

# Penerapan *Green Building* Pada Aspek Konservasi dan Efisiensi Energi (*Energy Efficiency and Conservation*) Pada Gedung Mall Living World Denpasar

Kadek Marisa Pradasari Wardhana<sup>1\*</sup>, I Made Anom Santiana, S.Si., M.Erg.<sup>2</sup>, A.A. Putri Indrayanti, S.T., M.T.

<sup>1</sup> D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri

<sup>2</sup> D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri

<sup>3</sup> D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri

*Corresponding Author:* marisapradasari@gmail.com

## Abstrak

Kondisi suhu di bumi saat ini semakin panas karena semakin banyak gas rumah kaca di atmosfer bumi yang mengakibatkan perubahan iklim (*climate change*). Dampak pemanasan global mendorong pergerakan ke arah pembangunan berkelanjutan, yaitu dengan menerapkan konsep *green building*. *Green building* adalah konsep yang diterapkan pada bangunan dengan menggunakan sumber daya alam yang sangat minim sehingga bangunan menjadi lebih hemat energi dan dapat mengurangi dampak kerusakan pada lingkungan. Pada penelitian ini membahas mengenai tingkat penerapan konsep *green building* dan mengetahui berapa besar konsep *green building* pada aspek Konservasi dan Efisiensi Energi (*Energy Efficiency and Conservation/EEC*) di proyek pembangunan Gedung Mall Living World Denpasar berdasarkan *GreenShip Rating Tools for New Building Version 1.2 Green Building Council Indonesia (GBCI)*. Metode penelitian ini berupa observasi langsung dan wawancara dengan pihak konsultan MK dan kontraktor proyek pembangunan Gedung Mall Living World Denpasar. Hasil penelitian menunjukkan proyek pembangunan Gedung Mall Living World Denpasar memenuhi 2 kriteria prasyarat dan 4 kriteria kredit dengan memperoleh 9 poin dari 26 poin maksimum atau setara dengan 34,61%, sehingga hasil penilaian penelitian ini belum memenuhi kriteria peringkat *GreenShip New Building* versi 1.2 sesuai dengan standar *Green Building Council Indonesia (GBCI)*.

**Kata Kunci:** *Green Building*, *GreenShip GBCI*, Konservasi dan Efisiensi Energi.

## Abstract

*Temperature conditions on earth are currently getting hotter because there are more greenhouse gases in the earth's atmosphere which cause climate change. The impact of global warming encourages the movement towards sustainable development, namely by applying the concept of green building. Green building is a concept applied to buildings using very minimal natural resources so that buildings become more energy-efficient and can reduce the impact of damage to the environment. This study discusses the grade of implementation of the green building concept and finds out how much the green building concept is in the Conservation and Energy Efficiency and Conservation (EEC) aspect at the Living World Denpasar Mall building project based on the GreenShip Rating Tools for New Building Version 1.2 Green Building Council Indonesia (GBCI). This research method is in the form of direct observation and interviews with the consultant and contractor of the Living World Denpasar Mall building construction project. The results showed that the Living World Denpasar Mall building project get 2 prerequisite criteria and 4 credit criteria by obtaining 9 points out of a maximum of 26 points or equivalent to 34,61%, so the results of this research assessment have not received the minimum rating according to Green Building Council Indonesia (GBCI) standard.*

**Keywords:** *Green Building*, *GreenShip GBCI*, Conservation and Energy Efficiency.

## Pendahuluan

Kondisi suhu di bumi saat ini semakin panas karena semakin banyak gas rumah kaca di atmosfer bumi. Menghangatnya suhu global tentu akan menimbulkan perubahan kondisi lingkungan bumi, terutama kekacauan pola cuaca dan iklim. Pemerintah Indonesia menetapkan target penurunan emisi karbon dari seluruh sektor pada tahun 2030 sebesar 29% sampai dengan 41% [1]. Salah satu cara untuk mengurangi dampak dari *global warming* yaitu dengan melakukan konservasi energi, termasuk dalam sektor bangunan.

