

**ANALISIS TINGKAT IMPLEMENTASI KONSTRUKSI HIJAU
PADA BANGUNAN GEDUNG PRA SEKOLAH DI KOTA
PEKANBARU**

Studi Kasus: TK YLPI - Pekanbaru

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Universitas Islam Riau

Pekanbaru



DISUSUN OLEH:

NABILA SUKMA

193110693

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS TINGKAT IMPLEMENTASI KONSTRUKSI HIJAU
PADA BANGUNAN GEDUNG PRA SEKOLAH DI KOTA
PEKANBARU. STUDI KASUS: TK YLPI – PEKANBARU**

Disusun Oleh :

**NABILA SUKMA
NPM : 193110693**

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dr. Deddy Purnomo Retno, S.T., M.T
Pembimbing


Tanggal : 13 November 2023

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS TINGKAT IMPLEMENTASI KONSTRUKSI HIJAU
PADA BANGUNAN GEDUNG PRA SEKOLAH DI KOTA
PEKANBARU. STUDI KASUS: TK YLPI – PEKANBARU**

Disusun Oleh :

**NABILA SUKMA
NPM : 193110693**

*Telah Diuji Didepan Dewan Peguji Pada Tanggal 13 November 2023
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima*

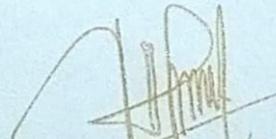
SUSUNAN DEWAN PENGUJI



Dr. Deddy Purnomo Retno, S.T., M.T
Dosen Pembimbing



Dr. Elizar, S.T., M.T.
Dosen Penguji



Sapitri, S.T., M.T.
Dosen Penguji

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Strata 1). Baik di Universitas Islam Riau maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas di cantumkan dalam Daftar Pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi

Pekanbaru, 29 November 2023
Yang bersangkutan pernyataan



NABILA SUKMA
NPM 193110693

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbilalamin, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul **“Analisis Tingkat Implementasi Konstruksi Hijau Pada Bangunan Gedung Pra Sekolah di Kota Pekanbaru. Studi Kasus: TK YLPI - Pekanbaru”**.

Proposal penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Strata-1 pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.

Penulis menyadari dalam penulisan proposal penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan proposal penelitian ini.

Maka, dalam kesempatan ini pula penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Deddy Purnomo, S.T., M.T selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama proses penyelesaian proposal penelitian ini. Penulis sangat berharap semoga proposal penelitian ini bermanfaat bagi kita semua. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Pekanbaru, November 2023

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini diajukan guna memenuhi salah syarat dalam menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

Adapun judul Tugas Akhir ini adalah “**Analisis Tingkat Implementasi Konstruksi Hijau Pada Bangunan Gedung Pra Sekolah Di Kota Pekanbaru. Studi Kasus: TK YLPI - Pekanbaru**”. Dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah memberi arahan, saran dan motivasi dalam proses penulisan Tugas Akhir ini. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Syafrinaldi, SH., MCL. selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng Muslim, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Mursyidah, Ssi. MSc, sebagai Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri, ST., MT. sebagai Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir. Akmar Efendi, S.Kom., M.Kom, sebagai Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiyati, ST, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Ibu Safitri, ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dan sebagai Dosen Penguji II.
8. Bapak Dr. Deddy Purnomo Retno, ST., MT. sebagai dosen pembimbing Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
9. Ibu Dr. Elizar, ST., MT. Selaku Dosen Penguji I
10. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

11. Seluruh Staf dan Karyawan/i Tata Usaha (TU) Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Terima kasih kepada Kepala Sekolah, Guru, dan Seluruh Staf TK YLPI Pekanbaru yang telah memberi izin dan bantuan sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian untuk skripsi di sekolah ini dengan baik.
13. Terimakasih kepada Keluarga khususnya Papa (Irwan) dan Mama (Riza Delvira) tercinta sebagai Orang Tua penulis, yang selalu memberikan dukungan dan doa serta sangat berperan penting dalam proses perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini dan terimakasih kepada Adik tersayang Zahid Dzakwan yang telah mendukung selama proses pembuatan skripsi ini.
14. Teman-teman Seperjuangan Mahasiswa/I jurusan Teknik Sipil Angkatan 2019 yang selalu memberikan semangat dan bantuan dalam Proses perkuliahan hingga pada tahap menyelesaikan Tugas Akhir ini.
15. Terimakasih untuk Orang-orang baik yang tidak dapat disebutkan satu persatu namanya, terimakasih atas segala hal baik yang telah diberikan untuk penulis.
16. Terimakasih untuk Diriku sendiri yang sudah berani melangkah dan tidak menyerah, terimakasih selalu bersemangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini dan insyaallah seterusnya. Aku bangga untuk setiap langkah kecilku.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Untuk itu penulis berharap kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Semoga ALLAH SWT. Selalu memberikan berkah dan karunia kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan dukungan kepada penulis selama mengikuti pendidikan S1 Teknik Sipil di Universitas Islam Riau.

Aamiin ya Rabbal'alamin . . .

Pekanbaru, November 2023

Nabila Sukma
193110693

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum.....	5
2.2 Penelitian Terdahulu.....	5
2.3 Keaslian Penelitian	8
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Konsep <i>Green Construction</i>	10
3.1.1 Manfaat <i>Green Construction</i>	11
3.1.2 Aspek <i>Green Construction</i>	12
3.2 Konsep <i>Green Building</i>	13
3.3 Gedung Pra Sekolah	14
3.4 <i>International Finance Corporation (IFC)</i>	15
3.5 Aplikasi EDGE.....	16
3.6 Sertifikasi EDGE	18
3.7 Poin poin pada sertifikasi EDGE.....	20
3.7.1 Tindakan Penghematan Energi	21
3.7.2 Tindakan Penghematan Air.....	27
3.7.3 Tindakan Penghematan Material (Bahan).....	31

3.8	Konservasi dan Efisiensi Energi.....	33
3.9	Konservasi dan Efisiensi Air.....	34
3.10	Konservasi dan Efisiensi Material.....	36
BAB IV METODE PENELITIAN		38
4.1	Umum.....	38
4.2	Lokasi Penelitian.....	38
4.3	Variable Penelitian.....	38
4.4	Data Sekunder.....	39
4.5	Instrumen Penelitian.....	40
4.6	Tahapan Penelitian.....	41
4.7	Tahapan <i>Assessment</i> pada EDGE.....	43
4.8	Jadwal Rencana Penelitian.....	45
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		46
5.1	Data desain Gedung TK YLPI.....	46
5.2	EEM (Energy Efficiency Measures).....	48
5.3	WEM (Water Efficiencies Measures).....	64
5.4	MEM (Material Efficiencies Measures).....	65
5.5	Analisis Hasil.....	75
5.6	Identifikasi Perbaikan.....	76
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		79
6.1	Kesimpulan.....	79
6.2	Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA.....		81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	8
Tabel 3.1 Rumusan Variabel Terkait Efisiensi & Konservasi Energi	34
Tabel 3.2 Rumusan Variabel Terkait Konservasi Air	35
Tabel 3.3 Rumusan Variabel Terkait Green Material	37
Tabel 4.1 Spesifikasi Umum Gedung TK YLPI	39
Tabel 4.2 Macam – macam Alat Penelitian dan Fungsinya	40
Tabel 4.3 Jadwal Rencana Penelitian	45
Tabel 5.1 Input Data Bangunan	47
Tabel 5.2 Tabel Perincian Area dan Beban	48
Tabel 5.3 Hasil Penghematan Energi pada Gedung TK YLPI Pekanbaru	52
Tabel 5.4 Perhitungan Window Wall Ratio Gedung A TK - YLPI	53
Tabel 5.5 Perhitungan Window Wall Ratio Gedung B TK - YLPI	54
Tabel 5.6 Perhitungan Window Wall Ratio Gedung C TK – YLPI	55
Tabel 5.7 Hasil Penghematan Material pada Gedung TK YLPI Pekanbaru	68
Tabel 5.8 Penilaian Penerapan Efisiensi Terhadap Energi Air dan Material	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Ilustrasi Besaran Efisiensi Biaya Yang Dapat Diperoleh dari Penerapan Green Construction (Persero, 2013).....	11
Gambar 3.2 IFC (IFC, 2023).....	16
Gambar 3.3 EDGE (EDGE, 2023).....	16
Gambar 3. 4 Halaman Awal EDGE Building (EDGE, 2023).....	17
Gambar 3. 5 Tingkat Sertifikasi EDGE (EDGE, 2023).....	18
Gambar 3.6 Tampilan Pengisian Tindakan Penghematan Energi (EDGE, 2023)	21
Gambar 3.7 Tampilan Pengisian Tindakan Penghematan Air (EDGE, 2023).....	27
Gambar 3.8 Tampilan Pengisian Tindakan Penghematan Bahan/Material (EDGE, 2023)	31
Gambar 4.1 Lokasi TK – YLPI Pekanbaru (Google Maps, 2023)	38
Gambar 4.2 Flowchart Penelitian.....	43
Gambar 4.3 Diagram Alir Assesment pada EDGE	45
Gambar 5.1 Gedung TK YLPI.....	46
Gambar 5.2 Data Lokasi Gedung (EDGE, 2023)	47
Gambar 5.3 Hasil Efisiensi Energi pada Gedung A TK YLPI	49
Gambar 5.4 Hasil Efisiensi Energi pada Gedung B TK YLPI.....	50
Gambar 5.5 Hasil Efisiensi Energi pada Gedung C TK YLPI.....	51
Gambar 5.6 Input Data pada EEM01* Gedung A	54
Gambar 5.7 Input Data pada EEM01* Gedung B.....	54
Gambar 5.8 Input Data pada EEM01* Gedung C.....	55
Gambar 5.9 Input Data pada EEM02 untuk Gedung TK YLPI.....	56
Gambar 5.10 Input Data pada EEM03 untuk Gedung A TK YLPI.....	57
Gambar 5.11 Input Data pada EEM03 untuk Gedung B TK YLPI	57
Gambar 5.12 Input Data pada EEM03 untuk Gedung C TK YLPI	58
Gambar 5.13 Input Data pada EEM05* untuk Gedung TK YLPI.....	58
Gambar 5.14 Input Data pada EEM08* Gedung TK YLPI.....	59
Gambar 5.15 Input Data pada EEM09* Gedung TK YLPI.....	60
Gambar 5.16 Input Data pada EEM11 Gedung A TK – YLPI	61
Gambar 5.17 Input Data pada EEM11 Gedung B TK – YLPI	61
Gambar 5.18 Input Data pada EEM11 Gedung C TK – YLPI	62

Gambar 5.19 Input Data pada EEM12 Gedung TK – YLPI.....	63
Gambar 5.20 Input Data pada EEM22 dan EEM23 Gedung TK YLPI.....	63
Gambar 5.21 Hasil Efisiensi Air Gedung B.....	64
Gambar 5.22 Input Data Kalkulator WEM04 pada Gedung B	65
Gambar 5.23 Hasil Efisiensi Material Gedung A TK YLPI	66
Gambar 5.24 Hasil Efisiensi Material Gedung B dan Gedung C TK YLPI	67
Gambar 5.25 Input Data pada MEM01* untuk Gedung Gedung TK YLPI	68
Gambar 5.26 Input Data pada MEM03* untuk Gedung TK YLPI.....	69
Gambar 5.27 Input Data pada MEM04* untuk Gedung TK YLPI.....	70
Gambar 5.28 Input Data pada MEM05* untuk Gedung TK YLPI.....	70
Gambar 5.29 Input Data pada MEM06* untuk Gedung TK YLPI.....	71
Gambar 5.30 Input Data pada MEM07* untuk Gedung A dan Gedung C TK YLPI	72
Gambar 5.31 Input Data pada MEM07* untuk Gedung B TK YLPI	72
Gambar 5.32 Input Data pada MEM08* untuk Gedung A, Gedung B dan Gedung C TK YLPI.....	73
Gambar 5.33 Input Data pada MEM09*	73
Gambar 5.34 Input Data pada MEM10*	74
Gambar 5.35 Optimalisasi EEM13*	77
Gambar 5.36 Optimalisasi EEM22 dan EEM23	78

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Assesment EDGE 3.0 pada Bangunan Eksisting
- Lampiran 2 Tingkat Efisiensi Energi Bangunan Eksisting
- Lampiran 3 Tingkat Efisiensi Air Bangunan Eksisting
- Lampiran 4 Tingkat Efisiensi Material Bangunan Eksisting
- Lampiran 5 Hasil Optimasi Efisiensi Energi
- Lampiran 6 Denah Gedung TK YLPI
- Lampiran 7 Dokumen 3D Sketchup Gedung TK YLPI
- Lampiran 8 Dokumentasi Lapangan
- Lampiran 9 Dokumen Skripsi



ABSTRAK

ANALISIS TINGKAT IMPLEMENTASI KONSTRUKSI HIJAU PADA BANGUNAN GEDUNG PRA SEKOLAH DI KOTA PEKANBARU

Studi Kasus: TK YLPI - Pekanbaru

NABILA SUKMA
193110693

Gedung sekolah, khususnya TK, memiliki peran penting dalam membentuk perilaku ramah lingkungan sejak dini. Maka dari itu, sangat penting untuk memastikan gedung TK sendiri sudah menerapkan konsep konstruksi hijau. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah gedung pra sekolah TK YLPI telah menerapkan konsep konstruksi hijau, menganalisis tingkat efisiensi energi, air dan material berdasarkan standar EDGE, serta melakukan optimalisasi kinerja bangunan.

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data sekunder berupa gambar kerja (as built drawing) dan dokumen 3D Sketchup, kemudian melakukan input data desain bangunan pada aplikasi EDGE untuk mengukur tingkat efisiensi. Variabel yang diteliti meliputi EEM (Energy Efficiency Measures), WEM (Water Efficiency Measures) dan MEM (Materials Efficiency Measures).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa TK YLPI belum memenuhi standar minimum efisiensi energi, air dan material secara optimal yaitu minimum 20%. Pada efisiensi energi Gedung A memperoleh tingkat efisiensi energi sebesar 2,71%, Gedung B 19,42%, dan Gedung C 10,89% hal ini menunjukkan bahwa ketiga Gedung TK YLPI belum mencapai standar minimum EDGE untuk efisiensi energi yaitu 20%. Pada efisiensi air Gedung B mencapai skor efisiensi sebesar 32,76% yang menunjukkan bahwa Gedung B sudah mencapai skor minimum efisiensi air pada sistem EDGE yaitu minimum 20%. Assessment pada efisiensi air tidak dilakukan terhadap Gedung A dan Gedung C dikarenakan pada Gedung A dan Gedung C tidak menggunakan air. Hasil assessment pada efisiensi material menunjukkan bahwa ketiga Gedung telah mencapai standar minimum sistem EDGE untuk efisiensi material yaitu 20%. Dimana pada Gedung A mendapatkan skor 80%, pada Gedung B dan Gedung C mendapatkan hasil 73%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa Gedung TK YLPI Pekanbaru perlu dilakukan optimalisasi terhadap penghematan energi dikarenakan belum mencapai standar minimum sistem EDGE yaitu 20%. Optimasi pada efisiensi energi dapat dilakukan dengan menambahkan sistem pendingin berupa AC dan mengganti sistem pencahayaan.

Kata Kunci: *konstruksi hijau, efisiensi energi, air dan material, edge.*

ABSTRACT

IMPLEMENTATION ANALYSIS OF GREEN CONSTRUCTION IN PRE-SCHOOL BUILDING IN PEKANBARU CITY

Case Study: TK YLPI - Pekanbaru

NABILA SUKMA

193110693

Preschool buildings, especially kindergartens, play an important role in shaping environmentally friendly behavior from an early age. Therefore, it is very important to ensure that the kindergarten buildings themselves have implemented the concept of green construction. The purpose of this study is to determine whether the YLPI kindergarten preschool building has implemented the concept of green construction, analyze the level of energy, water and material efficiency based on EDGE standards, and optimize building performance.

The research method used is to collect secondary data in the form of work drawings (as built drawings) and 3D Sketchup documents, then input building design data into the EDGE application to measure the level of efficiency. The variables studied included EEM (Energy Efficiency Measures), WEM (Water Efficiency Measures) and MEM (Materials Efficiency Measures).

The results showed that YLPI kindergarten has not met the minimum efficiency standards for energy, water and materials optimally, which is a minimum of 20%. In energy efficiency, Building A obtained an energy efficiency rate of 2.71%, Building B 19.42%, and Building C 10.89%, this shows that the three YLPI Kindergarten Buildings have not reached the minimum EDGE standard for energy efficiency which is 20%. In water efficiency, Building B reached an efficiency score of 32.76% which indicates that Building B has reached the minimum water efficiency score in the EDGE system which is a minimum of 20%. Assessment of water efficiency was not carried out on Building A and Building C because Building A and Building C did not use water. The results of the assessment on material efficiency show that all three buildings have reached the minimum EDGE system standard for material efficiency which is 20%. Where Building A scored 80%, Buildings B and C scored 73%. Based on these results, it can be concluded that the YLPI Kindergarten Pekanbaru building needs to be optimized for energy savings because it has not reached the minimum EDGE system standard of 20%. Optimization of energy efficiency can be done by adding cooling systems such as air conditioning and replacing lighting systems.

Keywords: *green construction, energy efficiency, water and materials, edge*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara berkembang, Indonesia berupaya untuk memajukan pembangunan konstruksi. Sering kali pembangunan tidak selaras dengan lingkungan hidup di sekitarnya sehingga menimbulkan dampak yang tidak diinginkan. Sektor konstruksi menjadi salah satu konsumen utama dari sumber yang tidak terbarukan dan operasional gedung dari sektor konstruksi menunjukkan bahwa 30% - 40% sumber daya telah dieksploitasi secara rutin dan turut menyumbang 50% dari gas CO² (Barrow, 2000).

Untuk mengurangi tingkat kerusakan lingkungan seperti hilangnya lahan hijau, pemanasan global, kerusakan ekosistem, polusi udara dan air serta penggunaan sumber daya alam yang berlebihan, maka Indonesia saat ini mulai menerapkan pembangunan konstruksi yang ramah lingkungan atau lebih dikenal dengan konstruksi hijau (*green construction*). Hoffman (2008) menyatakan *green construction* atau konstruksi hijau adalah istilah yang meliputi strategis, teknis dan produk konstruksi yang dalam pelaksanaannya sedikit menggunakan bahan yang menyebabkan pencemaran lingkungan (Hoffman & Henn, 2008). Di Indonesia sendiri terdapat beberapa peraturan (regulasi) yang mengatur tentang konstruksi hijau salah satunya yaitu Peraturan Gubernur (PERGUB) Nomor 38 Tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau dan Peraturan Gubernur (PERGUB) Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 60 Tahun 2022 tentang Bangunan Gedung Hijau. PERGUB ini juga memberikan panduan dan persyaratan untuk bangunan gedung hijau, termasuk gedung pendidikan (Affiza, 2022).

Salah satu metode yg digunakan untuk menilai konstruksi hijau adalah EDGE. *Excellence in Design for Greater Efficiencies* (EDGE) adalah sebuah program sertifikasi bangunan hijau yang merupakan inovasi dari IFC (*International Finance Corporation*) anggota Grup Bank Dunia yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dalam bangunan. *Excellence in Design for Greater Efficiencies* (EDGE) memperkenalkan standarisasi penilaian

bangunan hijau berbasis aplikasi web yang memungkinkan pengembang dan pemilik bangunan untuk mengevaluasi kinerja lingkungan dan efisiensi sumber daya dari bangunan baru ataupun bangunan yang sudah ada (EDGE, 2023). Variabel yang akan digunakan pada penelitian ini adalah energi, air dan material sesuai dengan EDGE 3.0 dimana nanti nya pada penelitian ini akan mencakup penentuan solusi optimalisasi terhadap bangunan yang menjadi objek penelitian

Kota Pekanbaru merupakan salah satu kota terbesar di Indonesia yang terus meningkatkan perkembangan konstruksi. Hal ini terlihat dari pentingnya bidang konstruksi dalam pembangunan infrastruktur Kota Pekanbaru. Untuk dapat mengetahui tingkat implementasi konstruksi hijau di Kota Pekanbaru maka perlu dilakukan penelitian terhadap gedung ataupun bangunan di Kota Pekanbaru seperti gedung perkantoran, rumah sakit, sekolah ataupun fasilitas umum lainnya.

Di Kota Pekanbaru, konsep *green construction* atau bangunan hijau telah diterapkan. Beberapa sumber menyebutkan adanya penerapan konsep bangunan hijau di Pekanbaru, seperti penerapan konsep *greenship neighborhood* pada kawasan perumahan *Cluster Bali Pavilion di Pekanbaru* (Fajri, 2021). Selain itu, terdapat juga contoh penerapan *green architecture* pada proyek *Condotel* di Tenayan, Pekanbaru. Meskipun informasi yang ditemukan terbatas, hal ini menunjukkan bahwa konsep *green construction* telah diterapkan di Kota Pekanbaru (Wicaksana & Rachman, 2018).

Bangunan gedung memiliki fungsi yang sangat penting bagi kehidupan manusia terutama untuk tempat belajar seperti gedung pra sekolah. Namun, pembangunan gedung juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan seperti penggunaan energi yang tinggi dan limbah konstruksi yang mencemari lingkungan. Oleh karena itu, dibutuhkan optimalisasi bangunan hijau sebagai solusi untuk mengurangi dampak negatif tersebut.

Dalam hal ini yang menjadi sasaran penelitian adalah bangunan sekolah yang ada di Kota Pekanbaru, khusus nya TK YLPI. Dimana YLPI (Yayasan Lembaga Pendidikan Islam) merupakan Yayasan yang bergerak di bidang pendidikan yang awalnya merupakan hasil pengembangan dari Lembaga Pendidikan Islam (LPI) yang berdiri pada tahun 1951. Tokoh YLPI lebih dulu mendirikan SMP Islam pada tanggal 25 September 1950, kemudian baru membentuk YLPI Riau pada tanggal

30 Maret 1957. Saat ini, YLPI telah berhasil mengembangkan lembaga – lembaga pendidikan di Provinsi Riau, seperti TK, SD, SMP, dan Universitas (Universitas Islam Riau).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa tingkat implementasi konstruksi hijau di TK YLPI menggunakan metode EDGE. Dalam penelitian ini, akan dilakukan pengumpulan data yang dapat dijadikan bahan untuk diolah lebih lanjut. Setelah itu, dilakukan evaluasi untuk menganalisis bagaimana performa yang dihasilkan dari implementasi konstruksi hijau di TK YLPI menggunakan EDGE.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka didapat perumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah gedung pra sekolah TK YLPI telah menerapkan konsep konstruksi hijau?
2. Berapa tingkat efisiensi pada aspek energi, air dan material pada gedung pra sekolah TK YLPI menurut sistem EDGE?
3. Apakah kinerja bangunan pada gedung pra sekolah TK YLPI masih dapat dioptimalkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui apakah gedung pra sekolah TK YLPI telah menerapkan konsep konstruksi hijau.
2. Menganalisa tingkat penerapan bangunan berdasarkan standar bangunan hijau berbasis EDGE pada aspek energi, air dan material.
3. Optimalisasi kinerja bangunan gedung pra sekolah berdasarkan standar bangunan hijau berbasis EDGE.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Meningkatkan efisiensi penggunaan energi pada bangunan hijau berbasis EDGE, sehingga dapat mengurangi biaya operasional dan dampak lingkungan yang dihasilkan.
2. Menjadi acuan bagi perancang bangunan untuk mengoptimalkan kinerja bangunan hijau berbasis EDGE, sehingga dapat mempercepat adopsi teknologi bangunan hijau di Indonesia.
3. Meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya bangunan hijau berbasis EDGE sebagai solusi untuk mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan kualitas hidup.
4. Memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi bangunan hijau berbasis EDGE, sehingga dapat memperkaya pengetahuan dan inovasi di bidang arsitektur dan teknik sipil.

1.5 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini, penulis membatasi ruang lingkup sebagai berikut:

1. Penelitian ini akan difokuskan untuk meneliti tingkat efisiensi penghematan energi, air dan material pada gedung pra sekolah TK – YLPI Pekanbaru menggunakan software EDGE.
2. Penelitian dilakukan terhadap gedung pra sekolah TK – YLPI, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau.
3. Assessment terhadap efisiensi air hanya dilakukan pada Gedung B, untuk Gedung A dan Gedung C tidak dilakukan assessment terhadap efisiensi air dikarenakan pada Gedung A dan C tidak menggunakan air.
4. Kajian ini tidak membahas masalah-masalah lain yang terkait dengan pembangunan gedung pra sekolah, seperti perencanaan tata ruang kawasan, permasalahan lingkungan, dan sebagainya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka merupakan peninjauan kembali terhadap penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian yang akan dilakukan. Peninjauan dilakukan untuk memberikan solusi agar mendapatkan hasil penelitian yang memuaskan. Sesuai dengan aktivitas tersebut, suatu tinjauan pustaka berfungsi sebagai peninjauan kembali pustaka tentang masalah yang dihadapi. Pada penelitian ini menggunakan tinjauan pustaka dari peneliti-peneliti sebelumnya yang telah diterbitkan, buku-buku, atau artikel yang ditulis oleh para peneliti terdahulu.

