

Analisis Biaya Konstruksi Menggunakan Metode *Life Cycle Cost* pada Gedung Cordova Edupartment Semarang***Construction Cost Analysis Using the Life Cycle Cost Method in the Cordova Edupartment Building Semarang*****Rini Pebri Utari¹, Sulianto², Abdul Samad³, Agung Tri Wahono⁴**

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia
Alamat korespondensi : Jl. Tlogomas No. 246, Malang, Indonesia
email: ¹rinipebriutari@umm.ac.id*, ²sulianto@umm.ac.id, ³abdulsamad@umm.ac.id

Abstract

The *Life Cycle Cost (LCC)* method is a technique used to estimate future costs over the planned lifespan of a building, including construction and planning costs, operational costs, maintenance costs, and repair costs. This study aims to calculate the *Life Cycle Cost* of Cordova Edupartment Semarang and evaluate the building's feasibility against rental prices. The analysis results show that the *Life Cycle Cost* of the Cordova Edupartment Building over 50 years is IDR 1,676,611,471,421, consisting of direct costs of IDR 222,881,901,903 (13%), operational costs of IDR 477,956,421,626 (29%), maintenance costs of IDR 608,093,359,498 (36%), replacement costs of IDR 278,527,072,632 (17%), and bank loan interest of IDR 89,152,760,761 (5%). With a rental price of IDR 130,000/m² and an initial occupancy rate of 70%, the Net Present Value (NPV) is greater than 0, amounting to IDR 220,819,600,100. Thus, the Break Even Point is at 25.64 years, and the Internal Rate of Return (IRR) is a positive 9.35%, which is greater than the Minimum Acceptable Rate of Return (MARR) of 6.78%, indicating that the investment is feasible and profitable.

Keywords: *Life Cycle Cost; Cost; Investment*

Abstrak

Metode *Life Cycle Cost* atau Metode Siklus Hidup merupakan metode yang dapat digunakan untuk memperkirakan biaya-biaya di masa yang akan datang selama umur rencana bangunan, mulai dari biaya pembangunan dan perencanaan, biaya operasional, biaya perawatan hingga perbaikan. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung *Life Cycle Cost* pada Cordova Edupartment Semarang serta kelayakan bangunan terhadap harga sewa dievaluasi. Dari hasil analisis, didapatkan *Life Cycle Cost* pada Gedung Cordova Edupartment selama 50 tahun sebesar Rp1.676.611.471.421 yang terdiri dari biaya langsung sebesar Rp222.881.901.903 (13%), biaya operasional sebesar Rp477.956.421.626 (29%), biaya perawatan sebesar Rp608.093.359.498 (36%), biaya penggantian sebesar Rp278.527.072.632 (17%), serta bunga pinjaman bank sebesar Rp89.152.760.761 (5%). Dengan harga sewa Rp130.000/m² dan okupasi awal 70%, didapatkan nilai Net Present Value > 0 sebesar Rp220.819.600.100. Maka, nilai Break Even Point terletak pada 25,64 tahun dan Internal Rate of Return diperoleh hasil positif sebesar 9,35% > MARR sebesar 6,78% yang artinya investasi layak dan menguntungkan.

Kata kunci: *Life Cycle Cost; Biaya; Investasi*

PENDAHULUAN

Bertambahnya jumlah penduduk dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah kelahiran, kematian, dan migrasi (Sari et al., 2023). Bertambahnya jumlah penduduk akan berpengaruh besar terhadap sarana pendidikan. Semakin banyak populasi maka kebutuhan akan sarana dan prasarana juga

meningkat. Kota Semarang, sebagai kota pendidikan, banyak menjadi rujukan bagi warga luar daerah untuk menimba ilmu. Sarana pendidikan yang tersedia antara lain Universitas Negeri Semarang, Universitas Diponegoro, POLINES, dan Universitas Islam Sultan Agung.

