

## Analisis *Life Cycle Cost* dan Kelayakan Investasi pada Bangunan Rumah Tinggal Permanen Tipe 27 m<sup>2</sup>

Mohamad Alfian Afu<sup>1)</sup>, Gregorius Paus Usboko<sup>2)</sup>, Agustinus H. Pattiraja<sup>3)</sup>,  
Merzy Mooy<sup>4)</sup>

<sup>1, 2, 3, 4)</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira  
Email: [alfianafu@gmail.com](mailto:alfianafu@gmail.com)<sup>1)</sup>, [gregoriususboko2505@gmail.com](mailto:gregoriususboko2505@gmail.com)<sup>2)</sup>,  
[gustiwire@gmail.com](mailto:gustiwire@gmail.com)<sup>3)</sup>, [merzhymooy@yahoo.com](mailto:merzhymooy@yahoo.com)<sup>4)</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v14i1.1037>

(Received: 02 November 2023 / Revised: 29 December 2023 / Accepted: 04 February 2024)

### Abstrak

Analisis *life cycle cost* bertujuan untuk mengetahui biaya siklus hidup bangunan, mulai dari perencanaan hingga umur ekonomis bangunan yang ditetapkan, dan untuk mengetahui nilai kelayakan investasi bangunan rumah tinggal. Penelitian dilakukan dengan menganalisis *life cycle cost* pada bangunan rumah tinggal permanen tipe 27 m<sup>2</sup> Liliba, Kupang. Diketahui total biaya yang dikeluarkan dari perencanaan hingga umur ekonomis bangunan selama 20 tahun sebesar Rp. 4.086.724.673,08 meliputi biaya awal atau biaya pembangunan sebesar Rp. 1.554.805.606,39 (38%), biaya operasional sebesar Rp. 2.028.045.197,62 (50%), biaya perawatan dan penggantian sebesar Rp. 348.393.308,43 (8%) dan biaya pembongkaran sebesar Rp. 155.480.560,64 (4%) serta hasil analisis kelayakan investasi dengan menggunakan metode NPV (*net present value*), IRR (*internal rate of return*), dan BCR (*benefit cost ratio*) diperoleh nilai NPV sebesar Rp. 9.281.471.286 (NPV > 0) atau NPV bernilai positif, nilai IRR sebesar 38,93% > MARR 38% dan nilai BCR > 1 sehingga investasi tersebut dianggap layak atau menguntungkan.

Kata kunci: *Life cycle cost, net present value, internal rate of return, basic cost rate, kelayakan investasi*

### Abstract

Life cycle cost analysis is a method to determine life cycle cost of building from preliminary design to economical building life that can be intended by investment feasibility value of residential building. This research is about life cycle cost analysis of a permanent residential building type 27 m<sup>2</sup>, Liliba, Kupang. Total cost of this building calculated from design phase to economical building life for 20 years is about Rp. 4.086.724.673,08 that involve initial cost about Rp. 1.554.805.606,39 (38%), operational cost about Rp. 2.028.045.197,62 (50%), maintenance cost Rp. 348.393.308,43 (8%) and demolition cost Rp. 155.480.560,64 (4%). Results shows that the investment feasibility analysis using NPV method (*net present value*) is positive Rp. 9.281.471.286 (NPV > 0), IRR (*internal rate of return*) is 38,93% > MARR 38%, and BCR (*benefit cost ratio*) is > 1. Hence, the investment can be concluded as feasible and profitable.

Keywords: *Life cycle cost, net present value, internal rate of return, basic cost rate, investment feasibility*

## 1. Latar Belakang

Investasi dalam bidang jasa konstruksi sangat beragam, salah satunya ialah rumah yang merupakan bagian dari kebutuhan dasar manusia setelah makanan dan pakaian. Pada awalnya rumah hanya berfungsi sebagai pemenuhan kebutuhan pokok, akan tetapi pada saat ini telah menjadi suatu ladang investasi yang menghasilkan uang. Pengambilan keputusan investasi merupakan hal yang penting oleh karena adanya keterkaitan pengalokasian dana yang akan dievaluasi dan dipertimbangkan sehingga pengeluaran investasi dapat memberikan sinyal positif pada masa mendatang (Yuniarti, 2018). Diketahui bahwa investasi berdasarkan hasil analisis sensitivitas menggunakan sistem jual memiliki tingkat kerentanan pada kelayakan yang lebih aman jika terjadi perubahan pada variable investasi (Wahyudhi *et al.*, 2014).

