
Analisis Prioritas Pemeliharaan Gedung Perkantoran Pemerintah Berdasarkan Life Cycle Cost

Sekar Kartika¹, Anita Galla^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa, Makassar, Indonesia

*Penulis korespondensi, email: galla.anita20@gmail.com

Abstrak— Pemeliharaan gedung perkantoran pemerintah merupakan aspek penting dalam menjaga keandalan bangunan, mendukung kontinuitas pelayanan publik, serta mengoptimalkan pemanfaatan aset negara. Keterbatasan anggaran pemeliharaan sering kali menyebabkan tidak seluruh komponen bangunan dapat ditangani secara bersamaan, sehingga diperlukan penentuan prioritas berdasarkan aspek ekonomi. Penelitian ini bertujuan menganalisis prioritas pemeliharaan gedung perkantoran pemerintah menggunakan pendekatan Life Cycle Cost (LCC). Metode penelitian dilakukan melalui identifikasi kondisi komponen bangunan yang meliputi aspek arsitektural, struktural, mekanikal, elektrik, dan housekeeping, dilanjutkan dengan perhitungan biaya pemeliharaan dan proyeksi biaya selama umur rencana 20 tahun. Analisis dilakukan untuk menentukan kontribusi biaya masing-masing komponen terhadap total biaya siklus hidup bangunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total biaya pemeliharaan selama periode analisis mencapai Rp1.816.738.344, dengan komponen struktural memberikan kontribusi terbesar sebesar 51,70%, diikuti housekeeping sebesar 22,74%, arsitektural sebesar 14,62%, mekanikal sebesar 8,01%, dan elektrik sebesar 2,92%. Temuan ini menunjukkan bahwa komponen struktural menjadi prioritas utama dalam program pemeliharaan karena memiliki dampak terbesar terhadap kebutuhan anggaran jangka panjang. Penelitian ini merekomendasikan penerapan pendekatan LCC sebagai dasar penyusunan strategi pemeliharaan gedung guna meningkatkan efisiensi pengelolaan aset dan efektivitas penggunaan anggaran pemerintah.

Kata kunci: Life Cycle Cost, pemeliharaan gedung, prioritas pemeliharaan, manajemen aset.

This article is licensed under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

1. Pendahuluan

Bangunan gedung perkantoran pemerintah merupakan aset publik yang memiliki peran penting dalam mendukung penyelenggaraan pelayanan kepada masyarakat. Keandalan fungsi bangunan sangat dipengaruhi oleh kualitas pemeliharaan yang dilakukan selama masa operasionalnya. Pemeliharaan yang tidak terencana dengan baik dapat menyebabkan penurunan kinerja bangunan, meningkatnya tingkat kerusakan komponen, serta membengkaknya kebutuhan biaya rehabilitasi di masa mendatang. Oleh karena itu, pengelolaan biaya pemeliharaan perlu dilakukan secara sistematis dengan mempertimbangkan seluruh biaya yang muncul sepanjang umur layanan bangunan [1], [2].

Pendekatan Life Cycle Cost (LCC) telah berkembang menjadi salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengelolaan aset bangunan karena mampu memberikan gambaran biaya secara menyeluruh sejak bangunan mulai dioperasikan hingga akhir umur layanannya. Kajian literatur global menunjukkan bahwa komponen biaya siklus hidup pada gedung perkantoran pemerintah meliputi biaya operasional,

pemeliharaan, perbaikan, rehabilitasi, dan biaya penggantian komponen bangunan [1]. Selain itu, integrasi analisis LCC dengan regulasi pemeliharaan bangunan dinilai mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan aset pemerintah dan mendukung perencanaan anggaran jangka panjang yang lebih terukur [2].

Penerapan metode LCC telah dilakukan pada berbagai jenis bangunan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih ekonomis. Penelitian pada gedung kantor unit perbankan menunjukkan bahwa biaya pemeliharaan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap total biaya siklus hidup bangunan [3]. Hasil serupa juga ditemukan pada bangunan kantor desa, dimana biaya operasional dan pemeliharaan menjadi komponen utama yang memengaruhi besarnya biaya selama masa layanan bangunan [4]. Temuan tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan pengelolaan bangunan tidak hanya ditentukan oleh biaya pembangunan awal, tetapi juga oleh efektivitas strategi pemeliharaan yang diterapkan selama umur bangunan.