2.2 Penelitian Terdahulu

Wardhana, K.M.P (2022) telah melakukan penelitian dengan judul “Penerapan *Green Building* Pada Aspek Konservasi dan Efisiensi Energi (*Energy Efficiency And Conservation*) Pada Gedung *Mall Living World* Denpasar”. 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)*.

Putra, I.P.A.W.D (2021) telah melakukan penelitian dengan judul “Analisis Implementasi Konstruksi Hijau Menggunakan Model *Assessment Green Construction* (Studi Kasus Proyek Pembangunan Pasar Umum Gianyar)”. Penelitian bertujuan mengidentifikasi dan menilai implementasi konstruksi hijau

pada Proyek Pembangunan Pasar Umum Gianyar serta mengetahui faktor kendala dominan dalam pengimplementasiannya. Metode yang digunakan yaitu deskriptif kualitatif dan analisis data menggunakan formula MAGC untuk mendapatkan NGC (*Nilai Green Construction*). Selanjutnya untuk indikator yang tidak terimplementasi, diidentifikasi kendalanya melalui kuesioner dan ditentukan faktor kendala dominannya. Total *Nilai Green Construction* yaitu 80 implementasi (56,34%) untuk Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja yakni 15 implementasi (75%), untuk Aspek Kualitas Udara dan Kenyamanan yakni 7 (43,75%), untuk Aspek Manajemen Lingkungan Bangunan yakni 24 (61,54%), untuk Aspek Sumber dan Siklus Material yakni 9 (60%), untuk Aspek Tepat Guna Lahan yakni 13 (59,09%), dan untuk Aspek Konservasi Air dan Energi yakni 12 (40%) sehingga belum mencapai NGC_{Ideal} yakni 142 (100%) maupun NGC Terbaik yakni 107 (70,35%). Selain itu kendala dominan dalam mengimplementasikan konstruksi hijau yaitu faktor kendala prioritas yang diciptakan oleh tekanan luar dimana pemerintah harus meresponnya.

Pamungkas, A.R.; Sucipto, T.L.A ; Murtiono, E.S. ; Farkhan, A. (2019) telah melakukan penelitian dengan judul “Kajian Implementasi *Green Bulding* Konservasi Air Rumah Sakit UNS Berdasarkan Sistem Sertifikasi EDGE (*Excellence In Design For Greater Efficiencies*)”. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengetahui kondisi efisiensi konsumsi kebutuhan air di Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret Surakarta (2) Mengetahui predikat Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret Surakarta mengenai konsumsi air setelah ditinjau dan diproses menggunakan sistem sertifikasi EDGE (*Excellence In Design For Greater Efficiencies*). Penelitian ini bersifat kualitatif deskriptif, dengan menggunakan *purposive* dan *snowball sampling*. Sumber data meliputi narasumber, dokumen, dan objek penelitian. Teknik pengumpulan data dengan observasi, wawancara, dan dokumen sumber penelitian. Validitas menggunakan validasi asli. Teknik analisis data menggunakan analisis isi (*Content Analysis*) aplikasi EDGE (*Excellence In Design For Greater Efficiencies*). Hasil penelitian (1) Efisiensi konsumsi air sebesar 46,04%, (2) Berdasarkan analisis data dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret Surakarta telah memenuhi standar sistem sertifikasi *green building* aplikasi EDGE (*Excellence In Design For Greater*

Efficiencies) dan dapat diajukan ke auditor guna mendapatkan sertifikasi bangunan hijau.

Tresnawati, F.U. (2018) telah melakukan penelitian dengan judul “Implementasi Konstruksi Hijau Dalam Proyek Bangunan Gedung Menggunakan Model *Assessment Green Construction* (Studi Kasus Proyek Apartemen Grand Sungkono Lagoon Tower Caspian Surabaya)”. Dari hasil pengolahan data melalui *software Expert Choice 11* didapat hasil pembobotan aspek sebesar 0,387 dan bobot faktor sebesar 0,9. Nilai tersebut digunakan sebagai perhitungan model *assessment green construction*. Nilai *green construction* yang didapat dari rata – rata penilaian 5 responden yaitu sebesar 22,24 dari NGC_{Ideal} sebesar 25,43. Faktor yang memiliki persentase ketidakcapaian paling tinggi yaitu : (a) Kualitas Udara Tahap Konstruksi sebesar 49,98%, kendalanya kurang adanya persyaratan kualitas udara yang terdapat dalam dokumen lelang/kontrak, (b) Pemilihan dan Operasional Peralatan Konstruksi sebesar 40%, kendalanya sulit didapatkan sumber energi alternatif untuk peralatan konstruksi, serta kurangnya kesadaran pekerja konstruksi mengenai *green construction*, (c) Manajemen Limbah Konstruksi sebesar 41,667%, kendalanya berupa kurangnya teknologi mengenai *green construction* untuk mengolah limbah konstruksi.

Dayantha, B.A. (2017) telah melakukan penelitian dengan judul “Studi Implementasi Konsep *Green Building* pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya”. Berdasarkan penelitian yang dilakukan sesuai dengan kriteria penilaian *GreenShip* untuk Eksisting *Building* maka didapatkan bahwa Gedung Rektorat Universitas Brawijaya mendapatkan 17 poin dan belum memenuhi persentase atau nilai minimum Predikat *GreenShip*. Setelah melakukan rekomendasi desain sesuai dengan hasil analisa kebutuhan Gedung Rektorat, pada rekomendasi desain penataan area tapak apabila diterapkan maka akan mendapatkan tambahan 8 poin, pada rekomendasi konservasi air mendapatkan tambahan 16 poin, pada rekomendasi penghematan energi mendapatkan tambahan 17 poin dan pada rekomendasi peningkatan kenyamanan akustik mendapatkan tambahan 1 poin. Sehingga dapat disimpulkan rekomendasi desain yang dilakukan dapat menambah poin *greenShip* pada Gedung Rektorat sebesar 42 poin sehingga Gedung Rektorat

mendapat sertifikasi *greenship-GBCI* dengan peringkat SILVER dengan total nilai poin keseluruhan sebesar 59 poin.

2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa kesamaan-kesamaan baik itu dalam bentuk teori – teori yang dipakai maupun prinsip pengerjaannya. Namun terdapat perbedaan-perbedaan seperti lokasi penelitian, jenis gedung, permasalahan dan pembahasan yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti Terdahulu	Tujuan	Metode Penelitian
1.	Dayantha, B.A. (2017)	Penelitian ini bertujuan untuk menentukan seberapa jauh konsep <i>green building</i> telah diterapkan pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya, sehingga dapat diketahui poin <i>greenship</i> yang dapat diimplementasikan untuk mengoptimalkan peringkat sertifikasi GBCI pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya	Metode evaluatif dengan melakukan pengukuran penilaian mengacu pada standar <i>Greenship Existing Building Version 1.1-GBCI</i> dengan cara observasi pengukuran secara langsung, simulasi untuk tingkat pencahayaan dan wawancara evaluasi pada objek studi yaitu Gedung Rektorat UB.
2.	Tresnawati, F.U. (2018)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk mengetahui nilai <i>green construction</i> yang dicapai oleh kontraktor. 2. Untuk mengetahui kendala yang membuat kontraktor kurang menerapkan konstruksi hijau dalam proyeknya. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk menentukan bobot penilaian digunakan <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>, setelah itu dianalisis menggunakan metode Ervianto. 2. Menggunakan studi dokumen <i>Green Contractor Assessment Sheet</i> PT. PP Persero (Tbk), dan diskusi secara langsung
3.	Wardhana, K.M.P (2022)	Menganalisa tingkat penerapan konsep <i>green building</i> dan mengetahui berapa besar konsep <i>green building</i> pada aspek Konservasi dan Efisiensi Energi (<i>Energy Efficiency and Conservation /EEC</i>) di proyek pembangunan Gedung <i>Mall Living World</i> Denpasar berdasarkan <i>Greenship Rating Tools for New Building Version 1.2 Green Building Council Indonesia (GBCI)</i> .	Metode penelitian ini berupa observasi langsung dan wawancara dengan pihak konsultan MK dan kontraktor proyek pembangunan Gedung <i>Mall Living World</i> Denpasar.

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

4.	Putra, I.P.A.W.D (2021)	Bertujuan mengidentifikasi dan menilai implementasi konstruksi hijau pada Proyek Pembangunan Pasar Umum Gianyar serta mengetahui faktor kendala dominan dalam pengimplementasiannya	Metode yang digunakan yaitu deskriptif kualitatif dan analisis data menggunakan formula MAGC untuk mendapatkan NGC (<i>Nilai Green Construction</i>).
5.	Pamungkas, dkk (2019)	(1) Mengetahui kondisi efisiensi konsumsi kebutuhan air di Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret Surakarta (2) Mengetahui predikat Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret Surakarta mengenai konsumsi air setelah ditinjau dan diproses menggunakan sistem sertifikasi EDGE (<i>Excellence In Design For Greater Efficiencies</i>).	Penelitian ini bersifat kualitatif deskriptif, dengan menggunakan <i>purposive</i> dan <i>snowball sampling</i> . Sumber data meliputi narasumber, dokumen, dan objek penelitian. Teknik pengumpulan data dengan observasi, wawancara, dan dokumen sumber penelitian. Validitas menggunakan validasi asli. Teknik analisis data menggunakan analisis isi (<i>Content Analysis</i>) aplikasi EDGE (<i>Excellence In Design For Greater Efficiencies</i>).

Pada Tabel 2.1 dapat dilihat bahwa penelitian ini serupa dengan penelitian milik Pamungkas, dkk (2019) menggunakan metode yang sama yaitu EDGE (*Excellence In Design For Greater Efficiencies*). Perbedaannya terletak pada objek dan variabel penelitian. Pada penelitian Pamungkas, dkk (2019) objek yang diteliti adalah rumah sakit dan variabel penelitiannya terbatas pada air. Sedangkan pada penelitian ini objek yang diteliti adalah Gedung TK dan akan mencakup 3 variabel sesuai standar EDGE yaitu energi, air dan juga material, lalu akan dilakukan optimalisasi pada Gedung TK YLPI ini. Sehingga menunjukkan keaslian dari penelitian yang sedang dilakukan dan menjadi pembeda dengan peneliti terdahulu.

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Konsep *Green Construction*

Konstruksi hijau (*green construction*) merupakan proses konstruksi dengan menekankan peningkatan efisiensi dalam penggunaan air, energi, dan material bangunan mulai dari desain, pembangunan, hingga pemeliharaan pembangunan tersebut ke depan. Dalam aktivitas konstruksi harus ditekankan kelestarian lingkungan, keseimbangan ekologis untuk peningkatan kualitas kehidupan segenap lapisan warga yang harus menjadi acuan dan landasan utama dalam pembangunan (Abduh & Fauzi, 2012).

Di Indonesia sendiri terdapat beberapa peraturan (regulasi) yang mengatur tentang konstruksi hijau yaitu :

1. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2010:
Regulasi ini mengatur pengadaan jasa konstruksi di Indonesia dengan tujuan mewujudkan konsep bangunan hijau.
2. Peraturan Gubernur (Pergub) Jakarta No. 38 Tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau:
Regulasi ini memberikan persyaratan teknis untuk bangunan gedung hijau baru, termasuk efisiensi energi dan air, kualitas udara dalam ruangan, pengelolaan lahan dan limbah, serta kegiatan konstruksi. Regulasi ini juga mencakup persyaratan untuk bangunan gedung hijau yang sudah ada.
3. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) No. 02/PRT/M/2015 tentang Bangunan Gedung Hijau:
Regulasi ini memberikan panduan untuk desain dan konstruksi bangunan gedung hijau, termasuk efisiensi energi dan air, kualitas lingkungan dalam ruangan, dan pengembangan situs yang berkelanjutan.
4. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) No. 21 Tahun 2021 tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau:
Regulasi ini menetapkan sistem penilaian kinerja bangunan gedung hijau di Indonesia. Regulasi ini mencakup aspek-aspek seperti efisiensi energi dan air,

kualitas lingkungan dalam ruangan, dan pengembangan situs yang berkelanjutan.(Affiza, 2022)

Menurut *United States Environment Protection Agency* (2010), *green construction* merupakan praktik membuat struktur dan menggunakan proses yang memperhatikan keadaan lingkungan dan efisiensi sumber daya sepanjang siklus hidup bangunan dari tapak untuk desain, konstruksi, operasi, pemeliharaan, renovasi, dan dekonstruksi. Praktik ini memperluas dan melengkapi desain bangunan klasik dengan memperhatikan aspek ekonomi, utilitas, daya tahan, dan kenyamanan. Sedangkan produk dari *green construction* adalah *green building* (gedung hijau) yang juga dikenal sebagai bangunan yang berkelanjutan atau berkinerja tinggi (Abduh & Fauzi, 2012).

3.1.1 Manfaat *Green Construction*

Green construction bertujuan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dari proses konstruksi. Menurut PT. Pembangunan Perumahan (Persero, 2013), penerapan *green construction* pada proyek membawa nilai tambah bagi pelaksana konstruksi yaitu dengan munculnya efisiensi pada penggunaan energi listrik, air, material, dan juga BBM. Hal ini juga akan menghemat biaya produksi pada proses konstruksi dan memberikan profit yang lebih baik kepada pelaku usaha konstruksi. Gambar 3.1 berikut memberikan ilustrasi tentang besaran efisiensi biaya yang dapat diperoleh dengan penerapan *green construction*.



Gambar 3.1 Ilustrasi Besaran Efisiensi Biaya Yang Dapat Diperoleh dari Penerapan *Green Construction* (Persero, 2013)

Sedangkan dalam Media Tren Konstruksi (2010) yang dikutip oleh Ervianto, dkk dinyatakan bahwa manfaat *green construction* adalah sebagai berikut:

a. Penghematan Energi

Konsumsi energi di sektor konstruksi tergolong tinggi sehingga perlu diupayakan menekan konsumsi energi.

b. Penghematan Air

Pekerjaan konstruksi membutuhkan sumber daya air yang cukup besar, apabila dalam proses konstruksi tidak dikelola dengan baik/ceroboh maka akan berdampak pada inefisiensi dan bencana lingkungan. Oleh karena itu sudah saatnya diperlukan standar efisiensi air dalam pekerjaan konstruksi.

c. Pengendalian Buangan Limbah Padat, Cair dan Gas

Minimalisasi jumlah buangan yang dihasilkan dari proses konstruksi dan proses *recycle* harus dilakukan guna mengurangi dampak terhadap lingkungan. Tiga hal yang dilakukan adalah *reduce*, *reuse*, dan *recycle*. (Gide, 1967)

3.1.2 Aspek *Green Construction*

Di Indonesia upaya penerapan *green construction* juga dilakukan oleh kontraktor nasional PT. Pembangunan Perumahan (PP). Adapun konsep *green construction* yang dapat direncanakan antara lain sebagai berikut:

1) Tepat Guna Lahan

Aspek ini mendorong manajemen yang baik dalam pengelolaan lahan serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar yang dapat ditimbulkan oleh kegiatan konstruksi.

2) Efisiensi dan Konservasi Energi

Aspek ini mendorong dalam penghematan konsumsi energi dengan melakukan pemantauan pemakaian dan melakukan penerapan langkah - langkah efisiensi energi, serta mengendalikan penggunaan sumber energi yang memberikan dampak terhadap lingkungan.

3) Konservasi Air

Mendorong dalam penghematan pemakaian air dengan melakukan pemantauan pemakaian dan melakukan penerapan langkah - langkah efisiensi dengan cara mengoptimalkan pemakaian air.

4) Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi

Melaksanakan pengolahan sampah selama proses konstruksi dan mendorong mengurangi terjadinya sampah sehingga mengurangi beban TPA (Tempat Pembuangan Akhir Sampah). Selain itu aspek ini juga berupaya untuk mengembangkan kualitas dalam ruangan khususnya aspek pencahayaan, kesejukan ruang serta kualitas udara termasuk dalam pengendalian asap rokok dan kebakaran.

5) Sumber dan Siklus Material

Aspek ini bertujuan untuk merencanakan dan mengoptimalkan penggunaan material untuk mengurangi pemakaian material baru dan penggunaan material ramah lingkungan untuk mengurangi limbah konstruksi.

6) Kesehatan dan Kenyamanan di Lokasi Proyek

Melakukan perencanaan dan penerapan sistem kualitas udara dengan upaya menjaga dan meningkatkan kebersihan dan kenyamanan di lingkungan proyek seperti mengurangi dampak asap rokok, debu dari kegiatan konstruksi serta tidak menggunakan material yang dapat membahayakan kesehatan. (Maulidianti et al., 2021)

3.2 Konsep *Green Building*

Diperkirakan bahwa pada tahun 2050 nanti, konsumsi energi global akan meningkat dua kali lipat. Karenanya produksi listrik juga meningkat luar biasa seraya melepas CO₂ yang merupakan kontribusi terbesar sebagai gas rumah kaca. Selama kurun waktu ratusan ribu tahun yang lalu konsentrasi CO₂ di atmosfer hampir konstan pada tingkat 230ppm, namun sejak revolusi industri pada abad 18, meningkat tajam dan saat ini berada pada level 400ppm hanya dalam kurun 150 tahun. Ini mengakibatkan kenaikan suhu global bumi sebesar 1°C. Kalau pola konsumsi energi masih seperti sekarang, maka pada tahun 2050, suhu global meningkat menjadi 2°C, dan itu akan mengakibatkan es di kutub mencair, menyebabkan kenaikan permukaan laut yang akan menenggelamkan banyak daerah seperti Manhattan di New York, Kota Shanghai, dan Delta Sungai Mekhong. (PII, 2016)

Green building merupakan pemecahan masalah di atas. Dengan penerapan konsep *green building* ini merupakan salah satu bentuk tanggung jawab dari

profesional di industri bangunan terhadap dampak lingkungan yang ditimbulkannya. *Green building* adalah bangunan yang sejak perencanaan, pembangunan dalam masa konstruksi dan dalam pengoperasian dan pemeliharaan selama masa pemanfaatannya menggunakan sumber daya alam seminimal mungkin, pemanfaatan lahan dengan bijak, mengurangi dampak lingkungan serta menciptakan kualitas udara di dalam ruangan yang sehat dan nyaman.

Konsep *green building* akan mengurangi konsumsi energi secara signifikan melalui beberapa metode desain pasif dan desain aktif. Menggunakan konsep *green building* tidak perlu mengorbankan kenyamanan dan produktivitas akibat penghematan energi. *Green building* menitik beratkan efisiensi dalam energi, air dan material bangunan. Memproduksi bangunan dengan konsep *green building* melibatkan penyelesaian banyak masalah dan persyaratan yang saling bertentangan. Setiap keputusan desain, bahkan keputusan tentang apa yang harus dibangun atau di mana untuk membangun atau bahkan apakah benar keputusan akan membangun memiliki implikasi pada lingkungan. Keputusan tentang tata letak, hubungan dengan site, efek angin dan cuaca, kemungkinan penggunaan energi surya, orientasi, shading, ventilasi, spesifikasi bahan dan sistem struktural, semua harus dievaluasi dalam hal dampaknya terhadap lingkungan dan penghuni bangunan.

Green building bukan hanya tentang melindungi biosfer dan sumber daya alam dari eksploitasi berlebihan atau konsumsi berlebihan, juga bukan hanya tentang menghemat energi untuk mengurangi tagihan biaya, *green building* sangat mempertimbangkan dampak bangunan dan material bagi penghuni dan dampak bagi kehidupan masa depan Bumi. (Woolley, T., Kimmins, S., Harrison, R. & Harrison, 1997)

3.3 Gedung Pra Sekolah

Bangunan merupakan gedung yang difungsikan untuk kegiatan sekolah. Bangunan harus tersedia fasilitas dan akses yang mudah, aman, dan nyaman sesuai dengan kebutuhan proses pembelajaran agar suasana belajar yang kondusif bisa tercapai sehingga bisa mencetak lulusan berkualitas. Hal ini akan menjadi pertimbangan para orang tua siswa untuk memilihkan sekolah anaknya pada tempat yang memenuhi kriteria tersebut. (Hajrawati, 2013)

Sarana prasarana pendidikan adalah peralatan atau perlengkapan yang digunakan secara langsung untuk menunjang proses berjalannya pembelajaran seperti halnya gedung/bangunan, lahan ruang kelas, meja, kursi dst. (Nasrudin & Maryadi, 2019)

Manajemen sarana dan prasarana pendidikan anak usia dini adalah bagian dari manajemen untuk merencanakan, mengadakan, merawat dan bertanggungjawab, menginventarisasi, menghapus peralatan ataupun barang yang sudah tidak bisa digunakan, hal ini sangatlah penting untuk menunjang pembelajaran. Sarana dan prasarana pendidikan anak usia dini merupakan salah satu faktor pendukung dalam menunjang mutu dan proses kegiatan belajar mengajar. Oleh sebab itu, adanya sarana dan prasarana akan memberikan kenyamanan terhadap seluruh pelaku pendidikan pada suatu lembaga ataupun sekolah.

Berdasarkan permendiknas No.24 Tahun 2007 sarana prasarana merupakan segala sesuatu yang menyangkut peralatan kegiatan untuk pembelajaran dan terlaksananya tujuan pendidikan itu sendiri, sarana prasarana adalah meliputi taman, gedung, aula, kebun, kelas, meja, kursi, dan media pembelajaran dll. Sarana dan prasarana yang telah disediakan pemerintah ataupun yayasan seharusnya bisa dikelola dan dengan baik demi kepentingan sekolah sendiri, kegiatan mengelola ini disebut dengan manajemen sarana prasarana. (Binsa, 2021)

3.4 *International Finance Corporation (IFC)*

IFC (*International Finance Corporation*) adalah sebuah lembaga keuangan multilateral yang berfokus pada sektor swasta dan berupaya untuk mendorong pembangunan ekonomi yang berkelanjutan di negara-negara berkembang. Lembaga ini memberikan dukungan finansial dan teknis kepada perusahaan swasta untuk membantu mereka meningkatkan kinerja dan mencapai tujuan mereka. Selain itu, IFC juga mempromosikan investasi swasta yang bertanggung jawab dan berkelanjutan serta bekerja sama dengan berbagai mitra untuk memperkuat kemampuan institusi keuangan dan sektor swasta di negara-negara berkembang. IFC merupakan bagian dari kelompok Bank Dunia.



Creating Markets, Creating Opportunities

Gambar 3.2 IFC (IFC, 2023)

IFC menggunakan aplikasi EDGE untuk menemukan proyek-proyek pembangunan yang memenuhi kriteria kinerja lingkungan yang lebih baik dan mendorong pelaku industri untuk mengadopsi praktik berkelanjutan. Aplikasi tersebut memberikan kriteria dan pedoman untuk membantu pemilik bangunan dalam mempertimbangkan dampak lingkungan dari pembangunan mereka dan memberikan rekomendasi untuk mengurangi dampak tersebut. IFC berharap bahwa dengan menggunakan aplikasi EDGE, mereka dapat meningkatkan investasi swasta di proyek-proyek bangunan yang berkelanjutan dan mengurangi dampak lingkungan dari pembangunan tersebut. Oleh karena itu, IFC menggunakan aplikasi EDGE sebagai salah satu cara untuk mencapai tujuannya dalam mempromosikan investasi dan pembangunan berkelanjutan di negara berkembang. (IFC, 2023)

3.5 Aplikasi EDGE

EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*) adalah sistem standar dan sertifikasi konstruksi hijau yang dibuat oleh *International Finance Corporation* (IFC), anggota *World Bank Group*. Sistem ini membantu menentukan pilihan yang paling hemat biaya untuk merancang konstruksi hijau dalam konteks iklim lokal. EDGE membantu pemilik, pengembang, dan profesional industri konstruksi dalam merancang dan mengembangkan bangunan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

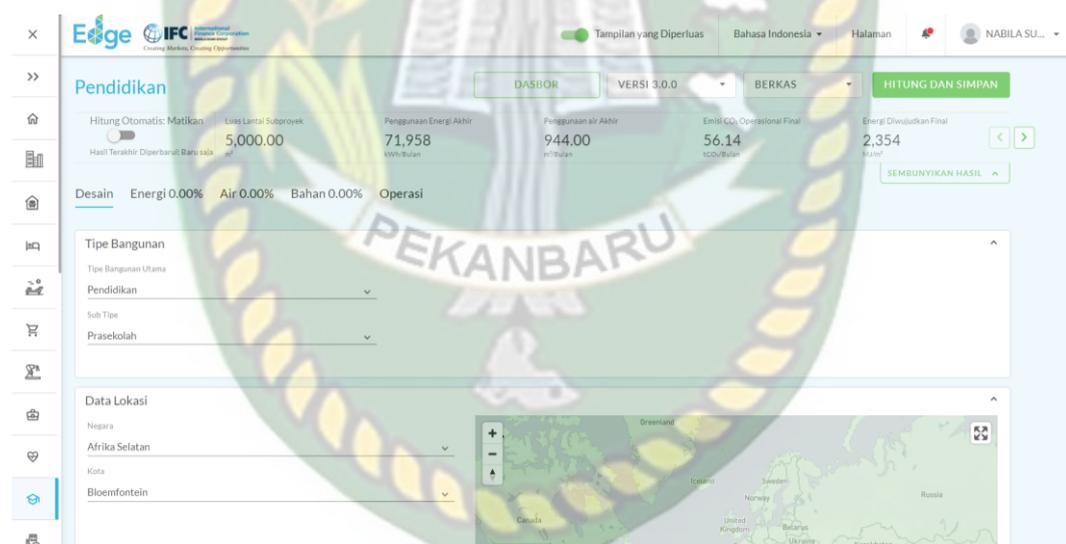


Gambar 3.3 EDGE (EDGE, 2023)

Aplikasi ini juga dapat mengidentifikasi solusi yang dapat mengurangi pengaruh dampak lingkungan dari proyek konstruksi dan dapat menemukan solusi untuk meningkatkan efisiensi energi, efisiensi air dan juga material. Panduan

praktis yang disediakan oleh *EDGE buildings* memberikan tata cara untuk memilih material bangunan yang ramah lingkungan, memaksimalkan penggunaan sumber daya energi terbarukan, serta menjelaskan bagaimana mempertimbangkan faktor lingkungan dan sosial dalam perancangan dan konstruksi bangunan. EDGE digunakan di lebih dari 100 negara dan merupakan perangkat lunak gratis, standar bangunan ramah lingkungan, dan sistem sertifikasi internasional untuk bangunan ramah lingkungan.