Apabila investasi dilakukan pada suatu proyek tertentu, maka diperlukan adanya manajemen terhadap proyek tersebut. Manajemen proyek dilakukan dalam rangka pencapaian sasaran yang ditentukan berupa mutu, jadwal, biaya serta pemenuhan keinginan para *stakeholder* (Mahapatni, 2019). Beberapa fungsi dari manajemen proyek adalah penetapan tujuan, perencanaan, pengorganisasian, pengisian staf, pengarahan, pengawasan, pengendalian dan koordinasi (Rani, 2016).

Analisis *life cycle cost* merupakan proses desain yang penting dalam mengendalikan biaya awal dan biaya masa depan dalam kepemilikan sebuah proyek investasi karena biaya-biaya tersebut nantinya berpengaruh terhadap keputusan biaya sewa yang di tetapkan agar bangunan dapat beroperasi dengan layak (Usboko *et al.*, 2023). Hal ini disebabkan karena evaluasi biaya awal pada suatu proyek konstruksi tidak memperoleh hasil yang akurat (Prasetyo and Amanda, 2023). Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu studi analisis *life cycle cost* untuk mengetahui seberapa besar total biaya yang dikeluarkan oleh pembangunan rumah tinggal tersebut mulai dari tahap desain sampai dengan umur teknis dari rumah tinggal yang ditetapkan setelah itu, menganalisis kelayakan investasi bangunan rumah tinggal terhadap penentuan harga sewa menggunakan metode *net present value* (NPV) (Putri, Soedarsono and Sumirin, 2023). Analisis LCC telah dikenal sejak pertengahan tahun 1970 dan telah digunakan oleh berbagai negara hingga saat ini (Kamagi *et al.*, 2018). Metode ini juga digunakan dalam hal pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan nilai ekonomis dalam pemilihan lokasi, perencanaan teknik dan arsitektur, pembangunan, pengaturan, pengoperasian serta penggantian komponen selama umur bangunan. Selain itu, analisis LCC digunakan sebagai acuan pengeluaran biaya selama proses Pembangunan sesuai konsep *sustainable construction* (I Gede Angga Diputera and Tjokorda Istri Praganingrum, 2023).

Suatu proyek memerlukan perumusan secara konkrit mengenai penyelesaian pembangunan pada periode tertentu yang menggunakan tenaga manusia serta alat – alat pada pengelolaan dan kerja sama (Fanani, 2021). Bangunan rumah tinggal permanent tipe 27 m<sup>2</sup> Liliba adalah salah satu bangunan milik PT Sebiz Bhadrika Maju yang terletak di Jalan Yupiter, Liliba, Kota Kupang dan dibangun di atas lahan seluas 500 m<sup>2</sup>. Bangunan ini merupakan proyek kedua setelah pembangunan perumahan premium tipe 42 yang telah selesai pada tahun 2021 (Mooy, Satrio, *et al.*, 2023). Proyek pembangunan rumah tinggal ini dimulai pada tahun 2021 dan selesai pada tahun 2022 dengan menghabiskan biaya sebesar Rp. 1.436.880,000.00.

Bangunan rumah tinggal permanent tipe 27 m<sup>2</sup> Liliba memiliki 10 unit hunian. Luas 1 unit hunian rumah tinggal tersebut adalah 27 m<sup>2</sup> dilengkapi fasilitas teras depan, 1 kamar tidur, ruang tamu, kamar mandi, dan dapur dengan harga sewa 1 unit sebesar Rp. 300.000,00 per hari.

Bangunan rumah tinggal ini memakai umur rencana bangunan selama 20 tahun sesuai peraturan pemerintah No. 36 tahun 2005. Berpacu pada peraturan ini, seringkali umur bangunan tidak mencapai target rencana karena kualitas bangunan yang oleh *developer* tidak dikerjakan dengan baik. Fenomena ini banyak terjadi di Kota Kupang dan banyak tercipta pemeliharaan berulang yang menyebabkan tingginya biaya perawatan sebuah bangunan perumahan. Pemeliharaan berulang dapat terjadi akibat adanya kerusakan pada bangunan dalam bentuk struktural maupun non struktural. Perbaikannya dapat dilakukan sesuai dengan Pedoman Teknis Rumah dan Bangunan Gedung Tahan Gempa, 2006 (Mooy, Saek, *et al.*, 2023).

