasifikasikan menjadi 2 elemen, yaitu:

1. Elemen Struktural
Elemen struktural adalah bagian dari bangunan yang menjaga struktur tetap kokoh dan stabil dalam menopang beban. Jika fungsi salah satu elemen terganggu, maka dapat mempengaruhi proses struktur secara keseluruhan.
2. Elemen Non Struktural
Elemen non struktural adalah bagian dari bangunan yang menjadi beban bagi komponen struktural dan tidak berkaitan secara langsung dengan struktur bangunan. Biasanya elemen ini lebih cepat mengalami kerusakan jika dibandingkan dengan komponen struktural.

Kerusakan bangunan gedung

Seiring dengan berjalannya waktu, secara fisik bangunan gedung akan mengalami penurunan kinerja bangunan (Juarti et al., 2015). Kerusakan bangunan adalah suatu kondisi dimana tidak berfungsinya bangunan atau komponen bangunan yang disebabkan oleh penyusutan atau berakhirnya umur bangunan, kelalaian manusia, dan bencana alam (Pemerintah Pusat, 2021). Kerusakan yang dapat ditemukan pada bangunan khususnya kerusakan non struktural adalah retak rambut, noda, permukaan berjamur, pengelupasan dan penggelembungan cat, perubahan warna pada cat, retak susut, *map cracking*, retakan besar, retak lebar, plesteran yang rusak, terdapat lubang dan pelapukan pada plafon, sambungan *list* dan *grout* yang rusak, korosi, dan lain-lain.

Penilaian kondisi bangunan secara visual

Penilaian visual merupakan aktivitas awal yang paling penting untuk menetapkan kondisi pada bangunan gedung. Identifikasi kerusakan pada penilaian visual terbatas pada kerusakan yang dapat dilihat dengan indra penglihatan (mata). Penilaian visual bertujuan untuk mendapatkan gambaran umum mengenai tingkat kerusakan pada bangunan gedung misalnya keretakan, terkelupas (*spalling*), korosi, dan lain-lain.

Penelitian terdahulu

Beberapa penelitian yang terkait dengan penelitian ini adalah penelitian “Penilaian Kerusakan pada Gedung Kantor Jasa Raharja Lhokseumawe” (Alkhaly, 2013) membahas mengenai penilaian tingkat kerusakan bangunan berdasarkan penilaian visual dan *non-destructive test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gedung kantor mengalami kerusakan pada elemen struktural dan non struktural dengan tingkat kerusakan ringan, sedang, dan berat. Kerusakan pada seluruh elemen beton terjadi akibat degradasi mutu beton yang ditandai dengan nilai kuat tekan beton pada pengujian *non-destructive test*.

Penelitian “Analisis Jenis Kerusakan pada Bangunan Gedung Bertingkat” (Ariyanto, 2020) membahas mengenai penilaian tingkat kerusakan bangunan, penyebab, dan jenis kerusakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penilaian tingkat kerusakan pada bangunan gedung dapat dilakukan dengan instrumen yang dimodifikasi dengan memperhatikan kaidah penilaian pada tabel nilai kondisi dengan tingkat kerusakan 0 sampai 5, kerusakan pada bangunan gedung dapat terjadi karena faktor alam, faktor mekanis, dan faktor pelaksanaan serta terdapat 7 jenis kerusakan pada bangunan yang ditinjau.

Penelitian “Penentuan *Rating* Kondisi Lokal dan Global Kerusakan Beton Berdasarkan Penilaian Visual” (Wiyanto et al., 2021) membahas mengenai pengembangan metode penilaian kondisi kerusakan beton berdasarkan penilaian visual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh metode penilaian *rating* kondisi kerusakan beton secara kuantitatif dengan memperhatikan *critical weight* elemen struktural serta area kerusakan lokal dan global pada elemen struktural.

Penelitian “Penilaian Tingkat Kerusakan Gedung Pasca Kebakaran” (Aprianto & Wiyanto, 2022) membahas mengenai penilaian elemen struktur pasca kebakaran menggunakan pemeriksaan visual, *non-destructive test*, dan *destructive test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari hasil penilaian menggunakan ketiga metode diperoleh kategori tingkat kerusakan bangunan yang dapat disimpulkan bahwa gedung A dalam kondisi masih laik digunakan dengan melakukan beberapa perkuatan pada bagian elemen tertentu, dan gedung B sudah tidak laik digunakan.

Penelitian “Studi Penilaian Keandalan Bangunan Gedung” (Taurino & Wiyanto, 2022) membahas mengenai penilaian keandalan bangunan menggunakan penilaian visual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kategori tingkat keandalan bangunan gedung secara keseluruhan termasuk ke dalam kategori bangunan andal (>95%) dan laik untuk dioperasikan.