Lebih dari 100 bangunan dan gedung di Indonesia telah menerima sertifikasi bangunan hijau dan lebih dari 3.000 bangunan dan gedung telah memenuhi standar EDGE. Beberapa bangunan yang sudah memiliki sertifikasi bangunan hijau dari EDGE di Indonesia diantaranya adalah *Sheraton Belitung Resort*, *GM Office PT Pertamina (Persero) RU III Plaju*, *HSSE Demo Room*, *Working Room Data Center Serpong*, *Belle Fleur*, *Ecoloft Jababeka Cikarang*, *The 101 Bogor Suryakencana*, *The 101 Yogyakarta Tugu*, dan sebagainya. (Projects, 2020)



Gambar 3. 4 Halaman Awal EDGE Building (EDGE, 2023)

EDGE memiliki 3 simulasi utama yang dinilai efektif untuk menciptakan bangunan hijau yaitu *energy saving*, *water saving*, dan *material saving*. Berdasarkan parameter bangunan, aplikasi EDGE menemukan peluang desain hemat energi dan uang melalui analisis spesifik berbasis penggunaan. EDGE menyajikan langkah-langkah menciptakan bangunan hijau dengan simulasi, misalkan penggunaan keran aliran rendah dan konektor surya.

Menurut panduan EDGE V3.0, EDGE dapat digunakan pada semua jenis bangunan, termasuk bangunan baru, bangunan yang sudah ada, dan retrofit utama. Sertifikasi EDGE akan diberikan jika penghematan minimum sebesar 20% tercapai dalam 3 kategori EDGE, yaitu energi, air, dan bahan. Perangkat lunak EDGE menawarkan cara terukur untuk mengurangi intensitas sumber daya bangunan baru dan membantu pemangku kepentingan menentukan opsi hemat biaya untuk desain efisien sumber daya bangunan. Dengan demikian, proyek dapat memenuhi standar EDGE dengan memperoleh penghematan minimum energi, air, dan energi dalam material. EDGE dapat mengungkapkan penghematan operasional yang diproyeksikan dan mengurangi emisi karbon berdasarkan masukan informasi pengguna dan pemilihan langkah-langkah hijau. (EDGE, 2023)

3.6 Sertifikasi EDGE

Berdasarkan panduan penggunaan EDGE V.3.0, sertifikasi EDGE diberikan pada gedung jika konstruksi mampu menghemat minimum sebesar 20 persen terhadap penggunaan energi, minimum 20 persen lebih sedikit penggunaan air, dan minimum 20 persen lebih sedikit energi yang terkandung dalam bahan material.



Gambar 3. 5 Tingkat Sertifikasi EDGE (EDGE, 2023)

Terdapat 3 (tiga) tingkatan dalam sertifikasi EDGE, yaitu:

1. EDGE *Certified* (Bersertifikat EDGE)

Pada tingkatan ini menunjukkan bahwa konstruksi tersebut telah memenuhi kriteria minimum untuk efisiensi energi, pengolahan air, dan penggunaan

material konstruksi yang ramah lingkungan sebesar 20 persen. Dengan memenuhi persyaratan dasar ini, dapat mendapatkan sertifikat EDGE.

2. EDGE *Advanced* (EDGE lanjutan)

Tingkatan ini menunjukkan bahwa konstruksi melebihi persyaratan dasar dan mencapai tingkat efisiensi energi, pengolahan air, dan penggunaan material konstruksi yang lebih tinggi yakni proyek EDGE telah mencapai penghematan sebesar 40 persen atau lebih. Maka sertifikasi *advanced* hanya diberikan satu kali dan tidak perlu melakukan perpanjangan. Pengakuan tidak memerlukan dokumentasi atau biaya tambahan karena pengakuan akan diterbitkan secara langsung pada saat pemberian sertifikat EDGE awal dan/atau sertifikasi EDGE akhir.

3. *Zero Carbon* (Nol Karbon)

Tingkatan ini adalah tingkatan tertinggi dalam sertifikasi EDGE. Konstruksi dengan sertifikasi EDGE *Excellence* menunjukkan kinerja hijau yang sangat baik dan inovasi yang signifikan dalam efisiensi energi, pengelolaan air, dan penggunaan material konstruksi yang ramah lingkungan. Sertifikasi ini memberikan peluang kepada tim proyek untuk mengesahkan proyek mereka sebagai netral karbon. (EDGE, 2023)

Untuk mendapatkan pengakuan resmi sebagai konstruksi hijau yang sesuai dengan standar dan kriteria yang ditetapkan oleh EDGE, diperlukan beberapa langkah penting dalam proses sertifikasi EDGE antara lain:

1. Registrasi dan pendaftaran: Pemilik bangunan atau pengembang harus mendaftarkan proyek mereka dengan EDGE. Pada tahap ini, informasi dasar tentang proyek, seperti jenis bangunan, luasnya, dan lokasinya, akan dimasukkan dalam sistem.
2. Penilaian awal: Tim penilai EDGE akan melakukan penilaian awal terhadap proyek berdasarkan informasi yang disampaikan pada tahap registrasi. Penilaian ini akan menentukan apakah proyek memenuhi kriteria minimum untuk memperoleh sertifikasi.
3. Perencanaan desain: Pada tahap ini, tim desain proyek akan berkolaborasi dengan EDGE untuk mengembangkan strategi dan solusi desain yang memenuhi standar EDGE. Upaya akan dilakukan untuk meningkatkan efisiensi

energi, pengelolaan air, dan penggunaan bahan bangunan yang ramah lingkungan.

4. Evaluasi dan perhitungan: Tim penilai EDGE akan melakukan evaluasi menyeluruh terhadap desain proyek menggunakan perangkat lunak EDGE untuk menghitung dan memperkirakan dampak dan efisiensi energi, air, dan material konstruksi yang direncanakan.
5. Verifikasi lapangan: Setelah perencanaan desain selesai, tim penilai EDGE akan melakukan kunjungan lapangan untuk memastikan implementasi yang benar dan sesuai dengan rencana. Pengukuran dan pengambilan sampel dapat dilakukan untuk memberikan verifikasi kepatuhan proyek terhadap standar EDGE.
6. Sertifikasi dan pengakuan: Jika proyek memenuhi semua persyaratan dan mencapai poin yang diperlukan dalam kriteria EDGE, sertifikasi akan diberikan kepada bangunan tersebut. Pemilik atau pengembang akan menerima sertifikat resmi yang mengakui bahwa bangunan mereka memenuhi standar dan kriteria yang ditetapkan oleh EDGE.

Proses sertifikasi dapat bervariasi tergantung pada kebijakan dan prosedur yang berlaku di masing-masing negara atau wilayah. Namun, langkah-langkah yang disebutkan di atas memberikan gambaran umum tentang proses sertifikasi EDGE. Tingkatan sertifikasi ini membantu pemilik atau pengembang bangunan untuk mengukur sejauh mana bangunan memenuhi kriteria konstruksi hijau dan memberikan pengakuan yang sesuai. (EDGE, 2023)

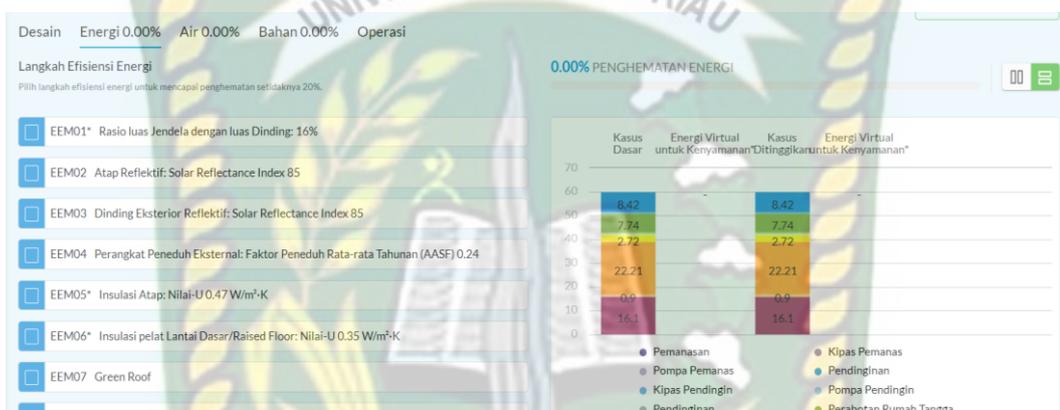
3.7 Poin poin pada sertifikasi EDGE

Setiap tindakan penghematan pada aplikasi EDGE memiliki kode yang berbeda, EEM (*Energy Efficiency Measures*) merupakan tindakan penghematan energi, WEM (*Water Efficiency Measures*) merupakan tindakan penghematan air, MEM (*Materials Efficiency Measures*) merupakan tindakan efisiensi bahan ataupun material pada konstruksi. Dan pada poin-poin tindakan penghematan terdapat tanda ‘*’ (tanda bintang) yang berarti menunjukkan bahwa input tersebut wajib untuk diisi. Untuk kode penghematan yang tidak bertanda bintang maka

tindakan tersebut tidak wajib untuk diisi, ataupun boleh diisi guna meningkatkan perolehan tingkat efisiensi yang lebih tinggi.

3.7.1 Tindakan Penghematan Energi

Penghematan energi merupakan salah satu dari tiga kategori sumber daya utama pada standar EDGE. Dalam hal energi, EDGE mendorong penggunaan teknologi yang lebih efisien seperti pemanas air tenaga surya, penerangan LED, dan isolasi termal yang baik. Dengan menggunakan teknologi ini, bangunan dapat mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon, sehingga berkontribusi pada perlindungan lingkungan.



Gambar 3.6 Tampilan Pengisian Tindakan Penghematan Energi (EDGE, 2023)

Dalam Panduan Penggunaan EDGE V.3.0 menjelaskan suatu tindakan pada nilai penghematan yang digunakan adalah asumsi dasar global dan mungkin berbeda dari nilai yang digunakan di EDGE untuk negara-negara yang nilainya telah dikalibrasi. Berdasarkan Panduan Penggunaan EDGE V.3.0 poin-poin sebagai tindakan penghematan listrik pada EDGE yaitu:

- 1) EEM01* - Rasio jendela ke dinding

Maksud dari rasio jendela ke dinding adalah perbandingan antara luas jendela dengan luas dinding eksterior suatu bangunan. Semakin tinggi rasio jendela ke dinding, maka semakin banyak cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan, tetapi juga dapat meningkatkan panas dan angin yang masuk dan/atau keluar. WWR dapat dihitung dengan Persamaan 3.1:

$$\text{WWR (\%)} = \frac{\sum \text{Glazing area (m}^2\text{)}}{\sum \text{Gross exterior wall area (m}^2\text{)}} \quad (3.1)$$

2) EEM02 - Atap pematul Cahaya

Maksud dari atap pematul cahaya adalah jenis atap yang dirancang untuk memantulkan sebagian besar sinar matahari, mengurangi panas yang masuk ke dalam bangunan, membantu mengurangi beban termal dan kebutuhan energi pendinginan. Atap pemantul cahaya juga meningkatkan pencahayaan alami di dalam ruangan.

3) EEM03 - Dinding eksterior pemantul cahaya

Dinding ini menggunakan bahan dengan sifat reflektif atau cermin, sehingga mengurangi panas yang diserap oleh dinding dan meminimalkan transfer panas ke dalam bangunan. Selain itu, dinding eksterior pemantul cahaya juga dapat membantu meningkatkan efisiensi energi dengan mengurangi beban termal pada sistem pendingin ruangan.

4) EEM04 - Perangkat peneduh luar

Perangkat peneduh luar disediakan pada fasad bangunan untuk melindungi elemen kaca (jendela dan pintu kaca) dari radiasi sinar matahari langsung untuk mengurangi silau dan mengurangi transfer panas.

5) EEM05* - Insulasi atap

Insulasi digunakan untuk mencegah perpindahan panas dari lingkungan luar ke ruang dalam (untuk iklim hangat) dan dari ruang dalam ke lingkungan luar (untuk iklim dingin). Insulasi membantu mengurangi pengiriman panas melalui konduksi, sehingga semakin banyak insulasi, maka semakin kecil nilai U dan semakin baik kinerja.

6) EEM06* - Insulasi pelat lantai dasar

Insulasi pelat lantai dasar adalah lapisan isolasi yang diterapkan di bawah pelat beton atau lantai dasar sebuah bangunan. Tujuannya adalah untuk mengurangi transfer panas antara lantai dasar dan tanah di bawahnya serta meningkatkan efisiensi energi.

7) EEM07 - Atap hijau

Untuk mengklaim ukuran ini, proyek harus memiliki atap yang di atasnya ditutup dengan lapisan media tanam dan tanaman.

- 8) EEM08* - Insulasi untuk dinding luar
Insulasi untuk dinding luar adalah lapisan isolasi yang diterapkan di bagian eksterior dinding bangunan.
- 9) EEM09* - Penghematan kaca
Penghematan kaca merujuk pada upaya mengurangi konsumsi energi dan meningkatkan efisiensi energi dengan menggunakan kaca yang dirancang khusus untuk mengurangi transfer panas atau memanfaatkan energi matahari secara efektif.
- 10) EEM10* - Infiltrasi selubung udara
Tindakan ini dapat diambil jika infiltrasi udara dari selubung bangunan lebih rendah dari rujukan dasar. Pengurangan ini dapat ditunjukkan baik melalui hasil uji pintu *blower* atau melalui rincian peningkatan konstruksi.
- 11) EEM11 - Ventilasi alami
Ventilasi alami mengalirkan udara segar ke dalam bangunan dan mengeluarkan udara kotor. Tujuannya adalah meningkatkan kualitas udara dalam ruangan dan mengurangi ketergantungan pada sistem ventilasi buatan.
- 12) EEM12 - Kipas langit-langit
Kipas langit-langit meningkatkan pergerakan udara, sehingga meningkatkan kenyamanan manusia dengan meningkatkan penguapan keringat.
- 13) EEM13* - Penghematan sistem pendingin
Penghematan dapat dicapai jika *Coefficient of Performance* (COP) atau koefisien kinerja sistem pendingin udara lebih besar dari pada *base case*.
- 14) EEM14 - Penggerak kecepatan variabel
Tindakan ini dapat diklaim jika kipas dan pompa dalam sistem pendingin menggunakan motor *Variable Speed Drive* (VSD), yang memodulasi kecepatan motor kipas berdasarkan permintaan aktual. Tujuannya adalah untuk mendorong tim proyek menetapkan VSD, karena konsumsi listrik akan berkurang, begitu pula biaya utilitas nantinya.
- 15) EEM15 - Sistem pra-pengkondisian udara segar
Tindakan ini dapat diklaim jika suatu perangkat telah dipasang di sistem ventilasi untuk mengalirkan udara segar yang masuk ke sistem guna

mengurangi perbedaan suhu antara udara luar dan udara dalam yang dialirkan melalui AC.

16) EEM16* - Penghematan sistem pemanas ruangan

Base case mengasumsikan *boiler* air panas berbahan bakar gas dengan penghematan 78% secara *default* jika gas dipilih sebagai bahan bakar pemanasnya. Tindakan ini dapat diklaim jika sistem pemanas ruangan jauh lebih hemat dibandingkan *base case*.

17) EEM17 - Kontrol pemanas ruangan dengan katup termostatik

Tindakan ini dapat diklaim jika radiator untuk pemanas ruangan dilengkapi dengan katup termostatik untuk mengontrol suhu ruangan. Tujuan tindakan ini adalah untuk mengurangi permintaan pemanas ruangan.

18) EEM18 - Penghematan sistem air panas rumah tangga

Menyediakan air panas dengan penghematan tinggi dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi karbon terkait dari pemanas air.

19) EEM19 - Sistem pra-pemanasan air panas rumah tangga

Tindakan ini dapat diklaim jika perangkat pemulihan panas dipasang untuk menangkap dan menggunakan kembali limbah panas dengan penghematan minimal 30%.

20) EEM20 - Alat penghemat

Tindakan ini dapat diklaim jika sistem HVAC dilengkapi alat penghemat. Area-area penting yang memiliki kebutuhan khusus untuk menjaga kualitas udara indoor, seperti *Operation Theatre (OT)* dan/atau *Intensive Care Unit (ICU)* di rumah sakit, tidak wajib memasang alat penghemat udara. Alat penghemat air masih dapat digunakan di area ini. Sistem *base case* dan *improved case default* tidak dilengkapi alat penghemat.

21) EEM21 - Ventilasi kontrol permintaan dengan sensor CO₂

Ventilasi mekanis di area utama bangunan dapat dikontrol dengan sensor CO₂, minimal 50% sistem ventilasi bangunan harus dikontrol dengan sensor CO₂ untuk mengklaim tindakan ini.

22) EEM22 - Penerangan hemat untuk area dalam ruangan

Tindakan ini dapat diklaim jika bohlam yang digunakan dalam proyek ini adalah LED super hemat. Lampu neon linier tertentu (T8 atau T5) atau lampu neon kompak (CFL) juga memenuhi kriteria untuk beberapa tipe bangunan.

23) EEM23 - Penerangan hemat untuk area luar ruangan
Ketentuan tindakan ini sama dengan tindakan sebelumnya “EEM22 Penerangan efisien untuk area dalam ruangan”, hanya saja ketentuan ini berlaku untuk area luar.

24) EEM24 - Kontrol penerangan

Tindakan ini dapat diklaim jika penerangan di semua ruangan wajib bisa dikontrol menggunakan teknologi seperti sensor okupansi, kontrol timer, atau sensor siang hari.

25) EEM25 - Jendela atap

Tindakan ini dapat diklaim jika bangunan menggunakan penerangan alami dari jendela atap untuk menerangi interior, mengurangi penggunaan penerangan buatan selama waktu siang. Tindakan ini tidak tersedia untuk semua tipe bangunan.

26) EEM26 - Ventilasi kontrol parkir yang menggunakan sensor CO

Ventilasi mekanis di area parkir *indoor* dapat dikontrol oleh sensor CO. Setidaknya 50% dari sistem ventilasi parkir harus dikontrol dengan sensor CO untuk meminta tindakan ini.

27) EEM27 - Insulasi untuk pelapis *cold storage*

Insulasi pelapis *cold storage* adalah lapisan bahan isolasi yang digunakan untuk menghalangi transfer panas antara lingkungan dalam *cold storage* dan lingkungan luar.

28) EEM28 - Pendinginan yang efisien untuk *cold storage*

Tindakan ini dapat diklaim jika rak kulkas, dan setiap *freezer* atau lemari es lain yang dipasang adalah dari jenis yang hemat listrik.

29) EEM29 - Lemari es dan mesin cuci yang efisien

Meminimalkan daya yang digunakan oleh lemari es dan mesin cuci yang dipasang di rumah.

- 30) EEM30 - Submeteran untuk sistem pemanasan atau pendinginan
EDGE mengasumsikan bahwa memasang submeteran akan mengurangi penggunaan listrik sistem pemanasan atau pendinginan terkait sebesar 1%.
- 31) EEM31 - Meteran cerdas untuk listrik
Tindakan ini dapat diklaim ketika meteran cerdas disediakan di setiap unit bangunan. Pemilik bangunan dapat berlangganan sistem pemantauan online atau memasang Sistem Manajemen Listrik Rumah (HEMS).
- 32) EEM32 - Koreksi faktor daya
Tindakan ini dapat diklaim ketika perangkat koreksi faktor daya, seperti stabiliser tegangan, dipasang pada arus yang masuk ke dalam gedung. Tujuan dari tindakan ini adalah untuk meningkatkan kualitas daya yang dikirimkan ke peralatan, sehingga meningkatkan penghematan dan outputnya.
- 33) EEM33 - Energi terbarukan di lokasi
Tindakan ini dapat diklaim jika sumber terbarukan seperti panel tenaga surya fotovoltaik (PV), angin, atau biomassa digunakan untuk menggantikan listrik berbasis bahan bakar fosil dan apakah listrik yang dihasilkan darinya digunakan untuk pengoperasian bangunan.
- 34) EEM34 - Tindakan penghematan listrik tambahan
Tindakan ini dapat digunakan untuk mendapatkan penghematan listrik dari strategi dan teknologi yang tidak termasuk dalam daftar tindakan EDGE. Proyek harus mengajukan permintaan aturan khusus untuk mendapatkan persetujuan agar dapat mengklaim penghematan.
- 35) EEM35 - Pengadaan energi terbarukan di luar lokasi
Energi terbarukan mencakup listrik bebas karbon yang dihasilkan tanpa menggunakan bahan bakar fosil, seperti yang bersumber dari tenaga matahari, angin, ombak, atau biomassa.
- 36) EEM36 - Penyeimbangan karbon
Penyeimbangan karbon merupakan penganggaran untuk tindakan pihak ketiga guna mengurangi atau menangkap kembali emisi karbon yang seharusnya dilepaskan ke atmosfer. Tindakan ini tidak berdampak pada penghematan CO₂ operasional, tapi mengurangi total jejak karbon proyek. Tindakan ini dapat

diklaim untuk sertifikasi *Zero Net Carbon* hanya setelah proyek mencapai sertifikasi *EDGE Advanced* (penghematan listrik 40% atau lebih).

37) EEM37 - Refigeran dampak rendah

Langkah ini dapat diklaim jika sebuah proyek menggunakan *refrigeran* dengan potensi pemanasan global yang rendah.

Saat ini, lingkungan dan krisis energi merupakan isu global yang dihadapi manusia saat ini. Keterbatasan ketersediaan energi yang tersedia di alam seiring dengan peningkatan populasi dan pemanfaatan sumber energi akan menimbulkan krisis energi. Penghematan energi, baik dalam penghematan penggunaan bahan dan penghematan penggunaan listrik dan air dapat dilakukan dengan menerapkan konsep *green building*. (Indriyati, C., Daud, A., & Prima, 2021)

3.7.2 Tindakan Penghematan Air

Menurut Heru Windarto, (2015) air adalah sumber kehidupan setiap makhluk hidup di bumi yang membutuhkan air. Kurang lebih 70% permukaan bumi tertutupi oleh air, sebagian besar terdapat di laut (air asin), lapisan es di kutub, dan puncak-puncak gunung. Dalam bentuk lainnya, air juga didapatkan pada awan, hujan, sungai, dan danau. Dengan jumlah air per kapita yang terus meningkat karena pertumbuhan penduduk, diperkirakan dalam beberapa dekade mendatang air akan tidak lagi menjadi sumber daya alam yang selalu tersedia melainkan menjadi sumber daya alam yang langka yang akhirnya di perjualbelikan. (Windarto, 2015)



Gambar 3.7 Tampilan Pengisian Tindakan Penghematan Air (EDGE, 2023)

Pada aplikasi EDGE tindakan penghematan air merupakan salah satu dari 3 sumber daya utama dalam standar EDGE. Standar EDGE tidak hanya memperhatikan efisiensi energi saja, efisiensi air juga diperlukan dengan cara mengajak pengguna untuk menggunakan peralatan dan teknologi yang dapat

menghemat air, seperti *shower* dengan aliran rendah dan toilet dengan sistem pembilasan ganda. Selain itu, Upaya dilakukan dalam pengelolaan air hujan dan penggunaan sistem irigasi yang efisien untuk mengurangi penggunaan air dan mencegah pemborosan sumber daya air. Berdasarkan Panduan Penggunaan EDGE v.3.0, poin-poin tindakan penghematan air pada aplikasi EDGE, yaitu:

1) WEM01 - *Shower* hemat air

Penghematan dapat dicapai jika laju aliran rata-rata *shower* lebih kecil dari laju aliran *base case*. Laju aliran *shower* bisa hanya 6 liter per menit atau sebaliknya lebih besar dari 20 liter per menit. Dengan memilih *shower* aliran rendah, penggunaan air akan berkurang tanpa memengaruhi fungsionalitasnya.