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui biaya siklus hidup (*life cycle cost*) bangunan, mulai dari perencanaan hingga umur ekonomis bangunan yang di tetapkan.
2. Untuk mengetahui nilai kelayakan investasi bangunan rumah tinggal.

## 2. Metode Penelitian

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang berhubungan langsung dengan pelaksanaan proyek. Data primer dalam penelitian ini berupa harga sewa hunian, gaji pegawai dan tingkat okupansi (hunian) sedangkan data sekunder adalah data pendukung dalam penelitian ini. Data sekunder dalam penelitian ini berupa rencana anggaran biaya (RAB) yang nantinya dari data RAB tersebut dilakukan perhitungan biaya yang dikeluarkan selama umur rencana yang ditetapkan dan menganalisis kelayakan investasi berdasarkan terhadap biaya sewa serta gambar rencana.

Kegiatan konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang berurutan dan keterkaitan. Mulai dari suatu gagasan yang muncul dari suatu kebutuhan (*need*), pemikiran kemungkinan keterlaksanaannya (*feasibility study*), memutuskan untuk dibangun dan membuat penjelasan yang lebih rinci tentang rumusan kebutuhan tersebut (*breafing*), menuangkan dalam bentuk rancangan awal (*preliminary design*), membuat rancangan yang lebih detail dan pasti (*design development and detail design*), melakukan persiapan administrasi untuk pelaksanaan pembangunan dengan memilih calon pelaksana (*procurement*), melakukan pembangunan dilokasi (*contruction*), serta melakukan pemeliharaan dan mempersiapkan penggunaan bangunan tersebut (*maintenance, start-up and implementation*) (Wongkar, 2016).

Proses konstruksi terdiri dari desain awal struktural seperti balok yang di dalamnya mencakup perhitungan lentur dan geser balok konvensional (Mooy *et al.*, 2020) maupun balok tinggi (Mooy, 2022); perhitungan kolom, pelat lantai, fondasi dan sebagainya. Setelah dilakukan desain awal, maka akan dilakukan pengecoran dan perawatan terhadap beton dengan menggunakan metode tertentu untuk mencegah kehilangan air yang dapat berdampak pada mutu beton yang digunakan (Mooy, Simatupang and Frans, 2017).

## 2.1 Life Cycle Cost

Dalam menganalisis *life cycle cost* adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$LLC = BA + BO + BPP + BP \quad (1)$$

di mana:

BA = Biaya perencanaan dan pelaksanaan bangunan.

BO = Biaya yang dikeluarkan selama bangunan beroperasi

BPP= Biaya yang dikeluarkan untuk perawatan dan penggantian komponen-komponen penyusun bangunan selama umur rencana bangunan.

BP = Biaya untuk pembongkaran bangunan setelah umur rencana bangunan berakhir.

*Life cycle cost* merupakan suatu cara yang setidaknya dalam teori, memiliki potensial untuk mengevaluasi pekerjaan konstruksi. Kegunaan *life cycle cost* adalah pada waktu evaluasi solusi-solusi alternatif atas problema desain tertentu, sebagai contoh suatu pilihan mungkin tersedia untuk atap suatu proyek baru (Buyung, Pratasid and Malingkas, 2019). Hal yang perlu ditinjau bukan hanya biaya awal saja, tetapi juga biaya pemeliharaan dan perbaikan, usia rencana, penampilan, dan hal – hal yang mungkin berpengaruh terhadap nilai sebagai akibat dari pilihan yang tersedia (Masrilayanti, Suraji and Ilham, 2015).

## 2.2 Net Present Value

*Net Present Value* merupakan salah satu teknik *capital budgeting* yang dapat digunakan untuk menghitung selisih antara nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang penerimaan kas bersih dimasa yang akan datang (Shou, 2022).

