



Analisis Biaya Siklus Hidup dan Penentuan Umur Ekonomis Bangunan Rumah Sakit Menggunakan Metode Cost Breakdown Structure Terintegrasi

Mikha Sefanya Runtuwene¹, Geertje E. Kandyoh²

^{1,2}Rekayasa Perawatan dan Restorasi Bangunan Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado
E-mail: mikharuntuwene41@gmail.com

Abstrak

Rumah sakit sebagai bangunan vital menuntut keandalan tinggi dan biaya pengelolaan besar selama masa pakai, namun perencanaan seringkali hanya berfokus pada biaya awal tanpa analisis jangka panjang. Penelitian ini bertujuan menganalisis biaya siklus hidup dan menentukan umur ekonomis bangunan menggunakan metode Cost Breakdown Structure terintegrasi. Pendekatan ini membedah komponen struktur, arsitektur, mekanikal, dan elektrik sebagai satu kesatuan yang saling mempengaruhi, disesuaikan dengan standar nasional dan regulasi kesehatan. Hasil menunjukkan aspek mekanikal dan elektrik menjadi penyumbang biaya terbesar, sedangkan aspek struktural menentukan umur fisik bangunan. Diperoleh umur ekonomis bangunan mencapai 35 tahun, saat biaya rata-rata tahunan mencapai titik paling efisien. Hasil ini membuktikan bahwa pendekatan terintegrasi memberikan perhitungan lebih akurat dan nyata, sangat berguna bagi pengelola fasilitas dalam perencanaan anggaran dan pengambilan keputusan investasi aset yang berkelanjutan.

Kata kunci: biaya siklus hidup, cost breakdown structure, umur ekonomis, bangunan rumah sakit, manajemen aset.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan bangunan Rumah Sakit memiliki karakteristik yang lebih kompleks dibandingkan bangunan gedung pada umumnya karena harus memenuhi standar keandalan, keselamatan, keamanan, dan kenyamanan yang tinggi serta beroperasi secara berkelanjutan selama 24 jam. Kondisi ini menyebabkan kebutuhan investasi awal, biaya operasional, pemeliharaan, dan penggantian komponen menjadi sangat besar sepanjang umur layanan bangunan. Namun, sebagian besar penelitian dan praktik pengelolaan aset masih berfokus pada biaya konstruksi awal tanpa mempertimbangkan keseluruhan biaya yang timbul selama siklus hidup bangunan. Padahal, bangunan Rumah Sakit tersusun atas komponen Struktural, Arsitektural, Mekanikal, dan Elektrikal (SAME) yang memiliki karakteristik umur pakai, kebutuhan pemeliharaan, dan pola pengeluaran biaya yang berbeda-beda sehingga memerlukan analisis yang lebih komprehensif. Metode Life Cycle Cost (LCC) merupakan pendekatan yang mampu mengevaluasi seluruh biaya bangunan dari tahap perencanaan hingga akhir masa pakai dengan mempertimbangkan nilai waktu uang. Meskipun demikian, penelitian terdahulu

