

Penilaian Kondisi Bangunan pada Salah Satu Gedung Perkantoran Jakarta dalam Pengambilan Keputusan dan Pengaruh Keselamatan Para Pekerja

Pandu Wicaksono¹, Rizka Novembrianto^{2*}

^{1,2*}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Email: ¹panduwicakson789@gmail.com, ^{2*}rizka.tl@upnjatim.co.id

Abstract

Assessment of building conditions is a method of evaluating a building objectively in the form of a scale of 1-100 based on the performance of the building system that composes it. The purposes of this assessment are (1) Knowing the condition of the building; (2) Reconstructing the maintenance planning strategy to reduce the amount of damage in the following evaluation period (3) Re-assessing the impact of operational damage on the work environment. The research phase begins with (1) grouping buildings that have the same function; (2) Determining the range of data and categorization; (3) Conducting inspections and data collection; and (4) Data analysis. Before an appraisal of a building, the appraiser needs the initial cost of the building during the construction process. If the initial cost of the building is not well documented, the cost of building construction is obtained by calculating estimates. Through estimation calculations, appraisers can determine the factors that can affect the evaluation process of a building. Determination of the initial cost is calculated based on a sample that has been grouped by function and purpose. The results obtained will be able to assist in making decisions for scheduling maintenance and inspections, functional and re-design of buildings, or OHS (Occupational Health and Safety) evaluation reviews.

Keywords: Work Environment, Building Assesment, Safety.

Abstrak

Penilaian kondisi bangunan merupakan metode penilaian suatu bangunan secara objektif berbentuk skala 1-100 berdasarkan kinerja sistem bangunan sistem yang menyusunnya. Tujuan dilakukannya penilaian ini adalah (1) Mengetahui kondisi bangunan; (2) Menyusun kembali strategi perencanaan maintenance untuk mengurangi jumlah kerusakan di periode penilaian berikutnya (3) Pengkajian ulang dampak kerusakan operasional bangunan terhadap lingkungan kerja. Tahapan penelitian diawali dengan (1) Mengelompokkan bangunan yang memiliki fungsi yang sama; (2) Menentukan rentang data dan kategorisasi; (3) Melakukan inspeksi dan pengumpulan data; serta (4) Analisis data. Sebelum melakukan penilaian sebuah bangunan, penilai memerlukan biaya awal bangunan pada saat proses pembangunan. Bila biaya awal gedung tidak di dokumentasikan dengan baik, biaya pembangunan gedung didapat dengan melakukan perhitungan estimasi. Melalui perhitungan estimasi, penilai dapat mengetahui faktor yang dapat mempengaruhi proses penilaian sebuah bangunan. Penentuan biaya awal dihitung berdasarkan sampel yang telah dikelompokkan berdasarkan fungsi dan tujuannya. Hasil yang diperoleh akan dapat membantu dalam pengambilan keputusan untuk penjadwalan maintenance dan inspeksi, fungsional dan re-desain bangunan, ataupun tinjauan evaluasi K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja).

Kata Kunci: Lingkungan Kerja, Penilaian Bangunan, Keselamatan.

1. PENDAHULUAN

Bangunan merupakan representasi sebuah tempat dimana seseorang melakukan aktivitasnya yang dipengaruhi oleh jenis konstruksi, intensitas dan usia pemakaian, serta

bentuk penggunaan (Baird, 1996). Seiring berjalannya waktu, sebuah bangunan akan mengalami degradasi fungsi dari yang dirancang sebelumnya.

Bangunan yang dirancang wajib memiliki kriteria untuk performa pada setiap komponen penyusunnya. Hal ini bertujuan supaya dapat memastikan kinerja pada semua bagian dari bangunan dapat bekerja sesuai dengan apa yang telah direncanakan atau diharapkan pada saat perancangan

Pemeliharaan merupakan memiliki peranan penting untuk mempertahankan kondisi dan memperpanjang usia bangunan karena suatu gedung dibangun memiliki tujuan tidak hanya sebagai tempat untuk melaksanakan kegiatan bisnis perusahaan melainkan juga sebagai tempat dimana pegawai dapat berkoordinasi dan bertukar informasi di tempat yang sama mengenai pekerjaan yang dikerjakan dengan nyaman dan secara berkelanjutan dan pada waktu yang lama.

