

Kajian Literatur: Faktor-Faktor yang Memengaruhi Efisiensi Biaya dalam Implementasi *Life Cycle Cost*

Yosua Gilberth Cristovel Rondonuwu¹, Christiano Tampodung², Geertje E Kandiyoh³

Rekayasa Perawatan dan Restorasi Bangunan Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado,^{1,3}

Konstruksi Bangunan Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado²

E-mail: gilberthyosua@gmail.com

Abstrak

Life Cycle Cost (LCC) merupakan pendekatan strategis yang efektif dalam pengambilan keputusan terkait perencanaan manajemen konstruksi dan infrastruktur bangunan. Model ini tidak hanya membantu mengevaluasi biaya sepanjang siklus hidup, tetapi juga mampu mengintegrasikan berbagai faktor penting seperti dinamika ekonomi, lingkungan, serta perkembangan teknologi informasi. Dalam konteks pengelolaan bangunan dan infrastruktur, LCC menjadi alat bantu kritis untuk mendukung keberlanjutan melalui prediksi biaya yang lebih tepat. Untuk meningkatkan objektivitas dan akurasi analisis, model LCC sering dikombinasikan dengan metode pendukung pengambilan keputusan multi-kriteria seperti AHP, Fuzzy AHP, dan VIKOR. Integrasi tersebut memperkuat validasi hasil serta memberikan rekomendasi yang lebih andal bagi para stakeholder. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi biaya dalam implementasi LCC melalui kajian literatur. Data diperoleh dari jurnal ilmiah terakreditasi, dan studi kasus terkait Berdasarkan analisis frekuensi kemunculan faktor-faktor dalam berbagai penelitian, material (86%), spesifikasi (80%), pemeliharaan (78%), dan usia bangunan (78%) diidentifikasi sebagai variabel dominan yang memengaruhi efisiensi biaya LCC. Temuan ini menunjukkan bahwa desain awal yang optimal, serta strategi pemeliharaan memiliki dampak signifikan dalam mengurangi total LCC bangunan. Dengan mempertimbangkan dinamika kondisi ekonomi dan tantangan global yang akan datang, penelitian ini merekomendasikan pengembangan model LCC yang lebih adaptif dan responsif terhadap perubahan lingkungan internal maupun eksternal. Hal ini mencakup penggunaan platform berbasis data real-time, integrasi dalam perhitungan biaya, serta pemanfaatan artificial intelligence untuk prediksi kerusakan dan usia layan komponen bangunan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pelaku industri konstruksi, pengelola aset, serta pembuat kebijakan dalam merancang sistem pengelolaan maupun perawatan bangunan yang lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan.

Kata kunci — *life cycle cost*, efisiensi biaya, AHP, pemeliharaan bangunan.

1. PENDAHULUAN

Dalam era perkembangan teknologi yang pesat, pengelolaan sumber daya secara efisien menjadi salah satu prioritas utama dalam berbagai sektor, termasuk industri konstruksi dan infrastruktur. Efisiensi biaya tidak hanya menjadi isu ekonomi semata, tetapi juga berkaitan erat dengan keberlanjutan lingkungan dan optimalisasi investasi jangka panjang. Salah satu pendekatan yang telah terbukti efektif dalam mengelola biaya secara menyeluruh adalah *Life Cycle Cost (LCC)*. LCC adalah metode sistematis yang digunakan untuk menghitung total biaya kepemilikan aset selama masa pakainya, mencakup biaya awal, operasional, pemeliharaan, hingga pembuangan atau penggantian (ISO 15686-5 2017). Pendekatan ini memungkinkan pengambil keputusan