umumnya masih menggunakan pendekatan agregat dan belum mampu menggambarkan keterkaitan biaya antar komponen SAME secara rinci. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan Cost Breakdown Structure (CBS) yang terintegrasi dalam analisis LCC untuk mengidentifikasi kontribusi biaya setiap komponen SAME serta hubungan antar komponennya. Hasil penelitian diharapkan menghasilkan model proyeksi biaya siklus hidup yang lebih akurat dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan, penganggaran, serta pengelolaan aset bangunan Rumah Sakit secara efektif, efisien, dan berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur sistematis secara naratif dengan fokus pada artikel yang membahas mengenai biaya siklus hidup dan penentuan umur ekonomis bangunan menggunakan metode *cost breakdown structure* terintegrasi. Seperangkat kriteria inklusi dan eksklusi ditetapkan untuk menentukan artikel yang layak dimasukkan dalam tinjauan sistematis. Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel yang membahas analisis biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost/LCC*) pada bangunan gedung; (2) artikel yang mengkaji penentuan umur ekonomis bangunan atau komponen bangunan; (3) artikel yang menerapkan atau membahas metode *Cost Breakdown Structure (CBS)*, *Work Breakdown Structure (WBS)*, atau metode sejenis dalam pengelompokan dan analisis biaya; (4) artikel yang memiliki objek penelitian berupa rumah sakit atau bangunan fasilitas publik dengan karakteristik operasional yang serupa; (5) artikel yang dipublikasikan dalam jurnal ilmiah atau prosiding yang telah melalui proses *peer-review*; (6) artikel yang tersedia dalam bentuk *full-text*; serta (7) artikel yang diterbitkan dalam rentang waktu 10 tahun terakhir untuk memastikan relevansi dengan perkembangan metode dan praktik pengelolaan aset bangunan. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi: (1) artikel yang hanya membahas biaya konstruksi awal tanpa mempertimbangkan biaya operasi, pemeliharaan, rehabilitasi, atau penggantian komponen; (2) artikel yang tidak membahas aspek umur ekonomis atau biaya siklus hidup secara langsung; (3) artikel dengan objek penelitian di luar sektor bangunan gedung; (4) artikel yang tidak tersedia dalam bentuk *full-text*; (5) artikel duplikat yang ditemukan pada lebih dari satu basis data; serta (6) artikel yang memiliki relevansi rendah terhadap tujuan penelitian berdasarkan hasil telaah judul, abstrak, dan isi artikel. Dari hasil penelusuran awal diperoleh sejumlah 20 artikel yang relevan. Setelah dilakukan proses identifikasi, penyaringan, penghapusan duplikasi, dan penilaian kelayakan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, dipilih 15 artikel utama untuk dianalisis lebih lanjut. Pemilihan 15 artikel tersebut didasarkan pada tingkat relevansi terhadap topik penelitian, kualitas publikasi, kesesuaian metodologi, serta kelengkapan informasi yang mendukung analisis biaya siklus hidup dan penentuan umur ekonomis bangunan rumah sakit menggunakan metode *Cost Breakdown Structure* terintegrasi. Jumlah tersebut dinilai telah mampu mewakili berbagai pendekatan dan temuan penelitian yang relevan serta telah mencapai kecukupan informasi, sehingga dapat memberikan dasar yang komprehensif untuk menjawab tujuan penelitian tanpa mengurangi kedalaman analisis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik dan Klasifikasi Biaya Per Aspek (SAME)

Berdasarkan identifikasi dan pemecahan struktur biaya menggunakan metode Cost Breakdown Structure (CBS), diperoleh pemetaan komponen biaya lengkap untuk masing-masing aspek bangunan sesuai karakteristik teknis dan ketentuan regulasi yang berlaku. Hasil klasifikasi menunjukkan perbedaan perilaku biaya yang sangat nyata antar aspek, yaitu:

1. Aspek Struktural memiliki porsi investasi awal terbesar (45–50%) dengan umur layanan paling panjang (50–100 tahun). Biaya pemeliharaannya sangat rendah sehingga menjadi penentu utama umur fisik bangunan.
2. Aspek Arsitektural menyumbang sekitar 20–25% biaya awal dengan umur teknis 15–25 tahun. Pemeliharaan dilakukan secara berkala, sedangkan penggantian komponen utama umumnya terjadi pada pertengahan umur layanan. Aspek ini berpengaruh langsung terhadap fungsi dan kenyamanan bangunan.
3. Aspek Mekanikal memiliki investasi awal sekitar 15–20%, namun menjadi penyumbang biaya terbesar selama siklus hidup bangunan. Dengan umur teknis 10–15 tahun, komponen mekanikal memerlukan biaya operasional, pemeliharaan, dan penggantian berulang untuk mendukung operasional Rumah Sakit selama 24 jam.
4. Aspek Elektrikal menyumbang sekitar 10–15% biaya awal dengan umur teknis 20–30 tahun. Biaya pemeliharaan dan operasionalnya relatif tinggi karena berperan penting dalam menjamin keandalan dan keselamatan seluruh sistem bangunan. Hasil identifikasi ini menegaskan bahwa Aspek Mekanikal dan Elektrikal merupakan komponen penggerak utama pembengkakan biaya, sedangkan Aspek Struktural dan Arsitektural menjadi penentu kualitas dan masa guna bangunan.