Dengan pemahaman objektif mengenai kondisi bangunan dan dampaknya pada sistem bisnis perusahaan, penilai dapat membantu dalam mengembangkan strategi dan tindakan yang tepat dalam menyusun jalannya pemeliharaan bangunan (Abbott, 2007). Oleh karena itu, sistem penilaian bangunan berdasarkan kondisi menjadi solusi dalam mengetahui kondisi bangunan dan kinerja dari pelaksanaan maintenance yang telah dilakukan.

Studi ini ditinjau dan dikembangkan dari jurnal karya Shohet, Lavy-Leibovich dan Bar-On (2003). Pada penelitiannya, penulis menggunakan objek rumah sakit sebagai bahan analisis kondisi yang digambarkan dengan skala 1 – 100 dengan menilai komponen penyusun bangunannya. Penilaian ini berdasarkan pada sisi ekonomi dari penyusunan tiap-tiap komponen bangunan, analisa statistik dari kerusakan yang telah terjadi pada bangunan yang memiliki fungsi yang sama, dan tujuan dari dibangunnya suatu bangunan.

Penilaian kondisi bangunan adalah penilaian dengan basis survey/inspeksi, laporan kerusakan, serta intensitas *maintenance* suatu bangunan untuk menentukan keputusan terbaik yang dapat diambil baik dalam merencanakan kegiatan maintenance, mempertahankan keberadaan gedung, serta mengalihfungsikan kegunaannya. Selain itu, metode ini dapat mengetahui kesesuaian antara kinerja gedung saat ini dengan yang diharapkan. Dalam melakukan metode ini, menurut Elhakeem (2005) dan Ahluwalia (2008) terdapat 4 langkah yang harus dilakukan, diantaranya:

- a. Mengelompokkan bangunan yang memiliki fungsi dan tujuan yang sama
Tujuannya adalah mengetahui secara rinci tingkat degradasi pada setiap komponen bangunan serta mempermudah pada proses penentuan rentang data. Sebab bila fungsi dan tujuan bangunan yang berbeda otomatis analisis pertimbangannya akan berbeda (Davis Langdon Management Consulting, 2007).
- b. Menentukan rentang data
Rentang data harus didasarkan pada aspek kondisi, jumlah kegagalan dan intensitas *preventive maintenance* yang harus dinyatakan dalam bentuk numerik supaya mudah untuk dianalisis serta dikategorikan kondisinya. Penentuan rentang data dibuat atas pertimbangan dan persetujuan *supervisor*, *senior officer*, atau para ahli (insinyur atau arsitek) (Department of Housing and Public Works, 2017).
- c. Melakukan inspeksi dan pengumpulan data
Mengumpulkan dan mengevaluasi data yang didapat melalui inspeksi, laporan perbaikan serta intensitas maintenance pada semua bagian penyusun bangunan. Secara umum pengamatan visual ini dilakukan oleh para ahli.

d. Analisis Data

Nilai yang didapatkan dari proses pengolahan data didiskusikan dengan para ahli untuk dievaluasi performa dari suatu bangunan.

Dalam melakukan analisis penilaian suatu bangunan dengan taraf kondisi gunakan rentang waktu secara konsisten supaya tidak menyulitkan saat proses penentuan rentang data. Hasil yang didapat pada penelitian dapat menjadi acuan dalam melakukan perencanaan ulang maintenance untuk mencapai kinerja yang lebih baik, memberikan memuaskan serta memastikan keselamatan pengguna.

Jurnal ini bertujuan untuk memberikan analisis secara rinci mengenai penilaian kondisi bangunan dengan mengkombinasikan informasi mengenai kerusakan stuktur yang telah terjadi (*failure*), riwayat pelaksanaan perawatan (*maintenance*), dan kondisi aktual bangunan saat penilaian (*Inspection*).

Proses analisis yang dipakai dalam melakukan penilaian bangunan menggunakan metode analisa deskripsi kuantitatif. Dengan menggunakan metode ini, manajemen fasilitas dapat mengetahui performa dari bangunan yang telah mereka rawat dalam beberapa waktu ke belakang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Shohet (2003) mengemukakan *Building Performance Analysis* (BPI) sebagai indikator yang mengekspresikan kondisi fisik dan fungsional suatu bangunan dalam bentuk data kuantitatif. Perhitungan ini melibatkan evaluasi kinerja dari berbagai sistem dan elemen yang membentuk bangunan.