Penelitian “Pemeriksaan Tingkat Risiko Kerusakan Beton Pada Bangunan *Existing*” (Wiyanto et al., 2022) membahas mengenai penilaian visual untuk memperkirakan tingkat risiko kerusakan terhadap bangunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tingkat risiko yang dihasilkan dari penilaian jenis kerusakan melalui penilaian visual dapat menjelaskan kriteria risiko. Nilai tingkat risiko dapat menjelaskan risiko kerusakan beton terhadap bangunan sehingga dapat digunakan untuk menentukan prioritas tindakan yang harus dilakukan. Tindakan ini dapat berupa pemeliharaan gedung, pengujian destruktif, dan perbaikan gedung.

2. METODE PENELITIAN

Penilaian kondisi bangunan pada penelitian dilakukan melalui pemeriksaan secara visual. Metode ini penting dilakukan sebelum menetapkan kondisi bangunan dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran umum mengenai kerusakan seperti keretakan, terkelupas, korosi, dan lain-lain.

Pengumpulan data penelitian dilakukan melalui studi dokumen berbentuk data arsip berupa foto-foto kerusakan. Penentuan deskripsi kerusakan tiap elemen dilakukan menggunakan pemeriksaan visual untuk mempermudah pengerjaan dalam menentukan tingkat kondisi dan tingkat prioritas pemeliharaan elemen-elemen yang ditinjau menggunakan pedoman kerusakan dalam buku Rahmaddi (2021). Kemudian dilakukan penentuan tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan elemen non struktural menggunakan pedoman yang bersumber dari *Queensland Department of Housing and Public Works* (2017). Skala penilaian yang digunakan untuk menentukan tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan elemen dan bangunan gedung adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tingkat kondisi (Queensland Department of Housing and Public Works, 2017)

Tingkat	Skala Penilaian	Deskripsi Kondisi Bangunan
5	Sangat baik	- Tidak terdapat kerusakan - Dalam kondisi dan visual yang baik
4	Baik	- Terdapat kerusakan kecil/minor - Kerusakan tidak mengganggu fungsi dari komponen - Tidak diperlukan pemeliharaan utama - Dalam kondisi sedang/rata-rata
3	Sedang	- Kerusakan terlihat dengan jelas - Kerusakan membutuhkan pemeliharaan - Perbaikan adalah opsional tapi tetap diperlukan perhatian - Kegiatan pemeliharaan dapat ditangguhkan

Tabel 1 (lanjutan). Tingkat Kondisi (Queensland Department of Housing and Public Works, 2017)

Tingkat	Skala Penilaian	Deskripsi Kondisi Bangunan
2	Buruk	• Dalam kondisi buruk • Mempunyai potensi untuk mengalami kegagalan struktur • Memiliki visual yang buruk • Terdapat kerusakan mayor/besar • Sering terjadi kegagalan komponen • Terjadi kegagalan bangunan
1	Sangat Buruk	• Tidak dapat difungsikan sesuai dengan fungsinya • Tidak layak untuk digunakan • Tidak cocok digunakan sebagai hunian atau bangunan lainnya

Tabel 2. Tingkat prioritas pemeliharaan (Queensland Department of Housing and Public Works, 2017)

Tingkat	Definisi
1	Diperlukan untuk: • Memenuhi kewajiban hukum terkait pemeliharaan dan persyaratan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan hati-hati • Memastikan kesehatan dan keselamatan penghuni dan pengguna bangunan • Mencegah gangguan serius terhadap kegiatan pembangunan dan/atau dapat menimbulkan biaya yang lebih tinggi jika tidak ditangani dalam waktu 1 tahun.
2	Berlaku jika: • Mempengaruhi kegiatan operasional gedung • Cenderung menyebabkan kerusakan serius dan oleh karena itu biaya perbaikan di masa mendatang akan menjadi lebih tinggi jika tidak ditangani antara waktu 1 sampai 2 tahun.
3	Berlaku jika: • Memiliki efek minimum pada kegiatan operasional bangunan tetapi diperlukan pemeliharaan kualitas bangunan • Memerlukan perbaikan dalam waktu 3 tahun.
4	Berlaku jika: • Dapat ditangguhkan secara aman dan ekonomis lebih dari 3 tahun dan dilakukan penilaian kembali di masa mendatang.

Dalam Tabel 1 untuk menentukan tingkat kondisi, terdapat 5 tingkatan yang menjadi skala dalam mengkategorikan kerusakan tiap elemen dimana tingkat kondisi 1 sebagai kondisi elemen yang sangat buruk dan kondisi 5 sebagai kondisi elemen yang sangat baik. Sedangkan dalam Tabel 2 untuk menentukan tingkat prioritas pemeliharaan, terdapat 4 tingkatan yang menjadi skala dalam mengkategorikan kerusakan tiap elemen dimana tingkat prioritas 1 adalah tingkat prioritas pemeliharaan yang harus dilakukan dalam jangka waktu 1 tahun dan tingkat prioritas 4 adalah tingkat prioritas pemeliharaan yang dapat dilakukan dalam waktu lebih dari 3 tahun dan dilakukan penilaian kembali di masa mendatang.