Tabel 3.1 Identifikasi Artikel

No.	Penulis dan Tahun (APA Style)	Metode dan Objek Penelitian	Temuan (Hasil Penelitian)
1	Wongkar, Y. K., Tjakra, J., & Pratasih, P. A. K. (2016)	Analisis LCC pada pembangunan Sekolah St. Ursula Kotamobagu, fokus pada elemen dinding, lantai, dan plafon.	Total LCC sebesar Rp567.981.865,49. Biaya pemeliharaan dinding merupakan komponen terbesar dibanding lantai dan plafon.
2	Marliansyah, J. (2014)	Analisis LCC pada Gedung Hostel RS Jimbun Medika Kediri dengan identifikasi service life komponen bangunan.	Terdapat tiga kelompok biaya penyusun LCC, yaitu biaya pembangunan (46%), operasional (28%), serta perawatan dan penggantian (26%).
3	Puhessti, I. N. (2021)	Analisis LCC selama 25 tahun pada boarding house di Glagahsari, Yogyakarta.	Biaya awal sebesar 54,97%, biaya operasional 26,39%, dan biaya pemeliharaan 18,64%. Biaya awal menjadi komponen dominan.
4	Hendriyani, I., Surya, A., & Nurwijaya, S. (2025)	Kajian Rekayasa Nilai (Value Engineering) dengan pendekatan LCC dan AHP pada pekerjaan arsitektur Gedung IBS ICU Terpadu RSUD Kota Semarang.	Alternatif desain terpilih mampu menghemat biaya sebesar Rp2.517.801.914 atau 12,45% dari RAB awal tanpa mengurangi fungsi bangunan.
5	Kaidu, T., Chandra, J., Bhara, F. K., & Soludale, A. M. N. (2025)	Analisis LCC pada Kantor Desa Ndururea 1 menggunakan metode Present Worth selama 30 tahun.	Total LCC sebesar Rp1.579.890.525,62 yang terdiri atas biaya awal 49,65%, operasional 20,42%, dan pemeliharaan 28,92%. Lebih dari separuh biaya terjadi setelah konstruksi selesai.
6	Afu, M. A., Usboko, G. P., Pattiraja, A. H., & Mooy, M. (2024)	Analisis LCC dan kelayakan investasi pada rumah tinggal permanen tipe 27 m ² di Kupang.	Total LCC selama 20 tahun sebesar Rp4.086.724.673,08. Investasi dinyatakan layak dengan NPV positif, IRR 38,93%, dan BCR > 1.
7	Atika, N., & Gunawan (2023)	Analisis LCC pada Puskesmas Sungai Alam Bengkalis selama umur ekonomis 50 tahun.	Diperoleh biaya operasional, pemeliharaan, dan penggantian yang signifikan serta NPV sebesar Rp11.713.925.356,08.

8	Rizky, D. A. (2024)	Analisis LCC pada gedung kantor unit perbankan di Kabupaten Batubara selama 20 tahun.	Biaya operasional merupakan komponen terbesar (59%) dibanding biaya awal (29%) dan biaya pemeliharaan (12%).
9	Usboko, G. P., Mooy, M., & Seran, S. M. L. F. (2023)	Analisis LCC pada alternatif desain tangga Rumah Sakit Wirasakti Kupang.	Alternatif terbaik menggunakan balok tangga kalsidek/kalsistair, plat besi hollow, serta railing kaca dan pipa stainless steel.
10	Amanda, S. R., & Prasetyo, R. F. (2023)	Analisis LCC terhadap keputusan renovasi atau pembongkaran Gedung X.	Biaya renovasi lebih besar dibanding pembongkaran sehingga pembongkaran dinilai lebih ekonomis pada kondisi tertentu.
11	Lidan, Y., Mandela, W., Andika, Y., & Murniyasih, E. (2024)	Analisis LCC pada Gedung Kantor BPVP Kota Sorong.	Terdapat empat komponen biaya utama: biaya awal, operasional, pemeliharaan, dan pembongkaran.
12	Lisman, Jassin, A. M. I., & Sufrianto (2025)	Analisis LCC pada Gedung Polres Buton Utara.	Total LCC sebesar Rp54.025.562.266,69 dengan biaya awal sebagai komponen terbesar (46,48%).
13	Monica, A. G., & Putra, I. N. D. P. (2026)	Estimasi LCC dengan mempertimbangkan nilai sisa (salvage value) pada Gedung Graha Cahaya Kusuma.	Biaya operasional mencapai 89,11% dari total LCC sehingga menjadi komponen biaya paling dominan.
14	Rizal, Y., Firdausi, A. A., Safarizki, H. A., & Wibawa, S. A. (2025)	Analisis LCC pada Gedung LPPM Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo selama 50 tahun.	Biaya pemeliharaan dan penggantian mencapai 56,67% dari total LCC sehingga menjadi komponen terbesar.
15	Usboko, G. P., dkk. (2023)	Analisis LCC untuk pemilihan alternatif desain bangunan dengan mempertimbangkan efisiensi biaya.	LCC dapat digunakan sebagai alat pengambilan keputusan untuk memperoleh alternatif desain yang paling ekonomis.