Please cite this article as:

Utari, R. P., Sulianto, Samad, A., & Wahono, A. T. (2023). Analisis Biaya Konstruksi Menggunakan Metode *Life Cycle Cost* pada Gedung Cordova Edupartment Semarang. *Media Teknik Sipil*, 21(2), 77-83. <https://doi.org/10.22219/jmts.v21i2.32602>

Urbanisasi merupakan faktor utama jumlah penduduk yang tinggi di Kota Semarang. Berdasarkan Badan Pusat Statistik, pada tahun 2020 jumlah penduduk Kota Semarang adalah 1.653.525 jiwa, lalu pada tahun 2021 mengalami kenaikan menjadi 1.656.564 jiwa. Pada tahun 2022 jumlah penduduk Kota Semarang menjadi 1.659.975 jiwa, yang berarti dalam kurun 3 tahun tersebut, jumlah penduduk Kota Semarang bertambah 0,18% hingga 0,20%. Namun, karena jumlah penduduk dan luas wilayah yang tidak seimbang, terjadi kepadatan penduduk yang tinggi. Pada tahun 2020, kepadatan penduduk mencapai 4.423,79 jiwa/km², lalu pada tahun 2021 mencapai 4.431,92 jiwa/km², dan tahun 2022 mencapai 4.441,05 jiwa/km². Padatnya penduduk tersebut bertambah per tahun sekitar 0,18-0,20%.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, melakukan pembangunan rumah secara vertikal yang memiliki konsep edukatif adalah hal yang tepat untuk penghematan lahan dan memenuhi kebutuhan hunian yang layak huni (Jamika et al., 2023). Dengan adanya *edupartment*, diharapkan masyarakat memiliki tempat yang layak huni serta digunakan sebagai sarana penertiban kota dan peremajaan daerah padat penduduk.

Keputusan investasi dan nilai ekonomis bangunan menjadi alasan utama penelitian ini, mengingat Semarang merupakan salah satu kota besar dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan pembangunan gedung vertikal yang meningkat. Metode *Life Cycle Cost* (Biaya Siklus Hidup) dapat digunakan untuk menganalisis nilai ekonomis sebuah bangunan dengan mempertimbangkan seluruh biaya yang dikeluarkan selama masa operasional bangunan (Rahman & Apriadi, 2021). Metode ini telah dikenal sejak pertengahan tahun 1970 dan sekarang digunakan di perusahaan dan proyek besar oleh beberapa negara.

Metode *Life Cycle Cost* (LCC) adalah alat penting untuk menganalisis nilai ekonomi bangunan, mencakup semua biaya yang terkait dengan masa layan bangunan, dari tahap konstruksi hingga pembongkaran (Rosita et al., 2023). Metode *Life Cycle Cost* (LCC) mengevaluasi biaya awal, pemeliharaan, biaya operasional, dan biaya pembuangan, memberikan pandangan menyeluruh tentang dampak ekonomi sebuah bangunan (Weerasinghe et al., 2021). Sebagai

contoh, sebuah studi pada gedung universitas mengungkapkan bahwa biaya renovasi melebihi biaya pembongkaran karena masa pakai yang direncanakan berkurang selama renovasi, menekankan pentingnya LCC dalam pengambilan keputusan renovasi (Prasetyo & Amanda, 2023). Selain itu, LCC dapat memandu strategi pemeliharaan, memastikan bangunan tetap fungsional dan *cost-effective* seiring berjalannya waktu (Farahani et al., 2019; Hromada et al., 2024; Oh et al., 2023).

Buyung et al. (2019) membuktikan bahwa LCC cukup efektif untuk menghitung dan mengidentifikasi besarnya biaya pemeliharaan (*maintenance cost*) pada suatu proyek pembangunan gedung. Dalam penelitian tersebut, biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaan keramik, dinding, dan plafon gedung akuntansi mencapai 34,86% dari nilai proyek, dihitung secara periodik setiap 20 tahun dari umur rencana bangunan selama 50 tahun. Studi lain oleh Utari dan Samad (2021) membuktikan LCC efektif dalam mengidentifikasi biaya total bangunan selama umur rencana bangunan. Dengan demikian, diharapkan bangunan dapat mencapai umur rencana dengan biaya yang telah diperhitungkan sebelumnya.