Permasalahan lain yang sering dijumpai pada bangunan perkantoran pemerintah adalah meningkatnya tingkat kerusakan seiring bertambahnya usia bangunan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa usia bangunan, intensitas penggunaan, serta kualitas perawatan memiliki hubungan yang kuat terhadap tingkat kerusakan dan kebutuhan biaya rehabilitasi [5]. Di sisi lain, pelaksanaan pemeliharaan juga menghadapi berbagai risiko, seperti ketidaktepatan metode perawatan, keterbatasan anggaran, serta lemahnya pengelolaan kontrak pemeliharaan yang dapat mengurangi efektivitas program perawatan bangunan [6].

Dalam praktik pengelolaan bangunan, efisiensi penggunaan sumber daya menjadi salah satu aspek yang sangat diperhatikan. Kajian mengenai penerapan value engineering pada proyek bangunan pemerintah menunjukkan bahwa optimasi fungsi dan biaya dapat menghasilkan penghematan yang signifikan tanpa mengurangi kualitas layanan bangunan [7]. Pendekatan serupa juga telah diterapkan pada berbagai proyek konstruksi di Indonesia untuk meningkatkan efisiensi biaya dan nilai manfaat yang diperoleh [12]. Good practice penerapan value engineering pada industri konstruksi Indonesia turut menunjukkan bahwa pengambilan keputusan berbasis nilai mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan proyek dan aset bangunan [15].

Perkembangan penelitian LCC tidak hanya diterapkan pada bangunan perkantoran, tetapi juga pada bangunan pendidikan dan fasilitas publik lainnya. Penggunaan metode LCC pada pembangunan gedung pendidikan menunjukkan bahwa evaluasi biaya jangka panjang mampu memberikan dasar yang lebih baik dalam menentukan strategi investasi dan pemeliharaan bangunan [8]. Pendekatan serupa juga digunakan dalam optimalisasi aset infrastruktur cagar budaya melalui pemanfaatan bangunan secara berkelanjutan sehingga nilai ekonomis aset dapat dipertahankan dalam jangka panjang [9]. Menurut Abma [10], manajemen bangunan profesional harus didukung oleh perencanaan pemeliharaan yang terstruktur agar seluruh sumber daya yang tersedia dapat digunakan secara efektif dan efisien.

Kualitas pemeliharaan bangunan juga berkaitan erat dengan tingkat kenyamanan dan kepuasan pengguna. Hasil penelitian pada hunian aparatur sipil negara menunjukkan bahwa faktor-faktor manajemen pemeliharaan memiliki pengaruh langsung terhadap tingkat kepuasan penghuni terhadap kondisi bangunan [11]. Dengan demikian, pemeliharaan tidak hanya berfungsi menjaga kondisi fisik bangunan, tetapi juga berperan dalam mempertahankan kualitas lingkungan kerja dan produktivitas pengguna bangunan.

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, evaluasi ekonomi jangka panjang semakin banyak diterapkan pada berbagai sistem pendukung bangunan. Kajian kelayakan ekonomi terhadap penerapan solar rooftop dan pembangkit listrik tenaga surya atap menunjukkan bahwa analisis biaya siklus hidup mampu membantu pengambilan keputusan investasi yang lebih rasional [13], [14]. Perkembangan teknologi bangunan cerdas yang memanfaatkan sistem penyimpanan energi juga menuntut adanya

evaluasi biaya operasional dan pemeliharaan secara menyeluruh agar kinerja bangunan dapat dipertahankan secara optimal [17].

Selain aspek teknis dan ekonomi, pengelolaan pemeliharaan bangunan memerlukan dukungan manajemen proyek yang baik. Pembelajaran berbasis kasus pada proyek konstruksi menunjukkan bahwa keberhasilan pengelolaan aset sangat dipengaruhi oleh kemampuan perencanaan, pengendalian, dan pengalokasian sumber daya secara tepat [16]. Di sisi lain, perkembangan teknologi analitik dan pembelajaran mesin mulai dimanfaatkan untuk mendukung evaluasi kelayakan proyek retrofit bangunan sehingga keputusan investasi dan rehabilitasi dapat dilakukan secara lebih objektif dan terukur [18].