untuk mempertimbangkan dampak jangka panjang dari setiap keputusan yang diambil, sehingga dapat menghindari pemborosan anggaran dan mendukung keberlanjutan. Secara global, implementasi LCC telah menjadi fokus utama dalam berbagai proyek konstruksi dan infrastruktur. Misalnya, penelitian oleh (Samaranayake et al. 2021) menunjukkan bahwa desain bangunan, kualitas material, dan efisiensi sistem operasional menjadi faktor utama yang memengaruhi biaya awal, pemeliharaan, dan operasional. Selain itu, studi internasional oleh (Kaming et al. 2019) menyoroti pentingnya pemilihan material yang tepat untuk mengurangi kebutuhan pemeliharaan dan penggantian di masa depan. Di sisi lain, penelitian oleh (Putro, 2019) menunjukkan bahwa bangunan hijau dengan sertifikasi platinum memiliki biaya operasional lebih rendah dibandingkan bangunan konvensional, meskipun biaya awalnya lebih tinggi. Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa LCC tidak hanya relevan dalam konteks lokal, tetapi juga memiliki implikasi global yang signifikan. Di Indonesia, penerapan LCC masih menghadapi berbagai tantangan, seperti kurangnya data akurat, keterbatasan SDM yang memahami konsep LCC, serta minimnya dukungan manajemen dalam pengambilan keputusan berbasis LCC (Mooy et al. 2024). Namun, beberapa penelitian lokal telah memberikan wawasan berharga. Misalnya, Rana et al. (2023) menunjukkan bahwa pemeliharaan rutin dapat menekan biaya jangka panjang, sementara (Ismanto 2018) menekankan pentingnya penentuan prioritas perawatan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process*. Penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti material, spesifikasi, pemeliharaan, dan usia bangunan memiliki peran dominan dalam implementasi LCC. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi biaya dalam implementasi LCC melalui kajian literatur. Berdasarkan analisis data dari jurnal ilmiah terakreditasi internasional dan nasional, serta studi kasus terkait, penelitian ini menyoroti variabel dominan seperti, spesifikasi, pemeliharaan, material dan desain bangunan. Temuan ini diharapkan dapat memberikan wawasan praktis bagi pelaku industri konstruksi untuk mengoptimalkan penggunaan LCC dalam pengambilan keputusan strategis. Selain itu, penelitian ini juga merekomendasikan pengembangan model LCC yang lebih adaptif terhadap perubahan kondisi ekonomi dan lingkungan guna mendukung keberlanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur dengan analisis data dari jurnal ilmiah, dan studi kasus terkait implementasi LCC. Data diperoleh dari sumber terpercaya seperti Scopus, Google Scholar, Sinta serta merujuk pada regulasi seperti Permen PUPR dan (ASTM-E2114) Artikel yang digunakan sebagai referensi sudah terakreditasi. Analisis dilakukan berdasarkan frekuensi kemunculan faktor-faktor yang memengaruhi LCC dalam berbagai penelitian. Data dari kajian literatur naratif digunakan untuk mengidentifikasi pola hubungan antar variabel dan tingkat signifikansi masing-masing faktor. Evaluasi dilakukan berdasarkan dampaknya terhadap biaya siklus hidup, sesuai metodologi (Hansen & Mowen, 2016)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui faktor-faktor utama yang memengaruhi Implementasi LCC dalam perawatan bangunan gedung, dilakukan kajian literatur. Tabel 1 menampilkan faktor-faktor dominan yang diidentifikasi:

Tabel 1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Implementasi LCC dalam Perawatan Gedung