Mengintegrasikan metode LCC sangat penting untuk mengevaluasi kelayakan investasi pada bangunan, karena memberikan pandangan menyeluruh tentang semua biaya yang terkait dengan bangunan sepanjang masa layannya. Pendekatan ini mengalihkan fokus dari biaya modal awal ke pemahaman yang lebih holistik tentang implikasi finansial jangka panjang. LCC mencakup biaya awal, operasional, pemeliharaan, dan biaya akhir masa pakai, memungkinkan penilaian yang mendetail terhadap total pengeluaran seiring waktu (Guru & Mohibullah, 2021; Nouh et al., 2022). Analisis LCC membantu dalam menentukan kelayakan ekonomi investasi melalui metrik seperti *Net Present Value* (NPV) dan *Internal Rate of Return* (IRR), yang membantu pemangku kepentingan dalam mengambil keputusan (Drapikovskiy & Ivanova, 2022). Studi kasus pada bangunan industri menunjukkan *benefit-cost ratio* sebesar 9, yang mengindikasikan kelayakan ekonomi yang kuat ketika LCC diterapkan (Bochare et al., 2024).

Penelitian ini bertujuan menginvestigasi komponen biaya yang diperlukan dalam penentuan biaya operasional pemeliharaan

apartemen menggunakan metode *Life Cycle Cost*. Selain itu, studi ini turut menganalisis biaya yang dibutuhkan mulai dari perencanaan hingga masa akhir masa layanan bangunan. Dengan demikian, melalui studi ini, dapat ditentukan harga sewa yang layak untuk apartemen.

METODE PENELITIAN

Gedung Cordova Edupartment Semarang terletak di Jl Bukit Sari Raya, Tembalang, Kota Semarang. Gedung setinggi 71,55m ini memiliki 19 lantai (1 *basement*) dengan luas lahan 4.697m² (Gambar 1). Jumlah unit Cordova Edupartment adalah 655 unit dalam satu tower. Untuk fasilitas umum berada pada basement hingga lantai 2, sedangkan lantai 3 hingga lantai 19 merupakan unit kamar dari Cordova Edupartment.



Gambar 1. Gedung Cordova Edupartment Semarang

Proses penelitian dimulai dengan tahap awal yaitu pengumpulan literatur yang relevan untuk mendukung kajian. Setelah itu, dilakukan pengumpulan data yang dibagi menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer dikumpulkan melalui wawancara pelaksanaan proyek yang mencakup kendala dan kesesuaian biaya serta progres pekerjaan yang sedang berlangsung.
2. Data Sekunder diperoleh dari berbagai sumber, termasuk gambar teknis dan arsitektur, daftar harga satuan RAB, dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Selanjutnya, data yang telah dikumpulkan digunakan untuk melakukan tiga jenis analisis biaya:

1. Analisis Biaya Awal, yaitu evaluasi biaya yang diperlukan pada tahap awal proyek.
2. Analisis Biaya Operasional, yaitu evaluasi biaya yang dibutuhkan selama operasional bangunan.
3. Analisis Biaya Perawatan, yaitu evaluasi biaya untuk perawatan dan pemeliharaan bangunan.

Setelah analisis biaya selesai, langkah berikutnya adalah melakukan analisis *Life Cycle Cost* (LCC) untuk menghitung total biaya selama umur rencana bangunan. Pada tahap ini, komponen biaya yang dibutuhkan dalam perhitungan *Life Cycle Cost* diidentifikasi sehingga dapat ditarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada studi ini, didapatkan komponen-komponen biaya *Life Cycle Cost* yang terdiri dari:

1. Biaya langsung meliputi biaya persiapan lahan, biaya pra konstruksi dan biaya konstruksi
2. Biaya operasional meliputi biaya gaji pegawai, biaya kebutuhan air dan listrik, biaya pajak bumi dan bangunan serta biaya asuransi
3. Biaya perawatan dan penggantian meliputi biaya perawatan tahunan serta penggantian komponen bangunan selama rencana umur bangunan yang ditentukan. Seperti pada Cordova Edupartment Semarang memiliki umur rencana bangunan selama 50 tahun
4. Bunga pinjaman bank

Biaya Langsung

Tahap pertama dalam analisa biaya konstruksi menggunakan metode *Life Cycle Cost* adalah perhitungan biaya langsung. Biaya ini mencakup biaya persiapan lahan, biaya pra-konstruksi, dan biaya konstruksi. Dari hasil analisa, didapatkan total biaya langsung yang dibutuhkan sebesar Rp222.881.901.903. Total biaya langsung tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Biaya langsung