Analisa penilaian dimulai dengan perhitungan kinerja sistem bangunan (P_n) yang mana menggabungkan tiga aspek, yakni maintenance, kondisi dan jumlah perbaikan.

$$P_n = C_n \times W(c)_n + F_n \times W(f)_n + PM_n \times W(pm)_n$$

C_n = Kondisi fisik terkini dan kondisi fungsional pada tiap (n) system

F_n = frekuensi kegagalan yang mempengaruhi fungsi pada tiap n sistem

PM_n = Aktivitas preventive maintenace yang dilakukan pada tiap n sistem untuk mempertahankan pada level yang sesungguhnya

Sementara $W(c)$, $W(f)$, dan $W(pm)_n$ merupakan pembobotan faktor C_n , F_n dan PM_n . Hasil dari pembobotan $W(c) + W(f) + W(pm)_n = 1$

Dalam mengevaluasi kondisi fisik dan fungsional saat ini untuk setiap elemen (C_n) dalam tiga tingkat, dinyatakan dalam skor yang bervariasi dari 0 sampai 2 dan 20 sampai 100. Sebagai contoh, tabel 1 merupakan dasar penilaian terhadap kondisi bangunan. Tabel 2 menyatakan frekuensi perbaikan yang terjadi pada sistem penyusun bangunan.

Tabel-1 Kriteria umum untuk menilai kondisi (C_n) pada komponen bangunan

Indeks Kondisi	Uraian Kondisi	Tindakan Penanganan
2	Baik sekali: Tidak dapat kerusakan, beberapa kekurangan mungkin terlihat	Tindakan segera masih belum diperlukan

1	Sedang: Mulai terjadi deteriorasi atau kerusakan namun tidak mempengaruhi struktur secara keseluruhan	Perlu dibuat analisis alternatif perbaikan untuk menetapkan tindakan yang tepat / sesuai
0	Buruk: Terjadi kerusakan yang cukup kritis sehingga fungsi bangunan terganggu	Evaluasi secara detail diperlukan untuk menentukan tindakan repair, rehabilitasi, dan rekonstruksi, selain diperlukan evaluasi untuk keamanan

Sumber: adaptasi dari Shohet (2003)

Tabel-2 Score dan kriteria kerusakan (F_n) pada kolom bangunan gedung

20	40	60	80	100
≥ 6 x kerusakan	4 – 5 x kerusakan	2 – 3 x kerusakan	1 x kerusakan	0 x kerusakan

Sumber: adaptasi dari Shohet (2003)

Dalam menilai kualitas manintenance (PM_n), perhitungan yang dipakai menggunakan rumus berikut:

$$PM_n = \frac{\text{Jumlah pekerjaan maintenance yang dikerjakan}}{\text{Jumlah perencanaan pekerjaan maintenance}} \times 100\%$$

Tabel-3 Distribusi W(c), W(f), dan W(pm)_n pada bangunan gedung perkantoran

Item pekerjaan	W(c)	W(f)	W(pm)
Arsitektur	20%	62%	18%
Struktur	20%	70%	10%
Mekanikal	22%	60%	18%
Elektrikal	30%	50%	20%
Tata Ruang Luar	20%	62%	18%

Sumber: adaptasi dari Shohet (2003)

Validasi data pada perhitungan diatas dilakukan oleh para ahli yang paham mengenai kerusakan bangunan dan proses pengolahan data.

Selanjutnya, pencarian indikator performa gedung dapat diperoleh dengan:

$$BPI = \sum_n P_n \times W_n$$

BP_I = Building Performance Anaysis atau indikator performa gedung

P_n = Performance level untuk setiap (n) sistem pada skala poin 100 skala

W_n = Persentase dari pembobotan

W_n didapat dari persentase komponen biaya penyusunan bangunan atau biaya kontribusi saat pembangunan berlangsung. Bila biaya pembangunan gedung tidak lengkap/tidak ada, biaya pembangunan akan dihitung dengan metode estimasi anggaran biaya.