No	NAMA & TAHUN RISET	Lokasi	Faktor - Faktor											
			Ukuran bangunan	Jumlah Penghuni	Fungsi Bangunan	Usia	Suku Bunga	SDM	Material	Spesifikasi	Penelitian	Ekonomi	Linjungan	Energi
1	Samaranayake et al. (2021)	Sri Lanka	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	X	X	X	X
2	Mesaros et al. (2021)	Slovakia	X	X	X	X	X	✓	X	✓	X	X	X	X
3	Biolek & Hanák (2019)	Czech	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	X	X	X	X
4	Xue et al. (2017)	China	X	X	X	X	X	✓	✓	✓	X	X	✓	X
5	Ayob et al. (2025)	Malaysia	X	X	X	X	X	✓	X	✓	✓	X	✓	X
6	Lisman et al. (2025)	Indonesia	X	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X
7	Kurniawan & Husin. (2023)	Indonesia	X	X	X	X	X	X	✓	✓	X	X	✓	✓
8	Sugiono & Gandi. (2023)	Indonesia	X	X	X	X	✓	✓	✓	X	X	✓	X	✓
9	KAMING et al. (2019)	Indonesia	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓
10	Akmal et al. (2022)	Indonesia	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	X	✓
11	Winartama & Saputra. (2020)	Indonesia	✓	X	X	X	✓	X	X	X	✓	X	✓	✓
12	Buyung et al. (2019)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	X	✓	✓
13	Rosita et al. (2023)	Indonesia	X	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	X	X	✓
14	Mooy et al. (2024)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	X	X	✓
15	Alfalah et al. (2023)	UAE	✓	X	✓	✓	X	X	✓	✓	X	X	X	✓
16	Putro. (2019)	Indonesia	X	X	X	X	X	X	✓	✓	X	X	✓	✓
17	Nurhayati et al. (2021)	Indonesia	X	X	X	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	X
18	Utari et al. (2023)	Indonesia	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	✓
19	Sembiring et al. (2022)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	X	X	X	✓	X
20	Rodrigues et al. (2018)	Portugal	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	✓	X
21	Fitriadi (2023)	Indonesia	X	X	✓	✓	X	✓	✓	X	✓	✓	X	X
22	Nilam Cahya (2023)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
23	Devina, et al. (2023)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
24	Diputera (2023)	Liliba	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
25	Ismanto (2023)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
26	Alfian Afu et al. (2024)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
27	Samaranayake et al. (2021)	Sri Lanka	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	X	X	X
26	Ayob et al. (2025)	Malaysia	X	X	X	X	X	✓	X	✓	✓	✓	X	X
27	Kellenberger & Althaus (2009)	Jerman	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓
28	Sugiarto et al. (2021)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
29	Wongkar et al. (2016)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
30	Kristi et al. (2019)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
31	Solís-Guzmán et al. (2018)	UE	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓
32	Cho et al. (2018)	Korea Selatan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
33	Evita Rosita et al. (2023)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
34	Evita Rosita et al. (2023)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
35	Ghasan Alfalah et al. (2023)	UAE	✓	X	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	X	✓
36	Nataša Šuman et al. (2020)	Slovenia	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
37	Aneta Vitkova and Stanislav Vitasek	UE	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X
38	Ni Komang Sintyawati et al. (2025)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
39	Alaloul et al.(2021)	Malaysia	X	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X
40	M. Altaf et al. (2025)	Global	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
41	Setyagraha et al. (2024)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
42	Babashamsi et al. (2016)	Malaysia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
43	Orugbo et al. (2015)	UK	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
44	Putra & Beatrix (2024)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
45	Sari & Mangiwa (2024)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
46	Revias et al. (2015)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
47	Mulubrhan (2017)	Malaysia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
48	Gemilang et al. (2023)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
49	Ismanto et al. (2017)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
50	Rana et al. (2023)	Indonesia	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Total		✓	38	30	35	39	17	28	43	40	39	33	21	20
		X	12	20	15	11	33	22	7	10	11	17	29	30

3.1. Analisis Komprehensif

Data kuantitatif yang tersedia dalam Kajian Literatur, berikut adalah analisis komprehensif mengenai faktor-faktor yang memengaruhi implementasi Life Cycle Cost (LCC). Analisis ini mencakup hasil analisis dari setiap faktor, persentase keberadaan faktor, hubungan antar faktor, dan interpretasi data. Berdasarkan analisis data kuantitatif dari berbagai penelitian terkait, ditemukan bahwa beberapa faktor dominan memiliki peran signifikan dalam menentukan total biaya siklus hidup bangunan atau infrastruktur. Material dan spesifikasi teknis menjadi faktor utama yang paling sering disebutkan, masing-masing dengan frekuensi kemunculan sebesar 86% dan 80%. Kedua faktor ini menunjukkan bahwa pemilihan material berkualitas tinggi serta desain teknis yang tepat dapat secara drastis mengurangi biaya operasional dan pemeliharaan jangka panjang. Selain itu, pemeliharaan dan usia bangunan juga menjadi faktor penting dengan persentase kemunculan 78%, yang menunjukkan bahwa semakin tua bangunan, semakin besar kebutuhan untuk melakukan pemeliharaan rutin guna menjaga fungsionalitas dan umur pakai aset.