No.	Jenis Pekerjaan	Jumlah Harga
1	Biaya persiapan lahan	Rp10.554.189.499
2	Biaya pra-konstruksi	Rp15.609.275.136
3	Biaya konstruksi	Rp196.718.437.268
Total		Rp222.881.901.903

Biaya Operasional

Selanjutnya yaitu perhitungan biaya langsung. Biaya ini mencakup gaji pegawai, kebutuhan air dan listrik, PBB P2, dan asuransi. Dari hasil analisa, didapatkan total biaya langsung yang dibutuhkan sebesar Rp477.956.421.626. Total biaya operasional tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Biaya operasional

No.	Biaya Operasional	Jumlah Biaya
1	Gaji Pegawai	Rp411.042.522.598
2	Kebutuhan Air dan Listrik	Rp9.559.128.433
3	PBB P2	Rp3.823.651.373
4	Asuransi	Rp52.575.206.379
Total		Rp477.956.421.626

Biaya Perawatan

Selanjutnya yaitu perhitungan biaya perawatan. Biaya ini mencakup perawatan bangunan dan penggantian komponen bangunan. Dari hasil analisa, didapatkan total biaya langsung yang dibutuhkan sebesar Rp886.620.387.130. Total biaya perawatan tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Biaya perawatan

Jenis pekerjaan	Biaya
Perawatan Bangunan	Rp608.093.359.498
Penggantian Komponen Bangunan	Rp278.527.027.632
Total	Rp886.620.387.130

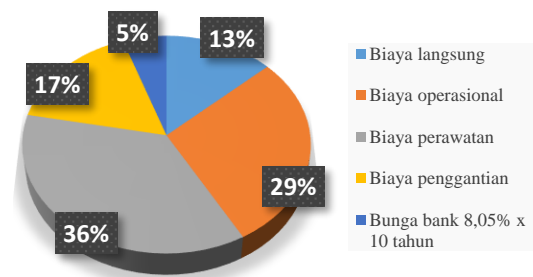
Total Biaya Life Cycle Cost

Dari Total biaya langsung, biaya operasional, dan biaya perawatan dapat dihitung total biaya *Life Cycle Cost* yang tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Total Biaya LCC

Jenis biaya	Jumlah
Biaya langsung	Rp222.881.901.903
Biaya operasional	Rp477.956.421.626
Biaya perawatan	Rp608.093.359.498
Biaya penggantian	Rp278.527.027.632
Bunga bank 8,05% x 10 tahun	Rp89.152.760.761
Total	Rp1.676.611.471.420

Dari total biaya tersebut, dihitung persentase masing-masing komponen biaya untuk memudahkan perbandingan dalam Total Biaya *Life Cycle Cost*. Berdasarkan Gambar 2, biaya langsung menyumbang sebesar 13%, biaya operasional sebesar 29%, biaya perawatan sebesar 36%, biaya penggantian sebesar 17%, dan bunga bank sebesar 5%.



Gambar 2. Presentase komponen biaya dalam Total Biaya LCC

Menghitung Rata-rata Tingkat Inflasi

Biaya konstruksi pada gedung Cordova diperhitungkan pada tahun 2022. Untuk memudahkan perhitungan semua biaya, tahun 2022 merupakan titik awal dalam penelitian. Inflasi menggunakan nilai sebesar 2.08% yang diperoleh dari rata-rata inflasi per tahun selama 5 tahun dari 2017 hingga 2021. Data diambil dari Badan Pusat Statistik yang kemudian di analisa sehingga didapatkan tingkat inflasi Kota Semarang tahun 2017-2021. Tabel 5 menyajikan perhitungan tingkat inflasi Kota Semarang tahun 2017 hingga 2021.

Tabel 5. Rata-rata Tingkat Inflasi

Tingkat Inflasi / Inflation Rate			
Tahun	Nasional	Jawa Tengah	Kota Semarang
2017	3.75%	3.62%	0.29%
2018	3.19%	3.02%	0.23%
2019	2.78%	2.44%	0.24%
2020	2.03%	2.26%	0.13%
2021	1.56%	1.46%	0.13%
Rata-rata	2.66%	2.56%	1.02%
Rata-rata total			2.08%

Menghitung Net Present Value (NPV)