Rumus perhitungan *net present value* adalah

$$NPV = \sum_{t=1}^n [(c)t : (1 + i)^t] - \sum_{t=1}^n [(c_0)t : (1 + i)^t] \quad (2)$$

di mana:

NPV = Nilai sekarang netto

(c)t = Aliran kas masuk tahun ke-t

(c<sub>0</sub>)t = Aliran kas keluar tahun ke-t

n = Umur ekonomis proyek

i = Tingkat bunga yang berlaku

t = Waktu

Usulan proyek dengan NPV memberikan petunjuk sebagai berikut:

NPV = Positif, usulan proyek dapat diterima

NPV = Negatif, usulan proyek ditolak

NPV = 0, berarti netral

- Jika hasil nilai NPV positif (> 0) menunjukkan bahwa penerimaan lebih besar dibandingkan dengan nilai yang di investasikan.
- Jika hasil nilai NPV negatif (< 0) menandakan bahwa penerimaan lebih kecil dibandingkan dengan pengeluaran atau akan mengalami kerugian pada investasinya.
- Jika hasil nilai NPV netral atau sama dengan nol berarti investasi tersebut hanya balik modal (tidak untung dan tidak rugi).

Beberapa aspek yang harus diperhatikan pada studi kelayakan antara lain: aspek hukum, aspek pemasaran, aspek keuangan, aspek teknis, aspek manajemen, aspek ekonomi sosial dan aspek dampak terhadap lingkungan (Hidayati and Warnana, 2017).

### 2.3 Internal Rate of Return (IRR)

*Internal rate of return* berfungsi sebagai indikator mengenai tingkat efisiensi pada suatu investasi (Franita, 2018). Informasi yang dihasilkan berkaitan dengan tingkat kemampuan *cash flow* dalam mengembalikan investasi yang dijelaskan dalam bentuk % atau periode waktu. Logika sederhananya menjelaskan seberapa kemampuan *cash flow* dalam mengembalikan modalnya dan seberapa besar pula kewajiban yang harus dipenuhi. Kemampuan inilah yang disebut dengan *internal rate of return* (IRR), sedangkan kewajiban disebut dengan *minimum attractive rate of return* (MARR) (M. Giatman, 2006). Untuk menentukan dengan *internal rate of return* (IRR) dapat menggunakan persamaan yaitu:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{|NPV_1 - NPV_2|} (i_2 - i_1) \quad (3)$$

di mana:

- IRR = *Internal Rate of Return*
- $i_1$  = Tingkat bunga pada NPV bernilai positif
- $i_2$  = Tingkat bunga pada NPV bernilai negatif
- NPV<sub>1</sub> = *Net Present Value* yang bernilai positif
- NPV<sub>2</sub> = *Net Present Value* yang bernilai negatif

Pengambilan keputusan kriteria *internal rate of return* dilakukan dengan cara membandingkan antara IRR dengan *minimum attractive rate of return* (MARR) (Fitria and Wahyudi, 2018). Hubungan antara IRR dan MARR adalah apabila:

- IRR > MARR = Investasi layak
- IRR < MARR = Investasi tidak layak

### 2.4 Benefit Cost Ratio (BCR)

Parameter *benefit cost ratio* (BCR) merupakan hasil tolak ukur dengan perbandingan biaya pemasukan dan biaya pengeluaran (Sulianti and Tilik, 2013). BCR merupakan ukuran besarnya risiko suatu proyek. Jika hasil perhitungan bernilai >1 maka proyek atau investasi tersebut layak, namun jika hasil perhitungan bernilai <1 maka proyek atau investasi tersebut tidak layak (Pringgarata and Tengah, 2007). Untuk menentukan *benefit cost ratio* (BCR) dapat menggunakan persamaan yaitu:

$$BCR = \frac{PWB}{PWC} \quad (4)$$

di mana:

- BCR = *Benefit Cost Ratio*/ Ratio manfaat terhadap biaya
- PWB = *Present Worth of Benefit*
- PWC = *Present Worth of Cost*

Setelah diketahui nilai BCR maka parameter yang digunakan yaitu:

- Jika nilai BCR  $\geq 1$  maka proyek/investasi layak (*feasible*)
- Jika nilai BCR  $\leq 1$  maka proyek/investasi tidak layak (*unfeasible*)
- Jika nilai BCR = 1 maka proyek/investasi netral