Kemudian dilakukan penentuan nilai tingkat kondisi serta prioritas pemeliharaan pada elemen dan bangunan gedung dengan bantuan *software Microsoft Excel* menggunakan rumus rata-rata aritmatika. Hasil penilaian menunjukkan nilai dan deskripsi dari kondisi serta prioritas pemeliharaan elemen non struktural dan bangunan gedung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan deskripsi kerusakan

Penentuan deskripsi kerusakan dilakukan melalui pemeriksaan visual. Pemeriksaan secara visual dilakukan pada keempat elemen yang ditinjau untuk mengetahui kondisi elemen dengan kerusakan yang diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Elemen Plafon
Pada elemen plafon diidentifikasi kerusakan berupa retak rambut, cat pelapis mengelupas, cat menggelembung, cat berkerut, noda, permukaan berjamur, perubahan warna, lubang pada plafon, dan plafon pecah serta mengalami pelapukan.
2. Elemen Dinding
Pada elemen dinding diidentifikasi kerusakan berupa retak rambut, retak lebar, cat mengelupas, cat menggelembung, cat berkerut, cat dan acian yang mengelupas sampai ke plesteran, pemudaran cat, noda, dan permukaan yang berjamur.
3. Elemen Lantai
Pada elemen lantai diidentifikasi kerusakan berupa retak rambut, noda, permukaan berjamur, *grout* yang rusak, permukaan lantai yang tidak rata, perubahan warna pada lantai, dan permukaan yang terlepas.
4. Elemen Tangga
Pada elemen tangga diidentifikasi kerusakan berupa retak rambut, cat menggelembung, cat terkelupas, noda, permukaan berjamur, terdapat celah dan terjadi pergeseran sambungan baut, kurangnya jumlah baut, lendutan pada pelat baja, perbedaan warna, dan korosi.

Penentuan tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan elemen

Dalam penentuan tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan elemen terdapat kerusakan dengan tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan yang berbeda-beda pada setiap elemen. Berdasarkan hasil penentuan tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan pada elemen, diperoleh hasil akhir sebagai berikut:

1. Pada elemen plafon diperoleh 21 kerusakan dengan tingkat kondisi 3, 53 kerusakan dengan tingkat kondisi 4, dan 8 kerusakan dengan tingkat kondisi 5 serta 31 kerusakan dengan tingkat prioritas 3 dan 51 kerusakan dengan tingkat prioritas 4.
2. Pada elemen dinding diperoleh 19 kerusakan dengan tingkat kondisi 3, 50 kerusakan dengan tingkat kondisi 4, dan 2 kerusakan dengan tingkat kondisi 5 serta 25 kerusakan dengan tingkat prioritas 3 dan 46 kerusakan dengan tingkat prioritas 4.
3. Pada elemen lantai diperoleh 8 kerusakan dengan tingkat kondisi 3, 5 kerusakan dengan tingkat kondisi 4, dan tidak ada kerusakan dengan tingkat kondisi 5 serta 8 kerusakan dengan tingkat prioritas 3 dan 5 kerusakan dengan tingkat prioritas 4.
4. Pada elemen tangga diperoleh 31 kerusakan dengan tingkat kondisi 3, 51 kerusakan dengan tingkat kondisi 4, dan tidak ada kerusakan dengan tingkat kondisi 5 serta 48 kerusakan dengan tingkat prioritas 3 dan 34 kerusakan dengan tingkat prioritas 4.

Penentuan nilai tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan elemen dan bangunan gedung

Penentuan nilai tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan elemen dilakukan untuk mengetahui tingkat pada elemen secara keseluruhan. Tabel 3 menunjukkan nilai tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan pada keempat elemen dalam penelitian ini.

Tabel 3. Nilai tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan

Elemen	Tingkat Kondisi	Tingkat Prioritas Pemeliharaan
Plafon	3,84	3,62
Dinding	3,76	3,65
Lantai	3,39	3,39
Tangga	3,62	3,42

Setelah dilakukannya penentuan nilai tingkat pada keempat elemen, dapat dilakukan penentuan nilai tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan bangunan gedung yang diperoleh sebesar 3,65 dan 3,52. Berdasarkan hasil dari penentuan nilai kondisi dan prioritas pemeliharaan, dapat diketahui nilai tingkat elemen dan bangunan gedung berada dalam rentang tingkat 3 sampai 4.