Aliran kas (*cash flow*) berisi nilai kas masuk dan kas keluar. Dalam analisis NPV ini, semua nilai dikonversi ke dalam *Present Value* (PV) atau nilai sekarang. Perhitungan NPV tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Net Present Value

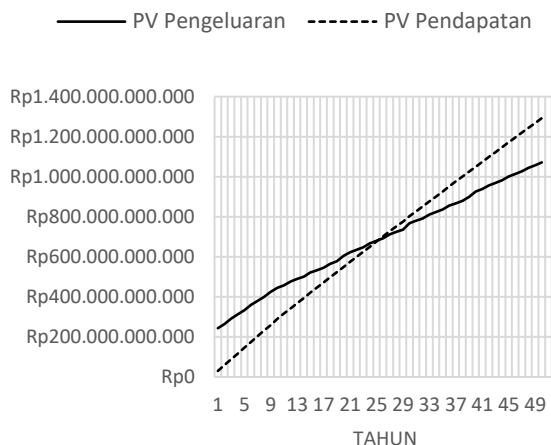
Tahun	Cash in	Kumulatif
1	Rp30.519.967.000	Rp30.519.967.000
2	Rp30.519.967.000	Rp61.039.934.000
3	Rp30.519.967.000	Rp91.559.901.000
4	Rp30.519.967.000	Rp122.079.868.000
5	Rp33.136.399.000	Rp155.216.267.000
6	Rp33.344.399.000	Rp188.560.666.000
7	Rp33.344.399.000	Rp221.905.065.000
8	Rp33.344.399.000	Rp255.249.464.000
9	Rp33.344.399.000	Rp288.593.863.000
10	Rp36.232.939.928	Rp324.826.802.928
11	Rp33.574.031.000	Rp358.400.833.928
12	Rp33.574.031.000	Rp391.974.864.928
13	Rp33.574.031.000	Rp425.548.895.928
14	Rp33.574.031.000	Rp459.122.926.928
15	Rp36.462.571.928	Rp495.585.498.856
16	Rp36.716.085.656	Rp532.301.584.512
17	Rp36.716.085.656	Rp569.017.670.168
18	Rp36.716.085.656	Rp605.733.755.824
19	Rp36.716.085.656	Rp642.449.841.480
20	Rp39.905.034.841	Rp682.354.876.321
21	Rp40.184.913.996	Rp722.539.790.317
22	Rp40.184.913.996	Rp762.724.704.313
23	Rp40.184.913.996	Rp802.909.618.309
24	Rp40.184.913.996	Rp843.094.532.305
25	Rp43.705.513.896	Rp886.800.046.201

Tahun	Cash in	Kumulatif
26	Rp44.014.500.484	Rp930.814.546.685
27	Rp44.014.500.484	Rp974.829.047.169
28	Rp44.014.500.484	Rp1.018.843.547.653
29	Rp44.014.500.484	Rp1.062.858.048.137
30	Rp47.901.242.773	Rp1.110.759.290.910
31	Rp48.242.363.966	Rp1.159.001.654.876
32	Rp48.242.363.966	Rp1.207.244.018.842
33	Rp48.242.363.966	Rp1.255.486.382.808
34	Rp48.242.363.966	Rp1.303.728.746.774
35	Rp52.533.327.454	Rp1.356.262.074.228
36	Rp52.909.925.251	Rp1.409.171.999.478
37	Rp52.909.925.251	Rp1.462.081.924.729
38	Rp52.909.925.251	Rp1.514.991.849.980
39	Rp52.909.925.251	Rp1.567.901.775.230
40	Rp57.647.148.941	Rp1.625.548.924.171
41	Rp58.062.912.909	Rp1.683.611.837.080
42	Rp58.062.912.909	Rp1.741.674.749.988
43	Rp58.062.912.909	Rp1.799.737.662.897
44	Rp58.062.912.909	Rp1.857.800.575.806
45	Rp63.292.807.862	Rp1.921.093.383.668
46	Rp63.751.811.283	Rp1.984.845.194.952
47	Rp63.751.811.283	Rp2.048.597.006.235
48	Rp63.751.811.283	Rp2.112.348.817.518
49	Rp63.751.811.283	Rp2.176.100.628.801
50	Rp69.525.615.312	Rp2.245.626.244.113

Tahap perhitungan NPV merupakan langkah penting dalam metode LCC untuk menentukan kelayakan harga sewa. Parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan adalah *Cashflow* (C), *discount rate* (i), dan periode (t). NPV yang terjadi saat harga sewa naik 10,4% tiap lima tahun dengan harga sewa Rp130.000/m² adalah Rp220.819.600.100. Dapat disimpulkan bahwa harga sewa unit apartemen dengan kenaikan 10,4% per lima tahun, dengan harga sewa Rp130.000/m², didapat NPV > 0 atau NPV bernilai positif yang berarti investasi layak dan menguntungkan.