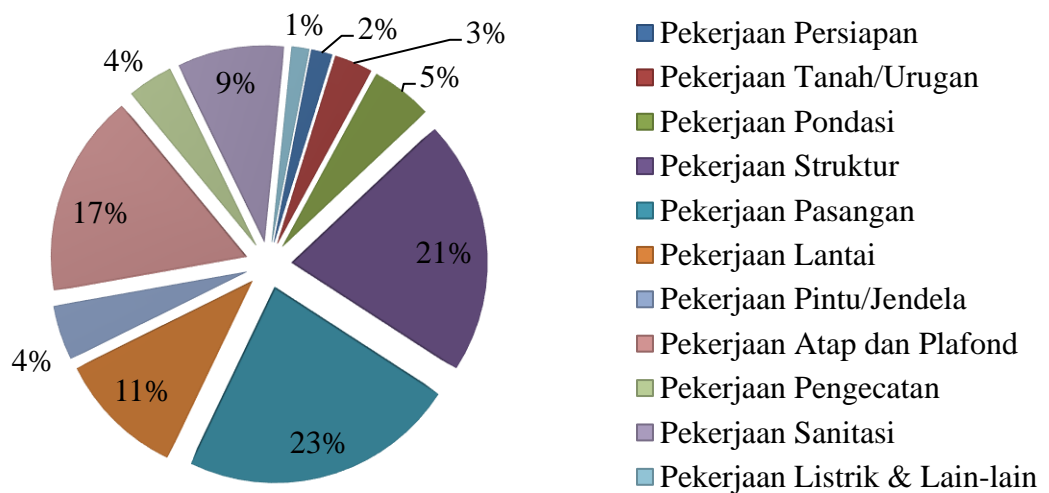
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Biaya Awal Konstruksi

Biaya awal konstruksi merupakan biaya yang terjadi mulai dari tahap pelaksanaan hingga bangunan siap untuk di gunakan. Rincian biaya konstruksi dan persentase biaya dapat di lihat pada Tabel 1 dan Gambar 1 diagram persentase biaya awal

Tabel 1 Biaya Awal Konstruksi *Life Cycle Cost*

Uraian	Jumlah Biaya (Rp)
Pekerjaan Persiapan	26.871.226,39
Pekerjaan Tanah/Urugan	48.965.279,98
Pekerjaan Pondasi	78.694.457,23
Pekerjaan Struktur	328.843.030,23
Pekerjaan Pasangan	357.237.399,89
Pekerjaan Lantai	164.371.725,08
Pekerjaan Pintu/Jendela	70.099.121,89
Pekerjaan Atap dan Plafond	261.585.831,18
Pekerjaan Pengecatan	58.254.575,03
Pekerjaan Sanitasi	137.475.157,94
Pekerjaan Listrik & Lain-lain	22.407.801,55



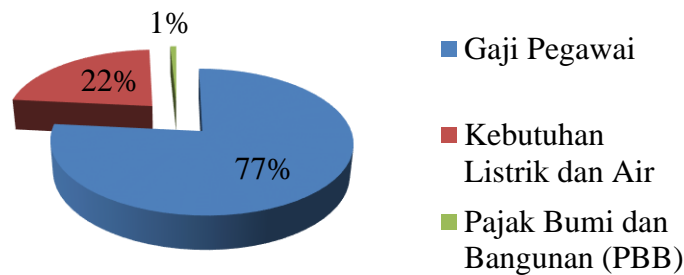
Gambar 1. Diagram Persentase Biaya Awal *Life Cycle Cost*

#### 3.2 Biaya Operasional

Biaya operasional merupakan biaya yang di butuhkan untuk menjalankan fungsi bangunan. Rincian biaya operasional dan persentase biaya dapat di lihat pada Tabel 2 dan Gambar 2 diagram persentase biaya operasional.