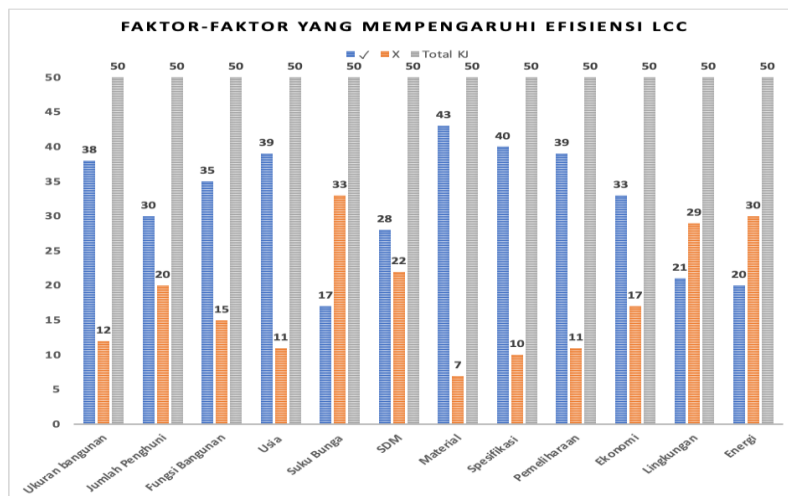
3.1.1. Distribusi Frekuensi Faktor-Faktor Utama

Bersumber pada data kuantitatif kajian literatur, berikut adalah distribusi frekuensi faktor-faktor utama yang memengaruhi efisiensi biaya LCC:

Tabel 2. Frekuensi Kemunculan

Faktor	Frekuensi Kemunculan (%)
Ukuran Bangunan	76% (38/50)
Jumlah Penghuni	60% (30/50)
Fungsi Bangunan	70% (35/50)
Usia Bangunan	78% (39/50)
Suku Bunga	34% (17/50)
SDM	56% (28/50)
Material	86% (43/50)
Spesifikasi	80% (40/50)
Pemeliharaan	78% (39/50)
Ekonomi	66% (33/50)
Lingkungan	42% (21/50)
Energi	40% (20/50)

3.1.2. Visualisasi Data : Grafik Persentase Keberadaan Faktor



Gambar 1. Grafik Persentase Keberadaan Faktor

Interpretasi pada gambar 1:

1. Material (86%) dan Spesifikasi (80%) adalah faktor yang paling sering disebutkan sebagai pengaruh utama terhadap efisiensi biaya LCC.
2. Ukuran Bangunan (76%), Usia Bangunan (78%), dan Pemeliharaan (78%) juga memiliki peran signifikan dalam implementasi LCC.
3. Faktor seperti Suku Bunga (34%) dan Energi (40%) relatif kurang sering dibahas, tetapi tetap relevan dalam konteks tertentu.

3.2. Hubungan Antar Faktor

Beberapa hubungan antar faktor dapat diidentifikasi berdasarkan data:

- a. Material dan Spesifikasi
 - Material dan spesifikasi berkorelasi kuat dengan efisiensi biaya jangka panjang. Contoh: (Samaranayake et al. 2021) (Akmal et al.2022) (Buyung et al.2019) Desain bangunan, kualitas material, dan efisiensi sistem operasional menjadi faktor utama yang memengaruhi biaya awal, pemeliharaan, dan operasional.(Kaming et al. 2019) Pilihan material yang tepat dapat mengurangi kebutuhan pemeliharaan dan penggantian.
- b. Pemeliharaan dan Usia Bangunan
 - Pemeliharaan berkaitan erat dengan usia bangunan. Semakin tua bangunan, semakin tinggi kebutuhan pemeliharaan. Contoh (Rosita et al.2023) Biaya pemeliharaan signifikan selama umur bangunan (Akmal et al. 2022) Pemeliharaan preventif lebih ekonomis dibandingkan rehabilitasi.
- c. Fungsi Bangunan dan Biaya Operasional
 - Fungsi bangunan memengaruhi biaya operasional. Misalnya, bangunan komersial cenderung memiliki biaya operasional lebih tinggi dibandingkan bangunan residensial. Contoh (Setia Winartama et al. 2020) Biaya operasional dipengaruhi oleh fungsi bangunan.
- d. Lingkungan dan Energi
 - Faktor lingkungan dan energi sering kali saling terkait. Bangunan hijau atau ramah lingkungan biasanya memiliki konsumsi energi yang lebih rendah. Contoh: (Wibowo Santoso Putro 2019) (Kurniawan and Husin 2023) (Utari et al. 2023) Bangunan hijau dengan sertifikasi platinum memiliki biaya operasional lebih rendah.(Alfalah et al. 2023) Memilih material ramah lingkungan dapat mengurangi emisi karbon.