Meskipun berbagai penelitian mengenai Life Cycle Cost telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada analisis total biaya siklus hidup bangunan atau evaluasi alternatif desain tertentu. Penelitian yang secara khusus mengkaji prioritas pemeliharaan komponen bangunan perkantoran pemerintah berdasarkan kontribusi biaya siklus hidupnya masih relatif terbatas. Padahal, informasi mengenai komponen yang memiliki kontribusi biaya terbesar sangat penting untuk membantu pengelola aset dalam menentukan prioritas anggaran pemeliharaan secara lebih efektif dan efisien.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis biaya siklus hidup pemeliharaan pada bangunan perkantoran pemerintah menggunakan pendekatan Life Cycle Cost, mengidentifikasi distribusi biaya pada setiap komponen pemeliharaan, serta menentukan prioritas pemeliharaan berdasarkan kontribusi biaya terbesar selama periode analisis. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan strategi pemeliharaan yang lebih terencana, efisien, dan berkelanjutan pada bangunan perkantoran pemerintah.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode Life Cycle Cost (LCC) untuk menganalisis kebutuhan biaya pemeliharaan dan menentukan prioritas pemeliharaan pada gedung perkantoran pemerintah. Objek penelitian merupakan sebuah gedung perkantoran pemerintah yang berfungsi sebagai fasilitas pelayanan administrasi dan operasional instansi pemerintah. Identitas bangunan tidak dicantumkan secara spesifik untuk menjaga kerahasiaan data institusi. Analisis difokuskan pada komponen arsitektural, struktural, mekanikal, elektrik, dan housekeeping yang mempengaruhi keandalan bangunan selama masa layan.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, dan studi dokumen. Observasi digunakan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting bangunan dan tingkat kerusakan pada setiap komponen pemeliharaan. Wawancara dilakukan dengan pihak pengelola gedung untuk memperoleh informasi mengenai pelaksanaan pemeliharaan yang telah dilakukan serta kebutuhan pemeliharaan pada masa mendatang. Studi dokumen dilakukan terhadap Rencana Anggaran Biaya (RAB), spesifikasi teknis bangunan, laporan pemeliharaan, dan data inflasi yang digunakan sebagai dasar dalam analisis biaya siklus hidup.

Alur penelitian yang digunakan dalam studi ini ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian diawali dengan identifikasi kondisi bangunan dan inventarisasi komponen yang memerlukan pemeliharaan. Selanjutnya dilakukan pengumpulan dan pengolahan data biaya pemeliharaan untuk masing-masing komponen bangunan. Data tersebut kemudian digunakan untuk melakukan proyeksi kebutuhan biaya pemeliharaan selama umur rencana bangunan. Hasil proyeksi biaya selanjutnya dianalisis untuk mengetahui kontribusi masing-masing komponen terhadap total biaya siklus hidup bangunan.

Analisis Life Cycle Cost dilakukan dengan mempertimbangkan biaya pemeliharaan saat ini dan proyeksi biaya selama periode analisis 20 tahun. Perhitungan biaya dilakukan berdasarkan data pemeliharaan eksisting dan disesuaikan dengan tingkat inflasi tahunan yang berlaku. Setiap komponen bangunan

dianalisis secara terpisah sehingga diperoleh gambaran mengenai kebutuhan biaya pemeliharaan jangka panjang pada komponen arsitektural, struktural, mekanikal, elektrikal, dan housekeeping. Pendekatan ini memungkinkan evaluasi yang lebih komprehensif terhadap pengeluaran pemeliharaan selama umur layanan bangunan.