2) WEM02* - Keran hemat air untuk kamar mandi pribadi/semua

Tindakan ini berlaku untuk kamar mandi “pribadi”, dan untuk “semua” kamar mandi pada bangunan yang kamar mandi pribadi dan umumnya tidak dibedakan. Penghematan dapat dicapai jika laju aliran keran yang ditetapkan untuk wastafel kamar mandi lebih rendah dari *base case* dalam liter per menit. Laju aliran rendah ini harus diperoleh dengan aerator dan kontrol mati otomatis.

3) WEM03* - Keran hemat air untuk toilet umum

Persyaratan untuk tindakan ini sama dengan tindakan sebelumnya “WEM02 - Keran hemat air untuk toilet pribadi”, perbedaannya adalah persyaratan tersebut berlaku untuk toilet umum, bukan toilet pribadi.

4) WEM04* - WC yang Efisien untuk toilet pribadi/semua

Tindakan ini dapat diklaim jika WC di toilet memiliki mekanisme penyiraman ganda, atau jika WC memiliki penyiraman tunggal atau katup penyiraman yang efisien. Memasang WC penyiraman ganda membantu mengurangi air yang digunakan untuk menyiram dengan mengurangi opsi penyiraman ketika penyiraman penuh tidak diperlukan. Memasang WC penyiraman tunggal atau katup penyiraman yang lebih hemat air juga membantu mengurangi air yang digunakan untuk menyiram.

- 5) WEM05* - WC yang efisien untuk toilet umum
Persyaratan untuk tindakan ini sama seperti tindakan sebelumnya, WEM04, perbedaannya adalah persyaratan ini berlaku untuk toilet umum di sebuah bangunan.
- 6) WEM06 - Bidet hemat air
Tindakan ini dapat diklaim jika bidet di semua toilet bangunan memiliki laju aliran yang efisien. Memasang bidet hemat air membantu mengurangi penggunaan air.
- 7) WEM07 - Urinoar hemat air
Tindakan ini dapat diklaim jika urinoar di semua toilet bangunan memiliki volume penyiraman yang lebih kecil dari *base case*. Memasang urinoar dengan volume penyiraman kecil mengurangi air yang digunakan untuk menyiram, sehingga menjamin penghematan penggunaan air dan tingkat kepuasan pengguna yang tinggi dengan kinerja penyiraman.
- 8) WEM08* - Keran hemat air untuk wastafel dapur
Karena laju aliran keran tergantung pada tekanan air, produsen sering menyertakan bagan yang menggambarkan laju aliran di berbagai tekanan. Dengan menentukan keran beraliran kecil untuk wastafel dapur, penggunaan air berkurang tanpa memengaruhi fungsinya. Penggunaan air panas juga berkurang, sehingga mengurangi konsumsi listrik untuk memanaskan air.
- 9) WEM09 - Mesin pencuci piring hemat air
Tindakan ini dapat diklaim jika semua mesin pencuci piring yang dipasang di bangunan menghemat air (konsumsi rendah). Ini dapat ditunjukkan jika mesin pencuci piring yang dibeli menggunakan lebih sedikit air daripada *base case*. Mesin pencuci piring *base case* menggunakan 5 liter per rak. Sehingga minimalkan air yang digunakan oleh mesin pencuci piring yang dipasang di gedung.
- 10) WEM10 - Katup semprot pra-bilas hemat air untuk dapur
Menentukan katup prabilas aliran kecil mengurangi penggunaan air berkurang dibandingkan dengan membilas piring secara manual.

11) WEM11 - Mesin cuci hemat air

Tindakan ini dapat diklaim jika semua mesin cuci di *laundry* menggunakan 6 liter air per kilogram pakaian yang dicuci atau kurang.

12) WEM12 - Penutup kolam renang

Tindakan ini dapat diklaim jika bangunan memiliki kolam dan kolam ini dilengkapi dengan penutup untuk mencegah hilangnya air dan panas karena penguapan.

13) WEM13 - Sistem irigasi taman hemat air

Tindakan pembuatan taman hemat air dapat diklaim jika digunakan rata-rata kurang dari 4 liter air (tidak termasuk air hujan) per meter persegi taman per hari.

14) WEM14 - Sistem penampung air hujan

Tindakan ini dapat diklaim jika sistem penampungan air hujan dipasang untuk memasok air yang digunakan di proyek. Air ini harus digunakan kembali di lokasi proyek untuk menggantikan konsumsi air dari pasokan air kota.

15) WEM15 - Sistem pengolah dan daur ulang

Dengan mendaur ulang air limbah kakus atau rumah tangga, penggunaan air tawar dari pasokan kota dapat dikurangi. Beban pada infrastruktur air dan limbah lokal juga berkurang.

16) WEM16 - Pemulihan air kondensat

Tindakan ini dapat diklaim jika alat pemulihan air kondensat dengan kapasitas untuk mengumpulkan semua air kondensat dari sistem pendingin dipasang dan air kondensat digunakan di taman, penyiraman toilet atau untuk penggunaan di luar ruangan.

17) WEM17 - Meteran cerdas untuk air

Dengan meteran cerdas, pengguna akhir dapat menghargai, memahami, dan berkontribusi untuk penggunaan air yang bertanggung jawab di dalam bangunan. Meteran cerdas dapat menampilkan pengukuran dan rekomendasi.

18) WEM18 - Tindakan penghematan air tambahan

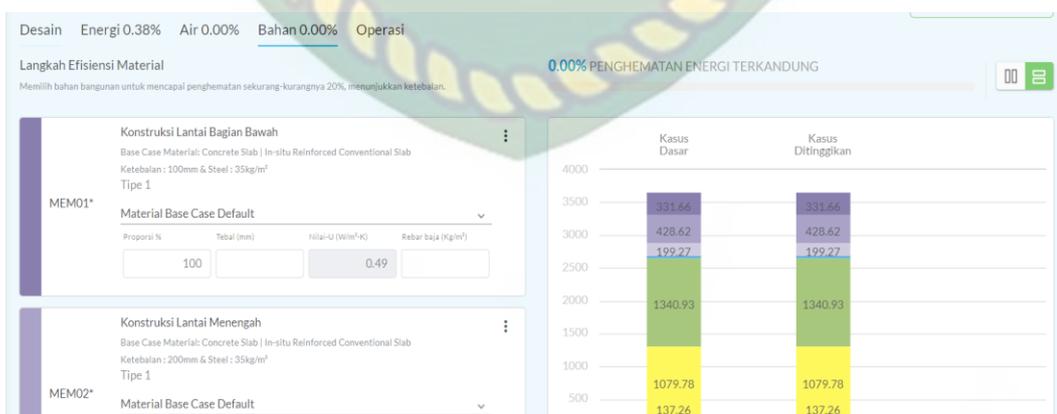
Tindakan ini dapat digunakan untuk mengeklaim penghematan air dari strategi dan teknologi yang tidak termasuk di daftar tindakan EDGE. Proyek harus

mengajukan permintaan aturan khusus untuk mendapatkan persetujuan agar dapat mengklaim penghematan.

Hemat energi adalah kegiatan untuk mengurangi penggunaan energi yang tidak tepat. Air merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Namun, pertumbuhan penduduk mengikuti pertumbuhan perkotaan yang tinggi membutuhkan konsumsi air yang tinggi. Kondisi ini akan mengurangi tidak hanya kuantitas air tetapi juga kualitasnya. Perilaku boros air akan menyebabkan masyarakat yang kurang mampu untuk mengakses air bersih. Beberapa alternatif penghematan dapat dilakukan agar penggunaan air menjadi lebih efisien daripada sebelumnya. (Setyowati et al., 2020)

3.7.3 Tindakan Penghematan Material (Bahan)

Tindakan hemat bahan pada konsep konstruksi hijau meliputi beberapa hal, seperti memilih bahan bangunan yang ramah lingkungan, meminimalkan limbah konstruksi, memilih sistem struktural yang efisien, meminimalkan penggunaan energi selama pembangunan, dan merancang bangunan dengan tata letak yang efisien. Dengan memilih bahan bangunan yang ramah lingkungan, seperti bahan daur ulang atau kayu yang diperoleh secara bertanggung jawab, dapat membantu mengurangi dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia. Selain itu, dengan meminimalkan penggunaan energi selama pembangunan dan merancang bangunan dengan tata letak yang efisien, dapat membantu mengurangi dampak negatif pada lingkungan dan meminimalkan biaya operasional bangunan.



Gambar 3.8 Tampilan Pengisian Tindakan Penghematan Bahan/Material (EDGE, 2023)

Dalam hal bahan bangunan, EDGE mendorong penggunaan bahan yang ramah lingkungan dan daur ulang. Selain itu, penggunaan bahan lokal juga didorong untuk mengurangi jejak karbon akibat transportasi bahan bangunan. Adapun tindakan penghematan bahan pada EDGE dapat dilakukan dengan memilih jenis material yang lebih ramah lingkungan, berdasarkan Panduan Penggunaan EDGE V3.0 poin-poin material yang dapat dipilih antara lain:

1) MEM01* - Konstruksi lantai dasar

Terdapat banyak opsi dalam pemilihan pelat lantai yang termasuk dalam EDGE (pelat beton bertulang in-situ, dak baja, dak beton, konstruksi lantai kayu dan lain sebagainya). Pemilihan bahan material disesuaikan dengan memilih spesifikasi yang paling mirip dengan desain bangunan.

2) MEM02* - Konstruksi lantai perantara

MEM02 sama dengan MEM01 dalam pemilihan material yang ramah lingkungan dengan energi yang terkandung lebih rendah dari pada pelat lantai biasa.

3) MEM03* - Pelapis lantai

Adapun daftar pelapis yang tercakup dalam EDGE yaitu: ubin keramik, lantai vinil, lempeng/ubin batu, lantai beton berlapis, lembaran linoleum, ubin teraso, karpet nilon lantai kayu berlaminasi dan lain sebagainya.

4) MEM04* - Konstruksi atap

EDGE mengevaluasi energi yang terkandung dari konstruksi atap dengan mengumpulkan dampak dari semua bahan utama seperti beton dan baja yang digunakan dalam konstruksinya per area unit. Tim desain harus memilih spesifikasi yang persis atau paling mirip dengan jenis atap yang ditetapkan dalam proyek ini dan memasukkan ketebalannya.

5) MEM05* - Dinding eksterior

EDGE mengevaluasi energi yang terkandung dari jenis konstruksi dinding dengan mengumpulkan dampak dari semua bahan utama seperti batu bata dan plester atau papan gipsium yang digunakan dalam konstruksinya per area unit.

6) MEM06* - Dinding interior

Dinding interior bangunan adalah dinding yang berada di dalam bangunan dan tidak terpapar lingkungan luar. Tim desain harus memilih spesifikasi yang

persis atau paling mirip dengan jenis dinding interior yang ditetapkan dalam proyek dan memasukkan ketebalannya.

7) MEMO7* - Kusen jendela

Kusen jendela di EDGE mencakup kusen untuk semua kaca luar di dalam bangunan, termasuk pintu kaca luar. EDGE memiliki beberapa opsi untuk bahan kusen jendela antara lain, Alumunium, Baja, Kayu, UPVC, Kayu Berlapis Alumunium.

8) MEMO8* - Kaca jendela

Kaca jendela di EDGE mencakup kaca luar di bangunan, termasuk kaca untuk pintu luar. Energi yang terkandung dihitung berdasarkan luas jendela yang ditentukan dalam rasio jendela terhadap dinding di tab Energi dikalikan dengan energi yang terkandung untuk kaca jendela per luas unit.

9) MEMO9* - Insulasi atap

Kehadiran insulasi atap dapat membuat ruangan yang berada dibawahnya menjadi lebih sejuk dari sebelumnya.

10) MEM10* - Insulasi dinding

Proses insulasi akan dilakukan dengan memasukkan bahan-bahan insulan ke dalamnya sebelum ditutup semen.

11) MEM11* - Insulasi lantai

Insulan lantai bertujuan untuk menahan panas, juga sebagai insulan kelistrikan dan api.

Dengan memilih bahan bangunan yang ramah lingkungan, meminimalkan limbah konstruksi, memilih sistem struktural yang efisien dan meminimalkan penggunaan energi selama pembangunan maka dapat membantu mengurangi dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia.

3.8 Konservasi dan Efisiensi Energi

Konservasi energi merujuk pada pengurangan pemakaian energi. Tujuan utama dari konservasi energi adalah untuk menghemat energi. Sedangkan efisiensi energi didefinisikan sebagai semua metode, teknik, dan prinsip-prinsip yang memungkinkan untuk dapat menghasilkan penggunaan energi lebih efisien dan membantu penurunan permintaan energi global. Efisiensi dan konservasi energi

merupakan upaya pengendalian penggunaan dan menghemat energi listrik dengan desain bangunan yang dapat memaksimalkan pencahayaan dan penghawaan alami, penggunaan fitur-fitur hemat energi, pemanfaatan teknologi ramah lingkungan yang mampu menghasilkan sumber energi baru bagi bangunan dari sumber daya alam yang ada (GBCI, 2012).

Menurut (Kubba, 2010) efisiensi dan konservasi energi dapat membuat biaya operasional berkurang sangat signifikan. Seperti desain pasif bangunan (orientasi dan bentuk bangunan untuk memaksimalkan pencahayaan alami, pendinginan pasif dan penghawaan alami, mempertimbangkan sumber energi baru (seperti matahari, angin), penggunaan selubung bangunan, penggunaan kontrol manajemen energi agar lebih efisien (seperti lampu sensor otomatis), juga penggunaan sistem pendinginan hemat energi.

(Yudelson, 2007) menyatakan beberapa poin antara lain penggunaan insulasi yang lebih baik, penggunaan kaca yang lebih baik (*double glazing, Low-e*), AC yang lebih efisien, sensor gerak untuk menyalakan lampu & HVAC, memaksimalkan ventilasi dan pencahayaan alami, mengukur dengan tepat sistem HVAC yang digunakan. (Rahmawati, 2015). Konsep mengenai efisiensi dan konservasi energi ini dapat terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rumusan Variabel Terkait Efisiensi & Konservasi Energi

Sumber	Teori	Terkait Aspek Desain & Material	Variabel
Yudelson (2007)	Penggunaan insulasi yang lebih baik, AC & kaca yang lebih efisien, sensor gerak untuk menyalakan lampu & HVAC, memaksimalkan ventilasi dan pencahayaan alami	Penggunaan material kaca <i>low- E</i> , AC hemat energi, desain pencahayaan alami	a) Penggunaan kaca <i>Low-e</i> b) Efisiensi sistem tata udara c) Efisiensi sistem tata cahaya
Kubba (2010)	Desain pasif bangunan (orientasi dan bentuk bangunan untuk memaksimalkan pencahayaan alami, pendinginan pasif dan penghawaan alami)	Desain pasif bangunan untuk pencahayaan & penghawaan alami & penggunaan teknologi ramah lingkungan	d) Penggunaan panel surya e) Penggunaan selubung bangunan

3.9 Konservasi dan Efisiensi Air

Konservasi air merupakan upaya pengendalian penggunaan dan efisiensi air dengan menghemat penggunaan air bersih dengan fitur yang efisien, penggunaan

instalasi air daur ulang, pemanfaatan teknologi air hujan/*grey water* untuk irigasi & *flush toilet* serta mengatur pengolahan limbah cair (GBCI). Menurut (Kubba, 2010) dengan meminimalkan air yang terbuang, dengan *fixture* yang efisien, penggunaan sistem *dual plumbing* untuk air daur ulang untuk *flush toilet* atau *grey water* untuk menyiram tanaman/irigasi. (Yudelson, 2007) dengan prinsipnya untuk mengurangi, menggunakan kembali dan mendaur ulang kembali air.

Dengan menggunakan kembali daur ulang *greywater* dan air hujan, juga penggunaan *fixture* yang hemat air. Konservasi air dapat dilakukan dengan penghematan air dan penggunaan daur ulang air. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Pekerjaan Umum (PU) pasal 1 tahun 2012, konservasi air dapat dilakukan dengan mengendalikan dan mengurangi konsumsi air berlebih, penggunaan perlengkapan air yang sesuai kapasitas buangan, pemanfaatan sumber air bersih alternatif (Froeschle, 1999). Konsep mengenai konservasi air ini dapat terlihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Rumusan Variabel Terkait Konservasi Air

Sumber	Teori	Terkait aspek Desain & material	Variabel
Froeschle (1999)	Penggunaan perlengkapan air yang sesuai kapasitas buangan, pemanfaatan sumber air bersih alternatif	Pemanfaatan sumber air bersih alternatif	Penggunaan sistem air daur ulang
Yudelson (2007)	Mengurangi, menggunakan kembali dan mendaur ulang kembali air.	Penggunaan air daur ulang	
Kubba (2010)	Meminimalkan air yang terbuang, penggunaan <i>fixture</i> yang efisien, penggunaan air daur ulang.	Penggunaan air daur ulang	

Konsep variabel selanjutnya yang didapat adalah Penggunaan sistem air daur ulang (*grey water* & air hujan), yang akan dijabarkan sebagai berikut. Terpisah dari limbah air toilet, arti *grey water* digunakan ketika menunjuk pada air limbah oleh produksi rumah tangga. *Grey water* merupakan air limbah dari mandi, cuci tangan, mesin cuci, air cuci baju dan air cuci piring (Dixon et al, 1999).

Penggunaan daur ulang air bekas dan pemanfaatan teknologi penampungan air hujan dapat dipakai untuk irigasi dan pembilasan wc (Yudelson, 2007;

Vale,2009; Kubba, 2010, *GREENSHIP*, 2015). Penggunaan *grey water* merupakan trend yang muncul dalam menghemat air. *Grey water* mengandung 50% hingga 80% dari air limbah perumahan, terdiri dari air cuci piring, cucian baju, tidak seperti *black water* yang mengandung racun dan kontaminasi biologis (Nadel, 2009).

3.10 Konservasi dan Efisiensi Material

Pemilihan material dapat memberikan dampak pada lingkungannya, tidak hanya karena segala proses yang termasuk didalamnya seperti ekstraksi, produksi dan transportasinya, semua yang dapat memberikan dampak negatif pada ekosistem, namun beberapa material juga dapat mengeluarkan zat-zat beracun yang berbahaya bagi penghuninya (Froeschle, 1999). Strateginya dapat dilakukan dengan penggunaan kembali material bekas & material daur ulang, pemakaian material ramah lingkungan, tidak memakai bahan yang dapat merusak ozon pada bangunan, dan penggunaan material fabrikasi seperti terlihat pada Tabel 2.6. Kubba (2010) menyatakan dengan menggunakan material berkelanjutan, seperti material daur ulang, rendah/tidak beracun, komponen bangunan yang dapat digunakan kembali, material yang lebih tahan lama dibandingkan dengan produk konvensional dan produksi lokal.

Yudelson (2007) menekankan pentingnya nilai dari material sisa yang digunakan kembali untuk mengurangi penggunaan energi untuk mendaur ulang komponen. Dalam Froeschle (1999) kriteria material bangunan bervariasi tergantung proyeknya. Kriteria juga mungkin bervariasi tergantung apakah proyek tersebut adalah konstruksi baru atau renovasi atau bangunan eksisting. Pertimbangan umur, ketahanan dan *life cycle costing* ketika memilih material fasad sangat penting. Mahal tapi rendah perawatan dan material yang kokoh lebih ekonomis daripada lebih sering perawatan dari umur bangunan (Froeschle, 1999).

Berikut adalah beberapa kriteria dari material bangunan yang digunakan untuk produk-produk *green building* secara umum (Froeschle, 1999), antara lain produk yang difabrikasi dengan proses yang efisien termasuk mengurangi konsumsi energi (meminimalkan limbah), material yang dapat didaur ulang pada akhir masa pakainya, komponen bangunan yang dapat digunakan kembali, material yang lebih tahan lama dibandingkan dengan produk konvensional, produk dan sistem yang

menghambat kelembapan atau kontaminasi biologis pada bangunan, *Healthfully maintained*; material, komponen atau sistem yang membutuhkan metode pembersihan simpel *nontoxic* atau rendah VOC dan produk lokal. Rumusan variabel dari penggunaan material ramah lingkungan dapat terlihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Rumusan Variabel Terkait Green Material

Sumber	Teori	Terkait aspek Desain & material	Variabel
Froeschle (1999)	Penggunaan material dengan meminimalkan energi yang dipakai, ramah lingkungan dan aman.	Material yang aman dan ramah lingkungan	Penggunaan material ramah lingkungan
Yudelson (2007)	Meminimalkan energi yang digunakan	Material yang ramah lingkungan	
Kubba (2010)	Penggunaan material daur ulang, tidak beracun, dan komponen bangunan yang dapat digunakan kembali	Penggunaan material daur ulang & material fabrikasi	

Dampak negatif lingkungan dapat diminimalkan dengan penggunaan intensif dari *green materials*. Produk yang mempunyai presentasi yang tinggi dalam pembaruan kembali sumber mempunyai lebih sedikit jejak lingkungan (RCAC, 2009). Dari beberapa kriteria diatas ditemukan variabel berupa Penggunaan material yang ramah lingkungan. Salah satu material ramah lingkungan yang diterapkan pada bangunan tinggi adalah penggunaan dinding bata ringan.

Bata ringan diciptakan agar dapat memperingan beban struktur dari sebuah bangunan konstruksi. Material yang menyerupai beton dan memiliki sifat kuat, tahan air dan api. Tidak seperti bata biasa, berat bata ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya berat bata ringan berkisar antara 600-1600 kg/m³. Dibandingkan dengan beton konvensional, bata ringan menunjukkan beberapa fitur unggulan, seperti kepadatan rendah dan insulasi termal. Karena itu keunggulan bata ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi akan dapat secara signifikan mengurangi berat bangunan pada pondasi, *piles* maupun kerangka struktur (Ismail dkk, 2004). Selain itu mempercepat pelaksanaan, serta meminimalisasi sisa material yang terjadi pada saat proses pemasangan dinding berlangsung.

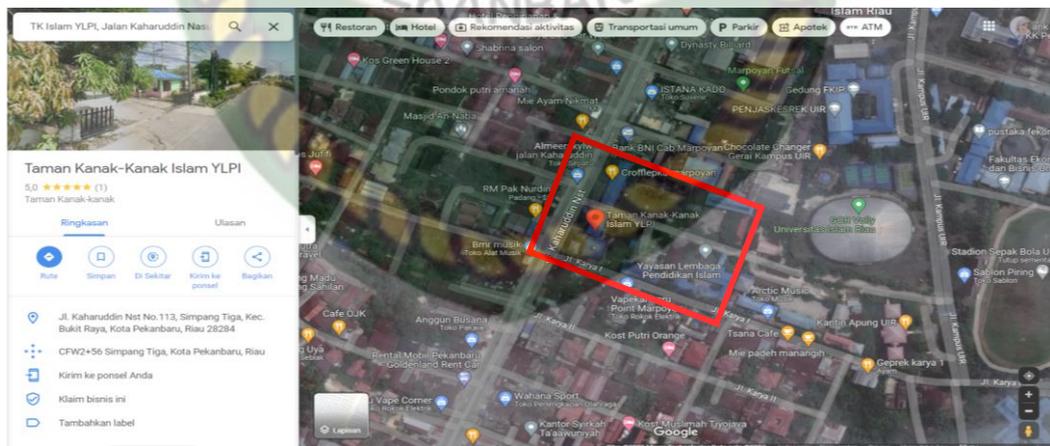
BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Metode merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan suatu permasalahan dengan cara mempelajari, mengumpulkan, dan menganalisis data. Penelitian membutuhkan metode sebagai dasar acuan untuk studi pustaka dan pengumpulan data yang diperlukan. Penelitian dilakukan dengan cara mengumpulkan data sekunder dari objek penelitian yang dipilih, yaitu bangunan Gedung Pra Sekolah TK-YLPI Pekanbaru. Data sekunder yang digunakan berupa gambar kerja (*as built drawing*), dokumen 3D *Sketchup*. Penelitian ini hanya berfokus pada aspek konservasi dan efisiensi terhadap energi, air dan material pada Gedung Pra Sekolah TK-YLPI Pekanbaru menggunakan standar EDGE.