Salah satu upaya nyata yang dapat dilakukan yaitu dengan menerapkan konsep *green building*. *Green building* adalah konsep yang diterapkan pada bangunan dengan menggunakan sumber daya alam yang sangat minim sehingga bangunan menjadi lebih hemat energi dan dapat mengurangi dampak kerusakan pada lingkungan [2]. Penerapan konsep *green building* dalam

pembangunan di Indonesia sangat bermanfaat untuk mengurangi emisi pada bangunan seperti rumah dan gedung sehingga dapat mengantisipasi pemanasan global.

Penelitian ini dilakukan terhadap Gedung Mall Living World Denpasar untuk mengetahui seberapa besar persentase konsep *green building* dalam aspek konservasi dan efisiensi energi menurut standar GBCI (*Green Building Council* Indonesia) dengan menggunakan standar *GreenShip for New Building* versi 1.2 sebagai tolok ukur serta memberikan rekomendasi jika dalam penerapan aspek konservasi dan efisiensi energi masih belum memenuhi syarat disetiap kriteria.

### Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif kualitatif yang akan dilakukan di proyek pembangunan Gedung Mall Living World Denpasar pada aspek Konservasi dan Efisiensi Energi (*Energy Efficiency and Conservation*) menurut peraturan *GreenShip New Building* Versi 1.2 GBCI. Penelitian ini dilakukan di Gedung Mall Living World Denpasar dengan luas penelitian sebesar 109.066,36 m<sup>2</sup> yaitu pada area gedung mal saja. Pengambilan lokasi penelitian berdasarkan pertimbangan pada syarat *eligibility*/kelayakan pada gedung baru.

Penelitian dilakukan pada saat gedung dalam tahap konstruksi, sehingga tahap penilaian termasuk dalam tahap *Final Assessment* (FA). Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi dan wawancara. Hasil penilaian penerapan *green building* yang diperoleh berupa poin, poin tersebut dihitung untuk mendapatkan persentase. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut [3] :

$$\text{Persentase Penilaian} = \frac{\sum \text{poin}}{\sum \text{poin maksimum}} \times 100\%$$

Keterangan:

$\sum \text{poin}$  = Jumlah poin analisis

$\sum \text{poin maksimum}$  = Jumlah poin maksimum *GreenShip New Building* V 1.2

Setelah mendapatkan persentase, selanjutnya akan diperoleh peringkat *greenShip* aspek EEC pada Proyek Pembangunan Gedung Mall Living World Denpasar berdasarkan GBCI.

### Hasil dan Pembahasan

Penilaian penerapan *green building* pada aspek konservasi dan efisiensi energi di proyek pembangunan Gedung Mall Living World Denpasar memuat hasil berupa analisis uji kelayakan (*eligibility*) serta analisis kriteria prasyarat dan kredit.

#### Analisis Uji Kelayakan

**Tabel 1.** Hasil Uji Kelayakan pada Gedung Mall Living World Denpasar

NO	VARIABEL <i>ELIGIBILITY</i>	<i>ELIGIBILITY</i> BERDASARKAN GBCI	MEMENUHI	
			YA	TIDAK
1	E1	Memiliki luas gedung minimum 2.500 m <sup>2</sup>	√	
2	E2	Kesediaan data gedung untuk diakses GBC Indonesia terkait proses sertifikasi		√
3	E3	Fungsi gedung sesuai dengan peruntukan lahan berdasarkan RTRW setempat	√	
4	E4	Kepemilikan AMDAL dan/atau rencana Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL)/Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL)	√	
5	E5	Kesesuaian gedung terhadap standar keselamatan untuk kebakaran	√	
6	E6	Kesesuaian gedung terhadap standar ketahanan gempa	√	
7	E7	Kesesuaian gedung terhadap standar aksesibilitas difabel	√	

## Analisis Penerapan Konsep *Green Building* Pada Aspek Konservasi dan Efisiensi Energi *GreenShip Rating Tools for New Building Version 1.2*

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, maka didapatkan hasil, antara lain:

### EEC P1 *Electrical Submetering*

Pada kategori ini gedung memenuhi prasyarat dengan memakai 1 (satu) kWh meter untuk keseluruhan gedung dengan distribusi daya menggunakan panel per lantai. Untuk setiap lantainya dialirkan distribusi listrik dengan aliran yang sudah dipisahkan dari *main* panel. Kemudian alat kWh meter ini diletakkan pada lantai dasar (*ground floor*) untuk satu gedung.