Tahap akhir penelitian dilakukan dengan menentukan prioritas pemeliharaan berdasarkan besarnya kontribusi biaya masing-masing komponen terhadap total biaya siklus hidup bangunan. Komponen yang memiliki kontribusi biaya terbesar ditempatkan sebagai prioritas utama karena berpengaruh signifikan terhadap kebutuhan anggaran pemeliharaan jangka panjang. Hasil analisis kemudian diinterpretasikan untuk menyusun rekomendasi strategi pemeliharaan yang lebih efektif dan efisien guna mendukung pengelolaan aset gedung perkantoran pemerintah secara berkelanjutan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Life Cycle Cost (LCC) dilakukan untuk mengevaluasi kebutuhan biaya pemeliharaan gedung perkantoran pemerintah selama umur rencana 20 tahun. Evaluasi difokuskan pada lima kelompok komponen utama yang mempengaruhi keberlangsungan fungsi bangunan, yaitu komponen arsitektural, struktural, mekanikal, elektrikal, dan housekeeping. Biaya pemeliharaan awal yang digunakan dalam analisis diperoleh dari dokumen anggaran pemeliharaan gedung dan hasil identifikasi kondisi eksisting bangunan. Ringkasan biaya pemeliharaan awal untuk setiap komponen disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi biaya pemeliharaan awal berdasarkan komponen bangunan

| Komponen | Biaya Pemeliharaan (Rp) |
|--------------|-------------------------|
| Arsitektural | 148.865.844 |
| Struktural | 526.573.452 |

| Komponen | Biaya Pemeliharaan (Rp) |
|--------------|-------------------------|
| Mekanikal | 81.613.484 |
| Elektrikal | 29.769.767 |
| Housekeeping | 231.643.660 |
| Total | 1.018.466.207 |

Berdasarkan Tabel 1, komponen struktural memiliki biaya pemeliharaan awal terbesar dibandingkan komponen lainnya, yaitu sebesar Rp526.573.452 atau lebih dari separuh total kebutuhan biaya pemeliharaan. Besarnya biaya tersebut menunjukkan bahwa kondisi elemen struktural memerlukan perhatian khusus karena berhubungan langsung dengan keamanan dan keandalan bangunan. Sebaliknya, komponen elektrikal memiliki kebutuhan biaya terendah karena sebagian besar sistem masih berfungsi dengan baik dan hanya memerlukan penggantian beberapa peralatan yang mengalami penurunan kinerja.

Hasil inspeksi lapangan menunjukkan bahwa tingkat kerusakan setiap komponen bangunan memiliki karakteristik yang berbeda. Komponen arsitektural didominasi oleh kerusakan ringan berupa penurunan kualitas lapisan cat, keretakan minor pada elemen penutup bukaan, serta penurunan estetika bangunan akibat faktor umur dan cuaca. Komponen struktural menunjukkan kerusakan dengan tingkat sedang yang ditandai oleh retak rambut pada beberapa bagian pelat dan area yang memerlukan perbaikan lapisan kedap air (waterproofing). Pada komponen mekanikal ditemukan beberapa kerusakan ringan pada sistem plumbing dan fasilitas pendukung bangunan, sedangkan komponen elektrikal mengalami penurunan performa pencahayaan akibat umur pakai lampu yang mendekati batas layan. Adapun komponen housekeeping didominasi oleh pekerjaan pengecatan ulang dan perawatan sistem drainase untuk menjaga kebersihan serta kenyamanan lingkungan gedung.

Untuk memperoleh gambaran kebutuhan biaya jangka panjang, dilakukan proyeksi biaya pemeliharaan selama 20 tahun dengan mempertimbangkan eskalasi biaya akibat inflasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh komponen mengalami peningkatan kebutuhan biaya dari tahun ke tahun. Ringkasan hasil proyeksi biaya siklus hidup setiap komponen pada akhir periode analisis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil proyeksi biaya siklus hidup pemeliharaan selama 20 tahun

| Komponen | Life Cycle Cost (Rp) | Persentase (%) |
|--------------|----------------------|----------------|
| Arsitektural | 265.546.647 | 14,62 |
| Struktural | 939.300.857 | 51,70 |
| Mekanikal | 145.581.999 | 8,01 |
| Elektrikal | 53.103.262 | 2,92 |
| Housekeeping | 413.205.580 | 22,74 |
| Total | 1.816.738.344 | 100,00 |

Tabel 2 menunjukkan bahwa total biaya siklus hidup pemeliharaan gedung selama periode analisis mencapai Rp1.816.738.344. Komponen struktural memberikan kontribusi biaya terbesar sebesar 51,70%, diikuti oleh komponen housekeeping sebesar 22,74%, komponen arsitektural sebesar 14,62%, komponen mekanikal sebesar 8,01%, dan komponen elektrikal sebesar 2,92%. Hasil ini mengindikasikan bahwa sebagian besar kebutuhan anggaran pemeliharaan jangka panjang akan terserap oleh pekerjaan yang berkaitan dengan keandalan struktur bangunan.