Tabel 2 Biaya Operasional *Life Cycle Cost*

Biaya Operasional	Jumlah Harga (Rp)
Gaji Pegawai	48.948.000,00
Kebutuhan Listrik dan Air	14.462.685,98
Pajak Bumi dan Bangunan (PBB)	490.500,00
Total	63.901.185,98



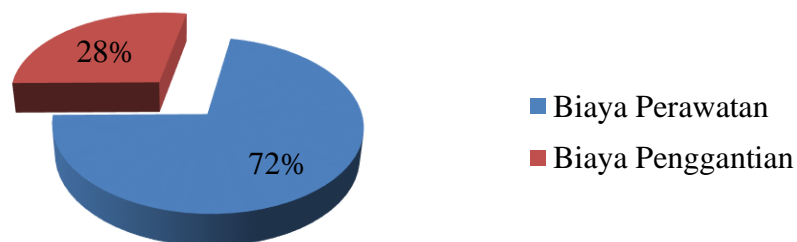
Gambar 2 Diagram Persentase Biaya Operasional *Life Cycle Cost*

### 3.3 Biaya Perawatan dan Penggantian

Biaya perawatan dan penggantian merupakan biaya yang dikeluarkan untuk perawatan dan penggantian komponen-komponen penyusun bangunan selama umur rencana bangunan. Rincian biaya perawatan/penggantian dan persentase biaya dapat di lihat pada Tabel 3 dan Gambar 3 diagram persentase biaya perawatan/penggantian.

Tabel 3. Biaya Perawatan dan Penggantian *Life Cycle Cost*

Uraian	Jumlah Biaya (Rp)
Biaya Perawatan	13.288.546,80
Biaya Penggantian	5.219.285,10



Gambar 3 Diagram Persentase Biaya Perawatan dan Penggantian *Life Cycle Cost*

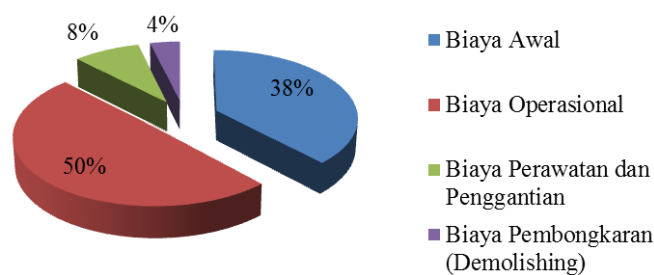
### 3.4 Biaya Keseluruhan *Life Cycle Cost*

Biaya keseluruhan *life cycle cost* rumah tinggal permanent tipe 27 m<sup>2</sup> Liliba mulai dari pelaksanaan pembangunan hingga umur rencana yang di tetapkan

berakhir dan persentase biaya dapat di lihat pada Tabel 4 dan Gambar 4. diagram persentase biaya keseluruhan.

Tabel 4 Biaya Keseluruhan *Life Cycle Cost*

Uraian	Jumlah Biaya (Rp)
Biaya Awal	1.554.805.606,39
Biaya Operasional	2.028.045.197,62
Biaya Perawatan dan Penggantian	348.393.308,43
Biaya Pembongkaran ( <i>Demolishing</i> )	155.480.560,64
Total	4.086.724.673,08



Gambar 4 Diagram Persentase Biaya Keseluruhan *Life Cycle Cost*

#### **Net Present Value (NPV)**

Berdasarkan hasil analisis *net present value* (NPV) menggunakan persamaan 1, diperoleh nilai NPV adalah sebesar Rp. 9.218.471.286,00 sehingga nilai NPV terhadap tarif sewa yang telah di tetapkan oleh *owner* Rumah Tinggal Permanent Type 27 m<sup>2</sup> Liliba dan biaya siklus hidup (*life cycle cost*) adalah lebih besar dari nol atau NPV bernilai positif yang berarti investasi tersebut layak atau menguntungkan.

#### **Internal Rate of Return (IRR)**

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan 2, maka diperoleh nilai  $IRR = 38,93\% \approx 39\%$ . Dengan menggunakan metode *trial and error* untuk mencapai nilai NPV negatif dan positif didapatkan tingkat suku bunga 36% dan 38%. Setelah itu, dilakukan perhitungan interpolasi sesuai rumus IRR diperoleh nilai  $IRR > MARR$  ( $38,9\% > 38\%$ ) artinya proyek atau investasi Pembangunan Rumah Tinggal Type 27 m<sup>2</sup> Liliba layak untuk dilaksanakan.

#### **Benefit Cost Ratio (BCR)**

Berdasarkan hasil analisis menggunakan persamaan 3, maka diperoleh nilai *benefit cost ratio* (BCR) yaitu 3,27 artinya proyek atau investasi tersebut layak untuk dilaksanakan karena nilai  $BCR > 1$ .