### EEC P2 OTTV Calculation

Pada kategori ini gedung memenuhi prasyarat dengan menghitung OTTV berdasarkan SNI 03-6389-2011 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung [4].

### EEC 1 *Energy Efficiency Measures*

Pada kategori ini gedung tersebut mendapatkan total 5 poin dari maksimal 20 poin. Pada penelitian ini menggunakan perhitungan per komponen secara terpisah.

#### a. OTTV

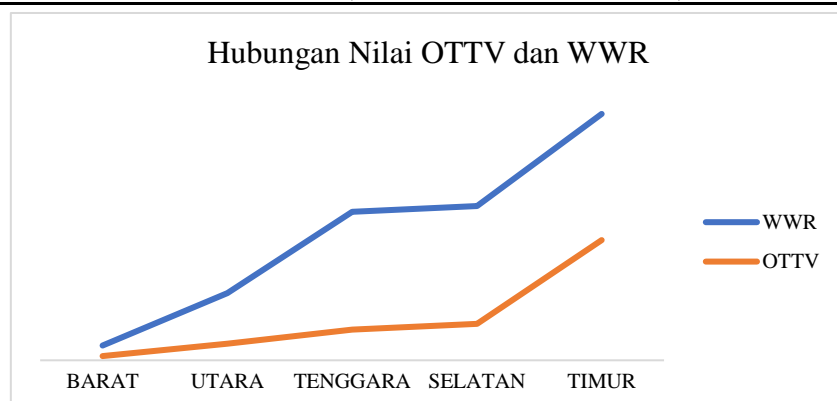
Pada sub aspek ini tidak mendapatkan poin. Berdasarkan hasil perhitungan sesuai dengan SNI 03-6389-2011 didapat nilai total rata-rata OTTV sebesar 38,09 watt/m<sup>2</sup> dengan OTTV maksimum adalah 35 watt/m<sup>2</sup>.

**Tabel 2.** Hasil OTTV

No	Side	Konduksi melalui Dinding Watt	Konduksi melalui Bukaannya Watt	Radiasi melalui Bukaannya Watt	Total Watt	Total Area Fasad m <sup>2</sup>	OTTV Watt/m <sup>2</sup>
1	Utara	52.738,14	7.702,31	31.021,24	91.461,68	2.753,40	33,22
2	Timur	149.711,55	39.529,10	115.563,59	304.804,23	5.711,13	53,37
3	Tenggara	42.079,45	14.662,06	25.426,56	82.168,07	2.282,63	36,00
4	Selatan	15.702,13	8.698,87	25.136,23	49.537,23	1.336,32	37,07
5	Barat	281.228,69	6.109,19	35.582,84	322.920,72	10.477,79	30,82
<b>Total</b>		<b>541.459,95</b>	<b>76.701,52</b>	<b>232.730,46</b>	<b>850.891,93</b>	<b>22.561,26</b>	<b>38,09</b>

**Tabel 3.** Perbandingan Antara Bukaannya Kaca dengan Luas Bidang Pada Sisi yang Dihitung

No	Orientasi	Total Area Fasad m <sup>2</sup>	Total Area Bukaannya m <sup>2</sup>	WWR (%)
1	Utara	2.753,40	271,85	9,87
2	Timur	5.711,13	1.401,34	24,54
3	Tenggara	2.282,63	522,53	22,89
4	Selatan	1.336,32	306,00	22,90
5	Barat	10.477,79	214,97	2,05
<b>Total</b>		<b>22.561,26</b>	<b>2.716,69</b>	<b>16,45</b>



**Gambar 1.** Hubungan Nilai OTTV dengan Nilai WWR

Semakin besar nilai WWR suatu gedung maka semakin besar pula nilai OTTV ataupun sebaliknya [5]. Hal ini dikarenakan dengan semakin besar luas jendela maka radiasi matahari dan konduksi panas melalui jendela yang masuk ke dalam bangunan bertambah besar.