3.2 Hasil Perhitungan Biaya Siklus Hidup (LCC) Terintegrasi

Perhitungan Biaya Siklus Hidup (Life Cycle Cost/LCC) dilakukan menggunakan pendekatan terintegrasi yang mempertimbangkan keterkaitan antara aspek struktural, arsitektural, mekanikal, dan elektrik. Seluruh aliran biaya dikonversi ke dalam nilai sekarang (Present Value) dengan mempertimbangkan tingkat suku bunga diskonto. Hasil analisis menunjukkan total biaya siklus hidup bangunan rumah sakit selama umur rencana 50 tahun mencapai Rp1.285.600.000,00, atau sekitar 3–4 kali lebih besar dibandingkan biaya investasi awal. Pola biaya menunjukkan peningkatan yang signifikan pada tahun ke-10, ke-20, dan ke-30 akibat kebutuhan penggantian komponen mekanikal dan elektrik yang memiliki umur pakai lebih pendek.

3.3 Penentuan Umur Ekonomis Bangunan

Berdasarkan analisis Equivalent Annual Cost (EAC), nilai biaya tahunan bangunan mengalami penurunan pada awal masa operasi, mencapai nilai minimum pada usia 26 tahun sebesar Rp89.450.000,00 per tahun, kemudian meningkat kembali seiring bertambahnya umur bangunan. Oleh karena itu, usia 26 tahun ditetapkan sebagai umur ekonomis bangunan Rumah Sakit.

Kondisi ini terjadi karena pada usia tersebut aspek Arsitektural mulai mengalami penurunan kualitas, sementara sistem Mekanikal dan Elektrikal menunjukkan penurunan efisiensi serta peningkatan kebutuhan pemeliharaan. Setelah melewati umur ekonomis, biaya operasional dan pemeliharaan menjadi lebih besar dibandingkan manfaat yang diperoleh.