## 4 Kesimpulan dan Saran

### 4.2 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan analisis biaya siklus hidup (*life cycle cost analysis*) diketahui total biaya yang dikeluarkan dari perencanaan hingga umur ekonomis bangunan rumah tinggal permanent tipe 27 m<sup>2</sup> Liliba selama 20 tahun adalah sebesar Rp. 4.086.724.673,08 dengan mencakup 38% biaya awal atau biaya pembangunan, 50% biaya operasional, 8% biaya perawatan dan penggantian dan 4% biaya pembongkaran.
2. Hasil analisis kelayakan investasi dengan menggunakan metode NPV (*net present value*), IRR (*internal rate of return*), dan BCR (*benefit cost ratio*) memenuhi syarat kelayakan sehingga investasi pada proyek pembangunan tersebut dianggap layak atau menguntungkan.

### 4.3 Saran

Berdasarkan hasil analisis, maka dapat diberikan saran sebagai bentuk rekomendasi antara lain:

1. Dalam merencanakan suatu pembangunan konstruksi, perlu dilakukan analisis *LifeCycle Cost* terlebih dahulu untuk menghindari pembengkakan biaya selama umur rencana konstruksi yang dapat merugikan pihak *owner*.
2. Dalam membangun suatu pembangunan konstruksi, sebaiknya menggunakan material konstruksi yang berkualitas sehingga waktu pemeliharaan dan penggantian lebih lama dan biaya yang dikeluarkan pun lebih rendah.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada segenap keluarga besar Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira yang telah mendukung keberhasilan penelitian ini

## Daftar Kepustakaan

- Buyung, R.A.H.F., Pratisis, P.A.K. and Malingkas, G.Y. (2019) 'Life Cycle Cost (LCC) pada Proyek Pembangunan Gedung Akuntansi Universitas Negeri Manado (Unima) di Tondano', *Jurnal Sipil Statik*, 7(11), pp. 1527–1536.
- Fanani, Z.A. (2021) 'Benefit Cost Analysis Dalam Pembangunan Rusun Penjaringan dengan Metode NPV, IRR, PP, BCR Menggunakan Software Investment Evaluation', *Scientific Journal of Industrial Engineering*, 2(2), pp. 2–8.
- Fitria, I. and Wahyudi, F. (2018) 'Internal Rate of Return untuk Analisis Kelayakan Investasi di Bidang Industri: Review Paper', *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*, (2579–6429), pp. 7–8.