4.2 Lokasi Penelitian

Objek yang diteliti sebagai data pada penelitian ini adalah Gedung TK Islam YLPI. Yang berada di Jalan Kaharudin Nasution No.113, Simpang Tiga, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru. Untuk lebih jelasnya lokasi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi TK – YLPI Pekanbaru (*Google Maps, 2023*)

4.3 Variable Penelitian

Menurut Silaen (2018: 69) mengungkapkan bahwa “variabel penelitian adalah konsep yang mempunyai bermacam-macam nilai atau mempunyai nilai yang

bervariasi, yakni suatu sifat, karakteristik atau fenomena yang dapat menunjukkan sesuatu untuk dapat diamati atau diukur yang nilainya berbeda-beda atau bervariasi.” (Aditia, 2019)

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah variabel bebas (variabel independen) yakni didapat dari kategori *green building* berdasarkan sistem yang ada pada *software* EDGE 3.0 yaitu energi, air dan material.

4.4 Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2018:456) data sekunder yaitu sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen. (STEI INDONESIA, 2017)

Data yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini merupakan data eksisting gedung yang sudah ada, literatur dan peraturan – peraturan yang berkaitan dengan kategori dan kriteria pada EDGE diperoleh dari penelitian dilapangan.



Gambar 4.2 Tampak Depan TK – YLPI (*Sketchup*, 2023)

Tabel 4.1 Spesifikasi Umum Gedung TK YLPI

Nama Gedung	Gedung TK YLPI
Type Bangunan	Pendidikan
Jenis Proyek	Bangunan Eksisting
Data Lokasi	Jalan Kaharudin Nasution No.113, Simpang Tiga, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru

Lanjutan Tabel 4.1 Spesifikasi Umum Gedung TK YLPI

Arah	Barat
Atap	Seng Rangka Baja
Kusen pintu & jendela / daun pintu dan jendela	Gedung A: Kayu Gedung B: Aluminium Gedung C: Kayu
Pencahayaan	LED
Pelapis Lantai	Keramik Uk.40x40
Toilet	Toilet Jongkok

4.5 Instrumen Penelitian

Untuk melengkapi data dan referensi yang diperlukan dalam penyusunan penelitian ini, maka dibutuhkan instrument penelitian. Instrumen penelitian adalah semua alat bantu yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan, menganalisis dan menyajikan data-data secara sistematis dan objektif, sehingga data-data tersebut dapat membantu dalam menjawab rumusan masalah. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari:

a) Literatur Pendukung Penelitian

Literatur yang dibutuhkan pada penyusunan penelitian ini terdiri dari:

- 1) Perangkat penilaian *green building* untuk bangunan (EDGE 3.0).
- 2) Jurnal penelitian tentang penilaian *Green Building*.

b) Alat-alat Penelitian

Alat-alat yang dibutuhkan pada penyusunan penelitian ini yaitu AutoCAD, *Sketchup*, dan EDGE fungsi dari kedua aplikasi tersaji pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Macam – macam Alat Penelitian dan Fungsinya

Nama Alat	Gambar	Fungsi
AutoCAD	 AUTOCAD	Melihat data gambar perencanaan gedung yang berbentuk file (.dwg).
SketchUp	 SketchUp	Melihat data gambar perencanaan gedung dengan permodelan 3D.
EDGE	 EDGE Excellence In Design For Greater Efficiencies	Membantu menentukan opsi yang paling hemat biaya untuk merancang bangunan hijau dalam konteks iklim lokal.

4.6 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian menjelaskan setiap langkah kegiatan yang dilakukan oleh peneliti untuk menyelesaikan penelitian.

1. Mulai

Tahap pertama dalam melakukan penelitian adalah tahap awal. Pada tahap ini, peneliti melakukan beberapa kegiatan untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang topik yang akan diteliti. Tahap ini sangat penting karena akan mempengaruhi keseluruhan proses penelitian yang akan dilakukan. Setelah tahap awal, peneliti akan melanjutkan ke tahap berikutnya yaitu tahap perencanaan, pelaksanaan penelitian, dan tahap laporan penelitian.

2. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses sistematis dan komprehensif untuk mengumpulkan, mengevaluasi dan mensistesi literatur yang relevan dengan topik penelitian yang sedang diteliti.

3. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder merupakan proses dari pengumpulan data yang melibatkan pemanfaatan sumber-sumber daya yang telah ada. Pada tahap penelitian ini data-data yang diperlukan adalah:

- a) Gambar Kerja (*as built drawing*).
- b) Dokumen 3D *Sketchup*.
- c) Data Informasi Material.

4. Menentukan Variabel Penelitian

Menentukan variabel penelitian adalah konsep, sifat atau karakteristik yang ingin diteliti dalam suatu penelitian. Variabel – variabel ini membantu peneliti untuk membatasi ruang lingkup penelitian, dan mengarahkan analisis data. Variabel penelitian pada penelitian ini yaitu:

- a) EEM (*Energy Efficiencies Measures*)
- b) WEM (*Water Efficiencies Measures*)
- c) MEM (*Material Efficiencies Measures*)

5. Analisis Data

Analisis data adalah suatu proses investigasi, pembersihan, transformasi, dan pemodelan data dengan tujuan menemukan informasi yang berguna untuk

memecahkan suatu masalah dan menjadi dasar pengambilan keputusan. Tujuan dari analisis data adalah untuk menjelaskan suatu data agar lebih mudah dipahami dan dibuat sebuah kesimpulan. Analisis data juga dapat digunakan untuk menanggapi sebuah masalah eksklusif dan memilih sebuah keputusan.

Analisis data dilakukan berdasarkan data yang telah dikumpulkan sebelumnya, Adapun analisa yang dilakukan adalah:

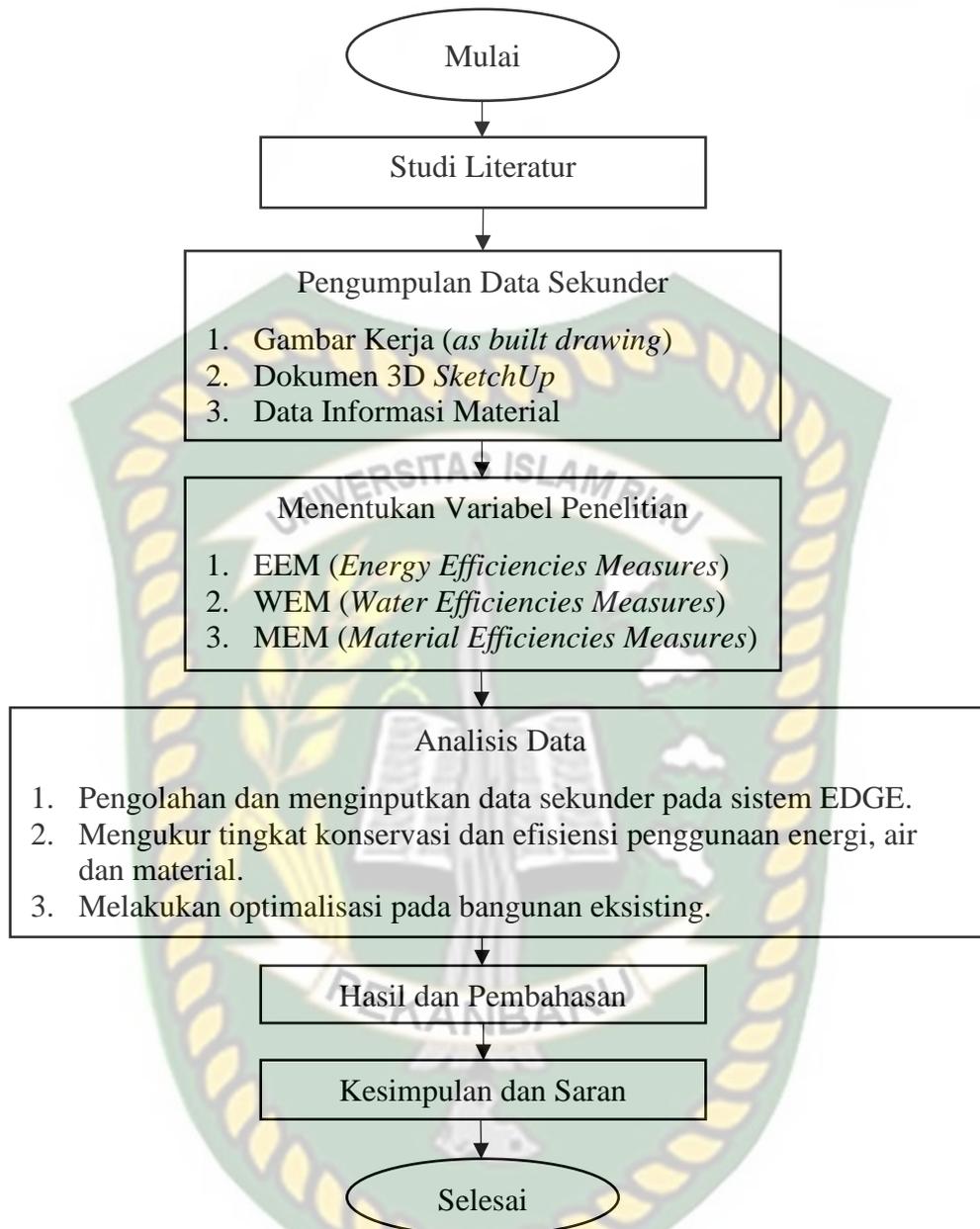
- a) Pengolahan dan menginputkan data sekunder pada sistem EDGE. *Software* EDGE akan menampilkan hasil dari penginputan data.
 - b) Mengukur tingkat konservasi dan efisiensi penggunaan energi, air dan material.
 - c) Melakukan optimasi pada bangunan eksisting.
6. Hasil dan Pembahasan

Temuan yang didapat dari analisis data yang telah dilakukan disebut sebagai hasil penelitian. Sedangkan, interpretasi dan analisis yang lebih mendalam terhadap hasil penelitian disebut sebagai pembahasan. Hasil dan pembahasan yang diperoleh adalah:

- a) Tingkat efisiensi dari 3 (tiga) variabel dalam sistem EDGE (energi, air dan material).
 - b) Optimasi dari hasil analisa data bangunan eksisting.
7. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran dalam penelitian adalah rangkuman temuan yang menjawab pertanyaan penelitian dan memberikan gambaran keseluruhan tentang hasil penelitian serta memberikan saran kepada pembaca untuk tindakan yang lebih lanjut berdasarkan temuan penelitian.

Adapun alur penelitian dalam penelitian ini sudah disusun dalam sebuah *flowchart* sebagaimana Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Flowchart* Penelitian

4.7 Tahapan *Assesment* pada EDGE

Tahapan *assesment* pada EDGE menjelaskan setiap langkah kegiatan yang dilakukan oleh peneliti untuk menyelesaikan pengolahan data pada sistem EDGE. Tahapan dalam menghitung tingkat efisiensi pada EDGE melibatkan beberapa langkah sebagai berikut:

1. Mulai

Mulai merupakan tahap awal dari proses menganalisa data pada EDGE.

2. Input Data Desain

Pada tahap ini peneliti menginputkan data desain gedung pada aplikasi EDGE. Data yang diperlukan meliputi rincian desain bangunan dan sistem yang digunakan, penggunaan energi, air dan material, serta informasi lainnya yang relevan.

3. Menghitung Skor Efisiensi

Dengan memasukkan data yang telah dikumpulkan, sistem EDGE akan menampilkan skor efisiensi untuk setiap variabel yang telah ditentukan. Skor ini mencerminkan sejauh mana bangunan memenuhi kriteria efisiensi yang telah ditetapkan.

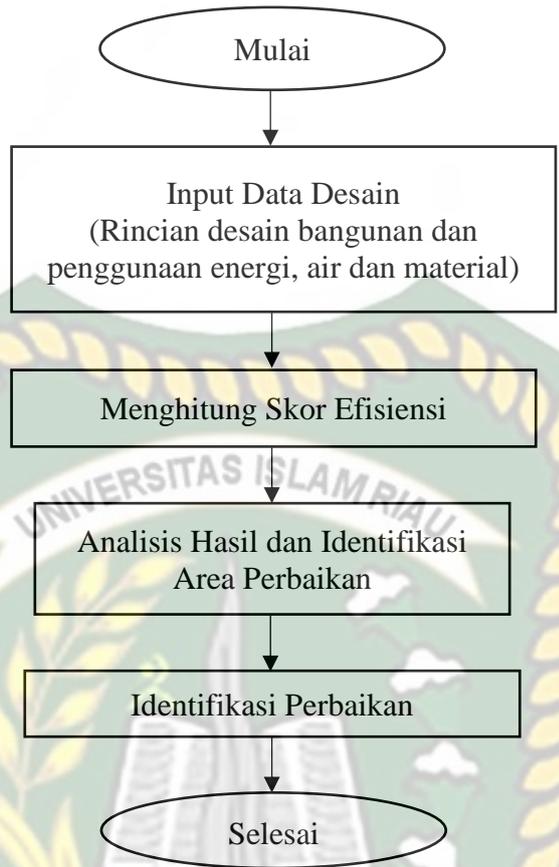
4. Analisis Hasil dan Identifikasi Area Perbaikan

Langkah selanjutnya yaitu menganalisa hasil perolehan skor, pada langkah ini peneliti dapat melihat area dimana bangunan tersebut mencapai efisiensi yang tinggi dan area dimana ada potensi perbaikan yang dapat dilakukan.

5. Identifikasi Perbaikan

Dengan mempertimbangkan hasil analisis, peneliti dapat mengidentifikasi tindakan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi bangunan. Ada beberapa cara untuk meningkatkan efisiensi bangunan, seperti mengoptimalkan desain, menggunakan teknologi yang lebih efisien, dan mengubah kebijakan operasional.

Untuk lebih jelasnya tahapan pelaksanaan ini dapat dilihat pada diagram alir seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Diagram Alir Assesment pada EDGE

4.8 Jadwal Rencana Penelitian

Jadwal rencana penelitian merupakan rancangan waktu atau jadwal untuk mengetahui lama waktu yang diperlukan pada penelitian ini, untuk lebih jelasnya jadwal rencana penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jadwal Rencana Penelitian

No.	Uraian	2023																		
		Mei		Juni				Juli					Agustus				September			
		IV	V	I	II	III	IV	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	I	II	III	
1	Proposal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	Persiapan Seminar Proposal									■	■	■								
3	Seminar Proposal											■	■							
4	Revisi																			
5	Penelitian																			
6	Hasil dan Pembahasan																			
7	Persiapan Sidang Skripsi																			
8	Sidang Skripsi																			
9	Cetak Skripsi																			

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Data desain Gedung TK YLPI

Aplikasi *Excellence in Design for Greater Efficiencies* (EDGE) memerlukan informasi awal berupa data desain. Sebelum melanjutkan ke tahap menghitung tingkat efisiensi energi, air, dan material, dilakukan penginputan data desain bangunan seperti tipe bangunan, data lokasi, perincian area dan beban, dimensi bangunan, sistem HVAC bangunan, dan data iklim. Dengan memasukkan informasi ini, aplikasi EDGE akan melakukan analisis dan menghitung tingkat efisiensi berdasarkan desain bangunan yang dimasukkan.



Gambar 5.1 Gedung TK YLPI

5.1.1 Tipe Bangunan

Gedung TK YLPI dirancang untuk tujuan pendidikan anak usia dini dalam bentuk pendidikan formal. Gedung TK biasanya dilengkapi dengan berbagai sarana prasarana yang nyaman dan menarik. Pada gedung ini terdapat kantor kepala sekolah, ruang guru dan staff, ruang belajar, ruang bermain indoor, ruang gudang dan juga toilet. Gedung ini dikategorikan sebagai gedung pendidikan.

5.1.2 Data Lokasi

Saat memasukkan data desain awal bangunan ke dalam sistem EDGE, pengguna juga diminta untuk memasukkan data lokasi seperti negara dan kota. Dalam penelitian ini, Gedung TK YLPI berlokasi di Jalan Kaharudin Nasution No.113, Simpang Tiga, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau, Indonesia. Peta lokasi yang ditampilkan pada sistem EDGE dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Data Lokasi Gedung (EDGE, 2023)

5.1.3 Data Bangunan

Sistem EDGE Building memerlukan input data bangunan untuk memantau dan mengontrol berbagai aspek bangunan seperti keamanan, efisiensi energi, air, material dan konektivitas. Data bangunan di inputkan berdasarkan kondisi yang ada pada bangunan seperti dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Input Data Bangunan

Nama	Area Internal Bruto	Aggregate Roof Area	Dimensi Bangunan			
			Utara	Timur	Selatan	Barat
Gedung A	254,8 m ²	583,43 m ²	18,5 m	31,2 m	18,5 m	31,2 m
Gedung B	278,8 m ²	395,34 m ²	17,5 m	23,6 m	17,5 m	23,6 m
Gedung C	153,4 m ²	208,59 m ²	9,3 m	16,4 m	9,3 m	16,4 m

5.1.4 Perincian Area Dan Beban

Input data perincian area dan beban pada sistem EDGE Building perlu dilakukan untuk mengukur dan memantau konsumsi energi, air, dan material bangunan. Hal ini membantu dalam memastikan bahwa bangunan tersebut memenuhi standar keberlanjutan yang ditetapkan oleh EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*). Input data perincian area dan beban dapat dilihat pada Tabel 5.2 Tabel perincian area dan beban.

Tabel 5.2 Tabel Perincian Area dan Beban

No	Nama Ruang	Luas(m ²)		
		Gedung A	Gedung B	Gedung C
1.	Ruang Kepala Sekolah	15,17	-	-
2.	Ruang Guru / Staff	15,17	-	-
3.	Ruang Kelas	145,8	177,12	-
4.	Ruang Serbaguna	72,9	-	-
5.	KM/WC	-	28,5	-
6.	Gudang	-	25,92	-
7.	Ruangan Bermain	-	-	59,4
8.	Ruangan Tidur Anak	-	-	59,4
	Total	249,04	231,54	118,8

Pada Tabel 5.2 terdapat tanda (-) yang menunjukkan bahwa pada Gedung tersebut tidak ada ruangan yang dimaksud. Seperti contoh untuk ruangan kamar mandi/wc pada Gedung A dan Gedung C diberi tanda (-) karna pada kedua Gedung tersebut tidak ada kamar mandi/wc, dimana kamar mandi/wc hanya terdapat pada Gedung B.

5.1.5 Sistem HVAC Bangunan

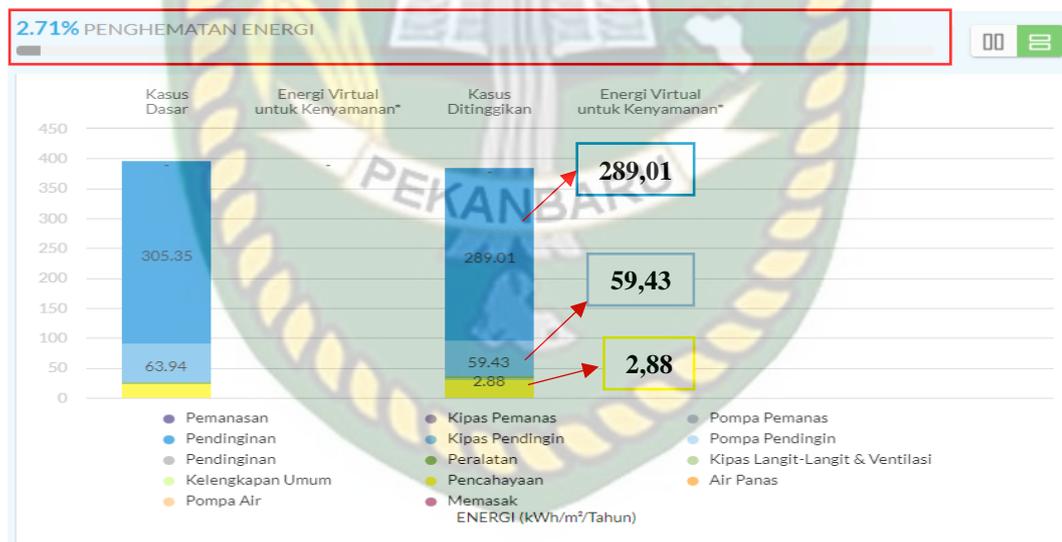
Sistem HVAC adalah adalah sistem yang dirancang untuk mengontrol suhu, kelembaban, dan kualitas udara di dalam bangunan. Sistem HVAC pada Gedung TK YLPI menggunakan sistem pendingin ruangan Air Conditioning (AC) dan tidak menggunakan sistem pemanas ruangan.

5.2 EEM (*Energy Efficiency Measures*)

Pada sistem EDGE yang menyatakan sebuah bangunan hemat energi serta untuk mendapatkan sertifikasi bangunan hijau adalah bangunan yang memenuhi

persyaratan standar minimum menurut sistem EDGE yaitu sebesar 20% pada kriteria penghematan energi.

Ketika tindakan penghematan energi dipilih, EDGE membuat asumsi default tentang peningkatan kinerja umum terhadap kasus dasar (*base case*). Hasilnya ditampilkan pada bagan yang membandingkan bangunan kasus dasar dengan kasus ditinggikan (*improved case*). Kasus dasar (*base case*) adalah tolak ukur standar yang digunakan untuk membandingkan desain yang diusulkan untuk sertifikasi EDGE yang diambil dari praktik umum atau tingkat kinerja yang diwajibkan oleh undang-undang dan standar lokal yang berlaku. Kasus ditinggikan (*improved case*) menunjukkan kondisi bangunan setelah dilakukan langkah-langkah efisiensi atau perbaikan. Nilai yang ditampilkan pada kasus ditinggikan (*improved case*) pada bagan adalah nilai dari data eksisting atau data desain awal. Selain itu, nilai dari kasus ditinggikan (*improved case*) tidak boleh melewati atau melebihi nilai dari kasus dasar (*base case*). Hasil penghematan energi pada Gedung A TK YLPI dapat dilihat pada Gambar 5.3.

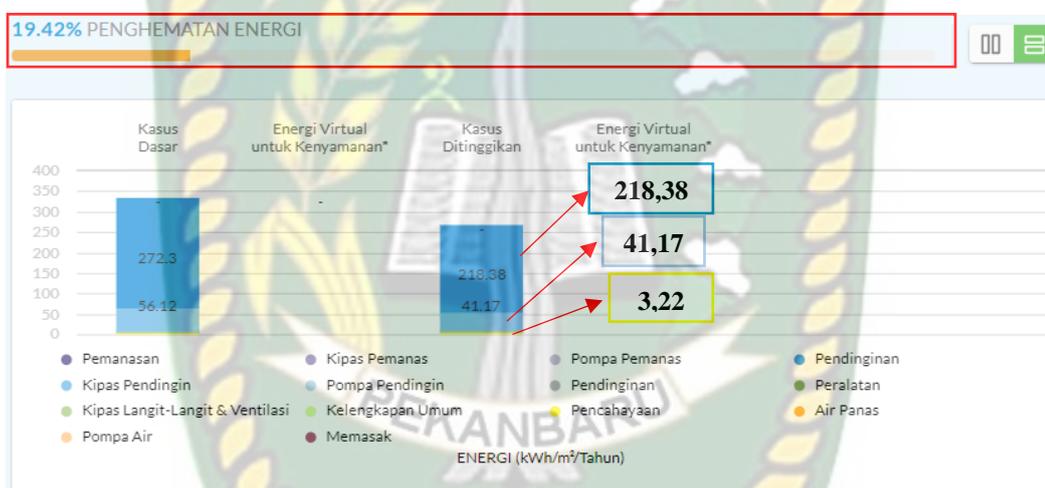


Gambar 5.3 Hasil Efisiensi Energi pada Gedung A TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.3 untuk hasil penghematan energi pada Gedung A TK YLPI Pekanbaru belum berhasil mencapai tingkat efisiensi energi, hasil yang diperoleh yaitu sebesar 2,71%. Hasil ini menunjukkan bahwa Gedung A TK YLPI Pekanbaru belum memenuhi persyaratan standar minimum untuk mendapatkan sertifikasi bangunan hijau menurut EDGE (20%) pada kriteria penghematan energi. Pada bagan berwarna biru merupakan kategori pendinginan dengan nilai 289,01

kWh/m²/tahun, nilai tersebut didapatkan setelah memasukkan data eksisting bangunan ke poin EEM01 hingga EEM11. Pada bagan berwarna biru muda merupakan kategori kipas pendingin dengan nilai 59,43 kWh/m²/tahun. Pada bagan berwarna kuning merupakan kategori pencahayaan dengan nilai 2,88 kWh/m²/tahun, nilai tersebut didapatkan setelah melakukan penginputan data eksisting pada poin EEM22 hingga EEM23.