b. Pencahayaan Buatan

Pada sub aspek ini mendapatkan total 2 poin dari maksimal 2 poin yaitu penggunaan lampu pada gedung dilengkapi *ballast* elektronik dan penempatan tombol lampu dalam jarak pencapaian tangan pada bukaan pintu dapat dijangkau.

c. Transportasi Vertikal

Pada sub aspek ini mendapatkan 1 poin dari maksimal 1 poin yaitu dengan lift yang digunakan sudah dilengkapi dengan fitur hemat energi dan menggunakan *Building Automatic System* (BAS).

d. Sistem Pengkondisian Udara

Pada sub aspek ini mendapatkan 2 poin dari maksimal 2 poin yaitu menggunakan peralatan AC dengan nilai COP 14,55%. Sistem tata udara yang digunakan pada proyek ini yaitu 3 unit *water cooled chiller – ceramic bearing* dengan kapasitas 800 TR masing-masing beban dengan refrigeran tipe R1233zd. Refrigeran tipe R1233zd merupakan refrigeran yang ramah lingkungan dengan nilai GWP 1 ( $GWP_{CO_2} = 1$ ), toksisitas rendah, tidak mudah terbakar serta memiliki nilai COP sebesar 6,93 [6].

**EEC 2 Natural Lighting**

Pada kategori ini gedung tersebut mendapatkan total 2 poin dari maksimal 4 poin yaitu gedung mendapatkan intensitas cahaya alami minimal sebesar 300 lux dengan mengacu pada SNI 03-6197-2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan [7] dengan acuan tingkat pencahayaan untuk fungsi ruangan pertokoan yaitu sebesar 250-500 lux. Pada pengambilan data menggunakan alat lux meter.

**Tabel 4.** Tingkat Pencahayaan Fungsi Pertokoan Berdasarkan SNI 03-6197-2011

No	Lantai	Hari	Jam	Lux	Ket.
1	Basement 2	Pagi	09.00	167,7	OK
		Siang	13.00	172,4	OK
		Sore	17.00	100,1	OK
2	Basement 1	Pagi	09.00	179,2	OK
		Siang	13.00	184,1	OK
		Sore	17.00	110,3	OK
3	Lower Ground	Pagi	09.00	322,6	OK
		Siang	13.00	905,9	OK
		Sore	17.00	252,4	OK
4	Ground Floor	Pagi	09.00	371,2	OK
		Siang	13.00	1206,4	OK
		Sore	17.00	286,6	OK
5	Lantai 1	Pagi	09.00	404,5	OK
		Siang	13.00	1366,7	OK
		Sore	17.00	453,8	OK
6	Lantai 2	Pagi	09.00	453,7	OK
		Siang	13.00	1464,2	OK
		Sore	17.00	380,3	OK

**EEC 3 Ventilation**

Pada kategori ini gedung tersebut mendapatkan total 1 poin dari maksimal 1 poin. Gedung Mall Living World Denpasar menerapkan sistem pengkondisian udara dengan sistem tata udara terpusat (*centralized air conditioned*) yang mempunyai fitur hemat energi dengan 2 unit *cross flow closed circuit cooling tower system* masing-masing beban pendingin sebesar 1,650 HRT dengan efisiensi 23% [8].

#### EEC 4 Climate Change Impact

Pada kategori ini gedung tersebut mendapatkan total 1 poin dari maksimal 1 poin dengan menghitung emisi grid berdasarkan penggunaan energi lampu yang mengacu pada SNI 03-6197-2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan.

**Tabel 5.** Perbandingan Konsumsi Energi Gedung *Baseline* dengan *Design*

Uraian	Konsumsi Energi (MWh/th)	Konversi (tCO <sub>2</sub> MWh)	Emisi CO <sub>2</sub> (ton/th)
<i>Baseline</i>	4,778	0,52	2,4845
<i>Design</i>	1,595	0,52	0,8296
	Pengurangan Emisi CO <sub>2</sub>		1,6549

#### EEC 5 On-Site Renewable Energy

Pada kategori bonus ini gedung tersebut tidak mendapatkan poin dikarenakan proyek ini didesain tidak menggunakan energi terbarukan, tetapi menggunakan sumber energi yang berasal dari Pembangkit Listrik Negara (PLN).

**Tabel 6.** Rekap penilaian Aspek Konservasi dan Efisiensi Energi (EEC)

No	Kriteria Konservasi dan Efisiensi Energi	Poin	Poin Maks.
EEC P1	Pemasangan Sub-Meter	P	P
EEC P2	Perhitungan OTTV	P	P
EEC 1	Efisiensi dan Konservasi Energi	5	20
EEC 2	Pencahayaan Alami	2	4
EEC 3	Ventilasi	1	1
EEC 4	Pengaruh Perubahan Iklim	1	1
EEC 5	Energi Terbarukan dalam Tapak	0	5
Total Nilai Kategori EEC		9	26
Persentase		34,61%	100%

Berdasarkan pada tabel diatas menunjukkan bahwa persentase penerapan aspek Konservasi dan Efisiensi Energi di Gedung Mall Living World Denpasar adalah sebesar 34,61%. Maka, proyek pembangunan gedung Mall Living World Denpasar tidak memenuhi kriteria peringkat sesuai dengan *GreenShip Rating Tools for New Building* versi 1.2 GBCI. Untuk dapat mencapai sertifikasi/peringkat, maka diperlukan saran rekomendasi teknis untuk mendapatkan peringkat/sertifikasi yang lebih baik kedepannya.

#### Rekomendasi Teknis Peningkatan Rating

Rekomendasi dilakukan untuk memenuhi beberapa tolak ukur yang belum terpenuhi, antara lain:

##### 1. EEC 1 Efisiensi dan Konservasi Energi

###### a. Penurunan Nilai OTTV

Berdasarkan SNI 03-6389-2011 [4] menurunkan nilai OTTV dapat dilakukan dengan cara mengganti warna pelapis (cat) pada fasad dengan warna yang lebih cerah sehingga dapat menurunkan nilai absorbtans radiasi matahari ( $\alpha$ ) dan mengganti material kaca dengan nilai koefisien peneduh dari sistem fenetrasi (SC) yang lebih rendah.

**Tabel 7.** Perbandingan Spesifikasi Cat Permukaan Dinding Eksterior Antara Gedung Desain Dengan Rekomendasi

Spesifikasi	Desain	Rekomendasi
Warna	Abu-Abu	Putih Semikilap
Nilai $\alpha$	0,91	0,25

**Tabel 8.** Perbandingan Sistem Fenetrasi Antara Desain Dengan Rekomendasi

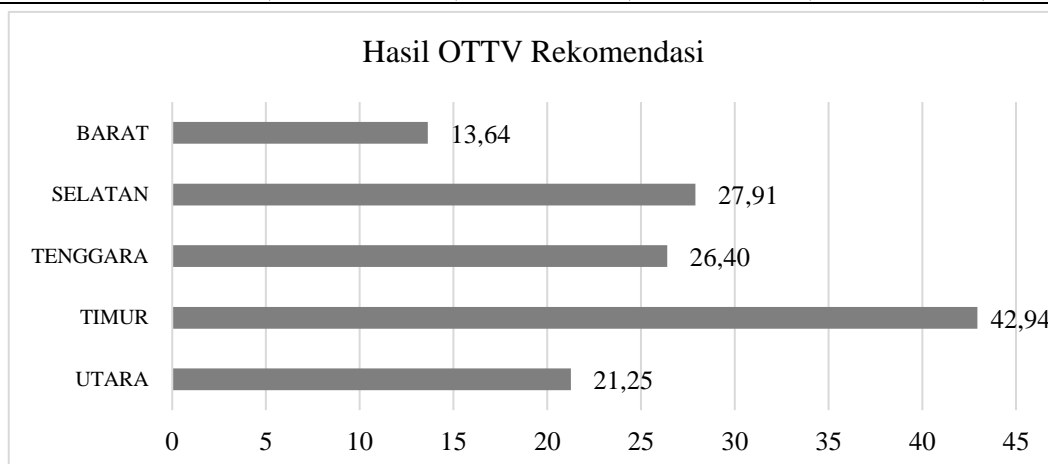
Tipe	Keterangan	Jenis Kaca	SC
F1	Desain	Annealed glass 8 mm	0,90
	Rekomendasi	Annealed glass 12 mm	0,84

F2	Desain	Tempered clear glass 10 mm	0,56
	Rekomendasi	Tempered clear glass 12 mm	0,55
F3	Desain	Laminated glass 12 mm	0,83
	Rekomendasi	Laminated glass 13 mm	0,81
F4	Desain	Tempered clear glass 12 mm	0,54
	Rekomendasi	Tempered clear glass 15 mm	0,51

Dengan mengganti warna cat permukaan dinding eksterior (nilai  $\alpha$ ) dan mengganti material kaca (nilai SC) maka didapat nilai OTTV sebesar 26,43 W/m<sup>2</sup>.

**Tabel 9.** Hasil OTTV Rekomendasi

No	Orientasi	Konduksi melalui Dinding Watt	Konduksi melalui Bukaannya Watt	Radiasi melalui Bukaannya Watt	Total Watt	Total Area Fasad m <sup>2</sup>	OTTV watt/m <sup>2</sup>
1	Utara	21.756,36	7.520,96	29.242,20	58.519,52	2.753,40	21,25
2	Timur	97.011,96	38.419,49	109.795,79	245.227,24	5.711,13	42,94
3	Tenggara	21.447,72	14.170,75	24.653,82	60.272,29	2.282,63	26,40
4	Selatan	5.131,18	8.568,14	23.595,18	37.294,50	1.336,32	27,91
5	Barat	102.761,09	6.024,87	34.083,93	142.869,89	10.477,79	13,64
<b>TOTAL</b>		<b>252.323,23</b>	<b>248.108,31</b>	<b>74.704,20</b>	<b>221.370,92</b>	<b>544.183,43</b>	<b>26,43</b>



**Gambar 2.** Hasil OTTV Rekomendasi

Dari hasil perhitungan rekomendasi, maka didapat besar nilai OTTV telah memenuhi kriteria *green building* sesuai dengan SNI 03-6389-2011 yaitu maksimal 35 W/m<sup>2</sup> [4]. Berdasarkan SNI 03-6389-2011, maka penulis merekomendasikan mengganti warna cat eksterior menggunakan warna yang lebih cerah dan mengganti material kaca dengan bahan yang menghasilkan nilai SC yang lebih kecil. Pada sisi timur nilai OTTV masih melebihi dari persyaratan yaitu 42,94 W/m<sup>2</sup>. Hal ini dikarenakan pada sisi timur memiliki luas bukaan jendela yang paling besar. Sehingga, untuk mengatasi tingginya nilai OTTV pada sisi timur maka dilakukan pengurangan luasan jendela atau memperkecil nilai WWR. Dengan mengganti warna cat eksterior dan material kaca, nilai OTTV rata-rata gedung ini telah memenuhi aspek *green building*.

#### b. Efisiensi Pencahayaan Buatan

Pada gedung ini menggunakan lampu TLED-T8 20 watt. Sesuai SNI 03-6197-2011 untuk mal daya pencahayaan maksimum sebesar 15 w/m<sup>2</sup> dengan target acuan penghematan nilai beban sebesar 11 w/m<sup>2</sup> [7]. Maka untuk mencapai sub aspek ini yaitu dengan mengganti lampu TLED-T8 20 watt menjadi lampu TLED-T5 11 watt. Alasan pemilihan penggantian lampu tersebut karena lampu TLED-T5 memiliki kelebihan dibandingkan dengan lampu TLED-T8 yaitu dari konsumsi daya listrik. Lampu TLED-T5 lebih sedikit mengonsumsi energi dari pada lampu TLED-T8

dengan perbedaan penghematan sebesar 33,3% sehingga memberikan penghematan biaya konsumsi setiap pemakaiannya [9].

## 2. EEC 2 Pencahayaan Alami

Rekomendasi yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan lux sensor dan *motion* sensor. Untuk lux sensor digunakan dengan cara zoning dengan satu sensor diaplikasikan untuk satu zona (1 ruang kerja), sedangkan untuk *motion* sensor digunakan pada setiap toilet. Penggunaan *motion sensor* pada toilet lebih efisien dalam penggunaan daya listrik yaitu sebesar 31,67% [10].

## 3. EEC 5 Energi Terbarukan dalam Tapak

Salah satu penerapan yang dapat dilakukan yaitu menggunakan sistem tenaga surya pada atap gedung. Penerapan panel surya menghasilkan efisiensi hingga 20% [11]. Salah satu manfaat yang signifikan dari diterapkannya panel surya yaitu dapat menghemat biaya listrik bulanan.

## Simpulan

1. Tingkat penerapan *green building* pada kategori/aspek Konservasi dan Efisiensi Energi (*Energy Efficiency and Conservation/EEC*) pada proyek pembangunan Gedung Mall Living World Denpasar telah memenuhi 6 kriteria kelayakan bangunan (*eligibility*) serta 2 kriteria prasyarat dan 4 kriteria kredit dengan memperoleh 9 poin dari 26 poin maksimum.
2. Hasil penilaian yang telah dilakukan berdasarkan peraturan *Greenship for New Building Version 1.2* GBCI, bahwa proyek pembangunan Gedung Mall Living World Denpasar telah menerapkan *green building* pada aspek Konservasi dan Efisiensi Energi (*Energy Efficiency and Conservation/EEC*) memperoleh 9 poin dari 26 poin maksimum atau setara dengan 34,61%. Sehingga berdasarkan hasil nilai dan persentase tersebut pada penelitian di proyek pembangunan Gedung Mall Living World Denpasar belum mendapatkan peringkat berdasarkan GBCI.

## Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan kemampuan dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan artikel ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para dosen, pemberi data, dan rekan-rekan atas bantuan, dukungan, kesabaran, kontribusi, dan masukannya yang berharga sehingga artikel ini dapat diselesaikan.

## Referensi

- [1] Abidin, Yumetri. *Lingkungan Hidup Global*. Jakarta: UNAS Press. 2021. pp. 56.
- [2] Widyawati, RA Laksmi, "Green Building Dalam Pembangunan Berkelanjutan Konsep Hemat Energi Menuju Green Building di Jakarta," *Jurnal KaLIBRASI-Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, vol. 13, 2018.
- [3] Green Building Council Indonesia. (2021). *Green Building Council Indonesia*. Dipetik Juni 1, 2021. dari <http://www.gbcindonesia.org>.
- [4] SNI 03-6389-2011 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [5] Santoso, N. & Suriansyah, Y., "Optimization Building Enclosure Redesign to Fulfill Natural Lighting Intensity Standard and OTTV in South Quarter Jakarta Office Building Based on Greenship Criteria," *Riset Arsitektur (RISA)*, vol. 3 no. 3, July 2019, pp. 258-276.
- [6] N. Miyoshi, et al., "Centrifugal Chiller Using HFO-1233zd(E)," *Jraia International Symposium*, 2016.
- [7] SNI 03-6197-2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [8] Huang, Shifang, et al., "Experimental Study of Heat and Mass Transfer Characteristics in A Cross-Flow Heating Tower," *International Journal of Refrigeration*, 77<sup>th</sup> ed., 2017, pp. 116-127.

- [9] Candra, H., Setyaningsih, E., & Beng, J. T., “Analisis Efisiensi Konsumsi Daya Listrik dan Biaya Operasional Lampu TL-LED Terhadap Lampu TL-T8,” *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, vol. 2 no. 1, 2018, pp. 186-193.
- [10] Lukman, M. P., et al., “Sistem Lampu Otomatis Dengan Sensor Gerak, Sensor Suhu dan Sensor Suara Berbasis Mikrokontroler,” *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, vol. 1 no. 2, Oktober 2018, pp. 100-108.
- [11] Yulianto, B., *Memanen Energi Matahari*, Bandung: ITB, 2017, pp 6.