- Franita, N. (2018) 'Analisis cost and benefit pembangunan infrastruktur jalan di Ibu Kota DKI Jakarta dan daerah pendukungnya', *Skripsi-2018*, pp. 13–51. Available at: [http://repository.trisakti.ac.id/usaktiana/index.php/home/detail/detail\\_koleksi/0/SKR/judul/000000000000000093195/](http://repository.trisakti.ac.id/usaktiana/index.php/home/detail/detail_koleksi/0/SKR/judul/000000000000000093195/).
- Hidayati, N. and Warnana, D.D. (2017) 'Analisis Kelayakan Finansial Pengembangan Kelas Alam Terbuka Kebumian Dan Lingkungan Berkonsep Rekreasi Dan Inspirasi Untuk Anak Di Surabaya', *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu*, 3(Sendi\_U 3), pp. 650–656.
- I Gede Angga Diputera and Tjokorda Istri Praganingrum (2023) 'Analisis Life Cycle Cost Pada Proyek Pembangunan Cendana Residence', *Journal of Civil Engineering Building and Transportation*, 7(1), pp. 157–162. Available at: <https://doi.org/10.31289/jcebt.v7i1.9039>.
- Kamagi, G.P. *et al.* (2018) 'Analisis Life Cycle Cost (Studi Kasus : Proyek Bangunan Rukan Bahu Mall Manado)', 1(8), pp. 549–556.
- M. Giatman (2006) *Ekonomi Teknik*. Edited by D. Ir. Drs. H. Arson Aliludin, S.E. Jakarta Utara: PT Raja Grafindo Persada.
- Mahapatni, I.A.P.S. (2019) *Metode Perencanaan dan Pengendalian Proyek Konstruksi*, UNHI Press.
- Masrilayanti, Suraji, A. and Ilham, A. (2015) 'Perbandingan Life Cycle Cost antara Jembatan Rangka Baja dengan Girder Beton', *Proceedings ACES (Annual Civil Engineering Seminar)*, 1(0), pp. 193–200. Available at: <https://aces.prosiding.unri.ac.id/index.php/ACES/article/view/2969>.
- Mooy, M. *et al.* (2020) 'Evaluation of Shear-Critical Reinforced Concrete Beam Blended with Fly Ash', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 506(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/506/1/012041>.
- Mooy, M. (2022) 'Kapasitas Geser Balok Tinggi dengan Campuran Fly Ash tanpa Tulangan Geser', *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), pp. 133–142. Available at: <https://sipil.ejournal.web.id/index.php/jts/article/view/528>.
- Mooy, M., Saek, J.A., *et al.* (2023) 'Pelatihan Pekerja Bangunan Desa Penfui Timur', *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), pp. 6222–6227. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/cdj.v4i3.17847>.
- Mooy, M., Satrio, K., *et al.* (2023) 'Pendampingan pembangunan griya sebiz pratama', *Community Development Journal, Jurnal Pengabdian Masyarakat, Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai*, 4(3), pp. 5504–5511. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/cdj.v4i3.16641>.
- Mooy, M., Simatupang, P.H. and Frans, J.H. (2017) 'Pengaruh Suhu Curing Beton Terhadap Kuat Tekan Beton', *Jurnal Teknik Sipil*, VI(1), pp. 47–60. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.35508/jts.6.1.47-60>.
- Prasetyo, R.F. and 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), pp. 33–40. Available at: <https://doi.org/10.25105/cesd.v6i1.17154>.
- Pringgarata, K. and Tengah, K.L. (2007) 'Usaha rakyat dan pengaruhnya terhadap

- peningkatan kesempatan kerja (studi kasus pada program sapi bergulir di desa arjangka, kecamatan pringgarata, kabupaten lombok tengah)'.  
Putri, N.P., Soedarsono, S. and Sumirin, S. (2023) *Analisis Kelayakan Investasi Pada Perumahan Dadapan Ika Residence Semarang, Rang Teknik Journal*. Available at: <https://doi.org/10.31869/rtj.v6i2.3536>.
- Rani, H.A. (2016) 'Manajemen Proyek Konstruksi', p. 99. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/316081639\\_Manajemen\\_Proyek\\_Konstruksi](https://www.researchgate.net/publication/316081639_Manajemen_Proyek_Konstruksi).
- Shou, T. (2022) 'A Literature Review on the Net Present Value (NPV) Valuation Method', *Proceedings of the 2022 2nd International Conference on Enterprise Management and Economic Development (ICEMED 2022)*, 656(Icemed), pp. 826–830. Available at: <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.220603.135>.
- Sulianti, I. and Tilik, L.F. (2013) 'Analisis Kelayakan Finansial Internal Rate of Return (IRR) dan Benefit Cost Ratio (BCR) pada Alternatif Besaran Teknis Bangunan Pasar Cinde Palembang', *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), pp. 33–41.
- Usboko, G.P. *et al.* (2023) 'Analisa Life Cycle Cost Desain Tangga Rumah Sakit Wirasakti Kota Kupang', *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (JTSC)*, 4 No.2(Lcc), pp. 1–12. Available at: <https://ejournal.sipilunwim.ac.id/index.php/jtsc/article/view/134>.
- Wahyudhi, O. *et al.* (2014) '5641-16257-1-Pb', *Jurnal Teknik ITS*, pp. 41–46. Available at: <https://doi.org/10.12962/j23373539.v3i1.5641>.
- Wongkar, Y.K. (2016) 'Analisis Life Cycle Cost Pada Pembangunan Gedung ( Studi Kasus : Sekolah St . URSULA Kotamobagu )', *Jurnal Sipil Statik*, 4(April 2016), pp. 253–262.
- Yuniarti (2018) 'Pengaruh Keputusan Investasi, Keputusan Pendanaan, dan Ukuran Perusahaan Terhadap Nilai Perusahaan Pada Sektor Properti, Real Estate, dan Konstruksi Bangunan di Bursa Efek Indonesia', *Jurnal FinAcc*, 3(05), pp. 693–704.