Harga satuan tertinggi rata-rata per- m^2 bangunan gedung didasarkan pada harga satuan lantai dasar tertinggi per m^2 untuk bangunan gedung bertingkat, kemudian dikalikan

dengan koefisien atau faktor pengali untuk jumlah lantai yang bersangkutan, sebagai berikut:

Tabel-4 Koefisien / Faktor Pengali Bangunan Gedung Bertingkat

Jumlah lantai bangunan	Harga satuan per m ² tertinggi
2	1,09 standard harga gedung tertinggi
3	1,12 standard harga gedung tertinggi
4	1,135 standard harga gedung tertinggi
5	1,162 standard harga gedung tertinggi
6	1,197 standard harga gedung tertinggi
7	1,236 standard harga gedung tertinggi
8	1,265 standard harga gedung tertinggi

(Sumber : Pedoman Teknis Bangunan Gedung Negara 2002)

Tabel-5 Perkiraan harga satuan per m² bangunan gedung bertingkat

Daerah	Harga gedung bertingkat per m ²		
	A	B	C
Jakarta Selatan	7 juta	6,5 juta	6 juta

(Sumber : Perhitungan Pemrakarsa)

Tabel-6 Biaya pekerjaan standard bangunan gedung

Komponen	Gedung
Pondasi	5% -10%
Struktur	25% - 35%
Lantai	5% -10%
Dinding	7% -10%
Plafond	6% -8%
Atap	8% -10%
Utilitas	5% - 8%
Finishing	10% - 15%

(Sumber : Pedoman Teknis Bangunan Gedung Negara 2002)

Tabel-7 Biaya pekerjaan non-standard bangunan gedung

Komponen	Gedung
Alat Pengkondisian Udara	10-20% dari X
Elevator/Escalator	8-12% dari X
Tata Suara (Sound System)	3-6% dari X
Telepon dan PABX	3-6% dari X
Instalasi IT (Informasi & Teknologi)	6-11 % dari X
Elektrikal (termasuk genset)	7-12% dari X
Sistem Proteksi Kebakaran	7-12% dari X
Sistem Penangkal Petir Khusus	2-5% dari X
Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	2-4% dari X
Interior (termasuk furniture)	15-25% dari X
Gas Pembakaran	1-2% dari X
Gas Medis	2-4% dari X
Pencegahan Bahaya Rayap	1-3% dari X
Pondasi dalam	7-12% dari X
Fasilitas penyandang cacat & kebutuhan khusus	3-8% dari X
Sarana/Prasarana Lingkungan	3-8% dari X
Basement (per m2)	120% dari Y
Peningkatan Mutu *)	15-30% dari Z

(Sumber : Pedoman Teknis Bangunan Gedung Negara 2002)

X = total biaya konstruksi fisik pekerjaan standar.

Y = standar Harga Satuan Tertinggi per-m²

Z = total biaya komponen pekerjaan yang ditingkatkan mutunya

Setelah diketahui baku mutu estimasi pembangunan gedung maka biaya pembangunan gedung dapat diketahui dengan

$$\begin{aligned}\text{Biaya estimasi pembangunan} &= \text{Luas Bangunan} \times \text{Koefisien jumlah lantai} \times \text{Harga satuan per m}^2 \\ \text{Biaya pekerjaan komponen bangunan} &= \text{Biaya estimasi pembangunan} \times \text{Persentase biaya pekerjaan} \\ \text{Biaya estimasi pembangunan keseluruhan} &= \text{Total biaya pekerjaan komponen bangunan standar dan non-standar}\end{aligned}$$

Setelah ditemukan nilai Wn maka nilai BPI akan mudah untuk didapat. Nilai BPI akan mencerminkan tingkat kinerja seluruh bangunan. Diklasifikasikan oleh Shohet (2004) dalam:

- BPI > 80 menunjukkan kondisi baik atau lebih baik;
- $70 < \text{BPI} \leq 80$ menunjukkan bahwa beberapa sistem bangunan berada dalam kondisi marjinal, memerlukan beberapa tindakan pemeliharaan preventif;
- $60 < \text{BPI} \leq 70$ menyatakan kondisi bangunan yang memburuk, yang membutuhkan penggunaan kegiatan korektif dan pencegahan; dan
- $\text{BPI} \leq 60$ berarti bangunan itu rusak.