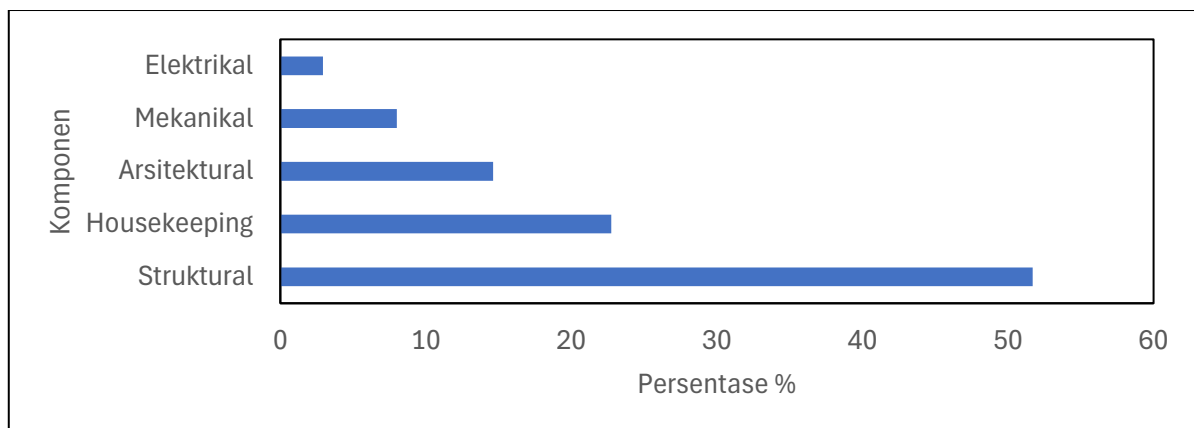
Untuk memperjelas distribusi biaya siklus hidup setiap komponen, hasil analisis divisualisasikan pada Gambar 2. Distribusi biaya tersebut menunjukkan dominasi komponen struktural dibandingkan komponen lainnya dalam keseluruhan kebutuhan anggaran pemeliharaan gedung. Berdasarkan hasil analisis biaya siklus hidup, dilakukan penentuan prioritas pemeliharaan dengan mempertimbangkan

kontribusi biaya masing-masing komponen terhadap total biaya pemeliharaan jangka panjang. Hasil penentuan prioritas disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, komponen struktural ditetapkan sebagai prioritas utama pemeliharaan karena memiliki kontribusi biaya terbesar terhadap total biaya siklus hidup bangunan. Temuan ini menunjukkan bahwa kerusakan pada elemen struktural berpotensi menimbulkan konsekuensi biaya yang lebih besar apabila tidak ditangani sejak dini. Selain memerlukan biaya perbaikan yang tinggi, kegagalan pemeliharaan pada komponen struktural juga dapat mempengaruhi aspek keselamatan pengguna bangunan dan mempercepat penurunan kinerja komponen lainnya.

Komponen housekeeping menempati prioritas kedua karena membutuhkan aktivitas pemeliharaan yang relatif rutin sepanjang umur bangunan. Walaupun tingkat kerusakan yang ditemukan tergolong ringan, frekuensi pekerjaan yang tinggi menyebabkan akumulasi biaya menjadi cukup signifikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa pekerjaan yang bersifat preventif dan rutin dapat memberikan kontribusi biaya yang besar dalam jangka panjang apabila tidak direncanakan secara efektif.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa pendekatan Life Cycle Cost mampu memberikan informasi yang lebih komprehensif dibandingkan evaluasi biaya tahunan semata. Pengambilan keputusan pemeliharaan tidak hanya mempertimbangkan kondisi kerusakan saat ini, tetapi juga dampaknya terhadap kebutuhan biaya selama umur layanan bangunan. Dengan demikian, pengelola aset dapat mengalokasikan sumber daya secara lebih tepat pada komponen yang memiliki risiko biaya tertinggi, sehingga efisiensi penggunaan anggaran dan keberlanjutan fungsi bangunan dapat lebih terjamin. Temuan ini sekaligus menegaskan bahwa penerapan Life Cycle Cost dapat menjadi instrumen yang efektif dalam mendukung strategi manajemen pemeliharaan gedung perkantoran pemerintah yang berbasis data dan berorientasi jangka panjang.