Menghitung Break Event Point (BEP)

Dari perhitungan NPV didapatkan bahwa harga sewa unit apartemen naik 10,4% per lima tahun dengan harga Rp130.000/m². Dengan demikian, terjadi titik impas (*Break Even Point*) pada tahun ke 25-26 (Gambar 3). Berdasarkan Gambar 3, diperoleh BEP terjadi pada tahun ke 25,64.



Gambar 3. Diagram BEP

Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return (IRR) dipakai untuk melihat tingkat suku bunga pada saat nilai NPV = 0. Nilai IRR dari suatu proyek harus lebih besar dari nilai suku bunga yang berlaku (*discount rate*) atau yang ditetapkan. Untuk dapat memperoleh nilai IRR ini dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*) (Ryanata & Rahman, 2014).

Dalam studi ini, diperoleh nilai sebagai berikut:

Discount rate, $i = 5\%$

NPV = -Rp32.903.701.185

Untuk $i = 5\%$ diperoleh NPV < 0, sehingga IRR dihitung berdasarkan persamaan 1 sebagai berikut:

$$IRR = i_{NPV+} + \frac{NPV_+}{|NPV_+ + NPV_-|} (i_{NPV_-} + i_{NPV_+}) \quad (1)$$

Dalam studi ini, diperoleh nilai masing-masing variabel sebagai berikut:

$i_{NPV+} = 6,78\%$

$i_{NPV-} = 5\%$

$NPV_+ = \text{Rp}9.176.117.068$

$NPV_- = -\text{Rp}32.903.701.185$

Menggunakan persamaan 1, didapat nilai IRR sebesar 9,35%. Perhitungan secara *trial and error* hingga suku bunga 5% diperoleh bernilai positif sebesar 9,35% > MARR = 6,78%. Maka, dengan harga sewa Rp130.000/m² yang naik 10,4% per lima tahun, proyek ini dinyatakan layak menurut metode IRR.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan harga sewa yang layak dan menguntungkan bagi Gedung Cordova Edupartment Semarang dengan menggunakan metode *Life Cycle Cost*. Berdasarkan hasil studi, komponen biaya *Life Cycle Cost* terdiri dari biaya langsung, biaya operasional, biaya perawatan dan penggantian, serta bunga pinjaman bank. Biaya *Life Cycle Cost* pada Gedung Cordova Edupartment selama 50 tahun didapat sebesar Rp1.676.611.471.421 yang terdiri dari biaya langsung sebesar 13%, biaya operasional sebesar 29%, biaya perawatan sebesar 36%, biaya penggantian sebesar 17%, dan bunga pinjaman bank sebesar 5%.

Berdasarkan analisis skema optimis dengan harga sewa Rp130.000/m² dan okupasi awal 70%, diperoleh nilai Net Present Value (NPV) > 0 sebesar Rp220.891.600.100, Break Even Point (BEP) pada 25,64 tahun, dan Internal Rate of Return (IRR) bernilai positif sebesar 9,35% yang lebih tinggi dari MARR sebesar 6,78%. Hal ini menunjukkan bahwa investasi tersebut layak dan menguntungkan, dengan persentase tingkat pengembalian modal yang signifikan dan jangka waktu pengembalian yang lebih cepat dibandingkan dengan skema normal dan pesimis. Oleh karena itu, harga sewa yang layak adalah Rp130.000/m² dengan okupasi awal 70%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bochare, R., Dagliya, M. & Kadam, M. (2024). Assessment of economic performance of an industrial building using life cycle cost & refined benefit-cost analysis – A case study. *Journal of Building Engineering*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.108397>
- Buyung, R. A. H. F., Pratahis, P. A. K. & Malingkas, G. Y. (2019). Life Cycle Cost (LCC) pada Proyek Pembangunan Gedung Akuntansi Universitas Negeri Manado (Unima) di Tondano. *Jurnal Sipil Statik*, 7(11).
- Drapikovskiy, O. & Ivanova, I. (2022). PROPERTY LIFE CYCLE COST ANALYSIS METHODS. *Spatial Development*, 1. <https://doi.org/10.32347/2786->