Bangunan yang dipakai pada penelitian adalah bangunan perkantoran di daerah Jakarta Selatan yang memiliki luas bangunan 2780 m² dengan jumlah lantai 4. Bangunan ini diperuntukkan untuk pegawai yang bekerja di bidang IT, *marketing*, *legal*, *sponsorship*, dan *Human Resource Development*. Pemakaian reguler dari gedung ini berlangsung dari pukul 07.00 – 21.00 selama hari kerja. Namun tidak jarang, gedung ini juga dipakai pada hari-hari libur untuk keperluan perusahaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Biaya pembangunan awal yang telah dihitung berdasarkan tabel-tabel diatas terdiri atas beberapa komponen yang dapat diketahui pada tabel 9. Perhitungan bobot tiap komponen penyusun bangunan sebuah gedung akan dijabarkan melalui Tabel 8 dan 10:

Tabel-8 Biaya awal konstruksi per-item bangunan untuk gedung perkantoran

Item pekerjaan	Biaya estimasi pembangunan (Rp.)
Arsitektur	9.935.788.800,00
Struktur	10.609.401.600,00
Mekanikal	5.009.995.200,00
Elektrikal	3.157.560.000,00
Tata Ruang Luar	1.810.334.400,00
Total	30.523.080.000,00

(Sumber: Perhitungan Penulis)

Tabel-9 Komponen penyusun bangunan untuk gedung perkantoran

Arsitektur	Dinding Arsitektural Eksterior
	Dinding Arsitektural Interior
	Pintu dan Jendela
	Plafon
	Penutup Lantai
Struktur	Kolom
	Balok
	Atap
	Dinding struktural
	Plat lantai
Mekanikal	Tata udara

	Sanitasi
	Plumbing
	Transportasi gedung
Elektrikal	Catu daya
	Tata cahaya/listrik
	Sound system
Tata Ruang Luar	Fasad
	Lansekap
	Drainase

(Sumber : Data Pemrakarsa)

Tabel-10 Bobot Wn untuk bangunan yang dianalisis

Item pekerjaan	Wn (%)
Arsitektur	32,55
Struktur	34,76
Mekanikal	16,41
Elektrikal	10,34
Tata Ruang Luar	5,93

(Sumber: Perhitungan Penulis)

Setelah semua data sudah diperoleh, dapat dilakukan perhitungan BPI untuk mengetahui nilai kondisi dari bangunan yang diteliti.

Item Pekerjaan	Kondisi		Perbaikan		Preventive maintenance		P(n)	W(n)	$P_n \times W_n$
	Cn	W(c) _n	Fn	W(f) _n	PMn	W(pm) _n			
Arsitektur	90	20%	92	62%	82,7	18%	89,9	32,55%	29,27
Struktur	82	20%	100	70%	75,6	10%	94,0	34,76%	32,66
Mekanikal	100	22%	70	60%	73,9	18%	77,3	16,42%	12,69
Elektrikal	95	30%	60	50%	80,6	20%	74,6	10,34%	7,72
Tata Ruang Luar	85	20%	100	62%	75,6	18%	92,6	5,93%	5,49
BPI =									87,83

(Sumber: Perhitungan Penulis)

Setelah semua data sudah diperoleh, dapat dilakukan perhitungan BPI untuk mengetahui nilai kondisi dari bangunan yang diteliti.

BPI sama dengan 87.83 menyatakan kondisi keseluruhan gedung perkantoran yang dianalisis dalam kondisi baik, hal ini ditunjukkan dengan nilai BPI yang lebih dari 80. Namun, terdapat angka kegagalan yang cukup besar pada komponen elektrikal dan mekanikal sehingga diperlukan adanya perencanaan ulang terkait maintenance bangunan. Walaupun memiliki tingkat pengaruh yang kecil terhadap penilaian, elektrikal merupakan komponen penting dalam menunjang jalannya kegiatan pada sebuah gedung. Selain menjadi penunjang, Elektrikal juga dapat menyebabkan masalah yang cukup fatal bila tidak ditangani dengan maintenance yang tepat. Oleh karena itu, perencanaan ulang maintenance untuk komponen mekanikal sangatlah diperlukan untuk menjaga keselamatan para pengguna gedung.

Adanya skor yang sangat kecil dari tingkat kinerja pada perbaikan komponen listrik, menandakan banyaknya kerusakan yang terjadi pada bangunan tersebut. Padahal, kasus ini bila tidak evaluasi akan membahayakan para pengguna bangunan. Kemungkinan

bahaya yang akan terjadi bila terjadi kerusakan pada listrik adalah tersetrum listrik (sengatan listrik), panas atau kebakaran, dan ledakan.