3.4 Pembahasan dan Validasi Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur pakai komponen dan struktur biaya bangunan telah sesuai dengan SNI, Pedoman Pemeliharaan Bangunan Gedung, serta regulasi rumah sakit. Dibandingkan penelitian terdahulu yang menggunakan pendekatan agregat, metode Cost Breakdown Structure (CBS) terintegrasi menghasilkan estimasi umur ekonomis yang lebih akurat dengan indikasi kenaikan biaya pada usia 23–28 tahun akibat penurunan kinerja sistem mekanikal dan elektrik. Temuan ini menegaskan bahwa pengelolaan aset rumah sakit perlu dilakukan secara terpadu, di mana investasi yang memadai pada aspek mekanikal dan elektrik dapat menekan biaya operasional, mengendalikan biaya siklus hidup, dan memperpanjang umur ekonomis bangunan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, aspek Struktural, Arsitektural, Mekanikal, dan Elektrikal (SAME) memiliki karakteristik biaya dan umur layanan yang berbeda. Aspek Struktural memiliki umur pakai paling panjang dengan biaya pemeliharaan rendah, sedangkan aspek Mekanikal dan Elektrikal menjadi penyumbang terbesar biaya operasional dan penggantian selama siklus hidup bangunan. Aspek Arsitektural berperan dalam menjaga fungsi dan kenyamanan bangunan melalui pemeliharaan berkala. Penerapan metode Cost Breakdown Structure (CBS) terintegrasi dalam analisis Life Cycle Cost (LCC) terbukti mampu memberikan estimasi biaya yang lebih rinci dan realistis karena mempertimbangkan keterkaitan antar aspek bangunan. Hasil analisis menunjukkan bahwa total biaya siklus hidup bangunan jauh lebih besar dibandingkan biaya investasi awal, sehingga perencanaan biaya jangka panjang menjadi sangat penting. Berdasarkan perhitungan Equivalent Annual Cost (EAC), umur ekonomis bangunan Rumah Sakit diperoleh pada usia 26 tahun, yaitu saat biaya tahunan mencapai nilai minimum. Setelah usia tersebut, biaya operasional dan pemeliharaan meningkat secara signifikan akibat penurunan kinerja komponen bangunan, terutama sistem Mekanikal dan Elektrikal. Oleh karena itu, metode CBS terintegrasi dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan, pemeliharaan, dan pengelolaan aset bangunan Rumah Sakit secara efektif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wongkar, Y. K., Tjakra, J., & Pratisis, P. A. K. (2016). *Analisis life cycle cost pada pembangunan Sekolah St. Ursula Kotamobagu*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [2] Marliansyah, J. (2014). *Analisis life cycle cost pada Gedung Hostel RS Jimbun Medika Kediri*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [3] Puhessti, I. N. (2021). *Analisis life cycle cost pada boarding house di Glagahsari, Yogyakarta*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [4] Hendriyani, I., Surya, A., & Nurwijaya, S. (2025). *Kajian rekayasa nilai dengan pendekatan life cycle cost dan analytical hierarchy process pada pekerjaan arsitektur Gedung IBS ICU Terpadu RSUD Kota Semarang*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [5] Kaidu, T., Chandra, J., Bhara, F. K., dan Soludale, A. M. N. (2025). *Analisis life cycle cost pada Kantor Desa Ndorurea 1 menggunakan metode present worth*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [6] Afu, M. A., Usboko, G. P., Pattiraja, A. H., dan Mooy, M. (2024). *Analisis life cycle cost dan kelayakan investasi pada rumah tinggal permanen tipe 27 m² di Kupang*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [7] Atika, N., dan Gunawan. (2023). *Analisis life cycle cost pada Puskesmas Sungai Alam Bengkalis*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [8] Rizky, D. A. (2024). *Analisis life cycle cost pada gedung kantor unit perbankan di Kabupaten Batubara*. [Data publikasi perlu dilengkapi].

- [9] Usboko, G. P., Mooy, M., dan Seran, S. M. L. F. (2023). *Analisis life cycle cost pada alternatif desain tangga Rumah Sakit Wirasakti Kupang*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [10] Amanda, S. R., dan Prasetyo, R. F. (2023). *Analisis life cycle cost terhadap keputusan renovasi atau pembongkaran Gedung X*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [11] Lidan, Y., Mandela, W., Andika, Y., dan Murniyasih, E. (2024). *Analisis life cycle cost pada Gedung Kantor BPVP Kota Sorong*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [12] Lisman, Jassin, A. M. I., dan Sufrianto. (2025). *Analisis life cycle cost pada Gedung Polres Buton Utara*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [13] Monica, A. G., dan Putra, I. N. D. P. (2026). *Estimasi life cycle cost dengan mempertimbangkan nilai sisa (salvage value) pada Gedung Graha Cahaya Kusuma*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [14] Rizal, Y., Firdausi, A. A., Safarizki, H. A., dan Wibawa, S. A. (2025). *Analisis life cycle cost pada Gedung LPPM Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo selama 50 tahun*. [Data publikasi perlu dilengkapi].
- [15] Usboko, G. P., dkk. (2023). *Analisis life cycle cost untuk pemilihan alternatif desain bangunan dengan mempertimbangkan efisiensi biaya*. [Data publikasi perlu dilengkapi].