Gambar 2. Distribusi biaya siklus hidup berdasarkan komponen pemeliharaan

Tabel 3. Prioritas pemeliharaan berdasarkan hasil analisis Life Cycle Cost

| Prioritas | Komponen | Persentase (%) |
|-----------|--------------|----------------|
| I | Struktural | 51,70 |
| II | Housekeeping | 22,74 |
| III | Arsitektural | 14,62 |
| IV | Mekanikal | 8,01 |
| V | Elektrikal | 2,92 |

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis Life Cycle Cost (LCC) terhadap pemeliharaan gedung perkantoran pemerintah, diperoleh total kebutuhan biaya pemeliharaan selama periode analisis 20 tahun sebesar

Rp1.816.738.344. Biaya tersebut terdiri atas komponen arsitektural sebesar Rp265.546.647 (14,62%), struktural sebesar Rp939.300.857 (51,70%), mekanikal sebesar Rp145.581.999 (8,01%), elektrikal sebesar Rp53.103.262 (2,92%), dan housekeeping sebesar Rp413.205.580 (22,74%). Hasil ini menunjukkan bahwa kebutuhan biaya pemeliharaan jangka panjang tidak terdistribusi secara merata pada seluruh komponen bangunan, melainkan didominasi oleh komponen tertentu yang memiliki tingkat kebutuhan perawatan lebih tinggi.

Analisis prioritas pemeliharaan menunjukkan bahwa komponen struktural merupakan prioritas utama karena memiliki kontribusi biaya terbesar terhadap total biaya siklus hidup bangunan, yaitu sebesar 51,70%. Prioritas berikutnya secara berurutan adalah komponen housekeeping, arsitektural, mekanikal, dan elektrikal. Temuan ini mengindikasikan bahwa pengelolaan pemeliharaan gedung sebaiknya difokuskan pada komponen yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kebutuhan anggaran jangka panjang, khususnya elemen struktural yang berhubungan langsung dengan keamanan, keandalan, dan umur layanan bangunan.

Penerapan metode Life Cycle Cost terbukti mampu memberikan dasar yang lebih komprehensif dalam perencanaan pemeliharaan dibandingkan pendekatan yang hanya berorientasi pada biaya tahunan. Oleh karena itu, metode ini dapat digunakan sebagai alat pendukung pengambilan keputusan dalam penyusunan program pemeliharaan dan pengalokasian anggaran secara lebih efektif, efisien, serta berkelanjutan pada pengelolaan aset gedung perkantoran pemerintah.