- **Sengatan listrik**

Sengatan listrik terjadi ketika arus listrik mengalir ke dalam tubuh manusia. Intesitas arus yang mengalir tubuh akan mempengaruhi rasa sakit yang dirasakan oleh tubuh. Umumnya arus dapat dirasakan oleh tubuh pada aliran 1 mA, tetapi dampak yang dirasakan hanya kesemutan ataupun geli yang tidak nyaman. Akan terasa berbeda bila tubuh dialiri aliran listrik diatas 10 mA sebab tubuh akan merasakan nyeri otot sehingga korban akan kesulitan untuk melepaskan konduktor akibat kejang otot. Kemudian pada arus 100 mA dan 200 mA dapat mengakibatkan fibrilasi ventrikel pada jantung sehingga berisiko kematian.

- **Panas atau kebakaran**

Panas atau kebakaran disebabkan oleh adanya aliran arus melalui suatu resistansi. Besarnya panas sebanding dengan kwadrat arus, besarnya resistansi, dan waktu. Saat aliran arus memiliki resistansi yang besar akan mengakibatkan kenaikan suhu pada kawat. Hal ini bisa terjadi jika kabel yang digunakan terlalu kecil. Kawat atau tembaga yang terlalu akan mengakibatkan terbakarnya isolasi pada kabel yang mengakibatkan terjadinya hubung singkat pada aliran. Hal ini akan memicu panas sehingga dapat membakar isolator kabel

- **Ledakan**

Hal ini diakibatkan oleh adanya hubung singkat pada arus listrik yang cukup besar sehingga memicu kenaikan pada suhu yang sangat cepat yang menyebabkan tekanan udara naik dengan cepat. (Diantari & Darmana, 2019)

4. KESIMPULAN

Bangunan merupakan representasi sebuah tempat dimana seseorang melakukan aktivitasnya. Seiring berjalannya waktu, sebuah bangunan akan mengalami degradasi fungsi dari yang dirancang sebelumnya. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah skema penilaian bangunan supaya dapat mengetahui performa dari bangunan yang dipakai.

Menurut hasil penelitian, bangunan yang dinilai memerlukan peningkatan dalam segi perawatan khususnya pada bidang elektrikal. Meskipun bangunan yang dinilai dapat dikategorisasikan ke dalam bangunan yang memiliki performa baik, penilaian komponen elektrikal yang masih rendah tetap akan menjadi evaluasi sebab hal ini akan menjadi berbahaya untuk pengguna bila tidak segera diatasi dengan baik.

REFERENCES

- Ahluwalia, S. S. A framework for efficient condition assessment of the building infrastructure. Waterloo, 2008. 160 f. Thesis (Doctorate in Civil Engineering) – University of Waterloo, Ontario, 2008.
- Abbott, GR, et al. 2007. Building condition assessment: a performance evaluation tool towards sustainable asset management. Construction for development; CIB World Building Congress, Cape Town, South Africa, 14-18 May, 2007, pp 14. <http://hdl.handle.net/10204/1233>
- Baird, G., Gray, J., Isaacs, N., Kernohan, D. and McIndoe, G. (eds) (1996). Building Evaluation Techniques. McGraw-Hill.
- Davis Langdon Management Consulting. Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction: a common methodology literature review. London, 2007.

- Department of Housing and Public Works. Maintenance management framework: building condition assessment. 2nd ed. Brisbane, 2017. Disponível em: <http://www.hpw.qld.gov.au/SiteCollectionDocuments/MMFBca.pdf>.
- Diantari, R. A., & Darmana, T. (2019). Sosialisasi Bahaya Dan Keselamatan Penggunaan Listrik Di Kelurahan Duri Kosambi, Cengkareng. *Terang*, 1(1), 96 – 105. <https://doi.org/10.33322/terang.v1i1.138>
- Elhakeem, A. A. M. An asset management framework for education buildings with life-cycle cost analysis. Waterloo, 2005. 152 f. Thesis (Doctorate in Civil Engineering) – University of Waterloo, Waterloo, 2005.
- Keputusan Menteri Permukiman Dan Prasarana Wilayah Nomor: 332/Kpts/M/2002, Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara, Jakarta, Agustus 2002
- Lavy, S.; Shohet, I. M. Integrated maintenance management of hospital buildings: a case study. *Construction Management and Economics*, v. 22, p. 25-34, 2004.
- Shohet, I. M. (2003). Building evaluation methodology for setting maintenance priorities in hospital buildings. *Construction Management and Economics*, 21(7), 681–692. <https://doi.org/10.1080/0144619032000115562>