Hasil penilaian tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan pada penelitian ini telah dilakukan pemeriksaan kembali terhadap penilaian konsultan dan hasil akhir yang diperoleh sudah sesuai dengan hasil penilaian dari konsultan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan pada elemen non struktural bangunan gedung dengan pemeriksaan secara visual adalah seperti berikut ini:
 - a) Elemen plafon memiliki jumlah kerusakan sebanyak 82 kerusakan dengan nilai tingkat kondisi sebesar 3,84 dan nilai tingkat prioritas pemeliharaan sebesar 3,62. Artinya dalam kondisi cukup baik, serta elemen plafon membutuhkan pemeliharaan dan perbaikan dalam jangka waktu antara 3 tahun atau lebih dari 3 tahun dengan dilakukannya penilaian kembali di masa mendatang.
 - b) Elemen dinding memiliki jumlah kerusakan sebanyak 71 kerusakan dengan nilai tingkat kondisi sebesar 3,76 dan nilai tingkat prioritas pemeliharaan sebesar 3,65. Artinya dalam kondisi cukup baik, serta elemen dinding membutuhkan pemeliharaan dan perbaikan dalam jangka waktu antara 3 tahun atau lebih dari 3 tahun dengan dilakukannya penilaian kembali di masa mendatang.
 - c) Elemen lantai memiliki jumlah kerusakan sebanyak 13 kerusakan dengan nilai tingkat kondisi sebesar 3,39 dan nilai tingkat prioritas pemeliharaan sebesar 3,39. Artinya dalam kondisi cukup baik, serta elemen lantai membutuhkan pemeliharaan dan perbaikan dalam jangka waktu antara 3 tahun atau lebih dari 3 tahun dengan dilakukannya penilaian kembali di masa mendatang.
 - d) Elemen tangga memiliki jumlah kerusakan sebanyak 82 kerusakan dengan nilai tingkat kondisi sebesar 3,62 dan nilai tingkat prioritas pemeliharaan sebesar 3,42. Artinya dalam kondisi cukup baik, serta elemen tangga membutuhkan pemeliharaan dan perbaikan dalam jangka waktu antara 3 tahun atau lebih dari 3 tahun dengan dilakukannya penilaian kembali di masa mendatang.
2. Tingkat kondisi dan prioritas pemeliharaan pada bangunan gedung dengan pemeriksaan secara visual adalah sebesar 3,65 untuk tingkat kondisi dan 3,52 untuk tingkat prioritas pemeliharaan. Artinya bangunan tersebut dalam kondisi cukup baik, serta bangunan membutuhkan pemeliharaan dan perbaikan dalam jangka waktu antara 3 tahun atau lebih dari 3 tahun dengan dilakukannya penilaian kembali di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkhaly, Y. R. (2013). Penilaian Kerusakan Pada Gedung Kantor Jasa Raharja Lhokseumawe. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 3(1). <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v3i1.42>
- Ariyanto, A. S. (2020). Analisis Jenis Kerusakan Pada Bangunan Gedung Bertingkat. *Bangun Rekaprima*, 6(1), 45-57.
- Aprianto, E., & Wiyanto, H. (2022). Penilaian Tingkat Kerusakan Gedung Pasca Kebakaran. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 5(1), 273-286. <http://dx.doi.org/10.24912/jmts.v5i1.7067>
- Department of Housing and Public Works. (2017). *Building Condition Assessment*. Queensland: Department of Housing and Public Works.
- Juarti, E. R., Marlailana, R. R. E., & Noorlaelasari, Y. (2015). Penentuan Indikator Kinerja Bangunan Gedung Pendidikan. *Jurnal Fondasi*.
- Nuswantoro, W. (2010). Analisis Jenis Kerusakan pada Bangunan Perumahan. *Jurnal Universitas Palangka Raya*, 6(1).
- Pemerintah Pusat. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2021 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung*. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/161846/pp-no-16-tahun-2021>
- Rahmaddi, P. N. (2021). *Buku Pedoman Survey Kerusakan Bangunan*. Jakarta.
- Taurino, N., & Wiyanto, H. (2022). Studi Penilaian Keandalan Bangunan Gedung. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 5(1), 257-264. <http://dx.doi.org/10.24912/jmts.v5i1.7063>
- Wiyanto, H., Makarim, C. A., & Gondokusumo, O. (2021). Penentuan Rating Kondisi Lokal dan Global Kerusakan Beton Berdasarkan Penilaian Visual. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 16(24), 2789-2798.
- Wiyanto, H., Yocom, R., & Thenaka, G. (2022). Pemeriksaan Tingkat Risiko Kerusakan Beton Pada Bangunan Existing. *Proceedings of the Second International Conference of Construction, Infrastructure, and Materials*, 216, 523-531. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7949-0_47