Daftar Pustaka

- [1] V. J. J. Kainde, L. Kaeng, dan G. Kandyoh, "Identifikasi Komponen Life Cycle Cost (LCC): Temuan dari Studi Literatur Global untuk Gedung Kantor Milik Pemerintah," dalam *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi*, vol. 4, no. 1, pp. 135–140, Jun. 2025.
- [2] T. A. Ngantung, "Integrasi Life Cycle Cost Analysis Terhadap Regulasi Pemeliharaan Bangunan Perkantoran," dalam *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi*, vol. 4, no. 1, pp. 99–104, Jun. 2025.
- [3] D. A. Rizky, "Analisis Life Cycle Cost pada Gedung Kantor Unit Perbankan (Studi Kasus: Gedung Kantor Unit Perbankan di Kabupaten Batubara)," *INTEKNA Jurnal Informasi Teknik dan Niaga*, vol. 25, no. 1, pp. 48–58, 2025.
- [4] J. Chandra, F. K. Bhara, dan A. M. Soludale, "Analisis Biaya Siklus Hidup Bangunan: Studi Kasus Biaya Awal, Operasional, dan Pemeliharaan pada Kantor Desa Ndururea 1," *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, vol. 30, no. 2, pp. 192–196, 2025.
- [5] M. Rannu, A. Soekiman, dan C. A. Siregar, "Pengaruh Usia, Perawatan dan Penggunaan Gedung Terhadap Tingkat Kerusakan Bangunan dan Biaya Rehabilitasi," *Impression: Jurnal Teknologi dan Informasi*, vol. 4, no. 3, pp. 540–550, 2025.
- [6] E. J. Malelak, B. Sudarsono, dan H. S. Huboyo, "Identifikasi Risiko Penerapan Kontrak Berbasis Kinerja pada Pemeliharaan Bangunan Gedung," *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 30–44, 2022.
- [7] R. Wowiling, "Identifikasi Faktor-Faktor Manajemen Pemeliharaan yang Mempengaruhi Kepuasan Penghuni di Rusun ASN Sulawesi Utara," dalam *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi*, vol. 4, no. 1, pp. 298–306, Jun. 2025.
- [8] A. R. F. Adam, "Penggunaan Metode Life Cycle Cost pada Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 4 Kabupaten Tabalong," *Online Repository of Universitas NU Kalimantan Selatan*, pp. 1–15, 2024.
- [9] I. V. Abma dan M. ST, *Professional Building Management*. Jakarta, Indonesia: Gramedia Pustaka Utama, 2025.
- [10] I. Z. Nisa, M. R. P. Effendi, R. C. Panggabean, dan S. V. A. Heksa, "Optimalisasi Aset Infrastruktur Cagar Budaya melalui Pendekatan Mixed-Use: Studi Kasus Gedung Filateli Jakarta," *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, vol. 9, no. 3, pp. 153–164, 2025.

- [11] W. P. Sampebua, S. Bachmid, dan M. Husni Maricar, “Kajian Manajemen Konstruksi Berbasis Value Engineering pada Proyek Kantor Gubernur Sulawesi Barat,” *Jurnal Flyover*, vol. 5, no. 1, pp. 97–108, 2025.
- [12] A. Nandito, M. Huda, dan S. Siswoyo, “Penerapan Value Engineering pada Proyek Pembangunan Puskesmas Rego Manggarai Barat NTT,” *Axial: Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, vol. 8, no. 3, pp. 171–186, 2020.
- [13] A. Ng, R. D. Wirahadikusumah, dan B. Hasiholan, “Kajian Good Practice Penerapan Value Engineering pada Industri Konstruksi Indonesia,” pp. 20–21, 2021.
- [14] A. Asrori, A. F. Ramdhani, P. W. Nugroho, dan I. H. Eryk, “Kajian Kelayakan Solar Rooftop On-Grid untuk Kebutuhan Listrik Bengkel Mesin di Polinema,” *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 10, no. 4, p. 830, 2022.
- [15] R. A. Nugraha, E. Apriaskar, P. D. Larasati, dan H. A. Bramantyo, “Analisis Kelayakan Ekonomi Proyek Hibah PLTS Atap 5 kWp pada Gedung Pesantren di Gunungpati, Semarang,” *Stadion*, vol. 333, pp. 515–523, 2024.
- [16] M. Habibah, R. R. Harahap, dan B. Fachri, “Integrasi Sistem Penyimpanan Energi (Battery) dengan Pengaturan Beban Otomatis pada Gedung Cerdas,” *Journal of Electrical Engineering Research*, vol. 1, no. 1, pp. 33–39, 2025.
- [17] A. S. B. Nugroho, T. N. Handayani, Y. Rahmawati, D. Handayani, W. Hartono, A. Wibowo, et al., *Manajemen Proyek Konstruksi: Pembelajaran Berbasis Kasus Proyek*. Yogyakarta, Indonesia: UGM Press, 2025.
- [18] E. Sudarmaji, S. Ambarwati, dan H. Herlan, “Pembelajaran Mesin untuk Menilai Kelayakan Kredit Proyek Retrofit: Multinomial Logit,” *Akuntansi dan Teknologi Informasi*, vol. 15, no. 2, pp. 113–136, 2022.