Pada Gedung B TK YLPI Pekanbaru hasil yang diperoleh nyaris mencapai standar minimum efisiensi energi menurut sistem EDGE yaitu 19,42% sebagaimana yang dapat dilihat pada Gambar 5.4. Hasil efisiensi energi pada Gedung B sangat jauh berbeda dengan Gedung A yang hanya mencapai tingkat efisiensi sebesar 2,71%.

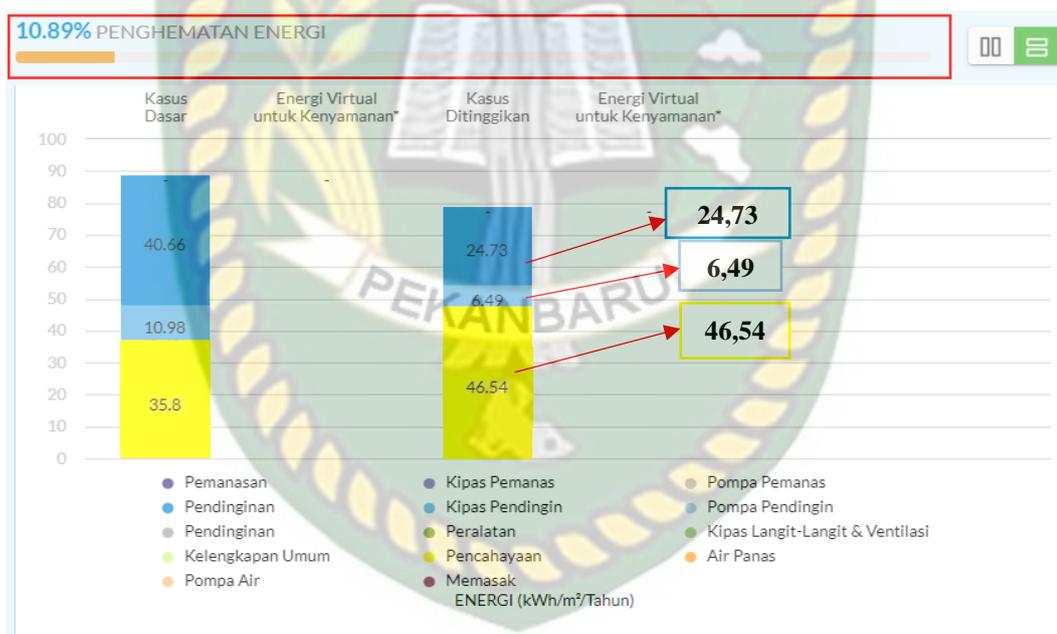


Gambar 5.4 Hasil Efisiensi Energi pada Gedung B TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.4 untuk hasil penghematan energi pada Gedung B TK YLPI Pekanbaru belum berhasil mencapai tingkat efisiensi energi, hasil yang diperoleh yaitu sebesar 19,42%. Hasil ini menunjukkan bahwa Gedung B TK YLPI Pekanbaru belum memenuhi persyaratan standar minimum untuk mendapatkan sertifikasi bangunan hijau menurut EDGE (20%) pada kriteria penghematan energi. Pada bagan berwarna biru merupakan kategori pendinginan dengan nilai 218,38 kWh/m²/tahun, nilai tersebut didapatkan setelah memasukkan data eksisting bangunan ke poin EEM01 hingga EEM11. Pada bagan berwarna biru muda merupakan kategori kipas pendingin dengan nilai 41,17 kWh/m²/tahun. Pada bagan berwarna kuning merupakan kategori pencahayaan dengan nilai 3,22 kWh/m²/tahun, nilai tersebut didapatkan setelah melakukan penginputan data

eksisting pada poin EEM22 hingga EEM23. Dalam EDGE, kasus dasar (*base case*) adalah tingkat konsumsi energi minimum yang diizinkan oleh standar dan kode bangunan lokal. Sedangkan konsumsi energi eksisting adalah pemakaian energi aktual saat ini pada bangunan, seperti yang ditunjukkan oleh bagan biru, biru muda, dan kuning. Tujuan EDGE adalah mengurangi konsumsi energi eksisting hingga setidaknya 20% di bawah *base case*. Pengurangan ini ditunjukkan oleh perbandingan ukuran bagan eksisting dan bagan kasus dasar. Jadi semakin besar pengurangan ukuran bagan eksisting terhadap bagan *base case*, berarti semakin besar penghematan energi yang dicapai oleh gedung tersebut.

Efisiensi energi yang dicapai Gedung C TK YLPI sama dengan gedung lainnya, yaitu belum mencapai standar minimum EDGE sebesar 20%. Pada Gedung C, skor efisiensi energi yang diperoleh adalah 10,89%, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Hasil Efisiensi Energi pada Gedung C TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.5 untuk hasil penghematan energi pada Gedung C TK YLPI Pekanbaru belum berhasil mencapai tingkat efisiensi energi, hasil yang diperoleh yaitu sebesar 10,89%. Hasil ini menunjukkan bahwa Gedung C TK YLPI Pekanbaru belum memenuhi persyaratan standar minimum untuk mendapatkan sertifikasi bangunan hijau menurut EDGE (20%) pada kriteria penghematan energi. Pada bagan berwarna biru merupakan kategori pendinginan dengan nilai 24,73

kWh/m²/tahun, nilai tersebut didapatkan setelah memasukkan data eksisting bangunan ke poin EEM01 hingga EEM11. Pada bagan berwarna biru muda merupakan kategori kipas pendingin dengan nilai 6,49 kWh/m²/tahun. Pada bagan berwarna kuning merupakan kategori pencahayaan dengan nilai 46,54 kWh/m²/tahun, nilai tersebut didapatkan setelah melakukan penginputan data eksisting pada poin EEM22 hingga EEM23. Bagan – bagan tersebut menunjukkan konsumsi energi untuk masing-masing kategori (pendinginan, kipas pendingin, pencahayaan) pada Gedung C TK YLPI, yang digunakan untuk menghitung efisiensi energi gedung tersebut. Kasus dasar (*base case*) memiliki angka konsumsi energi untuk pendinginan (*cooling*) sebesar 40,66 kWh/m²/tahun. Angka ini merupakan standar konsumsi energi minimum menurut kode dan standar bangunan yang berlaku. Sedangkan pada kasus eksisting (ditinggikan), angka konsumsi energinya adalah 24,73 kWh/m²/tahun. Angka kasus eksisting ini lebih rendah dibandingkan kasus dasar karena menunjukkan konsumsi energi aktual gedung saat ini. Namun, penghematannya baru mencapai 10,89% (belum memenuhi standar EDGE 20%) karena selisih antara *base case* dan eksisting masih relatif kecil.

Artinya, masih banyak potensi yang dapat dilakukan pada Gedung C TK YLPI untuk meningkatkan efisiensi energi, sehingga angka konsumsi energi eksisting-nya dapat lebih rendah lagi dibandingkan *base case*. Jadi pada dasarnya angka *base case* dan eksisting menunjukkan perbandingan standar konsumsi energi dengan konsumsi aktual, yang dijadikan acuan penghematan energi dalam EDGE. Sehingga semakin besar selisihnya atau semakin kecil angka dari bagan eksisting dibandingkan *base case* nya, maka semakin bagus kinerja efisiensi gedung tersebut.

Hasil *assessment* energi terhadap ketiga Gedung di TK YLPI ditampilkan pada Tabel 5.3 yang menunjukkan persentase penghematan energi, status pencapaian, dan pemenuhan persyaratan standar bangunan hijau.

Tabel 5.3 Hasil Penghematan Energi pada Gedung TK YLPI Pekanbaru

Nama	Berhasil / Tidak	Tingkat Efisiensi Energy (%)	Status Persyaratan
Gedung A	Tidak	2,71	Belum memenuhi
Gedung B	Tidak	19.42	Belum memenuhi
Gedung C	Tidak	10.89	Belum memenuhi

Berdasarkan hasil *assessment* pada Tabel 5.3 dapat diketahui bahwa ketiga gedung di TK YLPI Pekanbaru belum mampu memenuhi persyaratan minimum penghematan energi sebesar 20% yang disyaratkan pada standar bangunan hijau EDGE. Oleh karena itu, hasil ini menjadi dasar rekomendasi untuk peningkatan efisiensi energi lebih lanjut pada gedung-gedung TK YLPI.

Hasil efisiensi energi diperoleh setelah melakukan proses input data desain gedung pada poin EEM01* Rasio luas Jendela dengan luas Dinding, EEM02 Atap Reflektif: Solar Reflectance Index, EEM03 Dinding Eksterior Reflektif: Solar Reflectance Index, EEM05* Insulasi Atap, EEM08* Insulasi Dinding Eksterior, EEM09* Efisiensi Kaca, EEM11 Ventilasi Alami, EEM12 Kipas Langit-langit, EEM22 Pencahayaan yang Efisien untuk Area Internal, EEM23 Pencahayaan yang Efisien untuk Area Eksternal

1. EEM01* Rasio Luas Jendela dengan Luas Dinding

Dalam menghitung rasio antara luas jendela dengan luas dinding pada bangunan EDGE, digunakan sebuah kalkulator khusus yang disebut *Window-Wall Ratio* (WWR). Data yang dimasukkan ke dalam kalkulator ini mencakup luas fasad pada setiap sisi bangunan dan luas kaca eksternal. Rincian perhitungan mengenai rasio luas jendela dengan dinding terhadap Gedung A dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Perhitungan Window Wall Ratio Gedung A TK - YLPI

Orientasi Jendela	Luas Fasad Kasar Ekspos (m ²)	Luas Kaca Eksternal (m ²)	WWR Improved Case (%)
Utara	42,03	0	0,00
Timur	88,2	23,76	26,94
Selatan	42,03	0	0,00
Barat	112,7	31,68	28,11
Aggregate m2	284,96	55,44	19,46
Rata – rata WWR	19,46%		

Setelah melakukan penginputan data luas fasad dan luas kaca sebagaimana yang terlihat pada Tabel 5.4 selanjutnya aplikasi EDGE akan menghitung dan menampilkan hasil nilai rata-rata WWR. Nilai WWR yang diperoleh Gedung A dapat dilihat pada Gambar 5.6 yaitu 19,46 %.

Gambar 5.6 Input Data pada EEM01* Gedung A

Kalkulator WWR berfungsi untuk memasukkan dan menghitung data luas fasad pada setiap sisi bangunan serta luas kaca eksternalnya. Dengan memasukkan data luas fasad dan kaca tersebut ke dalam kalkulator WWR, maka aplikasi EDGE dapat menghitung nilai rata-rata rasio luas jendela terhadap luas dinding untuk seluruh bangunan. Rincian perhitungan mengenai rasio luas jendela dengan dinding terhadap Gedung B dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Perhitungan Window Wall Ratio Gedung B TK - YLPI

Orientasi Jendela	Luas Fasad Kasar Ekspos (m ²)	Luas Kaca Eksternal (m ²)	WWR Improved Case (%)
Utara	50,92	16	31,42
Timur	78,34	8	10,21
Selatan	50,92	12,08	23,72
Barat	78,34	6,04	7,71
Aggregate m2	258,52	42,12	16,29
Rata – rata WWR	16,29%		

Setelah memasukkan data luas fasad dan luas kaca pada setiap sisi bangunan ke dalam kalkulator WWR seperti yang terlihat pada Tabel 5.5, maka aplikasi EDGE akan secara otomatis menghitung nilai rata-rata WWR untuk seluruh bangunan. Penginputan data luas fasad dan kaca tersebut memungkinkan kalkulator WWR untuk menghitung rasio luas jendela terhadap luas dinding secara keseluruhan. Hasil perhitungan rasio luas jendela dengan luas dinding untuk Gedung B ini kemudian ditampilkan oleh aplikasi EDGE, yang menunjukkan nilai rata-rata WWR sebesar 16,29% seperti terlihat pada Gambar 5.7.

Gambar 5.7 Input Data pada EEM01* Gedung B

Dengan demikian, kalkulator WWR telah memproses data luas fasad dan kaca yang dimasukkan untuk menghasilkan nilai rasio luas jendela terhadap luas dinding.

Perhitungan kalkulator WWR terhadap Gedung C sama dengan Gedung yang lainnya, Adapun rincian perhitungan mengenai rasio luas jendela dengan dinding untuk Gedung C dapat dilihat pada Tabel 5.6

Tabel 5.6 Perhitungan Window Wall Ratio Gedung C TK – YLPI

Orientasi Jendela	Luas Fasad Kasar Ekspos (m ²)	Luas Kaca Eksternal (m ²)	WWR Improved Case (%)
Utara	27,3	0	0,00
Timur	26,6	14,7	55,26
Selatan	27,3	0	0,00
Barat	26,6	9,8	36,84
Aggregate m2	107,80	24,50	22,73
Rata – rata WWR	22,73%		

Setelah melakukan penginputan data mengenai luas fasad dan luas kaca pada aplikasi EDGE, maka sistem akan secara otomatis menghitung dan menampilkan hasil perhitungan nilai rata-rata *Window-to-Wall Ratio* (WWR). Pada kasus Gedung C TK YLPI, nilai WWR yang diperoleh adalah 22,73% seperti terlihat pada Gambar 5.8.

The screenshot shows a software interface for data entry. At the top, it displays 'EEM01* Rasio luas Jendela dengan luas Dinding: 22.73%' and 'Nilai Base Case: 40%'. Below this, there is a label 'WWR (%)' next to a text input field containing the value '22.73'. Further down, there are two more input fields: 'Bawaan' with the value '0' and 'Entri Penggu...'. A blue checkmark icon is visible on the left side of the interface.

Gambar 5.8 Input Data pada EEM01* Gedung C

Berdasarkan Gambar 5.8 nilai WWR menunjukkan persentase luas area kaca terhadap total luas dinding pada Gedung yang cukup tinggi. Semakin tinggi nilai WWR, semakin besar pula proporsi kaca pada fasad gedung. Penginputan data yang akurat mengenai luas fasad dan kaca memungkinkan aplikasi EDGE untuk menghasilkan perhitungan WWR yang tepat guna mengevaluasi desain gedung.

2. EEM02 Atap Reflektif: *Solar Reflectance Index*

EDGE menggunakan SRI (*solar reflectance index*) dari pelapis atap sebagai indikator kinerja. SRI merupakan gabungan antara sifat pemantul cahaya permukaan ketika terkena radiasi matahari (Pantulan matahari total), dan sifat pancaran permukaan (pancaran termal).

Menentukan pelapis dengan reflektansi yang lebih tinggi untuk atap dapat mengurangi beban pendinginan di ruang ber-AC dan meningkatkan kenyamanan termal di ruang non-AC. Seiring dengan penurunan suhu permukaan, masa pakai pelapis akhir juga meningkat, dan dampak dari efek panas perkotaan dapat dikurangi. Pada Gedung A, Gedung B dan Gedung C menggunakan cat berwarna *Roman Blue* yang menurut UVCOOL warna tersebut memiliki nilai SRI 33 seperti terlihat pada Gambar 5.9.



EEM02 Atap Reflektif: Solar Reflectance Index 33		
Nilai Base Case: 45		
✓	SRI	33.00
Biaya Tambahan - IDR		
Bawaan	41,026,798	Entri Pengu...

Gambar 5.9 Input Data pada EEM02 untuk Gedung TK YLPI

Dapat dilihat pada Gambar 5.9 bahwa pada Gedung A, B dan C memperoleh nilai SRI 33. Dengan menentukan pelapis dengan reflektansi yang lebih tinggi untuk atap, dapat mengurangi beban pendinginan di ruang ber-AC dan meningkatkan kenyamanan termal di ruang non-AC. Semakin tinggi nilai SRI suatu pelapis atap, semakin baik kemampuannya memantulkan radiasi matahari. Ini berarti suhu permukaan atap lebih rendah, sehingga performa atap lebih baik, umur pelapis bertambah, dan dampak panas perkotaan berkurang.

3. EEM03 Dinding Eksterior Reflektif: *Solar Reflectance Index*

Dinding eksterior reflektif mengacu pada kemampuan dinding untuk memantulkan sebagian besar cahaya matahari, dinding yang dilapisi dengan cat berwarna cerah memiliki nilai SRI yang tinggi. Pada Gedung TK – YLPI menggunakan cat dengan warna yang variatif. Pada Gedung A menggunakan cat dinding berwarna *Almond* dan *Roman Blue* yang menurut UVCOOL warna tersebut memiliki nilai SRI 76 dan 33 seperti terlihat pada Gambar 5.10.

EEM03 Dinding Eksterior Reflektif: Solar Reflectance Index 55		⋮
Nilai Base Case: 45		
✓	SRI	55.00
Biaya Tambahan - IDR		
Bawaan	8,069,606	Entri Penggu...

Gambar 5.10 Input Data pada EEM03 untuk Gedung A TK YLPI

Dengan demikian, berdasarkan Gambar 5.10 hasil pengujian mengindikasikan bahwa penggunaan cat Almond lebih efektif dalam mengurangi panas matahari yang masuk ke dalam ruangan dibandingkan dengan cat *Roman Blue*. Hal ini ditunjukkan dari nilai SRI *Almond* yang lebih tinggi daripada *Roman Blue*.

Untuk Gedung B TK YLPI, warna cat dinding yang digunakan adalah kombinasi *Colony Green* dan *Hawaiian Blue*. Berdasarkan data *UVCOOL*, *Colony Green* memiliki nilai SRI 36 sedangkan *Hawaiian Blue* memiliki nilai SRI 33 seperti terlihat pada Gambar 5.11.

EEM03 Dinding Eksterior Reflektif: Solar Reflectance Index 30		⋮
Nilai Base Case: 45		
✓	SRI	30.00
Biaya Tambahan - IDR		
Bawaan	7,608,488	Entri Penggu...

Gambar 5.11 Input Data pada EEM03 untuk Gedung B TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.11 dapat terlihat bahwa nilai SRI yang di peroleh adalah 30. Dengan nilai SRI yang relatif rendah ini, maka kemampuan cat dinding Gedung B dalam memantulkan panas matahari kurang optimal. Akibatnya, sejumlah panas matahari akan diserap oleh dinding bangunan yang pada akhirnya dapat meningkatkan beban pendinginan ruangan di Gedung B.

Sementara itu untuk Gedung C TK YLPI warna cat dinding yang digunakan adalah *Copper Metallic* yang menurut *UVCOOL* warna tersebut memiliki nilai SRI 51 dapat dilihat pada Gambar 5.12.

EEM03 Dinding Eksterior Reflektif: Solar Reflectance Index 51
 Nilai Base Case: 45
 SRI: 51.00
 Biaya Tambahan - IDR: 2,928,351

Gambar 5.12 Input Data pada EEM03 untuk Gedung C TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.12 dapat terlihat bahwa Gedung C TK YLPI memperoleh nilai SRI 51, nilai SRI ini lebih tinggi dibandingkan warna cat pada Gedung B. Dengan demikian, cat dinding *Copper Metallic* pada Gedung C memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memantulkan panas matahari. Akibatnya, dinding Gedung C diperkirakan menyerap lebih sedikit panas matahari sehingga dapat mengurangi beban pendinginan ruangan di gedung tersebut.

4. EEM05* Insulasi Atap

Insulasi atap Gedung TK YLPI tidak memiliki insulasi khusus, jenis atap yang digunakan yaitu Gypsum atau papan eternit dengan ketebalan 800 mm. Dengan menginputkan data bahan konstruksi atap dan ketebalannya, EDGE akan menghitung dan menampilkan nilai-U rata-rata insulasi atap. Pada Gedung TK YLPI didapatkan hasil nilai-U insulasi atap rata-rata yaitu $5,77 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

EEM05* Insulasi Atap: Nilai-U 5,77 W/m².K
 Nilai Base Case: 2.33 W/m².K
 Nilai-U (W/m...): 5.77
 Biaya Tambahan - IDR: 0

Kalkulator
 EEM05 - Kalkulator Insulasi Atap

Proporsi Luas Atap Tipe 1 (%)

Pilih Bahan untuk Setiap Lapisan Konstruksi Atap	Tebal (mm)	Konduktivitas Default (W/m·K)	Konduktivitas Entri Pengguna (W/m·K)	Hambatan (m ² ·K/W)
				Film Udara Luar: 0.04
Papan bangunan - Gypsum atau papan eternit (800)	4	0.16	0.120	0.03
				Film Udara Dalam: 0.10

Roof Assembly R-value (m²·K/W): 0.03
 Nilai-U Perakitan Atap (W/m²·K): 5.77
 Nilai U Atap Rata-rata Tertimbang (W/m²·K): 5.77

Masukkan nilai yang dihitung pada ukuran?
 HITUNG
 MEMASUKKAN
 HAPUS SEMUA

Gambar 5.13 Input Data pada EEM05* untuk Gedung TK YLPI

Hasil *assessment* pada Gambar 5.13 menunjukkan bahwa insulasi atap ketiga Gedung TK YLPI masih kurang optimal dalam mengurangi transfer panas. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan penambahan insulasi atap yang lebih baik untuk meningkatkan kenyamanan termal di dalam gedung. Beberapa opsi insulasi atap yang dapat dipergunakan antara lain *rockwool*, *glasswool*, atau *polyurethane foam* yang memiliki nilai koefisien transfer termal lebih rendah. Dengan meningkatkan kualitas insulasi atap, diharapkan dapat mengurangi transfer panas ke dalam gedung sehingga konsumsi energi untuk pendinginan udara juga berkurang.

5. EEM08* Insulasi Dinding Eksterior

Nilai-U pada insulasi dinding eksterior diperoleh setelah melakukan input data luasan dinding dalam persen pada setiap orientasi dan memasukkan data bahan dengan ketebalannya. Input data pada insulasi dinding eksterior dapat dilihat pada Gambar 5.14.

Kalkulator
EEM08 - Kalkulator Insulasi Dinding Eksterior

Dinding Buram 1

% Luas Dinding*	Orientasi
14.75	Utara
30.95	Timur
14.75	Selatan
39.55	Barat

+ TAMBAHKAN % AREA DINDING DAN ORIENTASI

Pilih Bahan untuk Setiap Lapisan Konstruksi Dinding	Ketebalan (mm)	Konduktivitas Default (W/m·K)	Konduktivitas Entri Pengguna (W/m·K)	Hambatan (m ² ·K/W)
				Film Udara Luar 0.04
Plester - Semen plester/plesteran	20	0.72		0.03
				Film Udara Dalam 0.13
				Resistance (m ² ·K/W) 0.03
				Nilai-U (W/m ² ·K) 5.06

+ TAMBAHKAN BAHAN DARI DAFTAR + TAMBAHKAN MATERIAL KUSTOM

Gambar 5.14 Input Data pada EEM08* Gedung TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.14 terlihat bahwa input data luasan dinding eksterior pada berbagai orientasi dimasukkan dalam persen. Kemudian data bahan insulasi berupa semen plester dengan ketebalan 20 mm juga dimasukkan. Dengan input data

tersebut, diperoleh hasil nilai-U sebesar 5.06 W/m²K untuk insulasi dinding eksterior ketiga Gedung TK YLPI.

6. EEM09* Efisiensi Kaca

Nilai – U pada efisiensi kaca diperoleh dengan memasukkan persentase (%) dari total luasan glaze pada setiap orientasi, nilai SHGC (*Solar Heigh Gaint Coeficient*) dan VT (*Visible Transmittance*) mengikuti standar bawaan pada aplikasi EDGE. Proses penginputan data efisiensi kaca dapat dilihat pada Gambar 5.15

EEM09* Efisiensi Kaca Nilai-U 5.81 W/m²·K, SHGC 0.56 dan VT 0.45
 Nilai Base Case: 5.8 W/m²·K & SHGC 0.6 & VT 0.7

Nilai-U (W/m... 5.81 SHGC 0.56
 VT (Faktor) 0.45

Biaya Tambahan - IDR
 Bawaan 10,100,865 Entri Penggu...

Kalkulator
 EEM09 - Kalkulator Efisiensi Kaca

Jenis Glaze	% Total Luas Glaze	Orientasi	Nilai-U (W/m ² ·K)	SHGC	VT (Faktor)	Catatan
Tipe 1	42.86	Timur	5.81	0.56	0.45	
Tipe 2	57.14	Barat	5.81	0.56	0.45	

+ TAMBAHKAN JENIS BARU

Nilai-U (W/m²·K) 5.81
 SHGC 0.56
 VT (Faktor) 0.45

HITUNG
 MEMASUKKAN
 HAPUS SEMUA

Masukkan nilai yang dihitung pada ukuran?

Gambar 5.15 Input Data pada EEM09* Gedung TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.15, dapat dilihat bahwa nilai-U efisiensi kaca ketiga Gedung TK YLPI yang dihitung oleh aplikasi EDGE adalah 5,81 W/m².K, dengan nilai SHGC 0,56 dan VT 0,45. Nilai-nilai ini merupakan hasil perhitungan berdasarkan input data persentase luasan glaze pada setiap orientasi gedung, serta nilai SHGC dan VT mengikuti standar bawaan EDGE.