Penelitian ini mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi biaya dalam implementasi Life Cycle Cost (LCC) melalui kajian literatur komprehensif, dengan hasil analisis menunjukkan bahwa material (86%) dan spesifikasi teknis (80%) merupakan faktor dominan yang secara signifikan memengaruhi total biaya siklus hidup bangunan atau infrastruktur, di mana pemilihan material berkualitas tinggi dan desain teknis yang tepat dapat mengurangi biaya operasional serta pemeliharaan jangka panjang; selain itu, pemeliharaan dan usia bangunan juga memiliki peran penting dengan persentase kemunculan 78%, mengindikasikan bahwa semakin tua bangunan, semakin besar kebutuhan pemeliharaan rutin untuk menjaga fungsionalitasnya, sementara faktor lain seperti ukuran bangunan, fungsi bangunan, dan SDM (Sumber Daya Manusia) juga berpengaruh meskipun tidak sebesar faktor dominan, dengan hubungan antar faktor menunjukkan bahwa material berkualitas tinggi cenderung mengurangi kebutuhan pemeliharaan di masa depan dan desain awal yang optimal memberikan dampak positif pada biaya operasional jangka panjang, serta pendekatan ramah lingkungan seperti penggunaan

material hijau dan hemat energi menunjukkan potensi besar dalam mengurangi konsumsi energi dan mendukung pembangunan berkelanjutan namun demikian, implementasi LCC masih menghadapi tantangan seperti kurangnya data akurat, keterbatasan SDM, dan minimnya dukungan manajemen, sehingga diperlukan kolaborasi antara pemangku kepentingan untuk mengembangkan model LCC yang lebih adaptif terhadap perubahan kondisi ekonomi dan lingkungan serta eksplorasi teknologi seperti *Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan akurasi analisis LCC di masa depan, yang secara keseluruhan memberikan wawasan praktis bagi pelaku industri konstruksi dan manajemen aset untuk mengoptimalkan penggunaan LCC dalam pengambilan keputusan strategis. analisis yang dilakukan, model LCC yang ada masih cenderung bersifat statis dan kurang mempertimbangkan faktor dinamis seperti perubahan harga material, kebijakan lingkungan, dan pola penggunaan bangunan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan model LCC yang lebih adaptif dengan pendekatan berbasis data dinamis dan integrasi teknologi digital. Hal ini akan membantu para pembuat keputusan dalam merancang strategi perawatan dan investasi bangunan yang lebih tepat sasaran dan berkelanjutan. Salah satu contohnya adalah platform VERIFY yang mampu melakukan analisis LCA dan LCC secara terintegrasi