- 7269.2022.1.140-156
- Farahani, A., Wallbaum, H. & Dalenbäck, J. O. (2019). Optimized maintenance and renovation scheduling in multifamily buildings—a systematic approach based on condition state and life cycle cost of building components. *Construction Management and Economics*, 37(3). <https://doi.org/10.1080/01446193.2018.1512750>
- Guru, A. & Mohibullah. (2021). Exploring the Acceptance of Life Cycle Cost for Residential Projects in India. In *Lecture Notes in Civil Engineering* (Vol. 75). https://doi.org/10.1007/978-981-15-4577-1_72
- Hromada, E., Macek, D., Heralova, R. S., Brožová, L. & Štřelcová, I. (2024). Integrating Life Cycle Cost Analysis for Sustainable Maintenance of Historic Buildings. In *Buildings* (Vol. 14, Issue 5). <https://doi.org/10.3390/buildings14051479>
- Jamika, F. I., Monica, F., Fitri, M. M., Syafardi, Z., Barlian, E., Dewata, I., Umar, I. & Syah, N. (2023). Pemukiman Vertikal Sebagai Upaya Mengatasi Kepadatan Penduduk di Indonesia. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 4(1).
- Nouh, A., El-Dash, K. M., Basiouny, M. & S. El Hadididi, O. (2022). Evaluation of Buildings Structure Alternatives Using Life-Cycle Cost Prediction Model. *MEJ. Mansoura Engineering Journal*, 47(2). <https://doi.org/10.21608/bfemu.2022.235797>
- Oh, W. J., Cho, C. Y. & Lee, M. J. (2023). Life Cycle Cost Method for Safe and Effective Infrastructure Asset Management. *Buildings*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/buildings13081983>
- Prasetyo, R. F. & Amanda, S. R. (2023). ANALISIS LIFE CYCLE COST (LCC) TERHADAP KEPUTUSAN RENOVASI ATAU PEMBONGKARAN (STUDI KASUS: GEDUNG X). *INDONESIAN JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT (CESD)*, 6(1). <https://doi.org/10.25105/cesd.v6i1.17154>
- Rahman, Q. R. & Apriadi, F. (2021). Analisis Kelayakan Finansial Proyek Pembangunan Rumah Toko (RUKO) dengan Metode Life Cycle Cost (LCC) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Rumah Toko (RUKO) di Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros). *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 16(2). <https://doi.org/10.47398/iltek.v16i2.647>
- Rosita, E., Yustiarini, D. & Nurasiyah, S. (2023). Life Cycle Cost Analysis of Building Maintenance. *JIPTEK*, 16(2). <https://doi.org/10.20961/jiptek.v16i2.67729>
- Ryanata, M. R. & Rahman, H. Z. (2014). Analisis Kelayakan Finansial pada Proyek Pembangunan Kereta Api Studi Kasus: Kereta Api Regional Balikpapan (Financial Feasibility Analysis of Railway Construction Projects Case Study Balikpapan Regional Railway). *Jurnal Artesis*, 4(1), 17–23.
- Sari, R. P., Hendrawan, D., Sivi, N. A. & Mualim, I. (2023). Analisis Data Panel Pertumbuhan Penduduk Terhadap Fertilitas, Mortalitas dan Migrasi Menggunakan Metode Random Effect Model Tahun 2017-2020. *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 11(2). <https://doi.org/10.24252/msa.v11i2.34881>
- Utari, R. P. & Samad, A. (2021). Analisis Pengendalian Biaya Konstruksi Gedung Asrama Dengan Metode Life Cycle Cost. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(1), 387–391. <https://doi.org/DOI:http://dx.doi.org/10.33087/jiubj.v21i1.1335>
- Weerasinghe, A. S., Ramachandra, T. & Rotimi, J. O. B. (2021). Comparative life-cycle cost (LCC) study of green and traditional industrial buildings in Sri Lanka. *Energy and Buildings*, 234. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110732>