7. EEM11 Ventilasi Alami

Pada tahap ini hanya perlu memasukkan persentase pembukaan fasad dan jenis ventilasi yang digunakan (satu sisi atau aliran silang). Pada Gedung A TK

YLPI menggunakan ventilasi alami berjenis aliran silang dan juga satu sisi. Data yang akan diinputkan dapat dilihat pada Gambar 5.16.

Kalkulator
EEM11 - Kalkulator Ventilasi Alami

Area Fungsional	Apakah Area tersebut memiliki Ventilasi Alami?	% Pembukaan Fasad	Jenis Ventilasi
Ruang kelas	Ya	31.1	Allran Silang
Ruang rapat	Tidak		Satu Sisi
Ruang Bermain	Tidak		Satu Sisi
Ruang Kantor/Administrasi	Ya	38.24	Satu Sisi
Kafetaria	Tidak		Satu Sisi
Koridor	Tidak		Satu Sisi
Jenis Ruang Lain	Ya	15.55	Allran Silang
Tempat Ibadah	Tidak		Satu Sisi

Gambar 5.16 Input Data pada EEM11 Gedung A TK – YLPI

Berdasarkan Gambar 5.16 hasil input data pada EEM11 untuk Gedung A TK YLPI menunjukkan bahwa persentase pembukaan fasad adalah 20% pada sisi utara dan 30% pada sisi selatan. Ventilasi yang digunakan adalah kombinasi aliran silang dan satu sisi. Hasil ini kemudian digunakan oleh EEM11 untuk menghitung performa ventilasi alami pada Gedung A tersebut.

Pada Gedung B TK YLPI menggunakan jenis ventilasi aliran silang yang data nya sudah diinputkan ke dalam kalkulator ventilasi alami yang dapat dilihat pada Gambar 5.17.

Kalkulator
EEM11 - Kalkulator Ventilasi Alami

Area Fungsional	Apakah Area tersebut memiliki Ventilasi Alami?	% Pembukaan Fasad	Jenis Ventilasi
Ruang kelas	Ya	73.43	Allran Silang
Ruang rapat	Tidak		Satu Sisi
Ruang Bermain	Tidak		Satu Sisi
Ruang Kantor/Administrasi	Tidak		Satu Sisi
Kafetaria	Tidak		Satu Sisi
Koridor	Tidak		Satu Sisi
Jenis Ruang Lain	Tidak		Satu Sisi
Tempat Ibadah	Tidak		Satu Sisi

SIMPAN
HAPUS SEMUA

Gambar 5.17 Input Data pada EEM11 Gedung B TK – YLPI

Berdasarkan Gambar 5.17 hasil perhitungan pada kalkulator ventilasi alami, diketahui dimensi ruangan, jumlah dan ukuran bukaan, kecepatan angin, besaran laju aliran udara, dan angka pergantian udara pada Gedung B TK YLPI. Data

tersebut digunakan untuk menganalisis kinerja ventilasi alami pada gedung tersebut.

Sebagaimana di Gedung B TK YLPI, pada Gedung C TK YLPI juga menggunakan ventilasi alami yang memiliki bukaan aliran silang. Untuk % pembukaan fasad dapat dilihat pada Gambar 5.18.

Kalkulator
EEM11 - Kalkulator Ventilasi Alami

Area Fungsional	Apakah Area tersebut memiliki Ventilasi Alami?	% Pembukaan Fasad	Jenis Ventilasi
Ruang kelas	Tidak		Satu Sisi
Ruang rapat	Tidak		Satu Sisi
Ruang Bermain	Tidak		Satu Sisi
Ruang Kantor/Administrasi	Tidak		Satu Sisi
Kafetaria	Tidak		Satu Sisi
Koridor	Tidak		Satu Sisi
Jenis Ruang Lain	Ya	30,74	Allran Silang
Tempat ibadah	Tidak		Satu Sisi

Gambar 5.18 Input Data pada EEM11 Gedung C TK – YLPI

Berdasarkan Gambar 5.18, Gedung C TK YLPI menggunakan sistem ventilasi alami silang yang efektif dengan persentase bukaan fasad utara-selatan cukup besar sekitar 30,74%, tanpa hambatan eksternal aliran udara, sehingga diperkirakan cukup memenuhi kebutuhan sirkulasi udara di dalam gedung tersebut.

8. EEM12 Kipas Langit-langit

Kipas langit-langit meningkatkan pergerakan udara, sehingga meningkatkan kenyamanan manusia dengan meningkatkan penguapan keringat (pendinginan evaporatif). Untuk persentase luas kipas langit – langit pada ketiga Gedung TK YLPI dapat dilihat pada Gambar 5.19.

Kalkulator
EEM12 - Kalkulator Kipas Langit-langit

Area Fungsional	Apakah Area Tersebut Memiliki Kipas Langit-langit?	Luas Kipas Langit-langit Default (%)	Luas Kipas Langit-langit Entri Pengguna (%)
Ruang kelas	Ya	70%	50
Ruang rapat	Tidak	70%	
Ruang Bermain	Tidak	70%	
Ruang Kantor/Administrasi	Ya	70%	50
Kafetaria	Tidak	70%	
Ruang Staf	Ya	70%	50
Jenis Ruang Lain	Ya	70%	50
Tempat Ibadah	Tidak	70%	

Gambar 5.19 Input Data pada EEM12 Gedung TK – YLPI

Berdasarkan Gambar 5.19 diketahui bahwa kipas langit-langit menempati sekitar 30% dari total luas langit-langit yang ada pada Gedung TK YLPI. Penggunaan kipas langit-langit dengan persentase area seluas itu bertujuan untuk meningkatkan sirkulasi udara dan kenyamanan penghuni gedung. Dengan demikian, penelitian energi bangunan gedung telah menghasilkan data persentase area kipas langit-langit sebagai salah satu upaya peningkatan kenyamanan penghuni gedung.

9. EEM22 & EEM23 Pencahayaan yang Efisien untuk Area Internal dan Eksternal

Pada pencahayaan yang efisien untuk area internal maupun eksternal untuk seluruh Gedung TK YLPI di ketiga lokasi penelitian menggunakan tipe efisien khasiat bercahaya sebesar 50 L/W seperti pada Gambar 5.20.

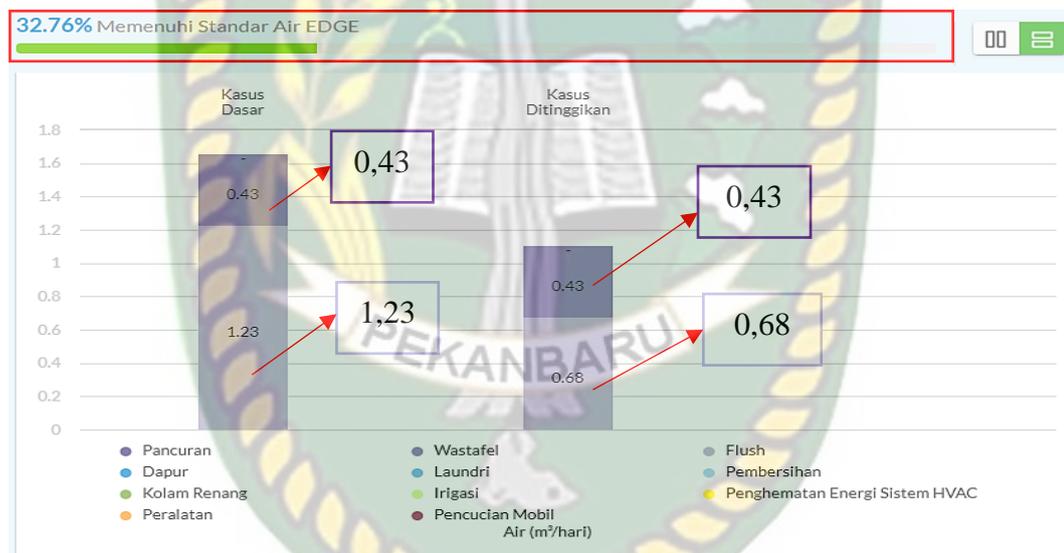
EEM22 Pencahayaan yang Efisien untuk Area Internal			
Nilai Base Case: 65 L/W			
Tipe Efisiensi	Khasiat bercahaya	Khasiat berc...	50
Biaya Tambahan - IDR	Bawaan	0	Entri Penggu...
EEM23 Pencahayaan yang Efisien untuk Area Eksternal			
Nilai Base Case: 65 L/W			
Tipe Efisiensi	Khasiat bercahaya	Khasiat berc...	50
Biaya Tambahan - IDR	Bawaan	16,923,165	Entri Penggu...

Gambar 5.20 Input Data pada EEM22 dan EEM23 Gedung TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.20, penelitian EEM22 dan EEM23 menggunakan tipe pencahayaan efisien 50 L/W untuk area internal dan eksternal TK YLPI di 3 lokasi. Input data yang digunakan sama pada EEM22 dan EEM23. Terdapat 4 jenis ruangan yang dianalisis (ruang kelas, ruang kantor, toilet, area luar) dengan data luas area dan jam operasional.

5.3 WEM (*Water Efficiencies Measures*)

Tahap selanjutnya yaitu penghematan air, Setelah melalui proses penginputan data desain pada kriteria penghematan air, diperoleh hasil sebesar 32,76% langkah penghematan air. Penggunaan air dari objek penelitian yaitu Gedung B TK YLPI sudah memenuhi standar penghematan air yang ditentukan oleh sistem aplikasi EDGE yaitu (20%).



Gambar 5.21 Hasil Efisiensi Air Gedung B

Berdasarkan Gambar 5.21 dapat terlihat pada bagan berwarna ungu tua merupakan kategori “wastafel” dengan nilai 0,43 m³/hari, lalu pada bagan berwarna ungu muda merupakan kategori “flush” dengan nilai 0,68 m³/hari, nilai tersebut didapatkan setelah memasukkan data eksisting bangunan ke poin WEM04*. Sebagaimana yang dijelaskan pada poin energi bahwasanya nilai daripada *base case* harus lebih besar daripada nilai bagan eksisting, begitu pula dengan variabel air. Pada Gambar 5.21 terlihat bahwa pada poin wastafel, bangunan Gedung B TK YLPI memiliki nilai yang sama dengan *base case* nya, sedangkan untuk flush Gedung B TK YLPI memperoleh nilai dibawah *base case* nya yaitu 0,68 m³/hari

dimana untuk *base case* nya sendiri senilai 1,23 m³/hari. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan air pada Gedung B TK YLPI telah efisien dan memenuhi standar EDGE untuk penghematan air. Hasil diperoleh setelah menginputkan data pada kriteria penghematan air WEM04* Toilet Efisien untuk Semua Kamar Mandi: 6 L/Flush volume besar seperti yang terlihat pada Gambar 5.22.

WEM04 - Water Closet Calculator [?] [x] [e]

Fixture Type	Fixture Count	Usage Area	Type of Water Closet	L/High volume flush	L/Low volume flush
Tipe 1	2	Public Restrooms	Bucket Flush	6.00	3.00
+ TAMBAHKAN JENIS BARU					
Weighted Average Flow Rate: High Volume (L/min)				6.00	
Weighted Average Flow Rate: Low Volume (L/min)				3.00	

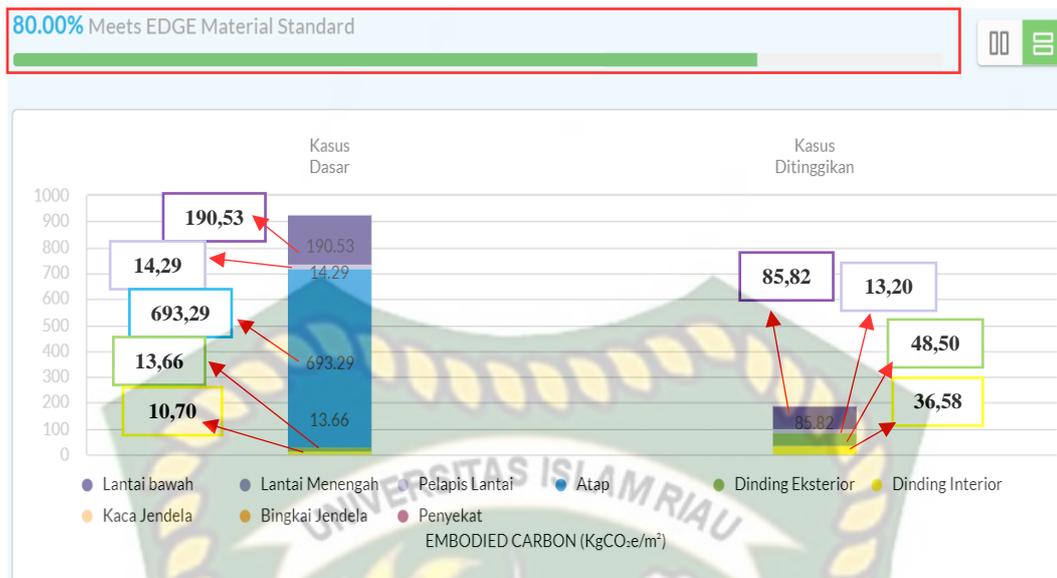
Gambar 5.22 Input Data Kalkulator WEM04 pada Gedung B

Setelah melalui proses penginputan data desain untuk kriteria penghematan air sebagaimana Gambar 5.22, Gedung B TK YLPI berhasil mencapai tingkat efisiensi penggunaan air sebesar 32,76%. Angka ini telah melampaui standar minimal efisiensi air sebesar 20% yang ditentukan oleh sistem aplikasi EDGE. Pencapaian tingkat efisiensi air sebesar 32,76% ini adalah hasil dari penerapan toilet hemat air dengan volume flush 6 liter untuk seluruh kamar mandi di Gedung B TK YLPI. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa Gedung B TK YLPI telah berhasil menerapkan langkah-langkah hemat air yang efektif guna memenuhi standar efisiensi penggunaan air menurut EDGE. Sedangkan pada Gedung A dan Gedung C tidak dilakukan *assessment* dikarenakan pada kedua Gedung tersebut tidak menggunakan air.

5.4 MEM (*Material Efficiencies Measures*)

Berdasarkan perhitungan rinci mengenai efisiensi penggunaan material pada Gedung TK YLPI, didapatkan hasil evaluasi untuk tiap gedung. Gedung TK YLPI terdiri dari 3 bangunan gedung, yaitu Gedung A, Gedung B, dan Gedung C.

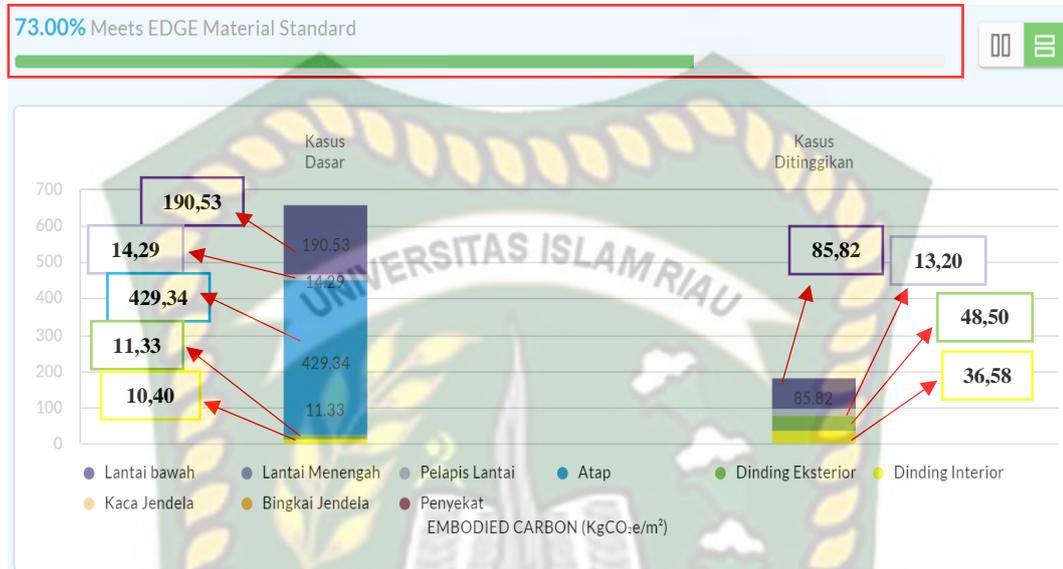
Hasil perhitungan efisiensi material Gedung A TK YLPI ditampilkan pada Gambar 5.23 yaitu grafik yang menunjukkan persentase efisiensi material Gedung A hasil evaluasi berdasarkan standar yang ditetapkan.



Gambar 5.23 Hasil Efisiensi Material Gedung A TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.23, terlihat bahwa Gedung A TK YLPI berhasil mencapai tingkat efisiensi material sebesar 80%. Artinya, penggunaan material pada Gedung A TK YLPI sudah cukup efisien dan memenuhi standar yang ditetapkan. Pada Gambar 5.23 bagan berwarna ungu tua merupakan kategori lantai bawah dengan nilai 85,82 KgCO₂e/m², nilai tersebut didapatkan setelah memasukkan data eksisting bangunan ke poin MEM01*. Pada bagan berwarna ungu muda merupakan kategori pelapis lantai dengan nilai 13,20 KgCO₂e/m², nilai tersebut didapatkan setelah memasukkan data eksisting bangunan ke poin MEM03*. Pada bagan berwarna hijau merupakan kategori dinding eksterior dengan nilai 48,50 KgCO₂e/m². Pada bagan berwarna kuning merupakan kategori dinding eksterior dengan nilai 36,58 KgCO₂e/m², nilai tersebut didapatkan setelah melakukan penginputan data eksisting pada poin MEM05* dan MEM06*. Berdasarkan bagan yang terlihat pada Gambar 5.23, untuk poin lantai bawah dan juga pelapis lantai sudah cukup efisien karena nilai eksisting nya berada dibawah dari nilai kasus dasar (*base case*). Sedangkan pada dinding eksterior dan interior, nilai dari eksisting nya berada jauh di atas nilai kasus dasar nya, hal ini menunjukkan bahwa material yang digunakan pada dinding eksterior dan interior kurang efisien dibandingkan standar EDGE. Material dinding eksterior dan interior sebaiknya menggunakan material yang lebih ramah lingkungan dengan emisi CO₂ lebih rendah.

Selanjutnya hasil evaluasi untuk Gedung B dan Gedung C TK YLPI ditunjukkan pada Gambar 5.24 yang mana menyajikan data grafik tingkat efisiensi material kedua gedung hasil perhitungan menggunakan parameter yang telah ditetapkan sebelumnya.



Gambar 5.24 Hasil Efisiensi Material Gedung B dan Gedung C TK YLPI

Dari Gambar 5.24 dapat dilihat bahwa Gedung B dan Gedung C TK YLPI mencapai efisiensi material yang sama yaitu sebesar 73%. Meskipun lebih rendah dari Gedung A, angka ini masih berada di atas standar minimum yang ditentukan. Pada Gambar 5.24 bagan berwarna ungu tua merupakan kategori lantai bawah dengan nilai 85,82 KgCO₂e/m², nilai tersebut didapatkan setelah memasukkan data eksisting bangunan ke poin MEM01*. Pada bagan berwarna ungu muda merupakan kategori pelapis lantai dengan nilai 13,20 KgCO₂e/m², nilai tersebut didapatkan setelah memasukkan data eksisting bangunan ke poin MEM03*. Pada bagan berwarna hijau merupakan kategori dinding eksterior dengan nilai 48,50 KgCO₂e/m². Pada bagan berwarna kuning merupakan kategori dinding eksterior dengan nilai 36,58 KgCO₂e/m², nilai tersebut didapatkan setelah melakukan penginputan data eksisting pada poin MEM05* dan MEM06*. Berdasarkan bagan yang terlihat pada Gambar 5.24, untuk poin lantai bawah dan juga pelapis lantai sudah cukup efisien karena nilai eksisting nya berada dibawah dari nilai kasus dasar (*base case*). Sedangkan pada dinding eksterior dan interior, nilai dari eksisting nya berada jauh di atas nilai kasus dasar nya, hal ini menunjukkan bahwa material yang digunakan pada dinding eksterior dan interior pada Gedung B dan Gedung C TK

YLPI kurang efisien dibandingkan standar EDGE. Material dinding eksterior dan interior sebaiknya menggunakan material yang lebih ramah lingkungan dengan emisi CO₂ lebih rendah.

Secara keseluruhan, berikut merupakan rangkuman hasil evaluasi tingkat efisiensi material ketiga gedung TK YLPI dalam Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Penghematan Material pada Gedung TK YLPI Pekanbaru

Nama	Berhasil / Tidak	Tingkat Efisiensi Energy (%)	Status Persyaratan
Gedung A	Berhasil	80	Memenuhi
Gedung B	Berhasil	73	Memenuhi
Gedung C	Berhasil	73	Memenuhi

Dapat dilihat pada Tabel 5.7 bahwa ketiga Gedung TK YLPI berhasil mencapai efisiensi di atas 70%, hasil ini menunjukkan bahwa Gedung TK YLPI sudah memenuhi persyaratan standar minimum untuk mendapatkan sertifikasi bangunan hijau menurut EDGE (20%) pada kriteria penghematan material. Penghematan energi pada unsur material bangunan ini akan memperoleh setelah melalui tahap penginputan data material yang digunakan pada gedung, MEM01* Konstruksi Lantai Bagian Bawah, MEM03* Pelapis Lantai, MEM04* Konstruksi Atap, MEM05* Dinding Eksterior, MEM06* Dinding Interior, MEM07* Bingkai Jendela, MEM08* Kaca, MEM09* Insulasi Atap, MEM10* Insulasi Dinding, MEM11* Insulasi Lantai.

1. MEM01* Konstruksi Lantai Bagian Bawah

Gedung TK YLPI menggunakan pelat beton filler slab dengan tebal 100 mm sebagai konstruksi lantai bagian bawah. Nilai-U pada bahan material sesuai dengan standar aplikasi EDGE yaitu sebesar 0,54 W/m².K. Selanjutnya dilakukan input data material pada aplikasi EDGE poin MEM01* Konstruksi Lantai Bagian Bawah seperti pada Gambar 5.25

Konstruksi Lantai Bagian Bawah
Base Case Material: Concrete Slab | In-situ Reinforced Conventional Slab
Ketebalan : 100mm & Steel : 35kg/m²
Type 1

Pelat Beton | Filler Slab

Proporsi %: 100 Tebal (mm): 100 Rebar baja (Kg/m²):

MEM01* Nilai-U (W/m².K): 2.41 Embodied Carbon (Kg/m²):

Biaya Tambahan - IDR
Bawaan: 0.0 Entri Pengguna:

Gambar 5.25 Input Data pada MEM01* untuk Gedung Gedung TK YLPI

Gambar 5.25 menampilkan input data pada aplikasi EDGE untuk konstruksi lantai bagian bawah Gedung TK YLPI. Tampak dipilih jenis *solid concrete slab* setebal 100 mm dengan nilai U sebesar 0,54 W/m².K. Pemilihan jenis dan input nilai U tersebut sudah sesuai dengan spesifikasi sebelumnya yaitu menggunakan pelat beton 100 mm dengan standar nilai U EDGE.

2. MEM03* Pelapis Lantai

Gedung TK YLPI menggunakan keramik sebagai material pelapis lantai. Keramik yang digunakan memiliki ketebalan 12 mm. Selanjutnya input data pada aplikasi EDGE dapat di lihat pada Gambar 5.26.

MEM03*	Proporsi %	Tebal (mm)	Embodied Carbon (Kg/m ²)
	100	12	

Biaya Tambahan - IDR

Bawaan: 0.0

Entri Pengguna

Gambar 5.26 Input Data pada MEM03* untuk Gedung TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.26 Gedung TK YLPI menggunakan keramik sebagai bahan pelapis lantai dengan ketebalan 12 mm. Keramik tersebut memiliki nilai *thermal conductivity* sebesar 0,84 W/mK, *specific heat capacity* 840 J/kgK, dan *density* 2150 kg/m³. Data spesifikasi keramik ini kemudian diinputkan ke dalam aplikasi EDGE guna mensimulasikan performa keseluruhan gedung TK YLPI dalam hal konsumsi energi dan emisi CO₂. Aplikasi EDGE selanjutnya melakukan evaluasi secara menyeluruh terhadap gedung dengan mempertimbangkan berbagai aspek termasuk spesifikasi dari pelapis lantai keramik.