3.3. Hipotesis Penelitian

- a. Model LCC yang diintegrasikan dengan data dinamis dan teknologi digital (BIM dan AI) akan menghasilkan prediksi biaya sangat akurat dan responsif terhadap fluktuasi pasar dan regulasi lingkungan yang berkembang dibandingkan model LCC tradisional.
- b. Penggunaan pendekatan multi-kriteria (AHP, Fuzzy Logic, Fuzzy AHP, VIKOR) dalam analisis prioritas perawatan akan meningkatkan efisiensi biaya sekaligus mendukung bangunan dan infrastruktur yang berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kajian literatur yang dilakukan terhadap berbagai jurnal terakreditasi dan dokumen penelitian yang tersedia, dapat ditarik kesimpulan bahwa pendekatan Life Cycle Cost (LCC) sangat efektif untuk digunakan sebagai acuan pengambilan keputusan dalam perencanaan, pengelolaan, dan pemeliharaan bangunan serta infrastruktur. Metode LCC tidak hanya membantu dalam mengevaluasi biaya secara menyeluruh selama siklus hidup aset, tetapi juga mampu mengintegrasikan berbagai faktor seperti faktor lingkungan, teknologi informasi, dan dinamika ekonomi untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Pemanfaatan metode pendukung seperti AHP, Fuzzy AHP, VIKOR, Structural Equation Modeling (SEM-PLS), BIM, dan LCA semakin memperkuat akurasi dan objektivitas hasil analisis. Selain itu, validasi oleh pakar dan partisipasi multi-stakeholder memberikan sumbangsih penting dalam meningkatkan kredibilitas model LCC. Dengan demikian, penerapan LCC yang adaptif terhadap perubahan kondisi ekonomi, sosial, dan lingkungan menjadi solusi strategis untuk mencapai efisiensi biaya dan keberlanjutan proyek infrastruktur jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Steve Wilben M. Supit, ST., M.Eng., dan teman yang telah memberikan kontribusi besar dalam penulisan artikel ini. Kami juga berterima kasih kepada lembaga yang memberikan akses ke database jurnal terakreditasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, M., Sugiarto Sugiarto, And Noer Fadhly. 2022. 'Penanganan Jalan Pada Terowongan Geurutee Dengan Menggunakan Life Cycle Cost Analysis'. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan* 4(1):18–29. Doi:10.24815/Jarsp.V4i1.16721.
- Alfalalah, Ghasan, Naif Al Qahtani, Abobakr Al-Sakkaf, Nehal Elshaboury, And Othman Alshamrani. 2023. 'Assessing Life Cycle Cost And Environmental Impact For Office Building Construction In Saudi Arabia'. *Journal Of Asian Architecture And Building Engineering*. Doi:10.1080/13467581.2023.2278461.
- Astm-E2114. N.D. 'E2114'.
- Buyung, Rudy A. H. F., Pingkan A. K. Pratasiss, And Grace Y. Malingkas. 2019. 'Life Cycle Cost (Lcc) Pada Proyek Pembangunan Gedung Akuntansi Universitas Negeri Manado (Unima) Di Tondano'. *Jurnal Sipil Statik* 7(11):1527–36.
- Hansen, Don R. ..., And Maryanne M. .. Mowen. 2006. *Cost Management : Accounting And Control*, 5e. Thomson/South-Western.
- Ismanto. 2018. *Penentuan Prioritas Kegiatan Perawatan Bangunan Gedung Sekolah Negeri Di Kota Blitar Tesis Program Magister Teknik Sipil Minat Manajemen Konstruksi Universitas Brawijaya Fakultas Teknik M A L A N G 2018*.
- Iso 15686-5. 2017. *Copyright Protected Document*.
- Kaming, Peter, Himawan Liano, And W. Alexander Sigit. 2019. *Adopsi Life Cycle Costing Untuk Bangunan Gedung Diklat Muara Enim*. Vol. 2.
- Kurniawan, Iwan, And Albert Eddy Husin. 2023. 'Analisis Faktor – Faktor Yang Berpengaruh Dalam Implementasi Konsep Green Untuk Peningkatan Kinerja Biaya Menggunakan Structural Equation Modelling-Partial Least Square (Sem-Pls)'. *Teknik* 44(1):57–69. Doi:10.14710/Teknik.V44i1.49522.
- Mooy, Merzy, Mohamad Alfian Afu, Gregorius Paus Usboko, And Agustinus H. Pattiraja. 2024. 'Analisis Life Cycle Cost Dan Kelayakan Investasi Pada Bangunan Rumah Tinggal Permanen Tipe 27 M2'. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil* 14(1):111. Doi:10.29103/Tj.V14i1.1037.
- Rosita, Evita, Dewi Yustiarini, And Siti Nurasiyah. 2023. 'Life Cycle Cost Analysis Of Building Maintenance'. *Jiptek* 16(2):121. Doi:10.20961/Jiptek.V16i2.67729.
- Samaranayake, J., T. Ramachandra, And U. G. D. Madushika. 2021. 'Significant Factors Affecting The Life Cycle Cost Elements Of A Building'. *Faru Journal* 8(1):57–67. Doi:10.4038/Faruj.V8i1.95.
- Setia Winartama, Aditia, Acwin Hendra Saputra, Badan Pengawasan Keuangan, Dan Pembangunan, Politeknik Keuangan, Negara Stan, And Acwin@Pknstan Ac Id. 2020. 'Analisis Efisiensi Pada Rencana Pengadaan Dan Pengelolaan Gedung Menggunakan Metode Life Cycle Costing Analysis Of Procurement Planning And Building Management Efficiency Using Life Cycle Costing Method'.
- Utari, Rini Pebri, Sulianto, Abdul Samad, And Agung Tri Wahono. 2023. 'Analisis Biaya Konstruksi Menggunakan Metode Life Cycle Cost Pada Gedung Cordova Edupartment Semarang'. *Jurnal Media Teknik Sipil* 21(2):77–83. Doi:10.22219/Jmts.V21i2.32602.
- Wibowo Santoso Putro, Rizky. 2019. *Analisis Life Cycle Cost Pada Green Building Peringkat Platinum Di Indonesia Life Cycle Cost Analysis Of Platinum Rating Green Building In Indonesia*.