3. MEM04* Konstruksi Atap

Konstruksi Atap Gedung TK YLPI yaitu atap metal lembaran baja pada kasau baja dengan ketebalan 0,35 mm. Nilai-U mengikuti standar bawaan pada aplikasi EDGE yaitu 5,77 W/m².K dapat dilihat pada Gambar 5.27

Konstruksi Atap
Material Base Case : Pelat Beton | In-situ Reinforced Conventional Slab
Ketebalan : 300mm & Steel : 35kg/m²
Tipe 1

Atap Metal | Lembaran Baja pada Kasau Baja

MEM04*

Proporsi %	Tebal (mm)	Rebar baja (Kg/m ²)
100	0.35	

Nilai-U (W/m ² .K)	Embodied Carbon (Kg/m ²)
5.77	

Biaya Tambahan - IDR

Bawaan	Entri Pengguna
0.0	

Gambar 5.27 Input Data pada MEM04* untuk Gedung TK YLPI

Pemilihan nilai U atap tersebut telah sesuai dengan standar dan ketentuan pada aplikasi EDGE. Dari Gambar 5.27 tampak bahwa nilai U atap gedung TK YLPI adalah 5,77 W/m².K, yang mengindikasikan performa thermal atap yang baik.

4. MEM05* Dinding Eksternal

Selanjutnya dilakukan penginputan data dinding eksternal. Gedung TK YLPI menggunakan material bata dengan plester eksternal dan internal dan tebal 110mm. Nilai-U pada material mengikuti bawaan EDGE. Data diinputkan pada poin MEM05* Dinding Eksternal seperti pada Gambar 5.28.

Dinding Eksterior
Base Case Material: Concrete Blocks | Solid Blocks of Dense Concrete
Ketebalan : 150mm
Tipe 1

Dinding Bata | Bata Padat (0-25% rongga) dengan Plester Eksternal dan Internal

MEM05*

Proporsi %	Tebal (mm)	Nilai-U (W/m ² .K)	Embodied Carbon (Kg/m ²)
100	110	1.06	

Biaya Tambahan - IDR

Bawaan	Entri Pengguna
0.0	

Gambar 5.28 Input Data pada MEM05* untuk Gedung TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.28 dapat dijelaskan bahwa telah dilakukan penginputan data teknis terkait dinding eksternal gedung TK YLPI ke dalam software EDGE. Data teknis dinding eksternal yang diinputkan meliputi material dinding yang menggunakan bata dengan plester eksternal dan internal, ketebalan dinding sebesar 110mm, serta nilai U (koefisien transfer termal) material yang mengacu pada standar bawaan dari *software* EDGE. Penginputan data teknis

dinding eksternal ini bertujuan untuk memasukkan detail spesifikasi komponen dinding ke dalam software analisis EDGE. Dengan dimasukkannya detail material dan dimensi dinding, EDGE dapat melakukan simulasi dan evaluasi mengenai performa termal dari dinding tersebut, sehingga dapat diketahui apakah dinding eksternal pada gedung TK YLPI sudah efisien dari segi transfer energi panas atau belum.

5. MEM06* Dinding Interior

Dinding interior pada Gedung TK YLPI memakai bahan material yang sama dengan dinding eksterior yaitu material bata dengan plester eksternal dan internal, penginputan data dapat dilihat pada Gambar 5.29.

The screenshot shows the input form for MEM06* in the EDGE software. The form is titled 'Dinding Interior' and includes the following details:

- Base Case Material: Concrete Blocks | Solid Blocks of Dense Concrete
- Ketebalan: 100mm
- Tipe 1
- Dinding Bata | Bata Padat (0-25% rongga) dengan Plester Eksternal dan Internal

Proporsi %	Tebal (mm)	Embodied Carbon (Kg/m ²)
100	100	

Below the table, there are fields for 'Biaya Tambahan - IDR' with sub-fields for 'Bawaan' (0.0) and 'Entri Pengguna'.

Gambar 5.29 Input Data pada MEM06* untuk Gedung TK YLPI

Gambar 5.29 memperlihatkan penginputan data spesifikasi dinding interior Gedung TK YLPI pada program MEM06*, di mana dinding interior menggunakan material bata plester dengan ketebalan 100 mm, sama seperti material dinding eksterior. Penginputan dilakukan oleh pengguna dengan memasukkan detail material dan ketebalan dinding interior pada antarmuka program, guna kebutuhan analisis Gedung TK YLPI lebih lanjut.

6. MEM07* Bingkai Jendela

Data yang diinputkan pada poin MEM07* Bingkai Jendela, meliputi data bahan material bingkai jendela yang digunakan. Gedung A dan Gedung C TK YLPI menggunakan bingkai jendela berbahan kayu. Selanjutnya dilakukan penginputan data bingkai jendela pada aplikasi EDGE yang dapat dilihat pada Gambar 5.30.

Bingkai Jendela
Material Base Case: Aluminium
Tipe 1

Kayu

Proporsi %
MEM07* 100

Biaya Tambahan - IDR
Bawaan 0.0 Entri Pengguna

Gambar 5.30 Input Data pada MEM07* untuk Gedung A dan Gedung C TK YLPI

Gambar 5.30 menampilkan proses penginputan data bahan material bingkai jendela pada aplikasi EDGE untuk Gedung A dan Gedung C TK YLPI. Gambar 5.30 mengindikasikan bahwa seluruh bingkai jendela yang digunakan di Gedung A dan Gedung C TK YLPI dibuat dari bahan kayu. Data bahan material bingkai jendela ini nantinya akan digunakan oleh EDGE untuk menghitung performa bangunan terkait efisiensi material.

Pada Gedung B TK YLPI digunakan bingkai jendela berbahan aluminium untuk menunjang aktivitas belajar mengajar. Bingkai jendela aluminium dipilih karena ringan, tahan korosi, dan mudah dibentuk. Dilakukan penginputan data spesifikasi bingkai jendela aluminium tersebut ke dalam aplikasi EDGE yang dapat dilihat pada Gambar 5.31.

Bingkai Jendela
Material Base Case: Aluminium
Tipe 1

Aluminium

Proporsi %
MEM07* 100

Biaya Tambahan - IDR
Bawaan 0.0 Entri Pengguna

Gambar 5.31 Input Data pada MEM07* untuk Gedung B TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.31 terlihat bahwa data yang diinput meliputi jenis bingkai (*aluminium frame*), bahan (*aluminum*). Penginputan dilakukan dengan lengkap dan sesuai dengan spesifikasi aktual bingkai jendela aluminium yang digunakan pada

Gedung B. Hal ini penting agar hasil evaluasi gedung oleh EDGE sesuai dengan kondisi di lapangan.

7. MEM08* Kaca Jendela

Selanjutnya input data dilakukan pada poin MEM08* Kaca Jendela, pada poin ini memilih tipe kaca yang digunakan dan ketebalannya, input data pada kaca jendela ketiga Gedung TK YLPI dapat terlihat pada Gambar 5.32.

Kaca Jendela
Base Case Material: Single Glazing
Ketebalan : 8mm
Tipe 1
Pengglasiran tunggal

MEM08*	Proorsi %	Tebal (mm)	Nilai-U (W/m ² ·K)
	100	8	2.91

Biaya Tambahan - IDR
Bawaan: 0.0
Entri Pengguna:

Gambar 5.32 Input Data pada MEM08* untuk Gedung A, Gedung B dan Gedung C TK YLPI

Berdasarkan Gambar 5.32 terlihat bahwa Gedung TK YLPI menggunakan jenis kaca *cleared glass* 8 mm pengglasiran tunggal. Pengglasiran tunggal yaitu kaca yang terdiri dari satu lembar kaca tebal yang dipasang pada bingkai jendela.

8. MEM09* Insulasi Atap

Pada poin ini data yang dipakai adalah data bawaan pada aplikasi EDGE, Gedung TK YLPI tidak memiliki lapisan insulasi khusus seperti insulasi selulosa, insulasi *cork board*, *glass wool* dan lain sebagainya. Input data insulasi atap terhadap ketiga Gedung TK YLPI dapat dilihat pada Gambar 5.33.

Insulasi Atap
Base Case Material: X - No insulation
Ketebalan : 0mm
Tipe 1
X - Tanpa Isolasi

MEM09*	Proorsi %	Tebal (mm)	Embodied Carbon (Kg/m ²)
	100		

Biaya Tambahan - IDR
Bawaan: 0.0
Entri Pengguna:

Gambar 5.33 Input Data pada MEM09*

Berdasarkan Gambar 5.33 data input pada aplikasi EDGE menunjukkan nilai ketebalan insulasi 0 mm dan konduktivitas termal 0.049 W/mK. Kondisi ini mengindikasikan bahwa atap menggunakan nilai default tanpa insulasi tambahan sehingga performa termalnya kurang optimal. Atap yang tidak memiliki insulasi khusus akan memiliki pindah panas yang lebih tinggi antara luar dan dalam gedung. Oleh karena itu, penambahan lapisan insulasi yang tepat dapat meningkatkan kenyamanan termal serta mengurangi beban pendinginan dan pemanasan pada gedung TK YLPI.

9. MEM10* Insulasi Dinding dan MEM11* Insulasi Lantai

Gedung TK YLPI tidak menggunakan insulasi khusus pada dinding dan lantai sehingga pada poin MEM10* Insulasi Dinding dan MEM11* Insulasi Lantai tidak dilakukan penginputan data, dan memilih X-tanpa isolasi pada tipe insulasi sebagaimana terlihat pada Gambar 5.34.

The screenshot shows the input form for MEM10* (Insulasi Dinding). The 'Material Base Case' is set to 'X - Tanpa insulasi'. The 'Ketebalan' (Thickness) is 0mm and the 'Tipe' (Type) is '1'. The 'Insulasi' (Insulation) dropdown is set to 'X - Tanpa Isolasi'. Below this, there are three input fields: 'Proporsi %' (100), 'Tebal (mm)', and 'Embodied Carbon (Kg/m²)'. At the bottom, there are two more input fields: 'Biaya Tambahan - IDR' (0.0) and 'Entri Pengguna'.

Gambar 5.34 Input Data pada MEM10*

Berdasarkan Gambar 5.34 dapat dijelaskan bahwa Gedung TK YLPI tidak menggunakan insulasi khusus pada dinding dan lantai. Pada penginputan data di MEM10* (Insulasi Dinding) dan MEM11* (Insulasi Lantai), telah dipilih opsi "X-tanpa isolasi" pada tipe insulasi. Ini menunjukkan bahwa memang tidak ada data khusus yang diinputkan untuk insulasi dinding dan lantai karena gedung ini tidak menggunakan insulasi khusus.

5.5 Analisis Hasil

Penelitian ini dilakukan pada Gedung TK YLPI di Kota Pekanbaru. TK YLPI memiliki 3 Gedung yang pada penelitian ini diberi asumsi dengan nama Gedung A, Gedung B, dan juga Gedung C. Setelah melakukan *assessment* pada aplikasi EDGE, didapatkan efisiensi dari tiga aspek utama, yaitu energi, air, dan material. Berdasarkan hasil *assessment* EDGE tersebut, didapat hasil penerapan efisiensi terhadap energi, air dan material untuk ketiga Gedung TK YLPI yang dirangkum didalam Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Penilaian Penerapan Efisiensi Terhadap Energi Air dan Material

Nama Gedung	EEM (%)		WEM (%)		MEM (%)	
	Standar	Hasil	Standar	Hasil	Standar	Hasil
Gedung A	≥ 20	2,71	≥ 20	-	≥ 20	80
Gedung B	≥ 20	19,42	≥ 20	32,76	≥ 20	70
Gedung C	≥ 20	10,89	≥ 20	-	≥ 20	70
Keterangan	Belum Tercapai		Tercapai		Tercapai	

Berdasarkan Tabel 5.8 dapat dilihat bahwa pada aspek efisiensi energi, perolehan skor efisiensi untuk ketiga Gedung TK YLPI belum mencapai standar minimum 20% yang disyaratkan oleh sistem EDGE. Pada aspek efisiensi air, Gedung A dan Gedung C tidak dilakukan *assessment* dikarenakan pada kedua Gedung tersebut tidak menggunakan air. Sedangkan perolehan skor efisiensi air terhadap Gedung B mampu melampaui standar minimum dengan perolehan 32,76% yang mana standar minimum efisiensi air yaitu 20%. Adapun untuk efisiensi material, ketiga Gedung TK YLPI telah mencapai efisiensi material diatas 70%, dimana pada Gedung A sebesar 80% dan pada Gedung B serta Gedung C sebesar 73%.

Dari Tabel 5.8 terlihat berdasarkan hasil *assessment*, ketiga Gedung TK YLPI belum mampu memenuhi standar minimum efisiensi energi sebesar 20% yang ditetapkan oleh EDGE. Hal ini terlihat dari perolehan skor efisiensi energi untuk Gedung A sebesar 2,71%, Gedung B sebesar 19,42%, dan Gedung C sebesar 10,89%. Ketiga gedung masih berada di bawah standar minimum EDGE yaitu 20%. Rendahnya skor efisiensi energi ini mengindikasikan bahwa ketiga Gedung tersebut belum optimal dalam penerapan desain hemat energi, penggunaan material isolasi

panas yang memadai, penerapan sistem pendinginan dan pencahayaan efisien, serta penggunaan peralatan hemat energi. Oleh karena itu, peningkatan efisiensi energi perlu menjadi prioritas utama bagi ketiga Gedung TK YLPI agar mampu memenuhi standar minimum EDGE.

Meskipun ketiga gedung telah lolos standar efisiensi material dimana hasilnya mencapai diatas 70%, namun berdasarkan kondisi fisik di lapangan dapat dilihat bahwa kinerja bangunan ini bisa dikatakan tidak sesuai. Hal ini dikarenakan keterbatasan EDGE, dimana EDGE melihat dari desain awal, sebagaimana kepanjangan dari EDGE itu sendiri yaitu (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*) dimana EDGE adalah solusi bangunan hijau yang memungkinkan pengguna untuk mengoptimalkan desain mereka dan menghitung tindakan yang paling efisien untuk merancang bangunan hijau. Akan tetapi apabila perawatan pada bangunan Gedung TK YLPI ini terjaga sesuai dengan desain awalnya, maka bisa dikatakan hasil efisiensi material pada sistem EDGE terhadap Gedung TK YLPI ini sesuai.

Secara keseluruhan hasil *assessment* menunjukkan bahwa Ketiga Gedung TK YLPI masih memerlukan berbagai upaya perbaikan guna memenuhi seluruh standar minimum green building EDGE.

5.6 Identifikasi Perbaikan

Setelah dilakukan *assessment* terhadap seluruh variabel EDGE untuk ketiga Gedung TK YLPI dapat dilihat bahwa Gedung TK YLPI tidak mencapai penghematan energi secara optimal. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan/optimasi terhadap penghematan energinya. Optimasi dilakukan untuk mencapai nilai sekurang-kurangnya 20% agar Gedung TK YLPI masuk kedalam kategori bangunan yang ramah lingkungan menurut aplikasi EDGE *Building*. Oleh karena itu, perlu dilakukan optimasi desain untuk meningkatkan efisiensi energi Gedung yang mana telah dilakukan simulasi optimasi sebagai berikut:

1. Menambahkan Sistem Pendingin

Saat ini gedung tidak dilengkapi pendingin ruangan. Penambahan AC akan meningkatkan kenyamanan pengguna gedung sekaligus mengurangi beban panas ruangan yang berlebihan. Pemilihan AC dilihat dari nilai COP, dimana pada

simulasi optimalisasi yang dilakukan terhadap Gedung TK YLPI diinputkan pada poin EEM13* yaitu efisiensi sistem pendingin sebagaimana yang dapat terlihat pada Gambar 5.35.

Gambar 5.35 Optimalisasi EEM13*

Berdasarkan Gambar 5.35 dapat dilihat bahwa rekomendasi nilai COP dari sistem EDGE yaitu sebesar 2.91. Namun ketika di inputkan menurut sistem dasar EDGE, nilai COP yang diberikan oleh sistem EDGE yaitu sebesar 3,75. Dimana COP adalah ukuran efisiensi energi yang digunakan untuk mengukur kinerja pendinginan AC. Ini menggambarkan sejauh mana AC memanfaatkan daya listrik yang dikonsumsi untuk menghasilkan pendinginan. Secara sederhana, COP adalah rasio antara daya pendinginan yang dihasilkan oleh AC dan daya listrik yang dikonsumsi. Semakin tinggi nilai COP, semakin efisien AC tersebut dalam mendinginkan ruangan. Maka Gedung TK YLPI perlu menggunakan AC dengan input nilai COP yang setara dengan 3,75 COP agar mencapai efisiensi energi dapat tercapai sebagaimana hasil simulasi optimasi yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil simulasi optimalisasi pada Gedung TK YLPI terhadap sistem pendingin, skor efisiensi naik menjadi 34,05%.

2. Mengganti Sistem Pencahayaan dengan Lampu Hemat Energi LED.

Saat ini gedung menggunakan lampu lumen standar. Penggantian dengan lampu LED 65 lumen dapat menghemat konsumsi listrik hingga 40%. Hal ini dilakukan sebagaimana rekomendasi sistem EDGE terhadap pencahayaan yang

efisien untuk area internal dan juga eksternal yaitu *nilai base case* nya sebesar 65 L/W. Dapat dilihat pada Gambar 5.36.

Desain **Energi 34.45%** Air 32.76% Bahan 73.00% Operasi

Langkah Efisiensi Energi
Pilih langkah efisiensi energi untuk mencapai penghematan setidaknya 20%.

EEM22 Pencahayaan yang Efisien untuk Area Internal
Nilai Base Case: 65 L/W
Tipe Efisiensi: Khasiat bercahaya
Khasiat bercahaya: 65
Biaya Tambahan - IDR: Bawaan: 0, Entri Pengguna:

EEM23 Pencahayaan yang Efisien untuk Area Eksternal
Nilai Base Case: 65 L/W
Tipe Efisiensi: Khasiat bercahaya
Khasiat bercahaya: 65
Biaya Tambahan - IDR: Bawaan: 0, Entri Pengguna:

Gambar 5.36 Optimalisasi EEM22 dan EEM23

Berdasarkan Gambar 5.36 setelah dilakukan simulasi optimasi terhadap pencahayaan tersebut sesuai dengan standar yang diberikan EDGE, tingkat efisiensi energi Pada Gedung TK YLPI naik menjadi 34,45% tingkat efisiensi energi yang mana skor efisiensi tersebut melampaui standar minimum efisiensi yaitu 20%. Maka dari itu sistem pencahayaan untuk Gedung TK YLPI perlu diganti sesuai dengan rekomendasi sistem EDGE untuk mendapatkan tingkat efisiensi energi.

Dengan menambahkan optimasi pada sistem pendingin dan pencahayaan tentunya membutuhkan biaya yang lebih besar pula, namun walaupun membutuhkan investasi awal, optimasi desain ini akan menghasilkan penghematan energi dan biaya operasional dalam jangka panjang.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan implementasi konsep konstruksi hijau pada Gedung TK YLPI Pekanbaru menggunakan aplikasi EDGE 3.0 didapatkan hasil penelitian sebagai berikut:

1. Gedung TK YLPI belum menerapkan konsep konstruksi hijau secara optimal. Hal ini dibuktikan dengan hasil perolehan skor efisiensi energi yang belum memenuhi standar minimum EDGE yaitu masih di bawah 20%.
2. Menurut hasil analisis EDGE, efisiensi penggunaan energi pada Gedung A mencapai 2,71%, Gedung B 19,42%, dan Gedung C 10,89%. Penghematan konsumsi air hanya terjadi pada Gedung B sebesar 32,76%, karena Gedung A dan C tidak memanfaatkan penggunaan air. Sementara itu, penghematan material sudah dilakukan pada ketiga gedung dengan persentase di atas 70%.
3. Hasil optimasi bangunan Gedung TK YLPI pada aspek efisiensi energi diperoleh sebesar 34,45% setelah dilakukan optimasi pada sistem pendingin dan pencahayaan.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengelola bangunan gedung perlu lebih fokus pada peningkatan efisiensi energi dan air dengan mengadopsi sistem pendingin, lampu LED, material bangunan yang lebih efisien, serta teknologi hemat air, sambil memantau implementasi rekomendasi hasil analisis EDGE untuk tujuan optimalisasi kinerja bangunan.
2. Dalam upaya mendukung keberlanjutan lingkungan dan memanfaatkan berbagai potensi ekologis serta ekonomis yang ditawarkan oleh bangunan hijau, pengelola gedung harus memahami bahwa upaya mereka tidak hanya sebatas memenuhi kriteria sertifikasi, namun juga mencakup upaya yang

lebih luas dan komprehensif. Apabila pengelola gedung menginginkan sertifikasi bangunan hijau dan berupaya meraih manfaat yang maksimal terhadap lingkungan, maka diperlukan penerapan konsep bangunan hijau yang lebih komprehensif.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M., & Fauzi, R. T. (2012). Kajian sistem assessment proses konstruksi pada greenship rating tool. *KoNTekS* 6, November, 111–120.
- Aditia, A. (2019). Pengaruh Self Esteem dan Kemandirian Belajar Terhadap Prestasi Belajar Mahasiswa Pendidikan Ekonomi Universitas Siliwangi. *Psikologi Perkembangan*, October 2013, 1–224.
- Affiza, S. M. B. P. (2022). *PERATURAN GUBERNUR DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA NOMOR 60 TAHUN 2022. 8.5.2017*, 2003–2005.
- Barrow, C. J. (2000). Environmental management: principles and practice. In *Choice Reviews Online* (Vol. 37, Issue 08). <https://doi.org/10.5860/choice.37-4474>
- Binsa, U. H. (2021). Manajemen Sarana Prasarana Pendidikan Anak Usia Dini di TK Pelangi Anak Negeri Yogyakarta. *Jurnal CARE*, 8(2), 1–10.
- EDGE. (2023). *Panduan Bagi Pengguna EDGE 3.0*. <https://edgebuildings.com/wp-content/uploads/2022/07/2022001613INDind001.pdf>
- Fajri, M. (2021). *163410085 Greenship Neighborhood. 163410085*.
- Froeschle, L. (1999). Environmental Assessment and Specification of Green Building Materials. *California Department of Resources Recycling and Recovery (CalRecycle)*.
- Gide, A. (1967). Konsep Green Building. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Hajrawati. (2013). Manajemen Sarana Dan Prasarana Pembelajaran Berdasarkan Standar Nasional. *Jurnal Eklektika*, 1(2), 137–152.
- Hoffman, A. J., & Henn, R. (2008). Overcoming the Social and Green Building. *Organization and Environment*, 21(4), 390–419.
- IFC. (2023). *IFC(International Finance Corporation)*. https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/corp_ext_content/ifc_external_corporate_site/home
- Indriyati, C., Daud, A., & Prima, R. (2021). ANALISIS KONSERVASI DAN EFISIENSI ENERGI PADA TOWER FAKULTAS HUKUM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA BERDASARKAN SERTIFIKASI GREEN BUILDING INDONESIA. *Frontiers in Neuroscience*, 14(1), 1–13.

Kubba, S. (2010). *Green Construction Project Management And Cost Oversight*. Oxford: Architectural Press.

Maulidianti, N. A., Mulyani, E., Nuh, S. M., Teknik, J., Fakultas, S., Universitas, T., Pontianak, T., Sipil, D. T., Pontianak, U. T., & Sumber, A. (2021). *Identifikasi Konsep Green Construction Pada Perencanaan Gedung Perpustakaan Pusat Universitas Tanjungpur*. 1–8.

Nasrudin, N., & Maryadi, M. (2019). Manajemen Sarana dan Prasarana Pendidikan dalam Pembelajaran di SD. *Manajemen Pendidikan*, 13(2), 15–23. <https://doi.org/10.23917/jmp.v13i2.6363>

Persero, P. P. P. (2013). *Penerapan Green Construction*. <https://www.ptpp.co.id/id/tentang-kami/green-construction>

PII. (2016). *Sekilas tentang Green Building*. <https://pii.or.id/sekilas-tentang-green-building>

Projects, E. (2020). *Retrieved from Edge Buildings*. <https://edgebuildings.com/project-studies/i-cell-ftui/>

Rahmawati, F. (2015). *Pengaruh Penerapan Konsep Green Building Terhadap Investasi Pada Bangunan Tinggi Di Surabaya*. 1–160. <https://repository.its.ac.id/75022/>

Setyowati, D. L., Trihatmoko, E., Wijayanto, P. A., & Amin, M. (2020). Simulating water efficiency management at UNNES Campus, Semarang, Indonesia using EDGE application. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 485(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/485/1/012038>

STEI INDONESIA. (2017). Bab iii metoda penelitian 3.1. *Bab III Metoda Penelitian, Bab iii me*, 1–9.

Wicaksana, A., & Rachman, T. (2018). CONDOTEL DENGAN PENDEKATAN GREEN ARCHITECTURE DI TENAYAN, PEKANBARU. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>

Windarto, H. (2015). *Konsep Air Maya Dalam Efisiensi Pemanfaatan Air*. December, 1–8.

Woolley, T., Kimmins, S., Harrison, R., & Harrison, P. (1997). *A Guide to Building Products and their Impact on the Environment*. London: E & FN Spon.

https://www.researchgate.net/publication/329118244_Green_building_handbook_Volume_1_A_guide_to_building_products_and_their_impact_on_the_environment

Yudelson, J. (2007). *Green Building A to Z: Understanding the Language of Green Building*. Canada: New Society Publishers.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau