

**PENGARUH PENERAPAN *GREEN RETROFIT*
TERHADAP *LIFE CYCLE COST*
PADA BANGUNAN GEDUNG**

TESIS

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
MINAT MANAJEMEN KONSTRUKSI**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Magister Teknik**



AULIA RAHMAWATI

NIM. 146060100111002

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018

TESIS
PENGARUH PENERAPAN *GREEN RETROFIT*
TERHADAP *LIFE CYCLE COST* PADA BANGUNAN GEDUNG

AULIA RAHMAWATI

NIM. 146060100111002

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 25 Juli 2018
dinyatakan telah memenuhi syarat
untuk memperoleh gelar Magister Teknik

Komisi Pembimbing,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Wisnumurti, MT

Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D

NIP. 19641207 199002 1 001

NIP. 19740915 200012 1 001

Malang, 25 Juli 2018

Universitas Brawijaya

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil

Ketua Program Magister Teknik Sipil

Ari Wibowo, ST., MT., Ph.D

NIP. 19740619 200012 1 002

PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Tesis ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Tesis dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 25 Juli 2018

Mahasiswa,

Aulia Rahmawati

NIM. 146060100111002



JUDUL TESIS :

PENGARUH PENERAPAN *GREEN RETROFIT* TERHADAP *LIFE CYCLE COST*
PADA BANGUNAN GEDUNG

Nama Mahasiswa : Aulia Rahmawati

NIM : 146060100111002

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Minat : Manajemen Konstruksi

KOMISI PEMBIMBING :

Ketua : Dr. Ir. Wisnumurti, MT

Anggota : Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D.

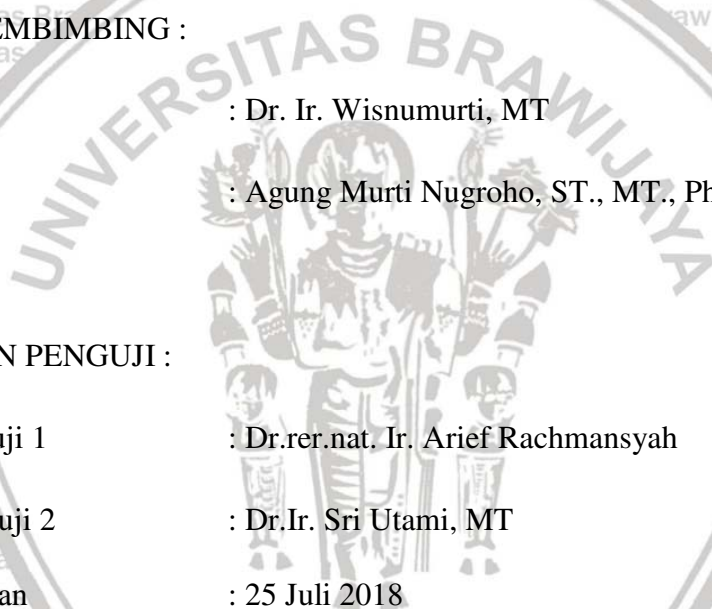
TIM DOSEN PENGUJI :

DosenPenguji 1 : Dr.rer.nat. Ir. Arief Rachmansyah

Dosen Penguji 2 : Dr.Ir. Sri Utami, MT

Tanggal Ujian : 25 Juli 2018

SK Penguji : 1593





Karya ini kupersembahkan untuk

Papa, maaf baru sekarang aku bisa membuatmu bahagia, disana...

Mama..maaf, maaf, maaf dan terima kasih ya Ma..

Suamiku dan anakku tercinta, kalian semangat hidupku...

Kakak-kakak ku yang pintar dan cantik, terima kasih bimbingannya...

To all my best friends, terima kasih atas dukungannya yang tanpa batas...

KATA PENGANTAR

Tiada Dzat selain Allah yang dapat memberi limpahan berkah dan rahmat tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini dengan baik. Tak lupa, shalawat dan salam selalu tercurah untuk Rasulullah SAW.

Ribuan terima kasih penulis sampaikan pula kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penulisan tesis ini, baik berupa dukungan moril maupun materiil, yaitu :

1. Bapak Ari Wibowo, ST., MT., PhD., selaku Ketua Program Studi S2 Teknik Sipil Universitas Brawijaya yang tak pernah lelah membantu memperlancar proses penulisan tesis,
2. Bapak Dr. Ir. Wisnumurti, MT dan bapak Agung Murti Nugroho, ST., MT., PhD selaku dosen pembimbing yang selalu siap kapan saja untuk mentransfer keilmuannya,
3. Bapak Dr.rer.nat. Ir. Arief Rachmansyah dan Ibu Dr. Ir. Sri Utami, MT selaku dosen penguji yang telah membuat penulis menjadi semakin bersemangat belajar,
4. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, beserta seluruh staff dan karyawan yang telah membantu kelancaran penelitian,
5. Mas Erwin dan Hafidz, suami dan anak tercinta, yang selalu memberi semangat dan kepercayaan tiada bertepe
6. Mbak Eva dan Mbak Ovi, kalian teladan yang super baik,
7. Semua teman-teman seangkatan, Reva, Eri, Hasan, Bagus, Tommy, Aldo, Andre, Jo, kehebohan bersama kalian selalu kurindukan,
8. BFF, my ever lasting friends, terima kasih atas bantuan dan dukungannya selama ini dan untuk semua yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih banyak.

Akhirnya, penulis berharap semoga amal baik dari semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini mendapat balasan pahala dan rahmat dari Allah SWT. Semoga karya ilmiah ini dapat memberi manfaat kepada lingkungan dan sesama.

Aamiin ya Rabbal' alamin

DAFTAR ISI

PENGANTAR	1
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Rumusan Masalah	6
1.4 Ruang Lingkup	6
1.5 Tujuan Penelitian	7
1.6 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Konsep <i>Green Building</i>	9
2.2 Konsep <i>Green Retrofit</i>	11
2.2.1 <i>Green Retrofit</i> di Indonesia	12
2.2.2 <i>Green Retrofit</i> pada Bangunan Pendidikan	13
2.3 <i>GREENSHIP Rating Tools for Existing Building</i>	14
2.3.1 Kriteria Prasyarat <i>GREENSHIP Existing Building</i>	16
2.3.2 Kriteria Kredit <i>GREENSHIP Existing Building</i>	20
2.3.3 Standar Acuan Penilaian <i>GREENSHIP</i>	34
2.4 <i>Life Cycle Cost</i>	44
2.4.1 Definisi <i>Life Cycle Cost</i>	44
2.4.2 Komponen dalam <i>Life Cycle Cost</i>	45
2.4.3 Hubungan antara <i>Green Retrofit</i> dan <i>Life Cycle Cost</i>	46
2.4.4 Faktor-faktor Kunci dari <i>Life Cycle Cost</i> dalam <i>Green Retrofit</i>	47
2.5. Penelitian Terdahulu	49

BAB III KERANGKA KONSEP PENELITIAN

3.1. Kerangka Pemikiran	51
3.2. Hipotesis Penelitian	53
3.3. Definisi Operasional Variabel	53

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian	55
4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	57
4.3. Metode Pengumpulan Data	58
4.4. Metode Analisa Data	63

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Kondisi Eksisting Gedung	64
5.2. Analisa Kriteria Prasyarat GREENSHIP <i>Existing Building</i>	66
5.2.1 <i>Appropriate Site Development</i>	67
5.2.2 <i>Energy Efficiency and Conservation</i>	67
5.2.3 <i>Water Conservation</i>	67
5.2.4 <i>Material Resource and Cycle</i>	67
5.2.5 <i>Indoor Health and Comfort</i>	68
5.2.6 <i>Building Environmental Management</i>	68
5.3. Analisa Kriteria Kredit GREENSHIP <i>Existing Building</i>	68
5.3.1 <i>Appropriate Site Development</i>	68
5.3.2 <i>Energy Efficiency and Conservation</i>	72
5.3.3 <i>Water Conservation</i>	75
5.3.4 <i>Material Resource and Cycle</i>	76
5.3.5 <i>Indoor Health and Comfort</i>	76
5.3.6 <i>Building Environmental Management</i>	82
5.4. Penilaian Awal GREENSHIP <i>Existing Building</i>	83
5.5. <i>Green Retrofitting</i>	88
5.5.1 <i>Green retrofit pada Kategori Appropriate Site Development</i>	89
5.5.2 <i>Green retrofit pada Kategori Energy Efficiency and Conservation</i>	88
5.5.3 <i>Green Retrofit pada Kategori Water Conservation</i>	91
5.5.4 <i>Green Retrofit pada Kategori Material Resource and Cycle</i>	91
5.5.5 <i>Green Retrofit pada Kategori Indoor Health and Comfort</i>	91

5.5.6	<i>Green Retrofit</i> pada Kategori <i>Building Environmental Management</i>	91
5.6	Penilaian Akhir <i>GREENSHIP Existing Building</i>	92
5.7	Analisa <i>Life Cycle Cost</i>	97
5.7.1	Analisa <i>Life Cycle Cost</i> Bangunan Eksisting	98
5.7.2	Analisa <i>Life Cycle Cost</i> Bangunan Retrofit	102
5.7.3	Pembahasan	104
BAB VI KESIMPULAN		
6.1	Kesimpulan	105
6.2	Saran	105
DAFTAR PUSTAKA		106



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Jumlah kriteria dan tolok ukur dalam setiap kategori GREENSHIP <i>Existing Building</i>	15
Tabel 2.2	Peringkat dalam GREENSHIP <i>Existing Building</i>	15
Tabel 2.3	Kriteria dan poin maks pada kategori <i>Appropriate Site Development</i>	16
Tabel 2.4	Kriteria dan poin maks pada kategori <i>Energy Efficiency and Conservation</i>	17
Tabel 2.5	Kriteria dan poin maks pada kategori <i>Water Conservation</i>	18
Tabel 2.6	Kriteria dan poin maks pada kategori <i>Material Resource and Cycle</i>	19
Tabel 2.7	Kriteria dan poin maks pada kategori <i>Indoor and Health Comfort</i>	20
Tabel 2.8	Kriteria dan poin maks pada kategori Building Environmental Management	20
Tabel 2.9	Efisiensi minimum MVAC	25
Tabel 2.10	Standard konsentrasi maksimal gas pencemar dalam ruang	31
Tabel 2.11	Daya listrik maksimum untuk pencahayaan	37
Tabel 2.12	Persyaratan air minum yang sehat	39
Tabel 2.13	Kebutuhan ventilasi mekanis	42
Tabel 2.14	Tingkat pencahayaan rata-rata dalam ruang lembaga pendidikan	43
Tabel 2.15	Desain tingkat bunyi yang dianjurkan untuk bangunan pendidikan	44
Tabel 3.1	Definisi Operasional Variabel	54
Tabel 4.1	Metode Pengumpulan Data	59
Tabel 5.1	Fungsi Ruang per Lantai	65
Tabel 5.2	Ringkasan Penilaian Kriteria Prasyarat	68
Tabel 5.3	Nilai Albedo Material Area Atap	72
Tabel 5.4	Perhitungan Daya Pecahaya Tiap Ruang	74
Tabel 5.5	Ringkasan Perbandingan Dimensi Ventilasi Alami dengan Luas Ruang	77
Tabel 5.6	Suhu dan Kelembaban dalam Ruang	78
Tabel 5.7	Intensitas Cahaya dalam Ruang	80
Tabel 5.8	Akustik dalam Ruang	81
Tabel 5.9	Ringkasan Hasil Penilaian Awal GREENSHIP <i>Existing Building</i>	83
Tabel 5.10	Ringkasan Hasil Penilaian Akhir GREENSHIP <i>Existing Building</i>	92
Tabel 5.11	Estimasi Biaya Awal	99
Tabel 5.12	Estimasi Biaya Operasional dan Pemeliharaan	101
Tabel 5.13	Estimasi Biaya Penggantian	102
Tabel 5.14	Total <i>Life Cycle Cost</i> Bangunan Eksisting	102

Tabel 5.15	Estimasi Biaya Awal dan Biaya <i>Green Retrofit</i>	102
Tabel 5.16	Estimasi Biaya Operasional dan Pemeliharaan Bangunan Retrofit	103
Tabel 5.17	Estimasi Biaya Penggantian Bangunan Retrofit	103
Tabel 5.18	Total <i>Life Cycle Cost</i> Bangunan Eksisting	103
Tabel 5.19	Total <i>Life Cycle Cost</i> Bangunan Eksisting alternatif 2	104
Tabel 5.20	Perbandingan <i>Life Cycle Cost</i> Sebelum dan Sesudah <i>Green Retrofitting</i>	104



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Komitmen Presiden terhadap penurunan emisi gas rumah kaca	4
Gambar 2.1	Dampak pembangunan gedung terhadap kerusakan lingkungan	8
Gambar 2.2	Prinsip perencanaan jalur pedestrian	34
Gambar 3.1	Kerangka Konsep Penelitian	51
Gambar 4.1	Diagram alir penelitian	55
Gambar 4.2	Peta lokasi Gedung TI FT UB	56
Gambar 4.3	Gedung TI FT UB	60
Gambar 5.1	Peta kawasan FT UB	64
Gambar 5.2	Tampak depan gedung TI FT UB	65
Gambar 5.3	Denah lantai gedung TI FT UB	66
Gambar 5.4	Fasilitas umum sekitar gedung	69
Gambar 5.5	Pedestrian sekitar gedung	70
Gambar 5.6	Area parkir gedung	70
Gambar 5.7	Vegetasi dalam tapak	71
Gambar 5.8	Sirkulasi sekitar gedung	72
Gambar 5.9	Pencahayaan buatan dalam ruang	74
Gambar 5.10	Panel LVMDP dalam gedung	75
Gambar 5.11	Kran air standard pada area tempat wudhu	75
Gambar 5.12	Model bukaan jendela pada gedung	76
Gambar 5.13	Thermohygro meter	78
Gambar 5.14	Suasana dalam ruang	79
Gambar 5.15	Soundlevel meter	80
Gambar 5.16	Hasil kuisioner kenyamanan gedung	81
Gambar 5.17	Area parkir teknik	88
Gambar 5.18	Site plan area parkir	88
Gambar 5.19	Suasana pencahayaan dalam ruang	88
Gambar 5.20	<i>Cost Breakdown Structure</i>	98

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Formulir wawancara	106
Lampiran 2	Lembar kuisioner kenyamanan gedung	108
Lampiran 3	Formulir pengumpulan data kriteria prasyarat	110
Lampiran 4	Formulir pengumpulan data kriteria kredit	113



RINGKASAN

Aulia Rahmawati, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Pengaruh Green Retrofit terhadap Life Cycle Cost pada Bangunan Gedung*, Dosen Pembimbing : Wisnumurti dan Agung Murti Nugroho.

Alih-alih membangun bangunan hijau baru, terdapat solusi yang lebih baik dalam rangka mewujudkan lingkungan binaan yang berkelanjutan, yaitu *green retrofit*. Pengubahsuaian tersebut perlu diterapkan, baik secara kuantitas maupun kualitas, dengan melibatkan kesadaran penuh para pengguna bangunan akan pentingnya melakukan efisiensi energi. Obyek studi dalam penelitian ini adalah sebuah bangunan pendidikan, dimana di Indonesia masih belum ada bangunan non komersial yang tersentuh oleh *green retrofit*. Dengan menggunakan standar acuan yang berlaku, yaitu *GREENSHIP Existing Building (EB)*, dapat diketahui sejauh mana sebuah bangunan eksisting telah menerapkan efisiensi dan konservasi ke dalam seluruh sistem bangunan yang ditunjukkan dalam sebuah pemeringkatan. Enam kategori yang terlibat di dalamnya adalah *Appropriate Site Development, Energy Efficiency and Conservation, Water Conservation, Material Resource and Cycle, Indoor Health and Comfort* dan *Building Environmental Management*.

Pasca dilakukan *green retrofit* pada bangunan eksisting didapatkan predikat Silver, setelah sebelumnya tidak mendapatkan predikat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan biaya operasional dan pemeliharaan serta biaya penggantian yang terjadi akibat *green retrofit* berpengaruh terhadap penghematan *Life Cycle Cost*. Lebih lanjut, dari hasil analisa diketahui bahwa penghematan *Life Cycle Cost* dapat lebih besar apabila penerapan retrofit difokuskan untuk kategori *Energy Efficiency and Conservation, Water Conservation* dan *Indoor Health & Comfort*, dibandingkan jika perbaikan tersebut bersifat menyeluruh. Bagaimanapun juga, *green retrofit* dapat benar-benar terwujud apabila terdapat komitmen penuh dari pihak manajemen yang ditunjukkan oleh SOP dan dokumen pendukung untuk keenam kategori di dalam *GREENSHIP EB*.

Kata kunci : efisiensi energi, *green retrofit*, *GREENSHIP EB*, *life cycle cost*.

SUMMARY

Aulia Rahmawati, *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2018, Life Cycle Cost-related Benefit of Green Retrofitting of Existing Building, Academic Supervisor : Wisnumurti and Agung Murti Nugroho.*

One option that is arguably much more effective than constructing new green buildings in creating sustainable environmental management is green retrofitting the existing buildings. Retrofitting works needs to be implemented qualitatively and quantitatively with the buildings' users' full awareness of the importance of adopting energy efficiency measures to achieve the abovementioned goal. This study is using an existing educational building, which none of this type of building has been retrofitted yet. The prevailing standard of "green" quality for buildings, GREENSHIP Existing Building (EB), has been recognized as a legitimate measurement in Indonesia to assess the extent to which an existing building has applied energy efficiency and conservation measures to its whole structural system which is indicated by a rating system. GREENSHIP EB consists of six categories of assessment, namely Appropriate Site Development; Energy Efficiency and Conservation; Water Conservation; Material Resources and Cycle; Indoor Health and Comfort; and Building Environmental Management.

Having been retrofitted, the existing building in the present research was certified as Silver by GREENSHIP EB rating, which is substantial progress from its previously non-rated status. It was also observed that the green retrofit of the building resulted in the decrease of its life cycle cost. On other finding of this research is that green retrofitting that is specially directed at achieving a goal categorized as Energy Efficiency & Conservation, Water Conservation, and Indoor Health & Comfort has resulted in greater Life Cycle Cost reduction of the building compared to a thorough retrofitting on it. Nonetheless, green retrofit projects would never be able to be completely accomplished without unified commitment on the management level which is reflected in the SOP and other supporting documents that contain the six categories of assessment prescribed in GREENSHIP EB rating system.

Keywords : energy efficiency, green retrofit, GREENSHIP EB, life cycle cost

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Geliat *green building* di dunia semakin terlihat nyata sejak didirikannya *World Green Building Council* (WGBC) pada tahun 2002 sebagai organisasi internasional yang memperkuat keberadaan lebih dari ratusan *Green Building Council* (GBC) pada setiap negara di lima benua. Misi utamanya adalah memberdayakan para pelaku industri untuk mewujudkan bangunan-bangunan industri yang ramah lingkungan dalam rangka membawa perubahan positif dalam lingkungan yang berkelanjutan. Eksistensi WGBC memiliki nilai urgensi yang sangat tinggi, mengingat makin banyaknya isu-isu lingkungan –diantaranya adalah *global warming*- yang meresahkan masyarakat dunia, sehingga WGBC hadir untuk memberikan pengetahuan, inspirasi dan dukungan nyata kepada setiap GBC di negara-negara anggota.

Wacana *green building* memang telah bergeser, dari sekedar sebuah opsi menjadi sebuah keharusan dalam rangka menciptakan lingkungan yang berkelanjutan. Sebagian besar pemerintahan di seluruh dunia telah sepakat untuk melakukan pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) dan konsumsi energi dari sumber daya yang tak terbarukan, salah satunya melalui penerapan konsep bangunan hijau (Singapore, 2010). Kats (2003) mengatakan bahwa *green building* menerapkan penggunaan beberapa sumber daya yang dibutuhkan dalam pembangunan secara lebih efektif daripada bangunan yang hanya sekedar dibangun mengikuti peraturan umum. Sumber daya tersebut yaitu energi, air, material dan lahan. Dengan pencahayaan yang lebih alami dan kualitas udara yang lebih baik, *green building* dapat berkontribusi terhadap peningkatan kesehatan, kenyamanan dan produktifitas pengguna bangunan.

Sekalipun demikian, menciptakan sebuah bangunan baru ternyata memiliki dampak negatif yang cukup besar terhadap lingkungan. Pembangunan yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat ternyata tidak dapat terhindar dari eksploitasi sumberdaya alam yang tidak mengindahkan kemampuan daya dukung lingkungan,

sehingga kualitas lingkungan pun berkurang. Lebih lanjut, data yang dikeluarkan oleh *United State Green Building Council* (USGBC) menyebutkan bahwa bangunan eksisting bertanggung jawab terhadap 72% konsumsi energi listrik, 40% penggunaan bahan baku, 39% konsumsi energi, 35% emisi karbon, 30% pengeluaran limbah dan 14% konsumsi air minum. Menurut Bullen, pada negara-negara berkembang, jumlah gedung yang dibangun tiap tahunnya hanya setara dengan 1,5 – 2% dari jumlah bangunan eksisting, sehingga dapat dikatakan bahwa pembangunan *green building* baru tidak signifikan terhadap kebutuhan pengurangan konsumsi energi dan emisi gas kaca. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa mewujudkan lingkungan yang berkelanjutan melalui pembangunan bangunan hijau baru bukanlah sebuah solusi yang terbaik.

Sebuah solusi logis terhadap permasalahan lingkungan tersebut adalah metode *green retrofit*. Jika tantangan perubahan iklim harus teratasi dengan baik, maka perlu dilakukan retrofit terhadap bangunan-bangunan eksisting (Miller & Buys, 2008). Karena sejatinya, tantangan besar dalam mewujudkan konsep *green building* bukan melalui pembangunan bangunan hijau baru, melainkan melakukan proses peningkatan konsep keberlanjutan terhadap bangunan-bangunan eksisting yang ada melalui metode *green retrofit* (Jagarajan, Abdullah, Lee, & Jaafar, 2015). Seperti dipaparkan oleh *The Centre for Sustainable Buildings and Construction, Building and Construction Authority, Singapore* (2010), bahwa metode *green retrofit* mampu membawa manfaat, baik nyata maupun tidak berwujud bagi pemilik dan pengguna bangunan. Selain dapat mengurangi konsumsi energi, utilitas dan konsumsi air, *green retrofit* juga mampu memperbaiki kualitas ruang dalam gedung serta mengurangi dampak negatif bangunan terhadap para pengguna yang berupa penyakit terkait lingkungan kerja atau biasa disebut '*sick building*' syndrome.

Beberapa penelitian terdahulu telah berusaha mengangkat tema *green retrofit* dan manfaatnya terhadap ekonomi, lingkungan dan sosial, dimana kesemuanya mengarah kepada kesimpulan bahwa metode *green retrofit* mampu menyumbang 30% dari total penghematan energi pada bangunan kantor dan komersial eksisting, tanpa mengganggu kenyamanan pengguna bangunan (Vanadila, 2012). Kemampuannya dalam mengurangi konsumsi energi bangunan diperkirakan dapat membawa dampak positif terhadap biaya siklus hidup bangunan atau *life cycle cost*. *Green building* mampu memberikan manfaat finansial yang signifikan dalam hal biaya konsumsi energi, biaya limbah, biaya konsumsi air, biaya lingkungan dan emisi, serta biaya operasional dan pemeliharaan, dalam konteks wilayah California (Kats, 2003)

Sayangnya, *green retrofit* belum dijadikan sebagai senjata terdepan dalam upaya peningkatan lingkungan berkelanjutan. RICS EU Public Affairs Office menyelenggarakan sebuah konferensi dengan tema “*Investing in a Sustainable Built Environment – do energy efficient buildings make economic sense?*” dalam rangka mengetahui mengapa timbul sebuah *vicious circle of blame* dalam lingkup pihak-pihak yang terkait dengan pembangunan bangunan hijau. Lingkaran setan tersebut merupakan hambatan terbesar dalam perwujudan bangunan eksisting yang berkelanjutan, dimana *owner/end-user*, desainer, kontraktor, developer dan investor) sebenarnya telah setuju untuk dapat bersama-sama berkontribusi dalam mewujudkan bangunan berkelanjutan namun seperti halnya pelemparan tanggung jawab masih terus terjadi (Cadman, 2000).

Hal tersebut terjadi karena para *stakeholder* menemui setidaknya 8 tantangan, hambatan dan permasalahan yang cukup berarti dalam mensukseskan penerapan *green retrofit* pada bangunan eksisting, yaitu: *initial cost* yang tinggi, kurangnya tenaga ahli profesional bangunan hijau, minimnya dukungan kebijakan, standard bangunan hijau yang belum terukur, kesadaran akan lingkungan berkelanjutan yang rendah, tidak adanya komunikasi yang baik antar *stakeholder* tentang visi bangunan hijau, kepemimpinan internal, serta teknologi dan material ramah lingkungan yang terbatas (Jagarajan, Asmonia, Mohammeda, Jaafara, Meia, & Babab, 2017).

Namun tidak semua hambatan tersebut terjadi di Indonesia. Negara ini telah memiliki standarisasi bangunan hijau yang dikeluarkan oleh sebuah lembaga independen bernama *Green Building Council Indonesia* (GBCI). Pada tahun 2010, GBCI menerbitkan sistem rating bangunan hijau, baik untuk bangunan baru maupun bangunan eksisting, yang disebut GREENSHIP. Selain itu, dukungan kebijakan mengenai perwujudan konstruksi bangunan hijau pun juga telah banyak diluncurkan oleh pemerintah Indonesia, antara lain : Permen LH no. 8 tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan, Pergub DKI Jakarta nomor 38 tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau, Permen PU nomor 02 tahun 2015 tentang Bangunan Gedung Hijau, dan Permen PU nomor 05 tahun 2015 tentang Pedoman Umum Implementasi Konstruksi Berkelanjutan pada Penyelenggaraan Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum dan Permukiman.

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN – GRK) menyebutkan bahwa dalam rangka mengurangi emisi GRK Indonesia memasang target hingga tahun 2020 telah dapat mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 26% (gambar 1). Target tersebut seperti halnya akan mengalami kemunduran, pasalnya menurut Prasetyo, *Deputy for International*

Relation GBCI, hingga tahun 2017 hanya 25 gedung tinggi yang bersertifikat, sangat timpang dengan negara tetangga yaitu Singapura yang telah mensertifikasi 1000 gedung. (Indonesia, 2017). Menurut beliau, dari 25 gedung saja telah dapat dilakukan penghematan konsumsi energi sebesar 853 megawatt / tahun yang setara dengan penghematan US\$68 juta / tahun.



Gambar 1.1 Komitmen Presiden terhadap penurunan emisi gas rumah kaca pada tahun 2020
Sumber : Kementerian Energi dan Sumber Daya Manusia (2013)

Dapat disimpulkan bahwa sekalipun standarisasi dan dukungan kebijakan pemerintah tentang bangunan hijau telah dikantongi, laju pertumbuhan *green retrofit* masih sangat lambat dimana dari 25 gedung hanya 7 gedung yang telah mengantongi sertifikat *GREENSHIP Existing Building* dimana kesemuanya merupakan gedung komersial (6 perkantoran dan 1 apartemen). Namun bagaimana dengan *green retrofit* pada bangunan non komersial? Sebuah penelitian menyebutkan bahwa sebagian besar *green retrofit* hanya dilakukan oleh perusahaan besar yang mampu mendanai kegiatan retrofit dengan keuntungan perusahaan, yang kemudian melahirkan asumsi bahwa bangunan non komersil tidak akan mampu mendanai kegiatan retrofit karena memiliki *payback period* yang lebih lama daripada bangunan komersil. Hal tersebut merupakan cerminan dari minimnya pengetahuan tentang *life cycle cost* sebuah bangunan hijau.

Tidak dapat dipungkiri bahwa sistem perencanaan keuangan dalam sebuah perusahaan yang tidak terstruktur dengan baik umumnya mengakibatkan sulitnya mengetahui *life cycle cost* sebuah proyek dan keuntungan jangka panjang yang akan didapatkan (Ashuri, 2010).

Biaya siklus hidup bangunan atau *life cycle cost* sangat bermanfaat untuk mengetahui nilai ekonomis sebuah bangunan dalam jangka waktu umur hidupnya dengan

mempertimbangkan segala biaya yang terkait, mulai dari biaya awal, biaya konstruksi, biaya operasional hingga nilai sisa bangunan.

YU, TU & Luo (2011) memaparkan bahwa biaya *green retrofit* pada beberapa bangunan komersial di Singapura hanya membutuhkan sekitar 3% dari biaya konstruksi bangunan baru, serta biaya penghematan konsumsi energi yang dihasilkan cukup signifikan, yaitu sekitar 10-20% dari biaya operasional dan pemeliharaan bangunan. Sedangkan menurut GBCI rata-rata gedung komersial yang telah tersertifikasi GREENSHIP *Existing Building* mampu melakukan penghematan konsumsi listrik sebesar 7 - 30% dan konsumsi air sebesar 20 - 54%. Pencapaian maksimal didapatkan setelah pihak manajemen gedung melakukan penggantian fitur lama dengan fitur *green building*. Hal tersebut seharusnya tidak berlaku hanya untuk bangunan komersial saja, melainkan juga dapat berdampak positif terhadap efisiensi energi dan biaya pada bangunan non komersial, semisal bangunan pendidikan.

1.2 Identifikasi Masalah

Sekalipun beberapa penelitian telah menunjukkan dampak positif dari *green retrofit* terhadap bangunan eksisting terhadap penghematan konsumsi energi dan biaya operasional, belum terlihat kemajuan yang aktif dan masif sebagai tindak lanjut dalam hal mewujudkan lingkungan yang berkelanjutan di Indonesia. Penulis menemukan bahwa permasalahan finansial merupakan hambatan utama dalam menerapkan *green retrofit* di Indonesia yang didukung oleh kurangnya pengetahuan masyarakat tentang *life cycle cost* bangunan hijau.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh *green retrofit* terhadap *life cycle cost* terhadap bangunan eksisting. *Life cycle cost* merupakan bagian yang terpisahkan dari manajemen konstruksi, dimana di dalamnya dilakukan perhitungan keseluruhan biaya, mulai dari biaya awal, biaya operasional dan pemeliharaan, biaya penggantian, hingga biaya pembongkaran. Penerapan *green retrofit* terhadap bangunan gedung eksisting diharapkan dapat membawa penghematan, khususnya yang berdampak kepada biaya operasional dan pemeliharaan.

Obyek penelitian yang dipilih adalah bangunan pendidikan dimana tipe bangunan ini belum tersentuh sama sekali dengan metode *green retrofit*, padahal bangunan pendidikan sangat memerlukan kualitas udara serta kenyamanan ruang yang optimal demi tercipta kegiatan belajar mengajar yang kondusif. Penelitian ini akan mengetahui apakah *green*

retrofit juga dapat secara sukses diterapkan pada bangunan pendidikan, serta mengetahui kriteria apakah yang paling berpengaruh terhadap *life cycle cost* dan konsumsi energi.

Wilayah studi yang dipilih adalah Universitas Brawijaya Malang yang juga tengah mewujudkan konsep *green campus* di area kampus biru ini. Kampus ini memiliki puluhan sarana gedung perkantoran dan perkuliahan, dengan jumlah lantai berkisar antara 3 hingga 12 lantai. Sebagian dari gedung-gedung tersebut masih berumur sangat muda, akibat dari penggalakan pembangunan gedung baru di lingkungan kampus Universitas Brawijaya dalam rangka meningkatkan pelayanan kepada mahasiswa yang dari tahun ke tahun jumlahnya semakin bertambah. Bangunan eksisting terpilih adalah gedung dengan umur konstruksi lebih dari 5 tahun, yaitu Gedung Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya (Gedung TI FT UB).

Penulis menganggap bahwa dengan menerapkan metode *green retrofit* pada bangunan eksisting di lingkungan kampus tersebut akan berdampak positif, jauh lebih sehat dan hemat dibanding jika terus menerus dilakukan pembangunan gedung baru. Selain itu, gedung tersebut juga mewadahi berbagai kegiatan akademik dan kemahasiswaan bagi para pengguna bangunan, antara lain ruang perkuliahan; laboratorium; ruang-ruang pimpinan; bank dan kafetaria, sehingga nantinya dapat dijadikan acuan baku untuk melakukan *green retrofit* pada fungsi-fungsi bangunan yang sejenis di lingkungan kampus Universitas Brawijaya Malang.

Sebagai acuan dasar, proses *green retrofit* akan dilakukan dengan menggunakan *rating tools* yang dikeluarkan oleh GBCI untuk gedung terbangun, yaitu *GREENSHIP Existing Building* (GREENSHIP EB) yang terdiri dari 6 kriteria, yaitu : *Appropriate Site Development, Energy Efficiency & Conservation, Water Conservation, Material Resources & Cycle, Indoor Health & Comfort* dan *Building & Environment Management*.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, penulis dapat merumuskan permasalahan sebagai fokus penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana kajian *green building* pada Gedung TI FT UB berdasarkan GREENSHIP EB GBCI?
2. Bagaimana implementasi *green retrofit* terhadap Gedung TI FT UB berdasarkan GREENSHIP EB GBCI?
3. Bagaimana pengaruh *green retrofit* terhadap *life cycle cost* pada bangunan tersebut?

1.4 Batasan Masalah

Standar acuan yang digunakan dalam metode *green retrofit* merujuk hanya pada GREENSHIP EB yang diterbitkan oleh *Green Building Council Indonesia* (GBCI) versi 1.1 yang diterbitkan pada Juni 2016.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Melakukan kajian *green building* berdasarkan GREENSHIP EB GBCI pada Gedung TI FT UB.
2. Mengetahui implementasi *green retrofit* yang dapat dilakukan terhadap Gedung TI FT UB.
3. Mengetahui pengaruh *green retrofit* terhadap *life cycle cost* pada Gedung TI FT UB.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian dapat merumuskan hal-hal yang dapat dimanfaatkan oleh berbagai kalangan, antara lain praktisi, akademisi, manajemen pendidikan tinggi dan *stakeholder*. Manfaat tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

1. Memberikan gambaran kepada para *stakeholder* -di kota Malang khususnya dan Indonesia umumnya- mengenai konsep *green retrofit* sebagai salah satu dukungan nyata terhadap upaya pencapaian *sustainable environment* dan konversi energi, tanpa terkendala oleh faktor finansial yang berupa biaya konstruksi bangunan.
2. Memberi bahan masukan dan pertimbangan bagi manajemen Universitas Brawijaya Malang untuk dapat menerapkan metode *green retrofit* terhadap sejumlah bangunan eksisting yang ada di wilayah kampus, utamanya yang memerlukan beberapa perbaikan, sebagai salah satu upaya nyata mewujudkan program *Green Campus* yang telah dicanangkan oleh Rektor Universitas Brawijaya sejak tahun 2015.
3. Memberi wawasan tambahan kepada para akademisi tentang teori dan implementasi *green building* dan *green retrofit* di Indonesia, sekaligus memberi stimulus terhadap penelitian-penelitian selanjutnya yang dapat lebih fokus kepada identifikasi faktor-faktor penentu keberhasilan *green retrofit* pada bangunan pendidikan.

BAB II

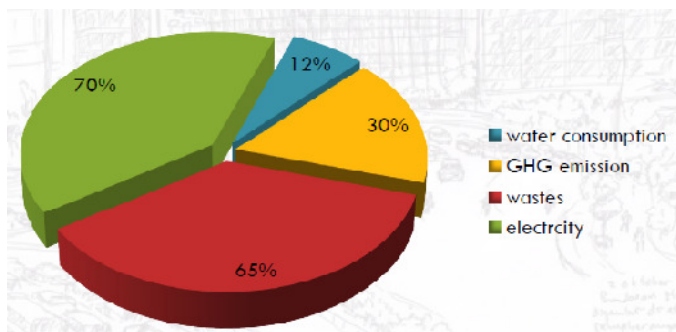
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep *Green Building*

Pengertian mendasar tentang konsep *Green Building* atau bangunan hijau telah dikemukakan oleh *World Green Building Council* (2016), dimana *Green Building* didefinisikan sebagai sebuah bangunan yang memiliki proses desain, konstruksi dan operasional yang mampu mengurangi atau menghilangkan dampak-dampak negatif, serta mampu menciptakan dampak positif terhadap iklim dan lingkungan alam. *Green building* dapat melestarikan sumber daya alam yang berharga dan meningkatkan kualitas hidup manusia.

Senada dengan WGBC, *Office of the Federal Environmental Executive* mendefinisikan *green building* ke dalam 2 praktek dasar, yaitu : 1) meningkatkan efisiensi energi, air dan material dalam sebuah bangunan, serta 2) mengurangi dampak negatif bangunan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan melalui pengolahan daur hidup bangunan yang lebih baik, dimulai dari fase tapak, desain, konstruksi, operasional, pemeliharaan hingga penghancuran bangunan (Howe, 2010).

Data dari *Green Building Council Indonesia* (GBCI) menyebutkan bahwa pembangunan gedung berkontribusi terhadap kerusakan lingkungan, dimana energi listrik merupakan komponen terbesar, diikuti oleh limbah, emisi GHG dan konsumsi air, seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Dampak pembangunan gedung terhadap kerusakan lingkungan

Sumber : Vanadila (2012)

Tujuan perancangan bangunan hijau adalah untuk mengurangi dampak negatif lingkungan binaan secara menyeluruh terhadap kesehatan manusia dan lingkungan alam.

Beberapa cara yang dapat ditempuh untuk mencapai tujuan tersebut yaitu:

- a. Efisien menggunakan energi, air, dan sumber daya lainnya. Efisiensi tersebut dapat ditempuh melalui perancangan sistem dengan biaya yang lebih hemat serta memiliki kinerja energi yang sangat baik,
- b. Melindungi kesehatan dan meningkatkan produktifitas kerja para pengguna bangunan melalui perancangan sistem tata udara yang baik,
- c. Mengurangi sampah, polusi dan degradasi lingkungan,
- d. Menggunakan bahan bangunan yang tersedia secara lokal dan terbarukan,
- e. Mengurangi dampak lingkungan dari bangunan.

Pemerintah Indonesia memiliki kebijakan tentang bangunan gedung hijau yang tertuang di dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia no 02/PRT/M/2015 tentang Bangunan Gedung Hijau. Dalam peraturan tersebut disebutkan bahwa bangunan gedung hijau adalah bangunan gedung yang memenuhi persyaratan bangunan gedung dan memiliki kinerja terukur secara signifikan dalam penghematan energi, air, dan sumber daya lainnya melalui penerapan prinsip bangunan gedung hijau sesuai dengan fungsi dan klasifikasi dalam setiap tahapan penyelenggaraannya.

Pada tahun 2009, para profesional di sektor perancangan dan konstruksi bangunan gedung yang sangat peduli terhadap aplikasi konsep bangunan hijau mendirikan sebuah lembaga independen yang telah disebutkan di atas, yakni GBCI dimana lembaga ini merupakan *Emerging Member* dari *World Green Building Council* yang berpusat di Toronto, Kanada. Tujuan utamanya adalah untuk melakukan transformasi pasar serta diseminasi kepada masyarakat dan pelaku bangunan untuk menerapkan prinsip-prinsip bangunan hijau, khususnya di sektor industri bangunan gedung di Indonesia.

Diantara 4 kegiatan utama GBCI terdapat salah satu kegiatan yang berperan sangat besar dalam mengurangi dampak-dampak negatif bangunan terhadap lingkungan alam yaitu Sertifikasi Bangunan Hijau, atau disebut dengan GREENSHIP. Hingga saat ini GBCI telah mengeluarkan 5 jenis **GREENSHIP**, yaitu : **GREENSHIP New Building**, **GREENSHIP Existing Building**, **GREENSHIP Interior Space**, **GREENSHIP Homes**, dan **GREENSHIP Neighbourhood**. Penelitian ini menggunakan **GREENSHIP Existing Building** sebagai salah satu instrument penelitian, yang akan dijelaskan pada bab selanjutnya.

2.2 Konsep Green Retrofit

Beberapa definisi *Green retrofit* menurut para ahli adalah sebagai berikut :

1. U.S. Green Building Council [USGBC]

Segala bentuk aktifitas perbaikan terhadap bangunan eksisting yang secara keseluruhan atau sebagian bertujuan untuk meningkatkan kinerja energi dan lingkungan, konservasi sumber daya air, dan meningkatkan kualitas dan kenyamanan ruang yang mencakup pencahayaan alami, kualitas udara dan kebisingan –kesemuanya dilakukan dalam sebuah metode yang menguntungkan secara finansial bagi pemilik bangunan. Selanjutnya, bangunan dan peralatannya harus selalu dirawat dan dijaga untuk mempertahankan hasil perbaikan tersebut dari waktu ke waktu.

2. Wood B. (2006)

Bangunan yang diadaptasi ke dalam bentuk baru, dimana di dalamnya dilakukan pengurangan energi operasional dan pemaksimalan manfaat dari energi potensial yang terkandung di dalam struktur konstruksi bangunan eksisting tersebut.

3. Swan et al. (2013)

Sebuah tindakan perbaikan / pengubahsuaian terhadap *fabric* atau sistem atau karakter fisik bangunan, dengan cara mengurangi penggunaan energi, menghasilkan energi terbarukan dan meningkatkan performa / kinerja lingkungan.

4. Douglas, J. (2006)

Segala bentuk kegiatan selain pemeliharaan yang dilakukan terhadap sebuah bangunan untuk mengubah kapasitas, fungsi atau kinerjanya, dengan kata lain, segala intervensi yang dilakukan untuk menyesuaikan, menggunakan kembali atau meng-upgrade sebuah bangunan agar sesuai dengan kondisi atau persyaratan baru.

5. Jagaragan et al. (2014)

Green retrofit terhadap bangunan eksisting tidak hanya mampu mengurangi konsumsi energi namun juga meningkatkan seluruh kondisi bangunan tersebut, yang meliputi : tingkat eksploitasi, insulasi suara, eksterior dan kenyamanan; memperpanjang siklus hidup bangunan, meningkatkan nilai bangunan, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan serta menjamin kehidupan dan kondisi kerjayang sehat. Namun, proyek *green retrofit* tetap belum dipraktekkan secara meluas, walaupun permintaan terhadap bangunan hijau semakin meningkat.

Green retrofit -atau bisa juga disebut dengan *Green Renovation*- yang ideal yaitu membutuhkan fakta-fakta lapangan yang terukur dengan kuantitas yang jelas, memiliki tolok ukur atau standar acuan yang pasti, serta berorientasi penuh kepada efisiensi energi yang dilandasi oleh analisa perhitungan pengembalian yang tepat pada gabungan beberapa komponen yang beroperasi di dalam sebuah bangunan (Lockwood, 2009).

Proyek *green retrofit* memang tidak memberikan profit yang lebih besar dibanding proyek bangunan hijau baru, namun *green retrofit* dinilai lebih aman karena melibatkan sedikit sekali material, energi, dan sumber daya. Aplikasi *green retrofit* pada sebuah bangunan eksisting meliputi interior dan eksterior, contohnya : pemasangan pemanas ruangan dan ventilasi baru, pemasangan *air conditioner* yang lebih hemat energi, menambah *shading device* pada bukaan jendela, menanam panel surya di atap, atau meletakkan rak sepeda diluar bangunan.

2.2.1 *Green Retrofit* di Indonesia

Seperti telah sekilas diuraikan pada bab I, bahwa laju pertumbuhan *green retrofit* di Indonesia masih sangat lambat. Hingga tahun 2017, sekalipun jumlah gedung yang terdaftar untuk diajukan sertifikasi sejumlah 59 gedung, masih 7 gedung yang telah mengantongi sertifikat *GREENSHIP Existing Building*, yaitu :

1. Gedung Menara BCA (Platinum)

Gedung yang terletak di Jakarta Pusat ini adalah gedung pertama di Indonesia yang meraih sertifikat *GREENSHIP*. Pihak manajemen mampu melakukan penurunan konsumsi energi dengan penghematan listrik sebesar 30,24%, sedangkan penghematan air mencapai 20%.

2. Pacific Place Mall (Platinum)

Gedung pusat perbelanjaan ini mengaplikasikan praktek hemat energi dengan cara *recycle*, *reschedule*, *readjust* dan *replacing* sehingga mampu menekan biaya operasional hingga 25 % setiap bulannya. Upaya ini memperlihatkan penurunan penggunaan energi dengan penghematan listrik hingga 6,9% sedangkan penghematan air mencapai 46,4%.

3. Menteng Regency (Gold)

Gedung ini adalah gedung apartemen pertama di Indonesia yang meraih sertifikat *GREENSHIP Existing Building*. Perubahan yang dilakukan adalah dalam hal perilaku penghuni dan manajemen, penambahan fasilitas serta kenyamanan dan kesehatan dalam

ruang. Upaya penghematan energi juga telah dilakukan bangunan ini, dimana diperoleh penurunan konsumsi energi mencapai lebih dari 50% dari *baseline*.

4. Gedung Sampoerna Strategic Square (Gold)

Gedung ini mampu melakukan penghematan air mencapai 42% dan penghematan listrik mencapai 8%.

5. Gedung Graha Telkomsigma (Gold)

Gedung ini memang sejak awal dimaksudkan untuk menjadi sebuah perkantoran hijau oleh pengelola sebelumnya, yakni pemerintah Jerman. Gedung Graha Telkomsigma dapat melakukan penghematan listrik hingga 30,26% dari *baseline*, sedangkan penghematan air mencapai 55%.

6. Sequis Center (Gold)

Bangunan ini termasuk bangunan pertama di Indonesia yang memanfaatkan bahan GRC sebagai shading bangunan, dimana desainnya telah menerapkan konsep bangunan hijau. Shading-shading GRC tersebut berfungsi mengurangi interaksi langsung sinar matahari sehingga suhu dalam ruangan berkurang dan dapat melakukan efisiensi penggunaan pendingin ruangan. Pihak manajemen dapat melakukan penghematan listrik hingga 28,12% dari *baseline*, sedangkan penghematan air mencapai 28,26%.

7. Gedung Waskita (Gold)

Bangunan ini telah menerapkan operasional gedung berbasis hijau dengan tolok ukur GREENSHIP Existing Building 1.0, dimana dalam operasional bangunan tersebut memaksimalkan kenyamanan pengguna gedung. Efisiensi energi listrik mencapai penghematan sebesar 9,6% dari *baseline*. Bangunan tersebut juga mengganti *water fixture* yang lama sehingga penghematan air mencapai 54,44% dari *baseline*.

2.2.2 Green Retrofit pada Bangunan Pendidikan

Seperti telah sekilas dipaparkan pada bab 1, bahwa pada umumnya *green retrofit* diterapkan pada bangunan komersial yang dianggap mampu untuk membiayai proses retrofit serta memiliki *pay back period* yang lebih cepat dibanding fungsi gedung yang lain. Beberapa negara maju di Eropa telah melakukan banyak proyek *green retrofit* terhadap bangunan pendidikan, tapi tidak demikian dengan Indonesia.

Pada dasarnya, bangunan pendidikan merupakan struktur yang kompleks, sehingga diperlukan beragam aktifitas yang sesuai untuk diterapkan. Dalam hal ini, membeli fitur *green building* yang paling mahal bukanlah sebuah pilihan terbaik, akan tetapi fokusnya adalah

untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih sehat dan nyaman dengan penerapan efisiensi energi secara optimal melalui sebuah filosofi desain yang tepat. Berikut ini adalah beberapa aspek / ciri khusus yang dimiliki oleh bangunan pendidikan :

1. Bangunan pendidikan terdiri dari banyak tipe, antara lain : gedung sekolah TK, gedung SD, gedung SMP-SMA, universitas, vokasi, dan sebagainya,
 2. Di dalam gedung pendidikan biasanya terdapat bermacam-macam tipe ruangan yang berbeda secara kebutuhan temperatur, antara lain : ruang kelas, laboratorium, auditorium, ruang kesehatan, perpustakaan, dan sebagainya. Hal tersebut merupakan tantangan tersendiri dalam proses *green retrofit*,
 3. Apabila gedung tersebut telah menambah ruang / gedung / zona baru, tak jarang sistem operasional dan pemeliharannya berbeda dengan gedung induk,
 4. Beberapa bangunan pendidikan eksisting telah memiliki sejarah arsitektur tertentu atau kondisi sosial ekonomi khusus yang tidak boleh dirubah,
- Oleh karena itu, diperlukan analisa dan diagnosa yang tepat sebelum dapat merumuskan konsep *green retrofit* pada sebuah bangunan pendidikan.

2.3 GREENSHIP Rating Tools for Existing Building

GREENSHIP dipersiapkan dan disusun oleh GBCI dengan mempertimbangkan kondisi, karakter alam serta peraturan dan standart yang berlaku di Indonesia. GREENSHIP disusun dengan melibatkan para pelaku sektor bangunan yang ahli di bidangnya seperti arsitek, industri bangunan, teknisi mekanikal elektrik, desainer interior, arsitek lansekap, dan lainnya. Negara-negara lain yang sudah mengikuti gerakan bangunan hijau juga memiliki sistem ratingnya sendiri, seperti Amerika Serikat dengan LEEDnya, Singapura dengan *Green Marknya*, atau Australia yang memiliki *Green Star*.

Di dalam GREENSHIP terdapat beberapa sistem *rating* atau perangkat tolok ukur yang berupa suatu alat yang berisi butir-butir dari aspek penilaian. *Rating* merupakan bagian dari kategori yang berisi muatan apa saja yang dinilai, tolok ukur apa saja yang harus dipenuhi, dan berapa nilai poin yang terkandung di dalamnya (GBCI, 2010). Sistem penilaian ini merupakan sarana untuk menilai peringkat sebuah bangunan hijau terhadap pencapaian konsep bangunan ramah lingkungan. GREENSHIP *Existing Building* memiliki enam kategori, demikian juga halnya dengan empat GREENSHIP lainnya, yaitu :

- a. Tepat Guna Lahan - *Appropriate Site Development* (ASD)
- b. Efisiensi dan Konservasi Energi - *Energy Efficiency & Conservation* (EEC)

- c. Konservasi Air - *Water Conservation (WAC)*
- d. Sumber & Siklus Material - *Material Resources & Cycle (MRC)*
- e. Kesehatan & Kenyamanan Udara Dalam Ruang - *Indoor Health & Comfort (IHC)*
- f. Manajemen Lingkungan Bangunan - *Building & Environment Management (BEM)*

GREENSHIP *Existing Building* digunakan untuk bangunan gedung yang telah lama beroperasi minimal 1 (satu) tahun setelah gedung selesai dibangun. Pada dasarnya, implementasi *green building* pada gedung terbangun lebih banyak terkait dengan manajemen operasional dan pemeliharaan gedung. Di dalam perangkat penilaian GREENSHIP terdapat tiga macam kriteria. Kriteria merupakan sasaran yang dianggap signifikan dalam implementasi praktik ramah lingkungan, yaitu: kriteria prasyarat, kriteria kredit dan kriteria bonus yang selanjutnya akan dijelaskan pada bab berikutnya.

Tabel 2.1
Jumlah kriteria dan tolok ukur dalam setiap kategori GREENSHIP *Existing Building*

Kategori	Jumlah Kriteria			Jumlah Tolok Ukur
	Prasyarat	Kredit	Bonus	
<i>Appropriate Site Development</i>	2	7		26
<i>Energy Efficiency & Conservation</i>	2	5	2	30
<i>Water Conservation</i>	1	7	1	15
<i>Material Resources & Cycle</i>	3	5		17
<i>Indoor Health & Comfort</i>	1	8		22
<i>Building & Environment Management</i>	1	5		11
Jumlah Kriteria dan Tolok Ukur	10	41	3	121

Sumber : *Green Building Council Indonesia* (2016)

Terdapat 4 predikat dalam penilaian GREENSHIP, yaitu Platinum, Gold, Silver dan Bronze. Nilai minimum dalam setiap tingkat predikat GREENSHIP disusun berdasarkan persentase nilai yang telah ditentukan terhadap total keseluruhan nilai kredit (tidak termasuk nilai bonus), yang dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 2.2
Peringkat dalam GREENSHIP *Existing Building*

Predikat	Persentase	Nilai Minimum
Platinum	73%	83
Gold	57%	66
Silver	46%	53
Bronze	35%	41

Sumber : *Green Building Council Indonesia* (2016)

2.3.1 Kriteria Prasyarat GREENSHIP Existing Building

Kriteria prasyarat memiliki arti bahwa kriteria ini harus dipenuhi sebagai syarat wajib sebelum dapat dilakukan penilaian lebih lanjut. Kriteria prasyarat ini merepresentasikan standar minimum gedung ramah lingkungan. Apabila salah satu prasyarat tidak dipenuhi, maka kriteria kredit dan kriteria bonus dalam semua kategori tidak dapat dinilai. Kriteria prasyarat ini tidak memiliki nilai seperti kriteria lainnya. Total kriteria prasyarat dalam 6 kategori adalah sejumlah 10 kriteria, yaitu sebagai berikut :

2.3.1.1 Appropriate Site Development (Tepat Guna Lahan)

1. Site Management Policy

Surat pernyataan tentang komitmen manajemen puncak mengenai pemeliharaan eksterior bangunan, manajemen hama terpadu, dan gulma serta manajemen habitat sekitar tapak dengan bahan-bahan tidak beracun (bahan yang efektif membasmi hama dan/atau gulma, tetapi tidak memiliki dampak berbahaya bagi manusia dan lingkungan).

2. Motor Vehicle Reduction Policy

- Surat pernyataan tentang komitmen manajemen puncak untuk melakukan berbagai tindakan dalam rangka mencapai pengurangan pemakaian kendaraan bermotor pribadi. Contohnya adalah pembedaan tarif parkir khusus untuk mobil listrik dan mobil hybrid, penyediaan tempat parkir khusus untuk mobil listrik dan mobil hybrid.
- Kampanye dalam rangka mendorong pengurangan pemakaian kendaraan bermotor pribadi dengan minimal pemasangan kampanye tertulis secara permanen di setiap lantai, antara lain berupa stiker, poster, email.

Tabel 2.3

Kriteria dan poin maks pada kategori *Appropriate Site Development*

Kode	Rating	Poin Maks
ASD P1	<i>Site Management Policy</i>	
ASD P2	<i>Motor Vehicle Reduction Policy</i>	
ASD 1	<i>Community Accessibility</i>	3
ASD 2	<i>Motor Vehicle Reduction</i>	2
ASD 3	<i>Site Landscaping</i>	3
ASD 4	<i>Heat Island Effect</i>	2
ASD 5	<i>Storm Water Management</i>	2
ASD 6	<i>Site Management</i>	2
ASD 7	<i>Building Neighbourhood</i>	2
Total		16
Persentase		13.68%

Sumber : *Green Building Council Indonesia* (2016)

2.3.1.2 Energy Efficiency and Conservation (Efisiensi dan Konservasi Energi)

3. Policy and Energy Management Plan

- Surat pernyataan yang memuat komitmen dari manajemen puncak tentang prosedur (SOP) monitoring, target penghematan dan *action plan* berjangka waktu tertentu oleh tim energi.
- Kampanye dalam rangka mendorong penghematan energi dengan minimal pemasangan kampanye tertulis secara permanen di setiap lantai, dapat berupa stiker, poster atau email.

4. Minimum Building Energy Performance

Salah satu dari dua prasyarat berikut ini harus dipenuhi, yaitu :

- Dapat memperlihatkan IKE listrik selama 6 bulan terakhir sampai lebih kecil dari IKE listrik standar acuan yang ditentukan oleh GBCI (perkantoran 250 kWh/m².tahun, mall 450 kWh/m².tahun dan Hotel atau apartemen 350 kWh/m².tahun), atau
- Dapat memperlihatkan penghematan energi 5 % atau lebih antara konsumsi energi rata-rata 1 tahun terakhir dengan konsumsi energi rata-rata 1 tahun sebelumnya.

Tabel 2.4

Kriteria dan poin maks pada kategori *Energy Efficiency and Conservation*

Kode	Rating	Poin Maks	Bonus
EEC P1	<i>Policy and Energy Management Plan</i>		
EEC P2	<i>Minimum Building Energy Performance</i>		
EEC 1	<i>Optimized Efficiency Building Energy Performance</i>	16	
EEC 2	<i>Testing, Re-commissioning or Retro-commissioning</i>	2	
EEC 3	<i>System Energy Performance</i>	12	
EEC 4	<i>Energy Monitoring and Control</i>	3	
EEC 5	<i>Operation and Maintanance</i>	3	
EEC 6	<i>On Site Renewable Energy</i>		5 B
EEC 7	<i>Less Energy Emission</i>		3 B
Total		36	
Persentase		30.77%	

Sumber : *Green Building Council Indonesia* (2016)

2.3.1.2 Water Conservation (Konservasi Air)

5. Water Management Policy

- Surat pernyataan yang memuat komitmen dari manajemen puncak tentang prosedur (SOP) monitoring, target penghematan dan *action plan* berjangka waktu tertentu oleh tim konservasi air.

- b. Kampanye dalam rangka mendorong konservasi air dengan minimal pemasangan kampanye tertulis secara permanen di setiap lantai, dapat berupa stiker, poster maupun email.

Tabel 2.5
Kriteria dan poin maks pada kategori *Water Conservation*

Kode	Rating	Poin Maks	Bonus
WAC P	<i>Water Management Policy</i>		
WAC 1	<i>Water Sub-Metering</i>	1	
WAC 2	<i>Water Monitoring Control</i>	2	
WAC 3	<i>Fresh Water Efficiency</i>	8	
WAC 4	<i>Water Quality</i>	1	
WAC 5	<i>Recycled and Alternative Water</i>	5	
WAC 6	<i>Potable Water</i>	1	
WAC 7	<i>Deep Well Reduction</i>	2	
WAC 8	<i>Water Tap Efficiency</i>		2 B
Total		16	
Persentase		17,09%	

Sumber : *Green Building Council Indonesia* (2016)

2.3.1.4 *Material Resource and Cycle* (Sumber dan Siklus Material)

6. *Fundamental Refrigerant*

- Telah menggunakan refrigeran non-CFC dan bahan pemadam kebakaran yang memiliki nilai Ozone Depleting Potential (ODP) kecil, <1 atau
- Apabila masih menggunakan CFC sebagai refrigeran, diperlukan adanya Audit dan rencana phase out dalam penggunaan CFC sebagai refrigeran dalam kurun waktu 3 tahun mendatang serta mengurangi konsumsi CFC dari kebocoran dan kerusakan mesin pendingin yang dinyatakan dalam Refrigerant Management System Plan atau RMS Plan.

7. *Material Purchasing Policy*

Adanya kebijakan manajemen puncak yang memprioritaskan pembelanjaan semua material yang ramah lingkungan sesuai daftar berikut ini :

- Produksi regional
- Bersertifikat SNI / ISO / ecolabel
- Material yang dapat didaur ulang (recycle)
- Material Bekas (reuse)
- Material Terbarukan (renewable)
- Kayu bersertifikasi

- g. Modular atau Pre fabrikasi
- h. Lampu yang tidak mengandung merkuri
- i. Insulasi yang tidak mengandung styrene
- j. Plafond atau Partisi yang tidak mengandung asbestos
- k. Produk kayu komposit dan agrifiber beremisi formaldehyde rendah
- l. Produk cat dan karpet yang beremisi VOC rendah

Prasyarat ini terbatas untuk pemeliharaan gedung.

8. *Waste Management Policy*

- a. Surat pernyataan tentang komitmen manajemen puncak terhadap pengelolaan sampah berdasarkan pemisahan antara sampah organik, sampah anorganik, dan sampah yang mengandung B3.
- b. Kampanye dalam rangka mendorong perilaku pemilahan sampah terpisah dengan minimal pemasangan kampanye tertulis secara permanen di setiap lantai, antara lain berupa stiker, poster, dan email.

Tabel 2.6

Kriteria dan poin maks pada kategori *Material Resource and Cycle*

Kode	Rating	Poin Maks	Bonus
MRC P1	<i>Fundamental Refrigerant</i>		
MRC P2	<i>Material Purchasing Policy</i>		
MRC P3	<i>Waste Management Policy</i>		
MRC 1	<i>Non ODS Usage</i>	2	
MRC 2	<i>Material Purchasing Practice</i>	3	
MRC 3	<i>Waste Mangement Practice</i>	4	
MRC 4	<i>Hazardous Waste Management</i>	2	
MRC 5	<i>Management of Used Good</i>	1	
Total		12	
Persentase		10,26%	

Sumber : *Green Building Council Indonesia* (2016)

2.3.1.5 *Indoor Health & Comfort* (Kenyamanan dan Kesehatan dalam Ruang)

9. *No Smoking Campaign*

- a. Surat pernyataan tentang komitmen manajemen puncak untuk mendorong minimalisasi aktifitas merokok dalam gedung,
- b. Kampanye dilarang merokok yang mencakup dampak negatif dari merokok terhadap diri sendiri dan lingkungan dengan minimal pemasangan kampanye tertulis secara permanen di setiap lantai, antara lain berupa: stiker, poster, dan email.

Tabel 2.7

Kriteria dan poin maks pada kategori *Indoor and Health Comfort*

Kode	Rating	Poin Maks	Bonus
IHC P	<i>No Smoking Campaign</i>		
IHC 1	<i>Outdoor Air Introduction</i>	2	
IHC 2	<i>Environmental Tobacco Smoke Control</i>	2	
IHC 3	<i>CO₂ and CO Monitoring</i>	2	
IHC 4	<i>Physical, Chemical and Biological Pollutants</i>	8	
IHC 5	<i>Thermal Comfort</i>	1	
IHC 6	<i>Visual Comfort</i>	1	
IHC 7	<i>Acoustic Level</i>	1	
IHC 8	<i>Building User Survey</i>	3	
Total		20	
Persentase		17,09%	

Sumber : *Green Building Council Indonesia* (2016)

2.3.1.6 Building Environmental Management (Manajemen Lingkungan Binaan)

10. Operation and Maintenance Policy

Adanya rencana *operation and maintenance* yang mendukung sasaran pencapaian rating-rating GREENSHIP *Existing Building* yang dititikberatkan pada sistem mekanikal dan elektrikal, sistem plambing dan kualitas air, pemeliharaan eksterior & interior, purchasing dan pengelolaan sampah yang mencakup : struktur organisasi, standar prosedur operasi dan pelatihan, program kerja, anggaran dan laporan berkala minimum tiap 3 bulan.

Tabel 2.8

Kriteria dan poin maks pada kategori *Building Environment Management*

Kode	Rating	Poin Maks	Bonus
BEM P	<i>Operation and Maintenance Policy</i>		
BEM 1	<i>Innovations</i>	5	
BEM 2	<i>Design Intent and Owner's Project Requirement</i>	2	
BEM 3	<i>Green Operational and Maintenance Team</i>	2	
BEM 4	<i>Green Occupancy/Lease</i>	2	
BEM 5	<i>Operation and Maintenance Training</i>	2	
Total		13	
Persentase		11,11%	

Sumber : *Green Building Council Indonesia* (2016)

2.3.2 Kriteria Kredit GREENSHIP Rating Tools for Existing Building

Kriteria kredit adalah kriteria yang terdapat pada setiap kategori dan tidak harus dipenuhi. Pemenuhan kriteria ini tentunya disesuaikan dengan kemampuan gedung tersebut. Bila kriteria ini dipenuhi, gedung yang bersangkutan mendapat nilai dan apabila tidak dipenuhi, gedung yang bersangkutan tidak akan mendapat nilai. Total kriteria kredit dalam 6 kategori adalah sejumlah 41 kriteria.

Sedangkan kriteria bonus adalah kriteria yang memungkinkan pemberian nilai tambah. Selain tidak harus dipenuhi, pencapaiannya dinilai cukup sulit dan jarang terjadi di lapangan.

Nilai bonus tidak mempengaruhi nilai maksimum GREENSHIP, namun tetap diperhitungkan sebagai nilai pencapaian. Oleh karena itu, gedung yang dapat memenuhi kriteria bonus dinilai memiliki prestasi tersendiri.

Berikut ini adalah uraian kriteria kredit pada setiap kategori beserta nilai yang dapat diperoleh :

2.3.2.1 Appropriate Site Development (Tepat Guna Lahan)

1. *Community Accesibility*

- a. Jika terdapat minimal 5 jenis fasilitas umum dalam jarak pencapaian jalan utama sejauh 500 m dari tapak maka nilai yang didapatkan adalah **1**.
- b. Apabila terdapat halte / stasiun transportasi umum dalam radius 300 m dari gerbang lokasi bangunan dengan perhitungan di luar jembatan penyeberangan dan ramp, nilai yang didapatkan adalah **1**,
atau
Apabila terdapat halte / tempat tunggu permanen yang didukung dengan adanya teluk bus atau jalur henti bus, maka mendapatkan nilai **2**.
- c. Jika terdapat fasilitas jalur pejalan kaki di dalam area gedung untuk menuju ke halte atau stasiun transportasi umum terdekat yang aman dan nyaman (sesuai dengan Permen PU No. 30/PRT/M/2006 Bab 2B), maka berhak memperoleh nilai **1**.
- d. Apabila tersedia fasilitas pejalan kaki yang aman, nyaman dan bebas dari perpotongan akses kendaraan bermotor untuk menghubungkan minimal 3 fasilitas umum diatas dan atau dengan stasiun transportasi massal, maka memperoleh nilai **2**.

2. *Motor Vehicle Reduction*

- a. Apabila terdapat pengurangan pemakaian kendaraan bermotor pribadi akibat implementasi dari salah satu opsi: car pooling, feeder bus, pengurangan reserved parking dengan insentif lain dari building management ke tenant, atau diskriminasi tarif parker, maka nilai yang diperoleh sebesar **1**.
- b. Jika tersedia parkir sepeda yang aman sebanyak 1 unit parkir per 30 pengguna gedung tetap, hingga maksimal 100 unit parkir sepeda, nilainya adalah **1**.
- c. Jika butir a terpenuhi dan menyediakan shower khusus pengguna sepeda untuk setiap 25 tempat parkir sepeda, mendapat nilai **1**.

3. *Site Landscaping*

- a. Apabila terdapat area lansekap berupa vegetasi yang bebas dari bangunan taman yang terletak di atas permukaan tanah seluas minimal 30% luas total lahan, maka nilai yang diperoleh sebesar **1**. Luas area yang diperhitungkan adalah termasuk taman di atas basement, roof garden, terrace garden dan wall garden. Permen PU No 5/PRT/M/2008 mengenai Ruang Terbuka Hijau (RTH) Pasal 2.3.1 tentang Kriteria Vegetasi untuk Pekarangan digunakan sebagai rujukan formasi tanaman.
- b. Setiap penambahan 10% luas tapak untuk penggunaan area lansekap mendapatkan tambahan nilai **1**.
- c. Nilai **1** untuk penggunaan tanaman lokal yang berasal dari nursery lokal sebesar 60% dari total tanaman yang ada (dengan jarak maksimal 1000 km), atau untuk penggunaan tanaman produktif minimal 10% dari area lansekap.

4. *Heat Island Effect*

- a. Apabila menggunakan bahan dengan nilai albedo rata-rata minimal 0,3 sesuai dengan perhitungan pada area atap gedung yang tertutup perkerasan, atau menggunakan *green roof* sebesar 50% dari luas atap yang tidak digunakan untuk ME, dihitung dari luas tajuk, maka mendapat nilai **1**.
- b. Apabila menggunakan bahan yang nilai albedo rata-rata minimal 0,3 sesuai dengan perhitungan pada area non atap yang tertutup perkerasan mendapat nilai **1**.

5. *Storm Water Management*

- a. Apabila mampu melakukan pengurangan beban volume limpasan air hujan dari luas lahan ke jaringan drainase kota sebesar 50% total volume hujan harian rata-rata yang dihitung berdasarkan perhitungan debit air hujan pada bulan basah, nilai yang diperoleh adalah **1**.
- b. Apabila terdapat pengurangan beban volume limpasan air hujan dari luas lahan ke jaringan drainase kota sebesar 75% total volume hujan harian rata-rata yang dihitung berdasarkan perhitungan debit air hujan pada bulan basah, mendapat nilai **2**.

6. *Site Management*

- a. Apabila gedung memiliki dan menerapkan SPO pengendalian terhadap hama penyakit dan gulmatanaman dengan menggunakan bahan-bahan tidak beracun, maka nilai yang diperoleh adalah **1**.

b. Jika tersedia habitat satwa non peliharaan minimal 5% dari keseluruhan area tapakbangunan, berdasarkan area aktifitas hewan (home range) maka memperoleh nilai

1. Dalam hal ini yang dimaksud dengan *home range* adalah tempat hewan beraktifitas, tidak harus bersarang, dan hewan tersebut bukan hewan peliharaan.

7. *Building Neighbourhood*

a. Jika terdapat aktifitas peningkatan kualitas hidup masyarakat sekitar gedung dengan melakukan salah satu (tidak terbatas pada) dari tindakan berikut: perbaikan sanitasi minimal 5 unit, penyediaan tempat beribadah minimal 1 unit, WC umum 1 minimal 5 unit, kaki lima dan pelatihan pengembangan masyarakat minimal 1 program, maka mendapat nilai **1**.

b. Membuka akses pejalan kaki ke minimal 2 orientasi yaitu : bangunan tetangga (wajib) dan bangunan tetangga lain dan/atau jalan sekunder, tanpa harus melalui area publik juga mendapat nilai **1**.

c. Apabila pihak manajemen gedung mendedikasikan sebagian dari lahan terbukanya untuk kepentingan umum baik diwajibkan ataupun atas kesadaran sendiri untuk antara lain : utilitas umum (gardu listrik, ventilasi dan ME stasiun bawah tanah, dan sebagainya), atau untuk ruang terbuka hijau privat, nilai yang diperoleh sebesar **1**.

d. Apabila dilakukan revitalisasi bangunan cagar budaya, mendapat nilai **2**.

2.3.2.2 *Energy Efficiency and Conservation (Efisiensi & Konservasi Energi)*

1. *Optimized Efficiency Building Energy Performance*

a. Apabila IKE listrik gedung diatas IKE listrik standar acuan dan lebih kecil sama dengan 120% IKE listrik gedung dalam 6 bulan terakhir, maka setiap 5% penurunan akan mendapat 1 poin tambahan sampai maksimal 8 poin. (nilai : **4-8**)

b. Apabila IKE listrik gedung menunjukkan nilai di bawah IKE listrik standar acuan dalam 6 bulan terakhir, maka setiap 3% penurunan akan mendapat 1 poin tambahan sampai maksimal 16 poin. (nilai : **9-16**),
atau

Apabila IKE listrik gedung lebih dari 120% IKE listrik standar acuan, maka setiap penurunan 10% dalam kurun waktu 6 bulan terakhir mendapatkan 1 poin dengan maksimal 3 poin (nilai : **1-3**).

2. *Testing, Recommissioning or Retrocommissioning*

a. Apabila pernah melakukan komisioning ulang atau retrokomisioning dengan sasaran peningkatan kinerja (KW/TR) pada peralatan utama MVAC (misalnya: chiller) dalam kurun waktu 1 tahun sebelumnya,

atau

Adanya komisioning berkelanjutan secara berkala dalam waktu maksimal 3 tahun, maka nilai yang diperoleh adalah 1.

b. Bila poin di atas terpenuhi maka ada tambahan 1 poin untuk testing, komisioning ulang atau retrokomisioning dengan sasaran peningkatan kinerja (KW/TR) pada Sistem MVAC (AHU, pompa, cooling tower) secara keseluruhan.

(Kriteria ini tidak berlaku untuk gedung yang menggunakan sistem pendingin udara VRV)

3. *System Energy Performance*

Lighting control

a. Apabila dilakukan penghematan konsumsi energi pada daya pencahayaan ruangan, lebih hemat 20% dari daya pencahayaan yang tercantum dalam SNI 03 6197-2000 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, maka nilai yang diperoleh adalah 1. Kriteria ini hanya bisa diperoleh apabila telah memenuhi kriteria kredit dalam *Indoor and Health Comfort* poin 6 (*Visual Comfort*).

b. Apabila bangunan menggunakan minimum 50% ballast frekuensi tinggi (elektronik) dan/atau LED pada ruang kerja umum, nilai yang diperoleh adalah 1,

atau

menggunakan minimum 80% ballast frekuensi tinggi (elektronik) dan/atau LED pada ruang kerja umum, maka nilai yang didapatkan adalah 2.

Mechanical Ventilation Air Conditioning (MVAC)

Apabila telah dilakukan efisiensi peralatan yang memakai sistem AC yang dioperasikan dengan listrik, maka akan memperoleh nilai **2 hingga 10**. Berikut adalah tabel efisiensi minimum menurut GBCI beserta usaha penghematannya :

Tabel 2.9
Efisiensi minimum MVAC

System AC	Jenis Peralatan	Efisiensi Minimum (kW/TR)	Setiap usaha penghematan mendapat 2 poin
Water cooled	Recip.screw chiller	0,881	0,03
	Centrifugal chiller	0,656	0,03
Aircooled	Recip/screw chiller	1,270	0,05
	Split	1,436	0,02
Unitary	VRV	1,034	0,03

Sumber : *Green Building Council Indonesia* (2016)

Pembuktian dilakukan dengan melakukan *site performance test* yang aktual.

4. *Energy Monitoring & Control*

- Apabila tersedia kWh meter yang terdiri dari sistem tata udara, sistem tata cahaya dan kotak kontak, sistem beban lainnya, ruang yang tidak dikecualikan atau dikondisikan, maka nilai yang diperoleh adalah 1.
- Jika dilakukan pencatatan rutin bulanan terdapat hasil pemantauan dan koleksi data pada kWh meter, mendapat tambahan nilai sebesar 1. Pencatatan dilakukan selama minimum 6 bulan terakhir.
- Apabila terdapat Display Energy pada area publik sebagai bentuk apresiasi penggunaan energi, nilai yang diperoleh adalah 1,
atau
apabila menerapkan dukungan teknologi untuk memonitoring dan mengontrol peralatan gedung melalui teknologi EMS (*Energy Management System*) maka nilai yang dicapai adalah 3,
atau
jika dilakukakan Audit energi eksternal (level 2) minimal sekali dalam 1 tahun terakhir, nilai yang diperoleh adalah 3.

5. *Operation and Maintenance*

- Apabila terdapat panduan pengoperasian dan pemeliharaan seluruh sistem AC (*chiller, Air Handling Unit, cooling tower*), mendapat nilai 1.
- Jika poin a telah terpenuhi, maka apabila ditambah dengan adanya panduan pengoperasian dan pemeliharaan secara berkala pada seluruh sistem peralatan lainnya, antara lain sistem transportasi dalam gedung, sistem distribusi air bersih dan kotor (pompa) dan pembangkit listrik cadangan, maka dapat meraih nilai 1.
- Apabila terdapat laporan bulanan selama minimum 6 bulan terakhir untuk kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan sistem gedung secara tertib sesuai dengan format

yang tercantum dalam panduan pengoperasian dan pemeliharaan, nilai yang diperoleh adalah **1**.

6. *On Site Renewable Energy*

- a. Jika 0,25% dari maksimum *power demand* dihasilkan oleh energi terbarukan, nilai yang dicapai sebesar **1**.
- b. Jika 0,5% dari maksimum *power demand* dihasilkan oleh energi terbarukan, nilai yang dicapai sebesar **2**.
- c. Jika 1% dari maksimum *power demand* dihasilkan oleh energi terbarukan nilai yang dicapai sebesar **3**.
- d. Jika 1,5% dari maksimum *power demand* dihasilkan oleh energi terbarukan, nilai yang dicapai sebesar **4**.
- e. Jika 2% dari maksimum *power demand* dihasilkan oleh energi terbarukan, nilai yang dicapai sebesar **5**.

7. *Less Energy Emission*

Dalam kriteria ini, nilai akan didapatkan apabila dihasilkan penurunan CO₂ dari *original emission*. *Original emission* yang dimaksud adalah pemakaian listrik dari PLN. Pengurangan bisa didapatkan apabila menggunakan sumber energi lain yang lebih rendah emisinya, antara lain gas, air terjun, tenaga matahari.

Apabila terjadi penurunan CO₂ dari *original emission* sebesar 0,25%, nilai yang didapatkan adalah **1**,

atau

apabila terjadi penurunan sebesar 0,5%, nilai yang didapatkan adalah **2**,

atau

apabila terjadi penurunan sebesar 1%, nilai yang didapatkan adalah **3**.

2.3.2.3 Water Conservation (Konservasi Air)

1. *Water Sub-Metering*

Apabila terdapat sub-meter konsumsi air pada sistem area publik, area komersil dan utilitas bangunan, nilai yang diperoleh adalah **1**.

2. *Water Monitoring Control*

Apabila terdapat standar prosedur operasi dan pelaksanaannya mengenai pemeliharaan dan pemeriksaan sistem plambing secara berkala untuk mencegah terjadinya kebocoran dan

pemborosan air (menunjukkan bukti neraca air dalam 6 bulan terakhir), nilai yang diperoleh adalah 2.

3. *Fresh Water Efficiency*

a. Untuk gedung dengan konsumsi air 20% diatas SNI, setiap penurunan 10% mendapat 1 poin sampai mencapai standar acuan (SNI 03-7065 tentang Tata Cara Pelaksanaan Sistem Plambing) dengan **maksimum 2** poin.

b. Jika telah memenuhi poin a, selanjutnya setiap usaha penurunan konsumsi air sebesar 3% dari standar acuan mendapat 1 poin. Nilai maksimum yang bisa diperoleh adalah 8.

4. *Water Quality*

Apabila mampu menunjukkan bukti laboratorium 6 bulan terakhir dari air sumber primer yang sesuai dengan kriteria air bersih minimal satu kali dalam 6 bulan, maka mendapat 1 poin.

5. *Recycled and Alternative Water*

a. Jika bangunan menggunakan air daur ulang dan/atau air alternatif untuk kebutuhan *water cooling tower*, maka mendapat poin 1, atau

jika 100% kebutuhan irigasi tidak bersumber dari sumber air primer (PDAM dan air tanah), maka poin yang didapat adalah 1.

Kriteria ini hanya berlaku bagi gedung yang menggunakan *cooling tower* pada sistem pendinginnya.

b. Apabila menggunakan air daur ulang dan/atau air alternatif untuk kebutuhan flushing WC sesuai dengan standar kualitas air yang berlaku, nilai yang didapatkan adalah 2.

c. Jika mempunyai sistem air daur ulang dan/atau air alternatif yang keluarannya setara dengan standar air bersih yang berlaku, memperoleh poin 2.

6. *Potable Water*

Jika bangunan menggunakan sistem filtrasi yang menghasilkan air minum sesuai dengan Permenkes No. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum (minimal di setiap dapur atau pantry), poin yang didapatkan adalah 1.

7. *Deep Well Reduction*

Konsumsi air menggunakan *deep well* maksimum 10% dari konsumsi air secara keseluruhan akan mendapat 1 poin,

atau

jika tidak mengkonsumsi air *deep well* untuk konsumsi air secara keseluruhan, poin yang diperoleh adalah 2.

8. *Water Tap Efficiency*

Jika 50% dari total unit keran air pada area publik telah menggunakan fitur auto stop, poin yang diperoleh sebesar 1,

atau

jika 80% dari total unit keran air pada area publik telah menggunakan fitur auto stop, poin yang didapatkan adalah 2.

2.3.2.4 *Material Resource and Cycle (Sumber dan Siklus Material)*

1. *Non ODS Usage*

a. Apabila seluruh sistem pendingin ruangan menggunakan bahan refrigerant yang memiliki ODP = 0 (non CFC dan non HCFC), mendapat nilai 2.

b. Apabila menggunakan bahan pembersih yang memiliki nilai Ozone Depleting Potential (ODP) kecil (<1), mendapat nilai 1.

2. *Material Purchasing Practice*

Apabila terdapat dokumen yang menjelaskan pembelanjaan material sesuai dengan kebijakan dalam kriteria prasyarat 2 (*material purchasing policy*), paling sedikit 3 dari material yang ditetapkan pada Daftar Material Ramah Lingkungan dalam 6 bulan terakhir untuk sertifikasi perdana, maka poin yang diterima adalah 1,

atau

apabila terdapat paling sedikit 5 dari material yang ditetapkan pada “Daftar Material Ramah Lingkungan” dalam 6 bulan terakhir untuk sertifikasi perdana, mendapat poin 2,

atau

apabila terdapat paling sedikit 7 dari material yang ditetapkan pada “Daftar Material Ramah Lingkungan” dalam 6 bulan terakhir untuk sertifikasi perdana, mendapat poin 3.

Berikut adalah daftar material ramah lingkungan yang dimaksud :

- a. 80% produksi regional berdasarkan total pembelanjaan material keseluruhan
- b. 30% bersertifikat SNI / ISO / ecolabel berdasarkan total pembelanjaan material
- c. keseluruhan
- d. 5% material yang dapat didaur ulang (recycle) berdasarkan total pembelanjaan
- e. material keseluruhan
- f. 10% material Bekas (reuse) berdasarkan total pembelanjaan material keseluruhan

- g. 2% material terbarukan berdasarkan total pembelanjaan material keseluruhan
- h. 100% kayu bersertifikasi berdasarkan total pembelanjaan material kayu keseluruhan
- i. 30% modular atau prefabrikasi berdasarkan total pembelanjaan material keseluruhan
- j. 2,5% lampu yang tidak mengandung merkuri dari total unit pembelanjaan lampu
- k. 100% insulasi yang tidak mengandung styrene
- l. 100% plafond atau partisi yang tidak mengandung asbestos
- m. 100% produk kayu komposit dan agrifiber beremisi formaldehyde rendah
- n. 100% produk cat dan karpet yang beremisi VOC rendah

3. *Waste Management Practice*

- a. Apabila terdapat SOP, pelatihan dan laporan untuk mengumpulkan dan memilah sampah berdasarkan jenis organik dan anorganik dalam 6 bulan terakhir untuk sertifikasi perdana, mendapat nilai 1.
- b. Jika telah melakukan poin a serta melakukan pengolahan sampah organik secara mandiri atau bekerja sama dengan badan resmi pengolahan limbah organik, mendapat nilai 1.
- c. Jika telah melakukan poin b serta memiliki prinsip 3R (Reduce, Reuse, Recycle), nilai yang diperoleh adalah 1.
- d. Jika terdapat upaya pengurangan sampah kemasan yang terbuat dari styrofoam dan *non-food grade plastic*, mendapat poin 1.
- e. Jika terdapat upaya penanganan sampah dari kegiatan renovasi ke pihak ketiga minimal 10% dari total anggaran renovasi dalam 6 bulan terakhir untuk sertifikasi perdana, mendapat nilai 1.

4. *Hazardous Waste Management*

Apabila terdapat SOP, pelatihan dan laporan manajemen pengelolaan limbah B3 antara lain: lampu, baterai, tinta printer dan kemasan bekas bahan pembersih dalam 6 bulan terakhir untuk sertifikasi perdana, maka memperoleh poin 2.

5. *Management of Used Good*

Apabila terdapat SOP dan laporan penyaluran barang bekas yang masih dapat dimanfaatkan kembali berupa furniture, elektronik dan suku cadang melalui donasi atau pasar barang bekas dalam 6 bulan terakhir untuk sertifikasi perdana, maka memperoleh poin 1.

2.3.2.5 *Indoor Health & Comfort* (Kenyamanan dan Kesehatan dalam Ruang)

1. *Outdoor Air Introduction*

Jika kualitas udara ruangan telah menunjukkan adanya introduksi udara luar minimal sesuai dengan SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Ventilasi dan Sistem Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung, nilai yang diperoleh adalah 2.

2. *Environmental Tobacco Smoke Control*

Apabila terdapat larangan merokok di seluruh area gedung serta tidak menyediakan bangunan / area khusus di dalam gedung untuk merokok, atau tersedia area khusus merokok di luar gedung dengan jarak minimal 5 m dari pintu masuk / tempat masuknya udara segar / bukaan jendela dengan tindak lanjut prosedur pemantauan, dokumentasi dan sistem tanggap terhadap larangan merokok, maka berhak mencapai nilai 2.

3. *CO₂ and CO Monitoring*

a. Apabila ruangan-ruangan dengan kepadatan tinggi (ballroom / ruang serbaguna, ruang rapat umum, ruang kerja umum, pasar swalayan / supermarket) telah dilengkapi dengan instalasi sensor gas CO₂ yang memiliki mekanisme untuk mengatur jumlah ventilasi udara luar sehingga konsentrasi CO₂ di dalam ruangan tidak lebih dari 1.000 ppm, maka berhak mendapat poin 1, atau apabila ruangan-ruangan tersebut dilengkapi dengan instalasi sensor gas CO₂ dengan mekanisme pengaturan jumlah ventilasi udara luar sehingga konsentrasi CO₂ di dalam ruangan tidak lebih dari 800 ppm, nilai yang didapatkan adalah 2. Sensor tersebut diletakkan 1,5 m di atas lantai dekat return air grille.

b. Apabila untuk ruang parkir tertutup di dalam gedung dilengkapi dengan instalasi sensor gas CO dengan mekanisme pengaturan jumlah ventilasi udara luar sehingga konsentrasi CO di dalam ruangan tidak lebih dari 23 ppm, nilai yang diperoleh adalah 2. Sensor tersebut diletakkan 50 cm di atas lantai dekat exhaust grille.

4. *Physical, Chemical and Biological Pollutants*

Metode pengukuran kualitas udara dalam ruang yang disyaratkan dalam kriteria ini yaitu dilakukan secara random dengan titik sampel pada lobi utama, ruang kerja atau ruangan yang disewa tenant. Pengukuran dilakukan minimal 1 titik sampel per 1000 m² atau jumlah maksimal penilaian sampel adalah 25 titik untuk satu gedung.

Sumber pencemar udara dari luar ruangan :

- a. Apabila hasil pengukuran kualitas udara dalam ruang memenuhi standar gas pencemar pada tabel di bawah ini, maka nilai yang diperoleh adalah 2.

Tabel 2.10

Standard konsentrasi maksimal gas pencemar dalam ruang

No	Parameter	Konsentrasi Maksimal	
		mg/m ³	Ppm
1	Asam sulfide (H ₂ S)	1	-
2	Amonia (NH ₃)	17	-
3	Karbonmonoksida (CO)	-	8
4	Nitrogen dioksida (NO ₂)	5,6	3
5	Sulfur dioksida	5,2	2

Sumber : *Green Building Council Indonesia* (2016)

- b. Apabila kadar debu total ruang sesuai Kepmenkes No. 1405/Menkes/SK/XI/2002 (Lampiran I, Bab 3, A.2. Debu total), maka nilai yang diperoleh adalah 1.

Sumber pencemar udara dari dalam ruangan :

- c. Apabila kadar Volatile Organic Compound (VOC) sesuai dengan SNI 19-0232-2005 tentang Nilai Ambang Batas (NAB) Zat Kimia di Udara Tempat Kerja, maka nilai yang dicapai adalah 1.
- d. Apabila memenuhi poin a, b, c serta kadar formaldehida sesuai dengan SNI 19-0232-2005, nilai yang diperoleh adalah 1.
- e. Apabila memenuhi poin a, b, c serta kadar asbestos sesuai Kepmenkes No.1405/Menkes/SK/XI/200, poin yang diraih adalah 1.
- f. Apabila terdapat kegiatan rutin pembersihan filter, coil pendingin dan alat bantu VAC (*Ventilation and Air Conditioning*) sesuai dengan jadwal perawatan berkala untuk mencegah terbentuknya lumut dan jamur sebagai tempat berkembangnya mikroorganisme, maka nilai yang diperoleh adalah 1.
- g. Apabila telah dilakukan pengukuran jumlah bakteri dengan jumlah maksimal kuman 700 koloni /m³ udara dan bebas kuman patogen pada ruangan yang ditentukan GBCI berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI No.1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, maka nilai yang diperoleh adalah 2.

5. *Thermal Comfort*

Apabila kondisi termal ruangan secara umum berada pada suhu 24°C - 27°C dan kelembaban relatif 60% ± 5%, sesuai dengan SNI 6390:2011 tentang Konservasi energi sistem tata udara bangunan gedung, maka mendapat nilai 1.

6. *Visual Comfort*

Apabila hasil pengukuran menunjukkan tingkat pencahayaan (iluminasi) di setiap ruang kerja sesuai dengan SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, maka mendapat nilai **1**.

7. *Acoustic Level*

Apabila hasil pengukuran menunjukkan tingkat bunyi di ruang kerja sesuai dengan SNI 03-6386-2000 tentang Spesifikasi Tingkat Bunyi dan Waktu Dengung dalam Bangunan Gedung dan Perumahan (kriteria desain yang direkomendasikan), maka nilai yang diperoleh adalah **1**. Pengukuran dilakukan secara acak sebanyak lima titik sampel dari minimal setiap satu ruang per dua lantai. Tingkat bunyi tergantung dari jenis hunian. Pengukuran dilakukan pada saat tidak dihuni dan dalam kondisi peralatan bangunan (seperti sistem ventilasi, lift, plambing dan sistem tata cahaya) sedang beroperasi.

8. *Building User Survey*

- a. Apabila dilakukan survei kenyamanan pengguna gedung antara lain meliputi suhu udara, tingkat pencahayaan ruang, kenyamanan suara, kebersihan gedung dan keberadaan hama pengganggu (*pest control*), dengan responden minimal sebanyak 30% dari total pengguna gedung tetap, maka nilai yang diperoleh adalah **1**.
- b. Apabila telah memenuhi poin a dan hasil survei menyatakan 60% total responden merasa nyaman, maka nilai yang diperoleh adalah **1**,
atau
apabila memenuhi poin a dan hasil survei menyatakan 80% total responden merasa nyaman, mendapat nilai **2**.
- c. Apabila telah memenuhi poin a dan hasil survei pertama menyatakan kurang dari 60% total responden merasa nyaman, kemudian melakukan tindak lanjut berupa perbaikan dan melakukan survei kedua sehingga hasil survey menyatakan minimal 80% total responden merasa nyaman, maka nilai yang diperoleh adalah **1**.

2.3.2.6 *Building Environmental Management (Manajemen Lingkungan Binaan)*

1. *Innovations*

- a. Apabila dilakukan inovasi berupa peningkatan kualitas bangunan secara kuantitatif sehingga terjadi peningkatan efisiensi melebihi batas maksimum yang ditentukan pada rating yang bersangkutan, maka nilai yang diperoleh **1-2**.

b. Apabila dilakukan inovasi dengan melakukan pendekatan manajemen seperti mendorong perubahan perilaku, sehingga terjadi peningkatan efisiensi pada rating lain, maka nilai yang diperoleh adalah **1-3**.

2. *Design Intent & Owner's Project Requirement*

a. Apabila tersedia dokumen *Design Intent* dan *Owner's Project Requirement* berikut perubahan-perubahannya yang terjadi selama masa revitalisasi dan operasional, mendapat nilai **1**.

b. Apabila tersedia dokumen *As Built Drawing* (minimal *single line drawing*), spesifikasi teknis dan manual untuk operasional dan pemeliharaan peralatan (genset, transportasi dalam gedung, AC dan cooling tower) berikut perubahan-perubahannya yang terjadi selama masa revitalisasi dan operasional, mendapat nilai **1**.

3. *Green Operational & Maintenance Team*

a. Apabila terdapat satu struktur yang terintegrasi di dalam struktur operasional dan pemeliharaan gedung yang bertugas menjaga penerapan prinsip *sustainability/green building*, nilai yang diperoleh adalah **1**.

b. Apabila terdapat minimal 1 orang *GreenShip Professional* yang terlibat dalam operasional dan pemeliharaan gedung yang bekerja penuh waktu (*full time*), maka nilai yang diperoleh adalah **1**.

4. *Green Occupancy/Lease*

a. Untuk bangunan komersial : apabila memiliki *Lease Agreement* yang memuat klausul-klausul bahwa penyewa akan memenuhi kriteria-kriteria dalam *GREENSHIP for Existing Building* minimum 1 tolok ukur dalam tiap kategori ASD, EEC, WAC, IHC, MRC dan BEM, maka nilai yang diperoleh adalah **2**,
atau

Untuk bangunan yang dipakai sendiri : apabila memiliki SPO dan training yang mencakup upaya-upaya pemenuhan kriteria-kriteria dalam *GREENSHIP for Existing Building* minimum 1 rating dalam tiap kategori ASD, EEC, WAC, IHC dan MRC, maka nilai yang diperoleh adalah **2**.

5. *Operation and Maintenance Training*

a. Apabila terdapat jadwal berkala minimum tiap 6 bulan dan program pelatihan dalam pengoperasian dan pemeliharaan untuk tapak, energi, air, material dan HSES (*Health Safety Environmental and Security*), berhak mendapat **1** poin.

- b. Apabila terdapat bukti pelaksanaan pelatihan tentang pengoperasian dan pemeliharaan untuk tapak, energi, air, material dan program HSES berikut dengan evaluasi dari pelatihan tersebut, berhak mendapat 1 poin.

2.3.3 Standar Acuan Penilaian GREENSHIP

2.3.3.1 *Appropriate Site Development*

A. Standar Acuan Fasilitas Jalur Pejalan Kaki sesuai Permen PU No. 30/PRT/M/2006

1. Esensi

Jalur yang digunakan untuk berjalan kaki atau berkursi roda bagi penyandang cacat secara mandiri yang dirancang berdasarkan kebutuhan orang untuk bergerak aman, mudah, nyaman dan tanpa hambatan.

2. Persyaratan

a. Permukaan

Permukaan jalan harus stabil, kuat, tahan cuaca, bertekstur halus tetapi tidak licin. Hindari sambungan atau gundukan pada permukaan, walaupun terpaksa ada, tingginya harus tidak lebih dari 1,25 cm. Apabila menggunakan karpet, maka bagian tepinya harus dengan konstruksi yang permanen.

b. Kemiringan

Perbandingan kemiringan maksimum adalah 1:8 dan pada setiap jarak maksimal 900 cm diharuskan terdapat bagian yang datar minimal 120 cm.

c. Area istirahat

Terutama digunakan untuk membantu pengguna jalan penyandang cacat dengan menyediakan tempat duduk santai di bagian tepi.

d. Pencahayaan berkisar antara 50-150 lux tergantung pada intensitas pemakaian, tingkat bahaya dan kebutuhan keamanan.

e. Perawatan dibutuhkan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan.

f. Drainase

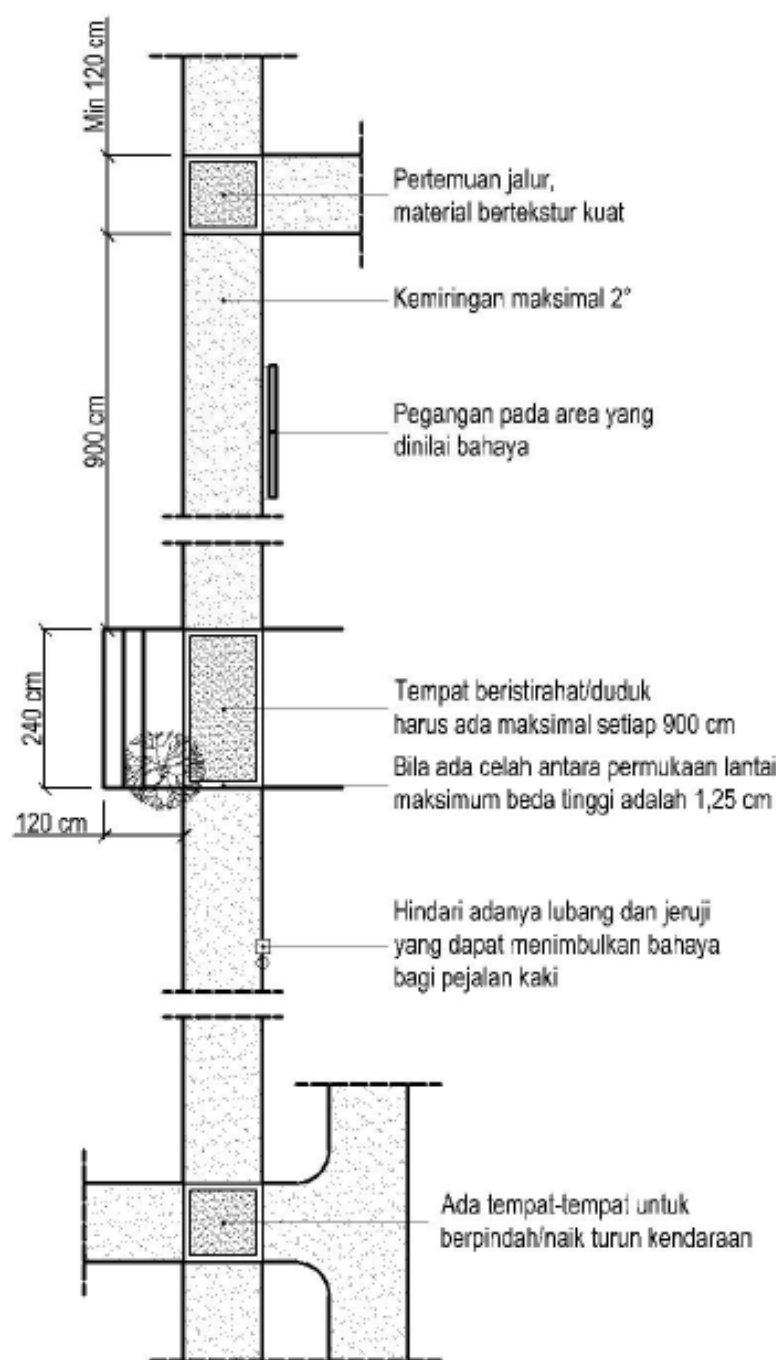
Dibuat tegak lurus dengan arah jalur dengan kedalaman maksimal 1,5 cm, mudah dibersihkan dan perletakan lubang dijauhkan dari tepi ram.

g. Ukuran

Lebar minimum jalur pedestrian adalah 120 cm untuk jalur searah dan 160 cm untuk dua arah. Jalur pedestrian harus bebas dari pohon, tiang rambu-rambu, lubang drainase/gorong-gorong dan benda-benda lainnya yang menghalangi.

h. Tepi pengaman/kanstin/low curb

Penting bagi penghentian roda kendaraan dan tongkat tuna netra ke arah-area yang berbahaya. Tepi pengaman dibuat setinggi minimum 10 cm dan lebar 15 cm sepanjang jalur pedestrian.



Gambar 2.2 Prinsip perencanaan jalur pedestrian

Sumber: Permen PU No. 30/PRT/M/2006

B. Standar Acuan Kriteria Vegetasi untuk Ruang Terbuka Hijau Pekarangan sesuai Permen PU No. 5/PRT/M/2008

1. Kriteria vegetasi untuk RTH pekarangan rumah besar, pekarangan rumah sedang, pekarangan rumah kecil, halaman perkantoran, pertokoan, dan tempat usaha
 - a. memiliki nilai estetika yang menonjol;
 - b. sistem perakaran masuk ke dalam tanah, tidak merusak konstruksi dan bangunan;
 - c. tidak beracun, tidak berduri, dahan tidak mudah patah, perakaran tidak mengganggu pondasi;
 - d. ketinggian tanaman bervariasi, warna hijau dengan variasi warna lain seimbang;
 - e. jenis tanaman tahunan atau musiman;
 - f. tahan terhadap hama penyakit tanaman;
 - g. mampu menyerap cemaran udara;
 - h. sedapat mungkin merupakan tanaman yang mengundang kehadiran burung.
2. Kriteria vegetasi untuk taman atap bangunan dan tanaman dalam pot
 - a. tanaman tidak berakar dalam sehingga mampu tumbuh baik dalam pot atau bak tanaman;
 - b. relatif tahan terhadap kekurangan air;
 - c. perakaran dan pertumbuhan batang yang tidak mengganggu struktur bangunan;
 - d. tahan dan tumbuh baik pada temperatur lingkungan yang tinggi;
 - e. mudah dalam pemeliharaan.

2.3.3.2 Energy Efficiency & Conservation

A. Prinsip Dasar Konservasi Energi

Pada dasarnya di dalam kriteria *Energy Efficiency & Conservation* (EEC) ini dilakukan prosedur audit energi secara menyeluruh terhadap semua sistem bangunan dalam rangka mencapai penghematan konsumsi energi. Pengertian Konservasi Energi menurut Peraturan Pemerintah no. 70 tahun 2009 adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Konservasi energi memiliki beberapa aspek utama di dalamnya, yaitu penyediaan energi, pengusahaan energi, pemanfaatan energi, konservasi sumber daya energi.

Sedangkan yang dimaksud dengan Audit Energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi. Efisiensi

energi dapat ditempuh melalui pengurangan konsumsi energi dengan tetap memperoleh manfaat yang sama, atau dapat pula ditempuh melalui pengurangan kegiatan yang menggunakan energi. Dengan melakukan penghematan energi maka biaya dapat ditekan, kualitas kenyamanan dalam ruang dapat ditingkatkan, keberlanjutan lingkungan binaan pun dapat tercapai.

Presiden Indonesia telah mengeluarkan beberapa kebijakan dan keputusan terkait penghematan energi dan air yang tertuang antara lain dalam Instruksi Presiden No 13 Tahun 2011 tentang Penghematan Energi dan Air, Peraturan Presiden No. 5/2006 tentang Kebijakan Energi Nasional serta Peraturan Menteri ESDM No 14 Tahun 2010 tentang Standar Kompetensi Manajer Energi Bidang Bangunan Gedung.

B. Standar Acuan Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan Dalam Ruang Sesuai Dengan SNI 03-6197-2000

Untuk jenis dan fungsi ruang yang berbeda memiliki kebutuhan daya pencahayaan yang berbeda pula, yang telah diatur di dalam SNI 03-6197-2000, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.11

Daya listrik maksimum untuk pencahayaan

Lokasi	Daya pencahayaan maksimum (W/m ²) (termasuk rugi-rugi ballast)
Ruang kantor	15
Auditorium	25
Gudang	5
Lobi	10
Tangga	10
Ruang parkir	5
Ruang perkumpulan	20
Pintu masuk dengan kanopi (lalu lintas sedang)	15
Jalan dan lapangan (tempat kerja)	2,0

Sumber : SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan

C. Prosedur Perhitungan dan Optimasi Pemakaian Daya Listrik Sesuai Dengan SNI 03-6197-2000

Prosedur umum perhitungan besamya pemakaian daya listrik untuk sistem pencahayaan buatan dalam rangka penghematan energi adalah sebagai berikut (gambar 2.3) :

1. Tentukan tingkat pencahayaan rata-rata (lux) sesuai dengan fungsi ruangan (tabel 2.7);
2. Tentukan sumber cahaya (jenis lampu) yang paling efisien (efikasi tinggi) sesuai dengan penggunaan termasuk renderasi warnanya;
3. Tentukan armatur yang efisien;

4. Tentukan tata letak armatur dan pemilihan jenis, bahan, dan warna permukaan ruangan (dinding, lantai, langit-langit);
5. Hitung jumlah Fluks luminus (lumen) dan jumlah lampu yang diperlukan;
6. Tentukan jenis pencahayaan, merata atau setempat;
7. Hitung jumlah daya terpasang dan periksa apakah daya terpasang per meter persegi tidak melampaui angka maksimum yang telah ditentukan pada tabel 2.11;
8. Rancang sistem pengelompokan penyalan sesuai dengan letak lubang cahaya yang dapat dimasuki cahaya alami siang hari;
9. Rancang sistem, pengendalian penyalan yang dapat menyesuaikan atau memanfaatkan pencahayaan alami secara maksimal yang masuk ke dalam ruangan.

2.3.3.3 *Water Conservation*

Standar Acuan Air Minum yang Aman Sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No.492 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum

Setiap penyelenggara air minum wajib menjamin air minum yang diproduksinya aman bagi kesehatan. Air minum dapat dikatakan aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum. Sedangkan parameter tambahan dapat ditetapkan oleh pemerintah daerah sesuai dengan kondisi kualitas lingkungan daerah masing-masing. Pada penelitian ini hanya akan menggunakan parameter wajib sebagai acuan melakukan penilaian pada kriteria *Water Conservation*.

Tabel 2.12
Persyaratan air minum yang sehat

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
a.	Parameter Mikrobiologi		
1)	E. Coli	Jumlah / 100 ml sampel	0
	Total Bakteri Koliform	Jumlah / 100 ml sampel	0
b.	Kimia an-organik		
1)	Arsen	mg/l	0,01
2)	Fluorida	mg/l	1,5
3)	Total Kromium	mg/l	0,05
4)	Kadmium	mg/l	0,003
5)	Nitrit, (Sebagai NO ₂)	mg/l	3
6)	Nitrat, (Sebagai NO ₃)	mg/l	50
7)	Sianida	mg/l	0,07
8)	Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
a.	Parameter Fisik		
1)	Bau		Tidak berbau
2)	Warna	TCU	15
3)	Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
4)	Kekeruhan	NTU	5
5)	Rasa		Tidak berasa
6)	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
b.	Parameter Kimiawi		
1)	Aluminium	mg/l	0,2
2)	Besi	mg/l	0,3
3)	Kesadahan	mg/l	500
4)	Khlorida	mg/l	250
5)	Mangan	mg/l	0,4
6)	pH		6,5-8,5
7)	Seng	mg/l	3
8)	Sulfat	mg/l	250
9)	Tembaga	mg/l	2
10)	Amonia	mg/l	1,5

Sumber : Permenkes no.492 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum

2.3.3.4 Indoor Health & Comfort

A. Standar Acuan Kualitas Udara Sesuai dengan SNI 03-6572-2001

Suatu ruangan yang layak ditempati harus dilengkapi dengan ventilasi alami dan ventilasi mekanis / sistem pengkondisian udara.

1. Ventilasi Alami

Ventilasi alami terjadi karena adanya perbedaan tekanan di luar suatu bangunan gedung yang disebabkan oleh angin dan karena adanya perbedaan temperatur, sehingga terdapat gas-gas panas yang naik di dalam saluran ventilasi. Ventilasi alami yang disediakan harus terdiri dari bukaan permanen, jendela, pintu atau sarana lain yang dapat dibuka, dengan:

- a. jumlah bukaan ventilasi tidak kurang dari 5% terhadap luas lantai ruangan yang membutuhkan ventilasi; dan
- b. arah yang menghadap ke : halaman ber dinding dengan ukuran yang sesuai, atau daerah yang terbuka keatas; teras terbuka, pelataran parkir, atau sejenis; atau ruang yang bersebelahan.

Macam-macam ventilasi alami

- a. Ventilasi yang diambil dari ruang yang bersebelahan

Untuk bangunan klas 5 hingga 9, syaratnya adalah :

- Jendela, bukaan, pintu atau sarana lainnya dengan luas ventilasi tidak kurang dari 10% terhadap luas lantai dari ruang yang akan diventilasi, diukur tidak lebih dari 3,6 meter diatas lantai;
 - Ruang yang bersebelahan mempunyai jendela, bukaan, pintu atau sarana lainnya dengan luas ventilasi tidak kurang dari 10% terhadap kombinasi luas lantai kedua ruangan.
- Namun jika tersedia ventilasi alami dari sumber lain, maka luas ventilasi yang dipersyaratkan dapat dikurangi.

- b. Penghalang posisi kloset dan peturasan

Jika suatu ruangan terdapat kloset atau peturasan, tidak boleh terbuka langsung ke arah:

- dapur atau pantri.
- ruang makan umum atau restoran; atau
- asrama dalam bangunan klas 3, atau
- ruang pertemuan.
- ruang kerja lebih dari satu orang.

- c. Gedung parkir

Setiap lantai gedung parkir, kecuali pelataran parkir terbuka, harus mempunyai sistem ventilasi alami peranen yang memadai dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Perancangan sistem ventilasi alami

Perancangan sistem ventilasi alami dilakukan dengan cara : menentukan kebutuhan ventilasi udara yang diperlukan sesuai fungsi ruangan; dan menentukan ventilasi gaya angin atau ventilasi gaya termal yang akan digunakan.

- a. Ventilasi gaya angin

Faktor yang mempengaruhi laju ventilasi yang disebabkan gaya angin termasuk :

- Kecepatan rata-rata.

- Arah angin yang kuat.
- Variasi kecepatan dan arah angin musiman dan harian.
- Hambatan setempat, seperti bangunan yang berdekatan, bukit, pohon dan semak belukar.

Kecepatan angin biasanya terendah pada musim panas dari pada musim dingin. Pada beberapa tempat relatif kecepatannya di bawah setengah rata-rata untuk lebih dari beberapa jam per bulan. Karena itu, sistem ventilasi alami sering dirancang untuk kecepatan angin setengah rata-rata dari musiman. Persamaan 4.3.8.2 di bawah ini menunjukkan kuantitas gaya udara melalui ventilasi bukaan inlet oleh angin atau menentukan ukuran yang tepat dari bukaan untuk menghasilkan laju aliran udara :

$$Q = CV.A.V \dots\dots\dots (2-1)$$

dimana :

Q = laju aliran udara, m³ / detik.

A = luas bebas dari bukaan inlet, m².

V = kecepatan angin, m/detik.

CV = *effectiveness* dari bukaan (CV dianggap sama dengan 0,5 ~ 0,6 untuk angin yang tegak lurus dan 0,25 ~ 0,35 untuk angin yang diagonal).

Inlet sebaiknya langsung menghadap ke dalam angin yang kuat. Jika tidak ada tempat yang menguntungkan, aliran yang dihitung dengan persamaan 4.3.8.2 akan berkurang, jika penempatannya kurang lazim, akan berkurang lagi.

6 cara penempatan outlet yaitu sebagai berikut :

- pada sisi arah tempat teduh dari bangunan yang berlawanan langsung dengan inlet
- pada atap, dalam area tekanan rendah yang disebabkan oleh aliran angin yang tidak menerus
- pada sisi yang berdekatan ke muka arah angin dimana area tekanan rendah terjadi
- dalam pantauan pada sisi arah tempat teduh
- dalam ventilator atap, atau
- pada cerobong

Inlet sebaiknya ditempatkan dalam daerah bertekanan tinggi, outlet sebaiknya ditempatkan dalam daerah negatip atau bertekanan rendah.

b. Ventilasi gaya termal

Jika tahanan di dalam bangunan tidak cukup berarti, aliran disebabkan efek cerobong dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$Q = K.A. \sqrt{\frac{2g \cdot \Delta h_{NPL} \cdot (T_i - T_o)}{T_i}} \quad (2-2)$$

dimana :

Q = laju aliran, m³ / detik.

K = koefisien pelepasan untuk bukaan.

DhNPL = tinggi dari tengah-tengah bukaan terendah sampai NPL, m

T_i = Temperatur di dalam bangunan, K.

T_o = Temperatur luar, K.

2. Ventilasi Mekanik

Persyaratan teknis

- Sistem ventilasi mekanis harus diberikan jika ventilasi alami yang memenuhi syarat tidak memadai.
- Penempatan Fan harus memungkinkan pelepasan udara secara maksimal dan juga memungkinkan masuknya udara segar atau sebaliknya.
- Sistem ventilasi mekanis bekerja terus menerus selama ruang tersebut dihuni.
- Bangunan atau ruang parkir tertutup harus dilengkapi sistem ventilasi mekanis untuk membuang udara kotor dari dalam dan minimal 2/3 volume udara ruang harus terdapat pada ketinggian maksimal 0,6 meter dari lantai.
- Ruang parkir pada ruang bawah tanah (basement) yang terdiri dari lebih satu lantai, gas buang mobil pada setiap lantai tidak boleh mengganggu udara bersih pada lantai lainnya.
- Besarnya pertukaran udara yang disarankan untuk berbagai fungsi ruangan harus sesuai ketentuan yang berlaku yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.13

Kebutuhan ventilasi mekanis

Tipe	Catu udara segar minimum	
	Pertukaran udara/jam	m ³ /jam per orang
Kantor	6	18
Restoran/kantin	6	18
Toko, Pasar Swalayan	6	18
Pabrik, bengkel	6	18
Kelas, bioskop	8	
Lobi, koridor, tangga	4	
Kamar mandi, peturasan	10	
Dapur	20	
Tempat parkir	6	

Sumber : SNI 03-6572-2001

B. Standar Acuan Tingkat Pencahayaan Sesuai dengan SNI 03-6197-2000

Tingkat pencahayaan minimal pada bangunan Lembaga Pendidikan dan Perkantoran yang direkomendasikan tidak boleh kurang dari tingkat pencahayaan yang tertera pada tabel 2.14 berikut:

Tabel 2.14

Tingkat pencahayaan rata-rata, renderasi dan temperatur warna yang direkomendasikan pada bangunan lembaga pendidikan

Fungsi Ruangan	Tingkat pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white < 3300 K	Cool white 3300 K – 5300 K	Daylight >5300 K
Lembaga Pendidikan					
Ruang kelas	250	1 atau 2		◆	◆
Perpustakaan	300	1 atau 2		◆	◆
Laboratorium	500	1		◆	◆
Ruang gambar	750	1		◆	◆
Kantin	200	1	◆	◆	
Perkantoran					
Ruang direktur	350	1 atau 2		◆	◆
Ruang kerja	350	1 atau 2		◆	◆
Ruang computer	350	1 atau 2		◆	◆
Ruang rapat	300	1	◆	◆	
Ruang gambar	750	1 atau 2		◆	◆
Gudang arsip	150	1 atau 2		◆	◆
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		◆	◆

Sumber : SNI 03-6197-2000

C. Standar Acuan Rekomendasi Tingkat Bunyi dalam Bangunan Gedung sesuai SNI 03-6386-2000

Desain tingkat bunyi di dalam bangunan yang dianjurkan untuk jenis bangunan pendidikan (SNI 03-6386-2000) dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 2.15
Desain tingkat bunyi yang dianjurkan untuk bangunan pendidikan

Jenis Ruang	Tingkat Bunyi yang Dianjurkan		Waktu Dengung (T) yang Dianjurkan
	Baik (dBA)	Maksimum (dBA)	
Studio seni dan kerajinan	40	45	Kurva 1
Ruang sidang s/d 250 kursi	30	35	0,6 – 0,8
Ruang sidang diatas 250 kursi	25	30	0,6 – 0,8
Ruang audio visual	40	45	0,6 – 0,8
Kantin dan pertokoan	40	50	
Ruang kelas			0,6 – 0,7
- Kelas tersendiri	35	40	0,5 – 0,6
- Kelas terbuka	40	45	
Ruang komputer			0,4 – 0,6
- Kelas	40	50	0,4 – 0,6
- Praktek	45	55	0,6 – 0,7
Ruang sidang	30	35	
Koridor dan lobi	45	50	Kurva 1
Studio drama	30	35	
Ruang foto kopi/gudang	45	50	
Bengkel mesin	45	55	Kurva 1
Gedung olah raga	45	55	
Ruang konsultasi/wawancara	40	45	
Laboratorium			0,5 – 0,7
- Kelas	35	40	0,6 – 0,8
- Kerja	40	50	Kurva 1
Ruang kelas s/d 50 kursi	30	35	Kurva 1
Ruang kelas besar			
- s/d 250 kursi	30	35	Kurva 1
- lebih dari 250 kursi	25	30	Kurva 1
Perpustakaan			
- Ruang baca	40	45	-
- Ruang buku	45	50	-
Bengkel seni	40	45	-
Ruang kesehatan (P3K)	40	45	0,6 – 0,8
Ruang praktek music	40	45	0,7 – 0,9
Studio music	30	35	Kurva 2
Ruang kantor	40	45	0,4
Ruang administrasi	35	40	0,6 – 0,8
Ruang seminar	30	35	0,6 – 0,7
Ruang kantor umum	40	45	0,4
Toilet/ruang ganti/kamar mandi	45	55	
Ruang pelajaran tambahan/tutor	30	35	0,6 – 0,7

Sumber : SNI 03-6386-2000

2.4 Life Cycle Cost

2.4.1 Definisi Life Cycle Cost

Berikut beberapa pengertian dari *Life Cycle Cost* (biaya siklus hidup):

1. Menurut Fuller dan Petersen (1996), *Life Cycle Cost* (LCC) merupakan suatu metode ekonomi dalam mengevaluasi sebuah proyek, dimana semua biaya yang muncul sejak tahap awal perencanaan hingga pembongkaran komponen dalam suatu proyek merupakan hal-hal yang dijadikan pertimbangan penting dalam mengambil keputusan.

2. Menurut Barringer dan Weber (1996), LCC adalah suatu konsep pemodelan perhitungan biaya dari tahap permulaan sampai pembongkaran suatu aset dari sebuah proyek sebagai alat untuk mengambil keputusan atas sebuah studi analisis dan perhitungan dari total biaya yang ada selama siklus hidupnya.
3. Menurut Pujawan (2004), Biaya siklus hidup dari suatu item adalah jumlah semua pengeluaran yang berkaitan dengan item tersebut sejak dirancang sampai tidak terpakai lagi.

Kegunaan utama *Life Cycle Cost* adalah ketika diperlukan evaluasi solusi alternatif terhadap suatu problema desain tertentu, sebagai contoh yaitu kenyamanan visual ruang dalam yang belum memenuhi standar. Hal yang perlu ditinjau adalah biaya awal, biaya operasional, biaya pemeliharaan, biaya energi, biaya pergantian, usia rencana bangunan, penampilan, dan hal-hal yang mungkin berpengaruh terhadap nilai sebagai akibat dari pilihan yang tersedia. Sebagai catatan, hasil perhitungan LCC bukan merupakan total estimasi biaya selama jangka waktu gedung beroperasi, melainkan sebuah solusi alternatif bangunan yang lebih hemat dari segi biaya (Junus, Fitria, & Dimas, 2017).

2.4.2 Komponen dalam *Life Cycle Cost*

Secara garis besar, perhitungan *Life Cycle Cost* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$LCC = I + \text{Repl} - \text{Res} + E + W + \text{OM} + O \dots\dots\dots (2-3)$$

dimana :

I = *initial cost* (biaya awal)

Repl = *replacement cost* (biaya pernggantian)

Res = *residual value* (nilai sisa)

E = *energy cost* (biaya energi)

W = *water cost* (biaya air)

OM = *operational and maintanance cost* (biaya operasional dan pemeliharaan)

O = *other cost* (biaya lain)

Berdasarkan perhitungan tersebut, terdapat 3 komponen utama dalam LCC, yaitu :

1. Biaya

Pada pelaksanaan pembangunan atau konstruksi, mulai dari ide, studi kelayakan, perencanaan, pelaksanaan, hingga pada operasi pemeliharaan dan pembongkaran

membutuhkan bermacam-macam biaya yang dikelompokkan menjadi beberapa komponen sebagai berikut :

- a. Biaya Modal / Biaya Awal (*initial cost*)
- b. Biaya Penggunaan, meliputi :
 - Biaya Energi
 - Biaya Air
 - Biaya Operasional dan Pemeliharaan
- c. Biaya Penggantian (*replacement cost*)
- d. Biaya Lain, meliputi :
 - Biaya Pekerjaan Tambahan (*minor new work*)
 - Biaya Kebersihan
 - Ongkos-Ongkos Umum
 - Manajemen Estate
 - Dan sebagainya

2. Waktu

Dalam perhitungan LCC diperlukan penentuan waktu berdasarkan umur ekonomis masa pakai suatu gedung. Pada penelitian ini akan digunakan waktu 10 tahun sesuai dengan umur konstruksi bangunan yang umum di Indonesia.

3. Discount rate

Discount rate adalah tingkat bunga yang menunjukkan nilai uang investor terhadap waktu. Nilai *discount rate* ini dipengaruhi oleh tingkat inflasi yang akan menentukan nilai saat ini (*present value*) dari biaya dimasa depan. *Discount rate* yang digunakan pada penelitian ini adalah 6,5%.

2.4.3 Hubungan antara *Green Retrofit* dan *Life Cycle Cost*

Seperti telah dipaparkan pada poin 2.2 bahwa secara garis besar *green retrofit* adalah sebuah aktifitas perbaikan / pengubahsuaian terhadap sebuah bangunan eksisting dengan tujuan agar sebagian atau seluruh sistem dalam bangunan tersebut menjadi lebih *sustainable*, sekaligus memenuhi standard / persyaratan sebagai bangunan hijau. Fokus utama perbaikan adalah pengurangan konsumsi energi, konservasi sumber daya air, serta peningkatan kualitas dan kenyamanan dalam ruang, yang kesemuanya dilakukan dalam sebuah metode yang menguntungkan secara finansial bagi pemilik bangunan.

Analisa *life cycle cost* melibatkan 3 komponen utama dalam manajemen konstruksi, yakni *planning*, *organizing* dan *controlling*. Dengan dilakukan analisa *life cycle cost* akan didapatkan manajemen finansial yang meliputi seluruh aspek biaya di dalam sebuah proyek konstruksi. Pendekatan tersebut menghasilkan estimasi biaya siklus hidup yang cukup akurat yang melibatkan komponen biaya, waktu dan suku bunga, sehingga para investor / owner dapat mengetahui keuntungan jangka panjang yang bisa mereka dapatkan dalam proyek *green retrofit* tersebut.

2.4.4 Faktor-faktor Kunci dari *Life Cycle Cost* dalam *Green Retrofit*

Dalam hal retrofit bangunan eksisting, *life cycle cost* berperan penting, yang berfokus pada energi, operasional, pemeliharaan, biaya penggantian, nilai sisa, nilai sekarang. Untuk dapat mengaplikasikan *life cycle cost* ke dalam proyek *green retrofit* pada bangunan eksisting, beberapa faktor kunci perlu dirumuskan terlebih dahulu (Wilkinson & Ying, 2007). Berikut ini adalah 6 faktor kunci tersebut :

1. Level *green retrofit* yang diperlukan

Di Indonesia, standar acuan untuk melakukan *green retrofit* telah dirumuskan di dalam GREENSHIP *Existing Building*, dimana terdapat 4 predikat yang dapat diperoleh, yaitu Platinum, Gold, Silver, Bronze. Masing-masing predikat memiliki nilai minimum yang harus dicapai. Biaya retrofit yang dibutuhkan hingga mencapai predikat Platinum tentu berbeda dengan biaya retrofit yang dibutuhkan untuk mencapai predikat Silver. Beberapa studi mengemukakan bahwa penggunaan fitur *green building* yang paling canggih pada sebuah bangunan belum tentu dapat memberikan perhitungan *life cycle cost* yang paling hemat. Oleh karena tujuan *green retrofit* pada penelitian ini adalah untuk mencapai bangunan yang lebih *sustainable* dari kondisi sebelumnya, maka minimal level *green retrofit* yang akan dicapai adalah :

- a. Bronze apabila hasil pengukuran menunjukkan nilai bangunan di bawah 41,
- b. Silver apabila hasil pengukuran menunjukkan nilai bangunan > 41 dan < 53,
- c. Gold apabila hasil pengukuran menunjukkan nilai bangunan > 53 dan < 66,
- d. Platinum apabila hasil pengukuran menunjukkan nilai bangunan > 66 dan < 83.

2. Biaya *green retrofit*

Biaya *green retrofit* merupakan biaya yang dibutuhkan untuk konstruksi atau instalasi fitur-fitur *green building* pada bangunan eksisting sesuai standar acuan yang berlaku, yaitu

GREENSHIP *Existing Building*. Biaya green retrofit disesuaikan dengan harga tender pada umumnya yang berlaku saat ini.

3. *Discount rate*

Perhitungan *life cycle cost* memerlukan prediksi *discount rate* yang terjadi selama umur ekonomis bangunan. Sesuai dengan ekonomi makro Indonesia, maka *discount rate* yang digunakan adalah 6,5%.



2.5 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Tujuan	Variabel	Metode Analisis	Output	Kontribusi ke Penelitian
1	Analisis Perbandingan Konsumsi Energi Pada Kegiatan Operasional dan Pemeliharaan Bangunan Gedung dengan Konsep <i>Green Building</i> dan Bangunan Gedung Konvensional (Studi Kasus: Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum dan Gedung Operasional Utama BMKG, Jakarta). Tesis. (Yuliatna, 2015)	- Mengetahui sejauh mana penerapan efisiensi energi dan tingkat perbedaan konsumsi energi pada kegiatan operasional dan pemeliharaan bangunan gedung dengan konsep <i>green building</i> dan bangunan gedung konvensional. - Mengetahui penerapan beberapa variabel utama efisiensi energi. - Mengetahui dan melakukan analisis sederhana <i>life cycle cost</i> dengan konsep <i>green building</i> dan bangunan gedung konvensional.	- Suhu dan kelembaban relatif udara - Nilai OTTV dan RTTV - Intensitas Konsumsi Energi (IKE) - Konsumsi air <i>Life Cycle Cost</i>	Pengukuran dan perhitungan semua variabel penelitian menggunakan berbagai rumus	Perbandingan konsumsi energi pada kegiatan operasional dan pemeliharaan bangunan gedung dengan konsep <i>Green Building</i> dan bangunan gedung konvensional	<u>Persamaan</u> : Analisa perbandingan dilakukan pada tahap operasional dan pemeliharaan <u>Perbedaan</u> : Bangunan yang digunakan sebagai perbandingan merupakan bangunan yang berbeda; variabel yang digunakan berbeda
2	Kajian <i>Green Building</i> Berdasarkan Kriteria Tepat Guna Lahan (<i>Appropriate Site Development</i>) pada Gedung Pascasarjana B Universitas Diponegoro Semarang. Prosiding. (Komalasari, 2013)	Mengetahui rating atau tingkat penerapan <i>Green Building</i> di kampus Universitas Diponegoro	GREENSHIP <i>Existing Building</i> , untuk kriteria <i>Appropriate Site Development</i> (terdiri dari 7 sub kriteria)	Pengukuran dan perhitungan semua variabel penelitian menggunakan berbagai rumus	Rating gedung berdasarkan GREENSHIP <i>Existing Building</i>	<u>Persamaan</u> : Melakukan kajian <i>green building</i> berdasarkan GREENSHIP <i>Existing Building</i> <u>Perbedaan</u> : - Variabel yang digunakan hanya 1 kriteria pada <i>greenship</i>, yaitu kriteria ASD - Hanya berupa kajian, tidak ada rekomendasi lebih lanjut
3	Analisis <i>Life Cycle Cost</i> pada <i>Green Building</i> Diamond Building Malaysia.	untuk mengetahui kategori biaya apa saja yang terdapat dalam Proyek	<i>Initial Cost</i> , <i>Operational-Maintenance Cost</i> ,	Analisa <i>Life Cycle Cost</i> menggunakan	<i>Life Cycle Cost</i> pada <i>Green Building</i> Diamond Building Malaysia	<u>Persamaan</u> : Melakukan analisa <i>Life Cycle Cost</i> pada bangunan gedung

No	Judul	Tujuan	Variabel	Metode Analisis	Output	Kontribusi ke Penelitian
	Jurnal. (Firsani dan Utomo, 2012)	Diamond Building Malaysia melihat seberapa besar total biaya yang dikeluarkan oleh suatu bangunan yang berkonsep <i>green building</i>, mulai dari tahap desain sampai dengan usia yang ditetapkan.	<i>Energy Cost, Replacement Cost, Residual Cost</i>	<i>Present Worth Method</i>		berkonsep <i>Green Building</i> <u>Perbedaan :</u> Tidak ada perbandingan dengan LCC pada bangunan gedung konvensional
4	<i>Green retrofitting Costs and Benefits: A New Research Agenda.</i> Jurnal. (YU, dkk, 2011)	- mengetahui biaya dan manfaat dari green retrofit terhadap bangunan komersial eksisting - menganalisa dampak green retrofit terhadap pemilik dan penyewa / pengguna bangunan.	<i>Gross annual rent, operating expenses, property tax, capital value, retrofit cost, dll</i>	Analisa <i>cost & benefit</i> dari kegiatan <i>green retrofit</i> terhadap 20 bangunan komersial eksisting di Singapura	Biaya <i>green retrofit</i> hanya 3% dari biaya konstruksi bangunan baru, Biaya penghematan konsumsi energi sangat signifikan, yaitu sekitar 10-20% dari biaya operasional dan pemeliharaan bangunan gedung komersial.	<u>Persamaan :</u> Melakukan analisa biaya <i>Green retrofit</i> <u>Perbedaan :</u> - Penelitian dilakukan di Singapura dimana standar kebijakan bangunan hijau sedikit berbeda dengan Indonesia - Analisa biaya green retrofit dilakukan pada bangunan komersial

BAB III

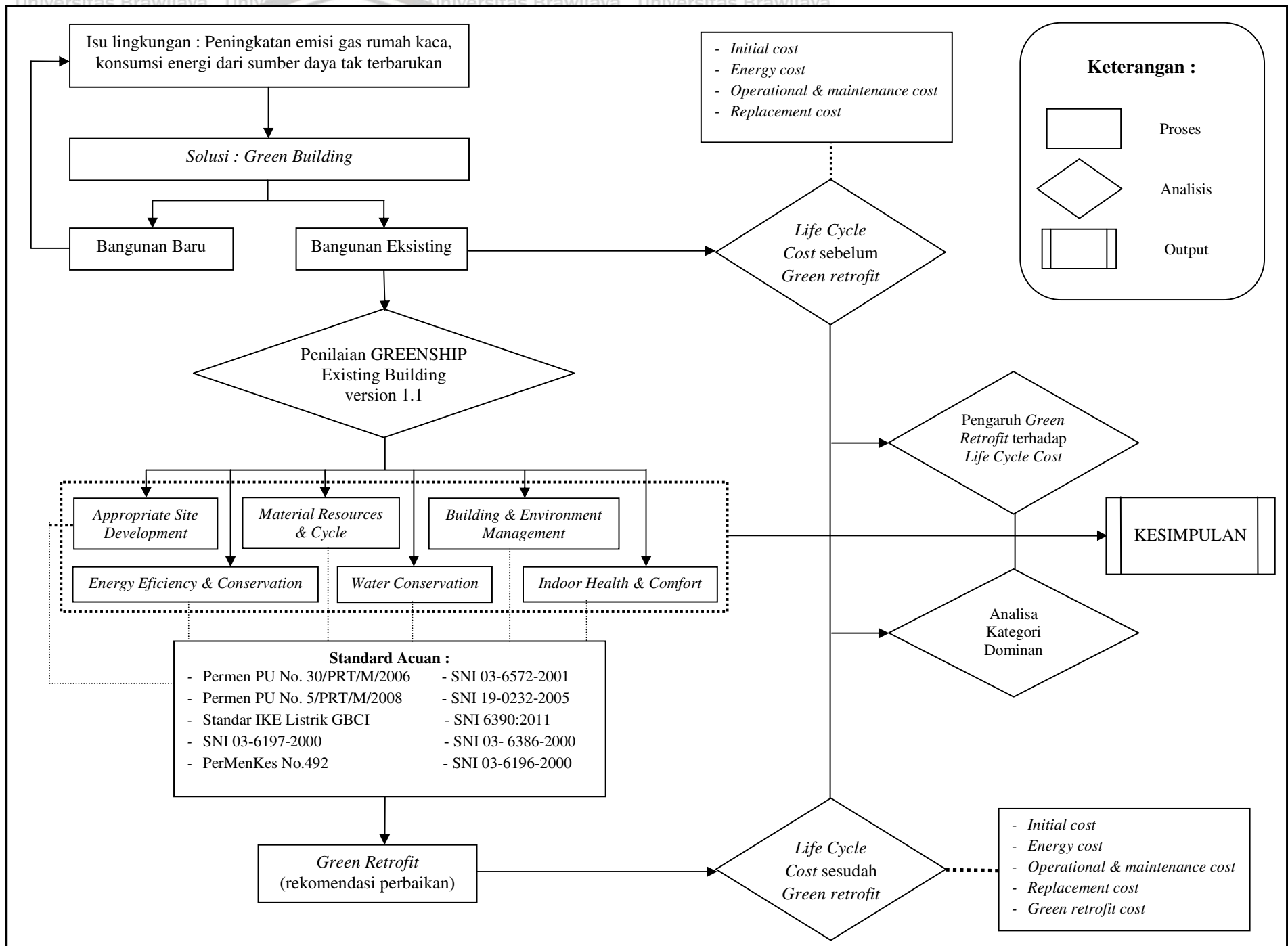
KERANGKA KONSEP PENELITIAN

3.1. Kerangka Pemikiran

Penelitian ini melibatkan lebih dari 2 variabel, sehingga perlu disusun sebuah kerangka konsep penelitian yang menggambarkan proses alur pikir sekaligus menuntun ke arah hipotesa penelitian. Kerangka konsep disusun berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan pada bab 1 serta tinjauan pustaka pada bab 2.

Penelitian ini mengangkat tema *Green Retrofit* sebagai solusi yang lebih baik dari membangun bangunan hijau baru, dengan menggunakan *Life Cycle Cost (LCC)* sebagai alat pembanding. Studi kasus yang diambil adalah bangunan pendidikan eksisting di lingkungan Universitas Brawijaya, dimana kampus tersebut merupakan salah satu kampus yang mempunyai program *Green Campus* sebagai gerakan nyata peduli lingkungan. Pengukuran atau penilaian kriteria *green* dilakukan terhadap bangunan tersebut berdasarkan *rating tools* yang dikeluarkan oleh GBCI, yaitu *GREENSHIP Existing Building version 1.1*. Kemudian, rekomendasi retrofit akan dirumuskan dengan mengacu pada beberapa standar nasional yang berlaku yang dipersyaratkan oleh GBCI.

Analisa LCC dilakukan 2 tahap, yaitu pada saat bangunan eksisting belum mengalami retrofit dan pada saat bangunan selesai dilakukan retrofit. Perbandingan antara kedua LCC tersebut kemudian dianalisa untuk dapat mengetahui pengaruh *green retrofit* terhadap LCC. Terakhir, mencari kategori dalam *GREENSHIP GBCI* yang paling berpengaruh terhadap LCC yang akan mencapai sebuah kesimpulan. Kerangka konsep penelitian dijelaskan secara sistematis pada gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1. Kerangka Konsep

3.2. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang akan dibuktikan kebenarannya dalam penelitian ini adalah :

- a. Metode *green retrofit* dengan menggunakan keseluruhan kategori dalam GREENSHIP *Existing Building* dapat berpengaruh secara signifikan terhadap *life cycle cost* pada bangunan eksisting.
- b. Diantara 6 (enam) kategori dalam GREENSHIP *Existing Building* terdapat satu atau lebih kategori yang berpengaruh dominan terhadap *life cycle cost* pada bangunan eksisting.

3.3. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional untuk variabel-variabel penelitian perlu dirumuskan dengan tujuan untuk membatasi permasalahan dalam penelitian ini. Variabel penelitian diambil berdasarkan standar acuan penelitian ini yaitu GREENSHIP *Existing Building* versi 1.1 dengan penjelasan sebagai berikut :



Tabel 3.1
Definisi Operasional Variabel

No	Variabel	Sub Variabel
1	<i>Appropriate Site Development</i>	1. <i>Site Management Policy</i> 2. <i>Motor Vehicle Reduction Policy</i> 3. <i>Community Accessibility</i> 4. <i>Motor Vehicle Reduction</i> 5. <i>Site Landscaping</i> 6. <i>Heat Island Effect</i> 7. <i>Storm Water Management</i> 8. <i>Site Management</i> 9. <i>Building Neighbourhood</i>
2	<i>Energy Efficiency & Conservation</i>	1. <i>Policy and Energy Management Plan</i> 2. <i>Minimum Building Energy Performance</i> 3. <i>Optimized Efficiency Building Energy Performance</i> 4. <i>Testing, Re-commissioning or Retro-commissioning</i> 5. <i>System Energy Performance</i> 6. <i>Energy Monitoring and Control</i> 7. <i>Operation and Maintenance</i> 8. <i>On Site Renewable Energy</i> 9. <i>Less Energy Emission</i>
3	<i>Water Conservation</i>	1. <i>Water Management Policy</i> 2. <i>Water Sub-Metering</i> 3. <i>Water Monitoring Control</i> 4. <i>Fresh Water Efficiency</i> 5. <i>Water Quality</i> 6. <i>Recycled Water</i> 7. <i>Potable Water</i> 8. <i>Deep Well Reduction</i> 9. <i>Water Tap Efficiency</i>
4	<i>Material Resources & Cycle</i>	1. <i>Fundamental Refrigerant</i> 2. <i>Material Purchasing Policy</i> 3. <i>Waste Management Policy</i> 4. <i>Non ODS Usage</i> 5. <i>Material Purchasing Practice</i> 6. <i>Waste Management Practice</i> 7. <i>Hazardous Waste Management</i> 8. <i>Management of Used Good</i> 9. <i>No Smoking Campaign</i> 2. <i>Outdoor Air Introduction</i> 3. <i>Environmental Tobacco Smoke Control</i> 4. <i>CO2 and CO Monitoring</i>
5	<i>Indoor & Health Comfort</i>	5. <i>Physical, Chemical and Biological Pollutants</i> 6. <i>Thermal Comfort</i> 7. <i>Visual Comfort</i> 8. <i>Acoustic Level</i> 9. <i>Building User Survey</i>
6	<i>Building & Environment Management</i>	1. <i>Operation and Maintenance Policy</i> 2. <i>Innovations</i> 3. <i>Design Intent and Owner's Project Requirement</i> 4. <i>Green Operational and Maintenance Team</i> 5. <i>Green Occupancy/Lease</i> 6. <i>Operation and Maintenance Training</i>
7	<i>Life Cycle Cost</i>	1. <i>Initial cost</i> 2. <i>Operational & maintenance cost</i> 3. <i>Replacement cost</i>

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dimana pengambilan sampel dilakukan secara random, menggunakan instrument penelitian serta analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2012:7). Pendekatan yang dilakukan tergolong dalam penelitian eksperimental. Penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan.

Menurut Sumadi Suryabrata (1990:32-36), penelitian eksperimen bertujuan untuk menyelidiki kemungkinan hubungan sebab akibat dengan desain dimana secara nyata ada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dan membandingkan hasil perlakuan dengan kontrol yang tidak dikenai kondisi perlakuan. Penelitian eksperimen sangat sesuai untuk pengujian sebuah hipotesa tertentu serta bertujuan untuk mengetahui hubungan sebab akibat antar variabel penelitian. Dalam penelitian eksperimental diperlukan kerangka konsep dan penentuan variabel yang sangat jelas untuk kemudian dilakukan pengukuran secara cermat.

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

LATAR BELAKANG

Mewujudkan lingkungan yang berkelanjutan melalui pembangunan *green building* baru bukanlah sebuah solusi yang terbaik. Mayoritas bangunan eksisting di Indonesia tidak dibangun dengan konsep *sustainable*. Konsep *green retrofit* muncul sebagai solusi terbaik dalam rangka mewujudkan lingkungan yang berkelanjutan.

STUDI LITERATUR

- Analisis Perbandingan Konsumsi Energi Pada Kegiatan Operasional dan Pemeliharaan Bangunan Gedung dengan Konsep *Green Building* dan Bangunan Gedung Konvensional
- Kajian *Green Building* Berdasarkan Kriteria Tepat Guna Lahan (*Appropriate Site Development*) pada Gedung Pascasarjana B Universitas Diponegoro Semarang.
- Analisa *Life Cycle Cost* pada *Green Building* Diamond Building di Malaysia
- *Green Retrofitting Costs And Benefits : A New Research Agenda*

PERUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana kajian *green building* pada geung TI FT UB berdasarkan GREENSHIP *Existing Building* GBCI?
2. Bagaimana implementasi *green retrofit* terhadap Gedung TI FT UB berdasarkan GREENSHIP *Existing Building* GBCI?
3. Bagaimana pengaruh *green retrofit* terhadap *life cycle cost* (LCC) pada bangunan tersebut?
4. Kategori apa sajakah dalam GREENSHIP *Existing Building* GBCI yang paling berpengaruh terhadap LCC pada bangunan pasca retrofit ?

Perhitungan
LCC Bangunan Eksisting

Pengukuran dan Penilaian berdasarkan
GREENSHIP *Existing Building*

Analisis Hasil Pengukuran

Green Retrofit

Perhitungan LCC Bangunan pasca Retrofit

Analisa kriteria GREENSHIP *Existing Building* yang dominan berpengaruh terhadap LCC dan Konsumsi Energi

PEMBAHASAN

- Analisa pengaruh *Green Retrofit* terhadap LCC
- Analisa kategori dalam GREENSHIP *Existing Building* yang dominan berpengaruh terhadap LCC pada bangunan pasca retrofit

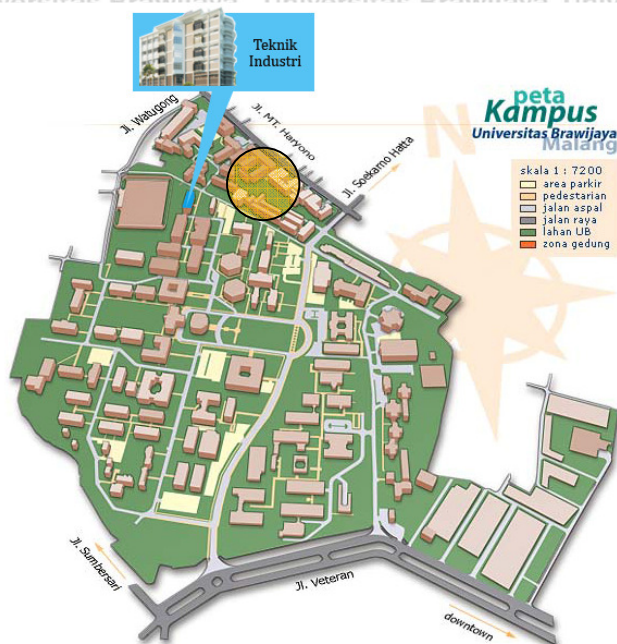
Kesimpulan

Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian

4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

4.2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Universitas Brawijaya Malang, yaitu pada gedung E FIA UB dan gedung TI FT UB. Gedung E FIA UB mewakili bangunan pendidikan eksisting dengan umur bangunan kurang dari 5 tahun, sedangkan gedung TI UB mewakili bangunan pendidikan eksisting dengan umur bangunan lebih dari 5 tahun.



Gambar 4.2 Peta Lokasi Gedung TI FT UB

Sumber : <http://industri.ub.ac.id/id/>



Gambar 4.3 Gedung Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

Sumber : dokumentasi pribadi

4.2.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian akan dilaksanakan selama 1 (satu) bulan yaitu pada bulan Mei 2018. Pengamatan dan pengukuran GREENSHIP dilakukan pada jam 10.00 – 12.00.

4.3. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan 2 (dua) metode pengumpulan, yaitu metode pengambilan data primer dan sekunder.

1. Metode pengambilan data primer

Yaitu metode dengan cara melakukan pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan untuk 6 kategori yang tertuang di dalam GREENSHIP *Existing Building*, dimana masing-masing kategori terdiri dari beberapa kriteria. Di dalam metode ini terdapat wawancara dan kuisioner sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan nilai pada kriteria kredit. Metode pengukuran pada masing-masing kriteria adalah sebagai berikut :



Tabel 4.1

Metode Pengumpulan Data

No	Kriteria	Sub Kriteria	Metode Pengukuran dan Penilaian	Teknik / Alat Pengukuran
1	Appropriate Site Development (ASD)	Community Accessibility	a. Identifikasi min. 5 jenis fasilitas umum di sekitar gedung dalam radius 500 m b. Identifikasi halte dalam jangkauan 300 m dari gerbang, atau halte permanen dengan teluk bus / jalur henti bus. c. Identifikasi fasilitas jalur pejalan kaki yang ada di dalam area gedung menuju ke halte (sesuai Permen PU No. 30/PRT/M/2006 Bab 2B). d. Identifikasi fasilitas pejalan kaki yang aman, nyaman, bebas dari perpotongan akses kendaraan bermotor untuk menghubungkan minimal 3 fasilitas umum di atas.	- Peta Kota Malang - Aplikasi <i>Google Maps</i>
		Motor Vehicle Reduction	a. Implementasi pengurangan pemakaian kendaraan bermotor pribadi (car pooling/feeder bus/diskriminasi tarif parkir) b. Identifikasi parkir sepeda aman → 1 unit parkir/30 pengguna gedung tetap (max. 100 unit) c. Identifikasi fasilitas kamar mandi (<i>shower</i>) yang tersedia → 1 unit/25 unit parkir sepeda	Pengamatan
		Site Landscaping	a. Adanya <i>softscape</i> dalam tapak seluas minim 30% luas total lahan (formasi sesuai Permen PU No.5/PRT/M/2008 Pasal 2.3.1) b. Penggunaan 60% tanaman lokal yang berasal dari nursery lokal dengan jarak max. 1000 km. c. Penggunaan tanaman produktif minim 10% dari area lansekap.	- Pengamatan - Meteran
		Heat Island Effect	a. Menggunakan bahan dengan nilai albedo rata-rata minim 0,3 sesuai dengan perhitungan pada area atap gedung yang tertutup perkerasan, atau menggunakan <i>green roof</i> sebesar 50% dari luas atap yang tidak digunakan untuk ME b. Menggunakan bahan dengan nilai albedo rata-rata minim 0,3 sesuai dengan perhitungan pada area non atap yang tertutup perkerasan.	Rumus : $\text{Albedo total} = \frac{\sum (A_n \times L_n)}{\sum L_n}$ dimana : A = nilai albedo dari material n L = luas dari material n Alat : meteran
		Storm Water Management	Pengukuran beban volume limpasan air hujan dari luas lahan ke jaringan drainase kota dan mengidentifikasi pengurangannya (dihitung berdasarkan perhitungan debit air hujan pada bulan basah)	?
		Site Management	a. Adanya SPO pengendalian terhadap hama penyakit dan gulma tanaman dengan menggunakan bahan-bahan tidak beracun b. Tersedia habitat satwa non peliharaan minimal 5% dari keseluruhan area tapak bangunan, berdasarkan area aktifitas hewan.	- Wawancara - Pengamatan
		Building	a. Aktifitas peningkatan kualitas hidup masyarakat sekitar gedung dengan	- Wawancara

No	Kriteria	Sub Kriteria	Metode Pengukuran dan Penilaian	Teknik / Alat Pengukuran
2	Energy Efficiency & Conservation (EEC)	<i>Neighbourhood</i>	melakukan : perbaikan sanitasi min. 5 unit / penyediaan tempat beribadah min 1 unit / WC umum 1 min. 5 unit / kaki lima dan pelatihan pengembangan masyarakat min. 1 program b. Membuka akses pejalan kaki ke minimal 2 orientasi yaitu : bangunan tetangga (wajib) dan bangunan tetangga lain dan/atau jalan sekunder, tanpa harus melalui area publik c. Pihak gedung mendedikasikan sebagian dari lahan terbukanya untuk kepentingan umum baik diwajibkan ataupun atas kesadaran sendiri untuk antara lain : utilitas umum, atau untuk ruang terbuka hijau privat d. Revitalisasi bangunan cagar budaya	- Pengamatan
		<i>Optimized Efficiency Building Energy Performance</i>	Mengukur IKE listrik gedung selama 6 bulan terakhir	Analisa data terkait dari pihak manajemen
		<i>Testing, Recommissioning or Retrocommissioning</i>	Mengumpulkan informasi terkait kegiatan kommissioning ulang pada peralatan utama MVAC dalam kurun waktu 1-3 tahun terakhir	- Wawancara - Pengamatan
		<i>System Energy Performance</i>	a. Identifikasi penghematan konsumsi energi pada daya pencahayaan ruangan terkait kriteria IHC 6 (Visual Comfort) b. Identifikasi penggunaan ballast elektronik dan/atau LED pada ruang kerja umum c. Identifikasi efisiensi peralatan yang memakai sistem AC.	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Energy Monitoring & Control</i>	a. Melakukan identifikasi terhadap ketersediaan kWh meter untuk sistem tata udara, sistem tata cahaya dan sistem beban lainnya serta pencatatan rutin bulanan terhadap koleksi data pada kWh meter. b. Melakukan identifikasi terhadap ketersediaan Display Energi atau EMS sebagai bentuk monitoring penggunaan energi. c. Mengumpulkan informasi terkait adanya kegiatan audit energi eksternal minimal 1x dalam 1 tahun terakhir.	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Operation and Maintenance</i>	a. Melakukan identifikasi terhadap adanya panduan pengoperasian dan pemeliharaan, baik untuk sistem AC maupun seluruh sistem lainnya dalam gedung. b. Melakukan identifikasi terhadap laporan bulanan pengoperasian dan pemeliharaan sistem gedung selama minimal 6 bulan terakhir.	- Wawancara - Pengamatan
		<i>On Site Renewable Energy</i>	Melakukan identifikasi dan pengukuran terhadap penggunaan energi terbarukan di dalam gedung	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Less Energy Emission</i>	Melakukan pengukuran terhadap penurunan CO2 dari original emission (pemakaian listrik dari PLN)	Analisa data terkait dari pihak manajemen

No	Kriteria	Sub Kriteria	Metode Pengukuran dan Penilaian	Teknik / Alat Pengukuran
3	Water Conservation	<i>Water Sub-Metering</i>	Melakukan identifikasi terhadap sub-meter konsumsi air pada sistem area public, area komersil dan utilitas bangunan	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Water Monitoring Control</i>	Melakukan identifikasi terhadap neraca air dalam 6 bulan terakhir	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Fresh Water Efficiency</i>	Melakukan pengukuran konsumsi air selama 6 bulan terakhir kemudian menghitung penghematan yang dilakukan (sesuai dengan SNI yang berlaku)	Analisa data terkait dari pihak manajemen
		<i>Water Quality</i>	Melakukan identifikasi bukti laboratorium dari air sumber primer yang sesuai dengan kriteria air bersih, minimal 1x dalam 6 bulan	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Recycled and Alternative Water</i>	Melakukan identifikasi penggunaan sistem air daur ulang atau air alternative pada gedung	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Potable Water</i>	Melakukan identifikasi sistem filtrasi sesuai PerMenKes yang berlaku	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Deep Well Reduction</i>	Melakukan pengukuran terhadap konsumsi air yang menggunakan deep well	Analisa data terkait dari pihak manajemen
4	Material Resource and Cycle	<i>Water Tap Efficiency</i>	Melakukan identifikasi penggunaan fitur auto stop pada unit keran air pada area publik.	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Non ODS Usage</i>	Melakukan identifikasi penggunaan bahan refrigerant pada sistem pendingin ruangan dengan ODP = 0 (non CFC dan non HCFC).	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Material Purchasing Practice</i>	Melakukan identifikasi penggunaan material ramah lingkungan yang juga ditunjang dengan dokumentasi pembelanjaan material.	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Waste Mangement Practice</i>	Melakukan identifikasi kegiatan pemilahan sampah organik dan anorganik	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Hazardous Waste Management</i>	Melakukan identifikasi terhadap manajemen pengelolaan limbah B3 kurun waktu 6 bulan terakhir.	- Wawancara - Pengamatan
5	Indoor and Health Comfort	<i>Management of Used Good</i>	Melakukan identifikasi terhadap manajemen penyaluran barang bekas yang dapat dimanfaatkan kembali selama 6 bulan terakhir.	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Outdoor Air Introduction</i>	Melakukan idetifikasi serta pengukuran terhadap ventilasi alami dan ventilasi mekanis sesuai dengan SNI yang berlaku	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Environmental Tobacco Smoke Control</i>	Melakukan identifikasi terhadap keberadaan area merokok di area dalam dan ruang gedung	- Wawancara - Pengamatan
		<i>CO2 and CO Monitoring</i>	Melakukan identifikasi instalasi sensor gas CO2 pada ruang-ruang dengan kepadatan yang tinggi	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Physical, Chemical and Biological Pollutants</i>	a. Melakukan pengukuran kualitas udara dalam ruang, b. Melakukan identifikasi jadwal pembersihan filter, coil pendingin dan alat bantu VAC pada gedung, c. Melakukan pengukuran jumlah bakteri dalam ruang	- <i>Air Quality Meter</i> Min. 1 titik sampel /1000 m2 (max. 25 titik) - Survey dan wawancara

No	Kriteria	Sub Kriteria	Metode Pengukuran dan Penilaian	Teknik / Alat Pengukuran
				- Impinger
		<i>Thermal Comfort</i>	Melakukan pengukuran suhu ruang dan kelembaban relatif	<i>Thermo Hygro meter</i> Dilakukan pada ruang kelas, ruang kerja, hall pada tiap lantai
		<i>Visual Comfort</i>	Melakukan pengukuran tingkat pencahayaan pada ruang kerja	<i>Lux meter</i>
		<i>Acoustic Level</i>	Melakukan pengukuran tingkat bunyi secara acak	<i>Sound level meter</i> sebanyak 5 titik sampel dari minimal setiap 1 ruang per 2 lantai pada saat tidak dihuni dan dalam kondisi peralatan bangunan sedang beroperasi.
		<i>Building User Survey</i>	Melakukan survey kenyamanan pengguna gedung (kuisisioner) yang meliputi suhu udara, tingkat pencahayaan ruang, kenyamanan suara, kebersihan gedung dan keberadaan hama pengganggu, dengan jumlah responden minimal sebanyak 30% dari total pengguna gedung tetap.	Kuisisioner
6	Building Environmental Management	<i>Innovations</i>	Melakukan identifikasi terhadap inovasi yang diterapkan pada bangunan gedung	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Design Intent and Owner's Project Requirement</i>	Melakukan identifikasi terhadap dokumen Design dan As Built Drawing berikut perubahan-perubahannya yang terjadi selama masa operasional.	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Green Operational and Maintenance Team</i>	Melakukan identifikasi adanya struktur terintegrasi atau sebuah team yang bertugas mengontrol penerapan prinsip <i>sustainability / green building</i> .	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Green Occupancy/Lease</i>	Melakukan identifikasi adanya Lease Agreement atau SPO atau Training terkait kriteria-kriteria dalam GREENSHIP untuk bangunan eksisting.	- Wawancara - Pengamatan
		<i>Operation and Maintenance Training</i>	Melakukan identifikasi terhadap pelaksanaan pelatihan pengoperasian dan pemeliharaan tapak, energi, air, material dan HSES.	- Wawancara - Pengamatan

2. Metode pengambilan data sekunder

Data sekunder didapatkan dari studi literatur yang berupa buku, jurnal, tugas akhir atau karya tulis yang berhubungan dengan subyek penelitian dengan menganalisis isi literatur yang terkait dengan penelitian.

4.4. Metode Analisis Data

a. Metode *Green Retrofit*

Metode *green retrofit* akan diterapkan pada obyek studi dengan menggunakan acuan dasar GREENSHIP *Existing Building*. Dari hasil pengukuran dan pengamatan pada bangunan eksisting akan diperoleh nilai / peringkat GREENSHIP yang nantinya akan ditingkatkan menjadi minimal BRONZE.

b. Metode Simulasi Desain

Apabila terdapat beberapa kriteria yang memerlukan perbaikan desain, maka akan diperlukan simulasi desain menggunakan software desain. Simulasi tersebut bertujuan untuk menguji rekomendasi desain atau retrofit yang diusulkan.

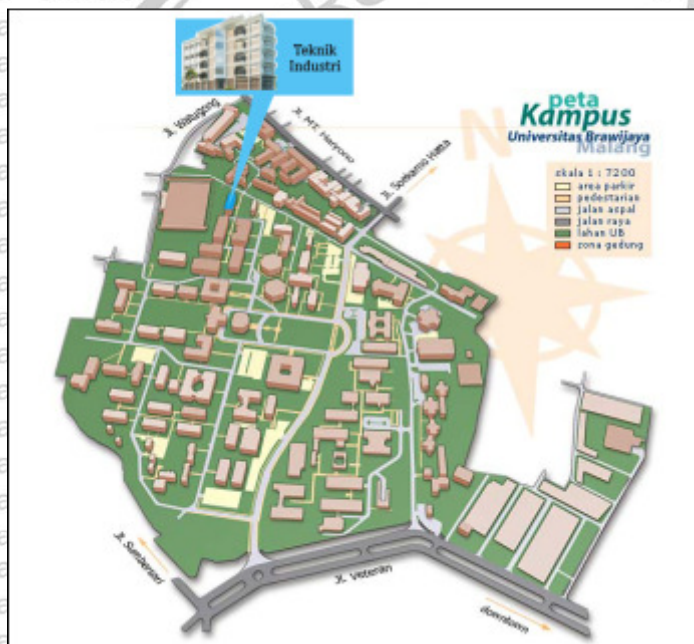
c. Metode Analisis *Life Cycle Cost* (LCC)

Analisis *Life Cycle Cost* yang digunakan pada penelitian ini meliputi biaya awal, biaya operasional dan pemeliharaan serta biaya pengantian. Perhitungan *Life Cycle Cost* dilakukan berdasarkan data-data yang diperoleh dari pihak manajemen gedung serta rekanan kontraktor yang menangani proyek konstruksi pembangunan gedung tersebut.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kondisi Eksisting Gedung

Gedung Teknik Industri (TI) merupakan salah satu gedung yang berada di area Fakultas Teknik Universitas Brawijaya (FT UB). Gedung ini mulai dibangun pada tahun 2011, dimana proses pembangunannya terdiri dari 3 tahap. Beberapa rekanan yang terlibat dalam proses pembangunan gedung ini antara lain CV. Cipta Yasa dan CV. Dhiratama Cipta Persada (Konsultan Perencana), PT. Sadar Dinamis dan PT Sekawan Sejati Utama (Kontraktor Pelaksana) dan CV. Apik Karya (Konsultan Pengawas). Hingga saat ini, gedung TI telah beroperasi selama kurang lebih 5 tahun.



Gambar 5.1 Peta kawasan FT UB

Sumber : <http://industri.ub.ac.id/id/>

Pada awalnya, jurusan TI merupakan salah satu konsentrasi keahlian di dalam Jurusan Teknik Mesin. Kemudian TI berubah menjadi sebuah Program Studi yang berada langsung di bawah naungan FT UB sejak pertengahan tahun 2011. Sampai pada tahun 2013, akhirnya Program Studi Teknik Industri berubah menjadi Jurusan Teknik Industri. Terkait dengan hal tersebut, gedung lama yang sebelumnya berdiri pada area ini merupakan gedung laboratorium milik jurusan Teknik Mesin. Setelah gedung TI resmi

beroperasi, maka sebagian besar lantai 1 difungsikan sebagai laboratorium di bawah manajemen Teknik Mesin.



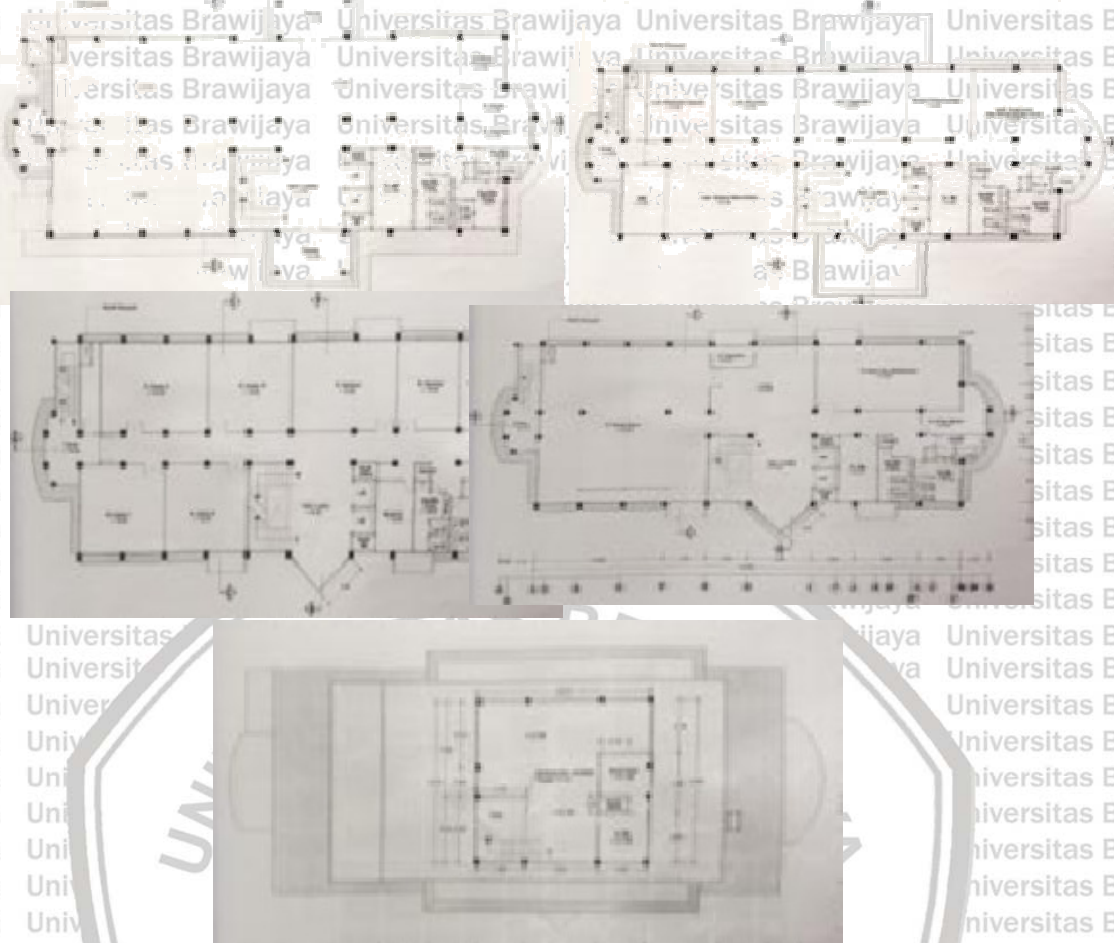
Gambar 5.2 Tampak depan gedung Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Gedung TI memiliki 7 lantai dengan total luas lantai sebesar 3.300,21 m². Denah lantai 2 sampai dengan lantai 6 merupakan denah tipikal. Rincian fungsi ruang pada setiap lantai di dalam gedung dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1

Fungsi ruang per lantai

Lantai	Fungsi Ruang	Lantai	Fungsi Ruang
1	a. Laboratorium Teknik Mesin b. R. Kepala Laboratorium c. R. Asisten Lab d. Gudang Perkakas e. KM/WC f. R. ME	4	a. Ruang UJM b. Ruang Ketua dan Sekretaris Jurusan c. Ruang Bersama d. Ruang Pelayanan Akademik e. Ruang Dosen 1 & 2 f. Ruang Rapat g. Musholla h. KM/WC
2	a. Lab. Pemrograman Komputer b. Lab. Sistem Manufaktur c. Lab. Statistik dan Rekayasa Kualitas d. Lab. Perancangan Kerja dan Ergonomi e. Lab. Simulasi dan Aplikasi Industri f. Ruang Diskusi g. HMTI h. KM/WC i. R. ME	5	a. Ruang Dosen 3 b. Ruang Seminar 1 c. Ruang Seminar 2 d. Ruang Rapat e. Ruang kelas 5.1 – 5.3 f. Ruang Jurnal g. Ruang Ibu dan Anak h. Musholla i. KM/WC
3	a. Studio Manajemen Industri b. Ruang kelas 3.1 - 3.6 c. KM/WC d. Pantry e. R. ME	6	a. Ruang Serbaguna b. Ruang Baca Teknik Industri c. Ruang Arsip d. KM/WC e. R. ME
7	Kantin		



Gambar 5.3 Denah lantai 1 – 7 Gedung TI FT UB

5.2 Analisa Kriteria Prasyarat GREENSHIP Rating Tools Existing Building

Komitmen manajemen merupakan hal mendasar yang dibutuhkan dalam rangka mewujudkan lingkungan binaan yang sehat dan ramah lingkungan. Terlebih pada bangunan pendidikan yang membutuhkan suasana yang kondusif dan representatif untuk mendukung kegiatan belajar mengajar. Penilaian kriteria prasyarat dalam GREENSHIP EB ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana komitmen perusahaan yang telah dilakukan.

Kriteria prasyarat bersifat wajib dipenuhi sebelum dapat dilakukan penilaian lebih lanjut pada berbagai kriteria kredit, namun dalam penelitian ini apabila terdapat satu atau lebih kriteria prasyarat yang tidak terpenuhi penilaian GREENSHIP EB akan tetap dilakukandemi mendapatkan tujuan akhir penelitian. Hasil wawancara dengan ketua Jurusan TI menghasilkan analisa kriteria prasyarat seperti berikut :

5.2.1 *Appropriate Site Development*

Pada dasarnya manajemen telah sepakat untuk melakukan kegiatan pemeliharaan eksterior bangunan dengan menggunakan bahan-bahan yang tidak berbahaya bagi lingkungan, namun belum terdapat surat pernyataan atau dokumen yang memuat tentang komitmen tersebut.

Dalam hal pengurangan kendaraan bermotor pribadi, selama ini belum dilakukan tindakan persuasif terkait hal tersebut, baik berupa komitmen nyata dari manajemen maupun kampanye. Sekalipun begitu, pihak jurusan beberapa waktu lalu pernah melakukan kegiatan bersepeda secara rutin yang diikuti oleh beberapa staff jurusan TI.

5.2.2 *Energy Efficiency and Conservation*

Kampanye untuk mendorong tindakan penghematan energi di lingkungan gedung selama ini telah dilakukan oleh manajemen yaitu berupa pemasangan sticker di setiap lantai. Selain itu, pimpinan juga mengeluarkan kebijakan penghematan penggunaan lift, yaitu selepas jam kerja lift harus dimatikan. Sayangnya, pihak jurusan belum memiliki dokumen yang memuat komitmen efisiensi energi tersebut, demikian juga halnya dengan dokumen terkait IKE listrik selama 6 bulan atau 1 tahun terakhir.

5.2.3 *Water Conservation*

Dalam hal konservasi air, belum terdapat surat pernyataan atau komitmen resmi dari pihak manajemen, namun setidaknya pihak jurusan telah melakukan kampanye walaupun masih secara lisan. Hambatan yang utama dalam hal konservasi air adalah bahwa gedung ini dipegang oleh dua jurusan, dimana masing-masing memiliki kebijakan penggunaan air yang berbeda.

5.2.4 *Material Resource and Cycle*

Gedung ini telah menggunakan refrigeran tipe R410A yang memiliki nilai ODP = 0. Adapun terkait dengan pembelanjaan material ramah lingkungan untuk kegiatan pemeliharaan gedung, pihak manajemen belum memiliki komitmen terhadap hal tersebut. Selama ini kegiatan terkait material ramah lingkungan masih dilakukan dalam lingkup praktikum mahasiswa saja.

Selain itu, dalam hal pengelolaan sampah, belum ditemukan adanya kegiatan pemisahan antara sampah organik dan anorganik. Tempat sampah yang tersedia di gedung juga belum mendukung hal tersebut.

5.2.5 Indoor Health & Comfort

Dari hasil wawancara serta pengamatan, tidak ditemukan adanya dukungan terhadap larangan merokok di dalam gedung, baik berupa surat pernyataan maupun kampanye.

5.2.6 Building Environmental Management

Dalam hal manajemen lingkungan binaan, belum ditemukan adanya rencana operasional dan pemeliharaan yang termuat dalam sebuah dokumen.

Tabel 5.2
Ringkasan penilaian kriteria prasyarat

Kode	Kategori	Kriteria	Terpenuhi / tidak
ASD P1	Appropriate Site Development	Site Management Policy	Tidak
ASD P2		Motor Vehicle Reduction Policy	Tidak
EEC P1	Energy Efficiency and Conservation	Policy and Energy Management Plan	Tidak
EEC P2		Minimum Building Energy Performance	Tidak
WAC P	Water Conservation	Water Management Policy	Tidak
MRC P1	Material Resource and Cycle	Fundamental Refrigerant	Terpenuhi
MRC P2		Material Purchasing Policy	Tidak
MRC P3		Waste Management Policy	Tidak
IHC P	Indoor Health & Comfort	No Smoking Campaign	Tidak
BEM P	Building Environmental Management	Operation & Maintenance Policy	Tidak

5.3 Analisa Kriteria Kredit GREENSHIP Existing Building

Dengan asumsi bahwa kriteria prasyarat telah terpenuhi, maka selanjutnya dilakukan penilaian kriteria kredit terhadap bangunan eksisting. Penilaian dilakukan menggunakan alat ukur yang diperlukan pada tiap kriteria.

5.3.1. Appropriate Site Development

A. Fasilitas umum

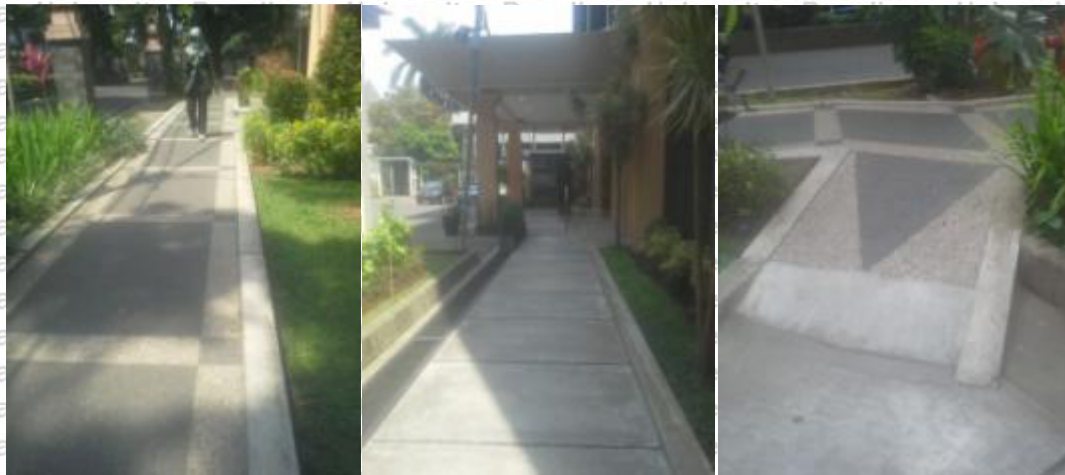
Gedung TI terletak di dalam kawasan kampus Universitas Brawijaya, dimana di dalamnya cukup banyak fasilitas umum yang tersedia, antara lain halte, musholla, kantin / kafetaria (tersedia di hampir setiap fakultas), berbagai macam bank, kantor pos, poliklinik dan sebagainya. Fasilitas umum yang terdapat di sekitar gedung dalam radius 500 meter adalah halte, musholla, kafetaria, poliklinik, bank BCA dan bank BRI.



Gambar 5.4 Fasilitas umum sekitar gedung

B. Pedestrian

Di dalam PerMen PU No.30/PRT/M/2006 bab IIB dijelaskan mengenai persyaratan pedestrian yang aman dan nyaman. Pada prinsipnya, pedestrian harus dapat memberikan aksesibilitas yang baik dan tanpa hambatan untuk para pejalan kaki dan penyandang disabilitas. Pedestrian yang tersedia di sekitar area gedung telah mampu memfasilitasi para penyandang cacat, dimana ramp ditemukan pada simpul-simpul pedestrian utama. Permukaan jalan berupa kombinasi rabat beton dan pasangan batu ampyang kecil, cukup stabil dan kuat. Lebar pedestrian adalah 190 cm, sehingga telah memenuhi syarat minimum yakni sebesar 160 cm (jalur dua arah). Jalur pedestrian bebas dari pohon, tiang rambu-rambu, lubang drainase dan benda-benda lain.



Gambar 5.5 Pedestrian sekitar gedung

C. Area parkir sepeda

Pada area depan gedung tersedia 1 unit parkir sepeda dengan kapasitas 9 sepeda. Jumlah pengguna gedung tetap kurang lebih 600 orang, sehingga perbandingannya adalah 1 : 67. Angka perbandingan tersebut masih jauh dari angka perbandingan yang dipersyaratkan dalam GREENSHIP EB, yaitu 1 : 30. Selain itu, dari pengamatan terlihat bahwa area parkir sepeda tersebut hampir tidak pernah digunakan. Area parkir yang paling sering digunakan adalah area parkir mobil dan sepeda motor.



Gambar 5.6 Area parkir gedung (dari kiri ke kanan : area parkir sepeda motor karyawan, sepeda motor mahasiswa, area parkir sepeda dan area parkir mobil)

D. Manajemen Tapak

Pihak manajemen gedung TI belum memiliki SPO pengendalian hama penyakit dan gulma tanaman, namun demikian kegiatan perawatan tapak telah dilakukan secara rutin.

1. Lansekap

Gedung TI FT UB berdiri di atas lahan seluas 2.396,14 m², dimana 33,48% merupakan area lansekap (802, 21 m²). Hampir semua vegetasi didatangkan dari nursery lokal. Beberapa vegetasi ditempatkan pada sebuah *green house* yang terletak pada sisi utara gedung.

Berdasarkan PerMen PU no.05/PRT/M/2008, kriteria vegetasi yang tepat untuk ditanam pada halaman perkantoran adalah sebagai berikut :

- a. memiliki nilai estetika yang menonjol;
- b. sistem perakaran masuk ke dalam tanah, tidak merusak konstruksi dan bangunan;
- c. tidak beracun, tidak berduri, dahan tidak mudah patah, perakaran tidak mengganggu pondasi;
- d. ketinggian tanaman bervariasi, warna hijau dengan variasi warna lainseimbang;
- e. jenis tanaman tahunan atau musiman;
- f. tahan terhadap hama penyakit tanaman;
- g. mampu menyerap dan menyerap cemaran udara;
- h. sedapat mungkin merupakan tanaman yang mengundang kehadiranburung.

Kriteria vegetasi yang terdapat pada halaman gedung TI telah sesuai dengan persyaratan tersebut, yang dapat terlihat pada gambar berikut :



Gambar 5.7 Vegetasi dalam tapak

2. Satwa

Pada area pekarangan gedung tidak ditemukan satwa domestik yang bebas berkeliaran.

E. Albedo

Penutup atap pada gedung ini adalah genteng keramik dan dak beton. Gedung tidak memiliki *green roof* atau *vertical garden*. Material penutup area non atap adalah paving. Berikut adalah data nilai albedo material yang terdapat pada gedung TI beserta luas area :

Tabel 5.3

Nilai albedo material area atap

Material	Luas area (m ²)	Warna permukaan	Albedo
Genteng (<i>red clay tile</i>)	228,8	Merah kecoklatan	0,33
Dak beton (<i>aged concrete</i>)	471,24	Abu	0,25

Sumber :

Rumus untuk menghitung albedo total adalah sebagai berikut :

$$\text{Albedo total} = \frac{\sum (A_n \times L_n)}{\sum L_n}$$

dimana :

A = nilai albedo dari material n, L = luas dari material n

Rata-rata albedo material atap :

$$= ((A_{\text{genteng}} \times L_{\text{genteng}}) + (A_{\text{beton}} \times L_{\text{beton}})) : (L_{\text{genteng}} + L_{\text{beton}})$$

$$= ((0,33 \times 228,8) + (0,25 \times 471,24)) : (228,8 + 471,24)$$

$$= (75,504 + 117,81) : 700,04$$

$$= 0,28$$

Sedangkan untuk rata-rata nilai albedo material non atap adalah sebesar 0,4 (paving).

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa baik albedo material atap maupun non atap telah memenuhi persyaratan minimal yakni 0,3.

F. Building Neighbourhood

Pihak manajemen telah melakukan salah satu program peduli lingkungan yang dipersyaratkan oleh GBCI, yakni pelatihan pengembangan masyarakat. Selain itu, kemudahan aksesibilitas pejalan kaki dapat ditemukan di area ini, dimana terdapat pedestrian pada 4 sisi gedung yang memudahkan pejalan kaki untuk menuju bangunan tetangga atau bangunan lain tanpa harus memutar gedung.



Gambar 5.8 Sirkulasi sekitar gedung

5.3.2 *Energy Efficiency and Conservation*

Pada kriteria ini dilakukan penilaian yang menitikberatkan pada konsumsi energi listrik dalam gedung serta kegiatan peningkatan kinerja peralatan MVAC dan sistem lain dalam gedung yang didukung oleh dokumen atau pencatatan rutin bulanan. Seperti halnya gedung lain dalam kawasan kampus Universitas Brawijaya, sistem pencatatan listrik terpusat di gedung Rektorat.

Gedung TI belum menggunakan sumber energi terbarukan, masih menggunakan satu sumber energi yaitu *original emission* (PLN). Kegiatan kommissioning ulang telah dilakukan oleh pihak gedung dalam kurun waktu 1 tahun terakhir, namun belum terdapat jadwal pasti mengenai kapan lagi akan dilakukan kegiatan rekommisioning tersebut. Terkait dengan perhitungan IKE listrik serta sistem operasional dan pemeliharaan peralatan MVAC akan dipaparkan berikut ini.

A. IKE listrik

Standar IKE listrik untuk bangunan pendidikan dan perkantoran adalah sebesar 250 kWh/m²/tahun (GREENSHIP EB, 2016). Perhitungan IKE listrik untuk gedung TI menggunakan asumsi yang diperoleh dari data penggunaan kWh listrik di bulan Juni 2018 (Lampiran 1). Pada bulan Juni, total kWh yang terpakai adalah sebesar 7.680 kWh. Tarif dasar listrik yang berlaku untuk gedung TI adalah S2 (golongan sosial murni) yaitu sebesar Rp. 900,-. Total biaya listrik yang dikeluarkan yaitu Rp. 6.912.000,-.

Rumus perhitungan IKE adalah :

$$IKE = \frac{\text{Total beban listrik dalam 1 tahun}}{\text{Luas ruang}}$$

$$IKE = \frac{7.680 \times 12}{3300}$$

$$IKE = 27,93 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} / \text{tahun}$$

Dengan demikian, IKE listrik gedung TI berada jauh di bawah standar acuan, atau dapat dikatakan gedung ini telah efisien dalam mengelola energi.

B. *System Energy Performance*

a. *Lighting control*

Daya listrik pada ruang kelas, ruang kerja, laboratorium, auditorium dan lobby pada gedung TI dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.4
Perhitungan Daya Pencahayaan Tiap Ruang

Lantai	Ruang	Total Daya (watt)	Luas ruang (m ²)	Daya max. (W/m ²)	SNI (W/m ²)	Terpenuhi / tidak
1	Laboratorium	2016	346,5	5,82	15	terpenuhi
2	Laboratorium	432	59,4	7,27	15	terpenuhi
3	Ruang Kelas tipe A	432	59,4	7,27	20	terpenuhi
	Ruang Kelas tipe B	288	47,52	6,06	20	terpenuhi
4	Ruang Kantor A	576	95,04	6,06	15	terpenuhi
	Ruang Kantor B	720	109	6,60	15	terpenuhi
	Ruang Kantor C	432	59,4	7,27	15	terpenuhi
	Ruang Rapat kecil	144	23,76	6,06	15	terpenuhi
5	Ruang Kantor	288	47,52	6,06	15	terpenuhi
	Ruang Kelas tipe A	432	59,4	7,27	20	terpenuhi
	Ruang Kelas tipe B	288	47,52	6,06	20	terpenuhi
6	Auditorium	1990	257,71	7,72	25	terpenuhi
	Ruang Baca	720	99	7,27	20	terpenuhi
7	Kantin	936	158,76	5,9	10	terpenuhi
All	Lobby	130	41,14	3,16	10	terpenuhi

Semua daya pencahayaan yang digunakan pada ruang-ruang di gedung TI selalu di bawah standar acuan dan rata-rata penghematannya lebih dari 50%. Selain itu, lampu yang digunakan pada ruang-ruang tersebut (kecuali kamar mandi, ruang ME dan musholla) telah menggunakan lampu teknologi terkini yakni lampu LED yang hemat energi.



Gambar 5.9 Pencahayaan buatan dalam ruang

b. Mechanical Ventilation Air Conditioning (MVAC)

Efisiensi pendingin ruangan

C. *Energy monitoring & control*

Sistem pencatatan rutin listrik bulanan tidak dilakukan oleh manajemen gedung. kWh meter, panel sistem tata udara, panel sistem telekomunikasi berpusat di shaft ME lantai 3. Tidak ditemukan *Display Energi* maupun dukungan teknologi untuk memonitoring peralatan pada area publik.



Gambar 5.10 Panel LVMDP (kWh meter) dan panel sistem telekomunikasi

D. *Operasional dan pemeliharaan*

Pada tolok ukur ini, gedung TI tidak mendapat poin, karena tidak adanya panduan pengoperasian dan pemeliharaan sistem pendingin ruangan dan sistem peralatan lainnya, serta tidak adanya laporan bulanan.

5.3.3 *Water Conservation*

Gedung Teknik Industri murni menggunakan sumber air dari *deep well*, tanpa PDAM, dimana lokasi *roof tank* terletak pada lantai 7. Uji laboratorium terhadap air bersih pernah dilakukan di awal. Selain itu, gedung ini masih menggunakan kran air standard pada setiap area kamar mandi, area wudhu dan area publik.



Gambar 5.11 Kran air standard pada area tempat wudhu

Dalam hal operasional, pihak manajemen cukup ketat dalam menjaga konsumsi air agar tidak terjadi pemborosan, dibuktikan dengan adanya standar prosedur operasi dan pelaksanaan terkait pemeliharaan dan pemeriksaan sistem plambing secara berkala. Sayangnya, data mengenai konsumsi air dalam gedung tidak kami dapatkan.

5.3.4 *Material Resource and Cycle*

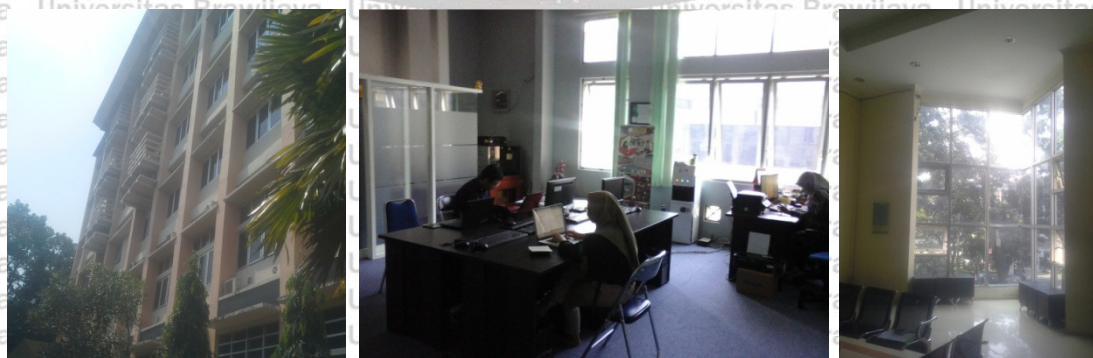
Terdapat 2 jenis pendingin ruangan yang digunakan di gedung TI, yaitu AC *unitary* tipe *split wall-mounted* (LG Inverter Hybrid 1,5pk type T13EMV) dan AC central. AC tersebut menggunakan refrigerant jenis R410A yang memiliki nilai ODP 0, baik dalam hal efisiensi energi walau belum sebaik freon R32 dalam hal potensi “penipisan ozon”. Selain itu, bahan pembersih yang digunakan juga telah memenuhi persyaratan nilai ODP.

Seperti yang telah disebutkan pada bab kriteria prasyarat, pihak manajemen belum memiliki dokumen terkait pembelanjaan material ramah lingkungan. Selain itu, belum ditemukan adanya kegiatan pemilahan dan pengolahan sampah organik maupun anorganik, pengelolaan limbah B3, serta penyaluran barang bekas secara berkala di dalam manajemen gedung.

5.3.5 *Indoor Health and Comfort*

A. Ventilasi alami

Gedung TI termasuk bangunan kelas 5, dimana sesuai dengan SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Ventilasi dan Sistem Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung luasan ventilasi alami tidak boleh kurang dari 10% dari luas lantai pada ruangan yang diventilasi. Tabel berikut menunjukkan bahwa rata-rata ruang dalam setiap lantai telah memenuhi standar SNI, sehingga dapat dikatakan kualitas udara telah baik.



Gambar 5.12. Model bukaan jendela pada gedung

Tabel 5.5
Ringkasan perbandingan dimensi ventilasi alami dengan luas ruang

Nama Ruang	Σ luas ventilasi (m ²)	Luas ruang (m ²)	% perbandingan	Min % SNI	Terpenuhi / tidak
LANTAI 1					
Laboratorium		386,64	9,47	10	terpenuhi
LANTAI 2					
Laboratorium Pemrograman Komputer	11,88	59,4	20	10	terpenuhi
Laboratorium Sistem Manufaktur	11,88	71,28	16,67	10	terpenuhi
Laboratorium Statistik dan Rekayasa Kualitas	4,94	35,64	13,86	10	terpenuhi
Laboratorium Perancangan Kerja dan Ergonomi		47,52		10	terpenuhi
Laboratorium Simulasi dan Aplikasi Industri	3,96	35,64	11,11	10	terpenuhi
Ruang Diskusi				5	terpenuhi
HMTI	7,92	23,76	33,33	5	terpenuhi
Studio Manajemen Industri				5	terpenuhi
LANTAI 3					
Ruang Kelas 3.1	4,94	59,4	8,32	5	tidak
Ruang Kelas 3.2	8,05	59,4	13,55	5	terpenuhi
Ruang Kelas 3.3, 3.5, 3.6	7,92	47,52	16,67	5	terpenuhi
Ruang Kelas 3.4	17,71	59,4	29,81	5	terpenuhi
LANTAI 4					
Ruang Dosen 1	15,84	95,04	16,67	5	terpenuhi
Ruang Dosen 2	21,67	83,16	26,06	5	terpenuhi
Ruang Recording	8,05	59,4			terpenuhi
Ruang Rapat	3,96	23,76	16,67	5	terpenuhi
Ruang Kajar dan Sekjur	7,92	59,4	13,33		terpenuhi
Ruang UJM	2,592	20	12,96		terpenuhi
LANTAI 5					
Ruang Dosen 3		47,52			terpenuhi
Ruang Seminar 1		59,4			terpenuhi
Ruang Seminar 2					terpenuhi
Ruang Rapat					terpenuhi
Ruang Kelas 5.1		47,52			terpenuhi
Ruang Kelas 5.2		47,52			terpenuhi
Ruang Kelas 5.3		59,4			terpenuhi
Ruang Jurnal		23,76			terpenuhi
LANTAI 6					
Ruang Serbaguna	32,66	224,64	14,54		terpenuhi
Ruang Baca	8,9	83,16	10,70		terpenuhi
LANTAI 7					
Kantin					terpenuhi

B. Suhu dan kelembaban ruang

Pengukuran suhu dan kelembaban dalam ruang menggunakan *thermohygrometer*. Rata-rata suhu dan kelembaban ruang dalam gedung TI adalah sebesar 27,5°C dan 60%. Suhu sedikit di atas standard, sehingga perlu dilakukan optimalisasi penghawaan alami dan penghematan pendingin ruangan.



Gambar 5.13 Thermohygro meter

Tabel 5.6
Suhu dan kelembaban dalam ruang

Nama Ruang	Standar Suhu	Standar Kelembaban	Suhu (°C)	Kelembaban	Terpenuhi / tidak
LANTAI 1					
Lobby	24 - 27°C	60 ± 5%	28°C	62%	Suhu tidak, kelembaban terpenuhi
LANTAI 2					
Laboratorium (all)	24 - 27°C	60 ± 5%	27°C	59%	Semua terpenuhi
LANTAI 3					
Ruang Kelas	24 - 27°C	60 ± 5%	27°C	60%	Semua terpenuhi
Lobby	24 - 27°C	60 ± 5%	27°C	58%	Semua terpenuhi
LANTAI 4					
Ruang Dosen	24 - 27°C	60 ± 5%	27,9°C	58%	Suhu tidak terpenuhi, kelembaban terpenuhi
Ruang Recording	24 - 27°C	60 ± 5%	28,2°C	60%	Suhu tidak terpenuhi, kelembaban terpenuhi
Ruang Rapat	24 - 27°C	60 ± 5%	26°C	59%	Semua terpenuhi
LANTAI 5					
Ruang Dosen	24 - 27°C	60 ± 5%	28°C	59%	Suhu tidak terpenuhi, kelembaban terpenuhi
Ruang Rapat	24 - 27°C	60 ± 5%	27°C	59%	Semua terpenuhi
Ruang Kelas 5.1	24 - 27°C	60 ± 5%	27°C	61%	Semua terpenuhi
LANTAI 6					
Ruang Baca	24 - 27°C	60 ± 5%	29,8°C	60%	Suhu tidak terpenuhi, kelembaban terpenuhi
LANTAI 7					
Kantin	24 - 27°C	60 ± 5%	28°C	62%	Suhu tidak terpenuhi, kelembaban terpenuhi

C. Intensitas cahaya dalam ruang

Dari hasil pengukuran intensitas cahaya pada beberapa sampel ruang yang mewakili ruang kelas sisi timur, ruang kelas sisi selatan, ruang kerja, laboratorium, lobby dan

selasar, diperoleh data bahwa mayoritas ruang telah mendapatkan intensitas cahaya yang baik (Tabel 5.7).



Gambar 5.14 Suasana dalam ruang (dari kiri ke kanan searah jarum jam : luxmeter, lobby, selasar utara, laboratorium sisi timur, laboratorium sisi barat, selasar selatan, auditorium, ruang kerja dosen, ruang kelas, ruang rapat)

Tabel 5.7
Intensitas cahaya dalam ruang

Nama Ruang	Standar Intensitas Cahaya (lx)	Intensitas Cahaya (lx)	Terpenuhi / tidak
LANTAI 1			
Laboratorium	500		terpenuhi
LANTAI 2			
Laboratorium Pemrograman	500		terpenuhi
Komputer			
Laboratorium Sistem Manufaktur	500		terpenuhi
Laboratorium Simulasi dan	500		terpenuhi
Aplikasi Industri			
Studio Manajemen Industri	250		terpenuhi
LANTAI 3			
Ruang Kelas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4	250		terpenuhi
Ruang Kelas 3.5, 3.6	250		terpenuhi
LANTAI 4			
Ruang Dosen 1	350		terpenuhi
Ruang Dosen 2	350		terpenuhi
Ruang Recording	350		terpenuhi
Ruang Rapat	300		terpenuhi
Ruang Kajar dan Sekjur	350		terpenuhi
LANTAI 5			
Ruang Dosen 3	350		terpenuhi
Ruang Seminar	300		terpenuhi
Ruang Rapat	300		terpenuhi
Ruang Kelas 5.1, 5.2, 5.3	250		terpenuhi
LANTAI 6			
Ruang Serbaguna	200		terpenuhi
Ruang Baca	300		terpenuhi
LANTAI 7			
Kantin	200		terpenuhi

D. Akustik ruang

Pengukuran tingkat kebisingan menggunakan soundlevel meter. Secara umum, tingkat kebisingan di dalam gedung cukup baik, walau terdapat 2 sampel ruang yang sedikit di atas standard maksimum, yaitu ruang kelas dan kantin.



Gambar 5.15. Soundlevel meter

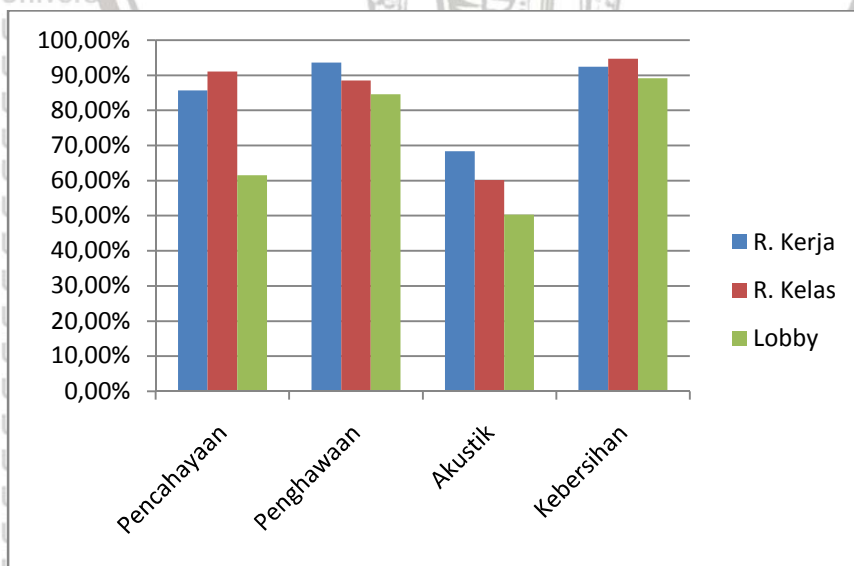
Tabel 5.8
Pengukuran akustik ruang

Lantai	Sampel Ruang	Tingkat kebisingan (dB)	Standard max (dB)	Terpenuhi / tidak
1	Lobby	54,5		Terpenuhi
2	Laboratorium	48	50	Terpenuhi
3	Lobby	44,8	50	Terpenuhi
4	R. Recording	43,8	45	Terpenuhi
5	Ruang Kelas	41,5	40	Tidak terpenuhi
6	Selasar	48,6	50	Terpenuhi
7	Kantin	58,2	50	Tidak terpenuhi

E. Survey kenyamanan pengguna gedung

Kuisisioner telah disebarakan kepada sejumlah pengguna gedung TI yang terdiri dari mahasiswa, dosen, staff dan karyawan. Menurut informasi dari staff recording, jumlah mahasiswa pengguna tetap gedung ini adalah sejumlah kurang lebih 600 orang, namun pada kenyataannya yang rutin menggunakan kampus kurang lebih 80% nya, yakni sekitar 480 orang. Sedangkan jumlah dosen, staff dan karyawan adalah 32 orang, sehingga total pengguna gedung adalah 512 orang.

Sampel yang digunakan sebesar 30% dari 512 yaitu 154 orang. Isi kuisisioner meliputi kenyamanan pencahayaan, penghawaan, kebisingan dan kebersihan gedung. Hasil kuisisioner menyatakan bahwa 79% merasa nyaman dengan pencahayaan di dalam ruang kerja, ruang kelas maupun lobby, 89% nyaman dengan penghawaan yang ada, 60% nyaman dengan kebisingan dalam ruang, serta 92% nyaman dengan kebersihan gedung.



Gambar 5.16 Hasil kuisisioner kenyamanan gedung

5.3.6 Building Environmental Management

Pada kategori ini, gedung TI hanya memperoleh poin pada kriteria *Design Intent* and *Owner's Project Requirement*, yang berupa adanya dokumen perencanaan gedung, *as built drawing* hingga dokumen pada tahap revitalisasi yang tersimpan sebagai arsip di kantor Fakultas Teknik.



5.4 Penilaian Awal GREENSHIP Existing Building

Tabel 5.9

Ringkasan hasil penilaian awal GREENSHIP EB

No	Kode - Kriteria	Uraian	Nilai
A. Appropriate Site Development			10
1	ASD 1 – <i>Community Accessibility</i>	a. Terdapat minimal 5 jenis fasilitas umum dalam jarak pencapaian jalan utama sejauh 500 m dari tapak,	1
		b. Terdapat halte dalam jangkauan 300 m dari gerbang lokasi bangunan,	1
		c. Adanya fasilitas jalur pejalan kaki di dalam area gedung untuk menuju ke halte sesuai persyaratan dalam Permen PU No. 30/PRT/M/2006 Bab 2B,	1
		d. Adanya fasilitas pejalan kaki yang aman, nyaman, bebas dari perpotongan akses kendaraan bermotor untuk menghubungkan minimal 3 fasilitas umum pada poin a.	-
2	ASD 2 – <i>Motor Vehicle Reduction</i>	a. Pengurangan pemakaian kendaraan bermotor pribadi,	-
		b. Parkir sepeda aman dengan 1 unit parkir/30 pengguna gedung tetap,	-
		c. Apabila poin 1 terpenuhi dan menyediakan <i>shower</i> khusus pengguna sepeda untuk setiap 25 tempat parkir sepeda.	-
3	ASD 3 – <i>Site Landscaping</i>	a. Adanya <i>softscape</i> yang bebas dari <i>hardscape</i> dalam tapak seluas minim 30% luas total lahan (formasi tanaman sesuai Permen PU No.5/PRT/M/2008 Pasal 2.3.1),	1
		b. Penambahan nilai 1 poin untuk setiap penambahan 10% luas tapak untuk penggunaan area lansekap,	-
		c. Penggunaan 60% tanaman lokal yang berasal dari nursery lokal dengan jarak max. 1000 km, atau Penggunaan tanaman produktif minim 10% dari area lansekap.	1
4	ASD 4 – <i>Heat Island Effect</i>	a. Menggunakan bahan dengan nilai albedo rata-rata minim 0,3 sesuai dengan perhitungan pada area atap gedung yang tertutup perkerasan, atau menggunakan <i>green roof</i> sebesar 50% dari luas atap yang tidak digunakan untuk ME	1
		b. Menggunakan bahan dengan nilai albedo rata-rata minim 0,3 sesuai dengan perhitungan pada area non atap yang tertutup perkerasan.	1
5	ASD 5 – <i>Storm Water Management</i>	Pengurangan beban volume limpasan air hujan dari luas lahan ke jaringan drainase kota sebesar 50% total volume hujan harian rata-rata yang dihitung berdasarkan perhitungan debit air hujan pada bulan basah.	1
6	ASD 6 – <i>Site Management</i>	a. Adanya SPO pengendalian terhadap hama penyakit dan gulmatanaman dengan menggunakan bahan-bahan tidak beracun	-
		b. Tersedia habitat satwa non peliharaan minimal 5% dari keseluruhan area tapak bangunan, berdasarkan area aktifitas hewan.	-
7	ASD 7 –	a. Adanya aktifitas peningkatan kualitas hidup masyarakat sekitar gedung dengan melakukan : perbaikan	1

No	Kode - Kriteria	Uraian	Nilai
	<i>Building Neighbourhood</i>	sanitasi min. 5 unit / penyediaan tempat beribadah min 1 unit / WC umum 1 min. 5 unit / kaki lima dan pelatihan pengembangan masyarakat min. 1 program	1
		b. Membuka akses pejalan kaki ke minimal 2 orientasi yaitu : bangunan tetangga (wajib) dan bangunan tetangga lain dan/atau jalan sekunder, tanpa harus melalui area publik	-
		c. Pihak gedung mendedikasikan sebagian dari lahan terbukanya untuk kepentingan umum baik diwajibkan ataupun atas kesadaran sendiri untuk antara lain : utilitas umum, atau untuk ruang terbuka hijau privat	-
		d. Revitalisasi bangunan cagar budaya	-
B.Energy Efficiency and Conservation			14
1	EEC 1 – <i>Optimized Efficiency Building Energy Performance</i>	Nilai IKE listrik gedung di bawah IKE listrik standar acuan dalam 6 bulan terakhir.	9
2	EEC 2 – <i>Testing, Recommissioning or Retrocommissioning</i>	Adanya kegiatan kommissioning ulang atau retrokomisioning dengan sasaran peningkatan kinerja (KW/TR) pada peralatan utama MVAC dalam kurun waktu 1-3 tahun terakhir.	1
3	EEC 3 – <i>System Energy Performance</i>	a. Adanya penghematan konsumsi energi pada daya pencahayaan ruangan sebesar 20% (terkait kriteria IHC 6 – <i>VisualComfort</i>)	1
		b. Adanya penggunaan 80% ballast elektronik dan/atau LED pada ruang kerja umum	2
		c. Adanya efisiensi peralatan yang memakai sistem AC.	
4	EEC 4 – <i>Energy Monitoring & Control</i>	a. Adanya kWh meter untuk sistem tata udara, sistem tata cahaya, sistem beban lainnya, ruang yang tidak dikecualikan / dikondisikan,	1
		b. Adanya pencatatan rutin bulanan hasil pantau dan koleksi data pada kWh meter,	-
		c. Adanya apresiasi penggunaan energi berupa Display Energi yang ditempatkan di area publik.	-
5	EEC 5 – <i>Operation and Maintenance</i>	a. Adanya panduan pengoperasian dan pemeliharaan seluruh sistem AC,	-
		b. Adanya panduan pengoperasian dan pemeliharaan seluruh sistem peralatan lainnya,	-
		c. Adanya laporan bulanan kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan sistem gedung selama minimal 6 bulan terakhir.	-
6	EEC 6 – <i>On Site Renewable Energy</i>	0,25% dari maximum power demand dihasilkan oleh energi terbarukan.	-
7	EEC 7 – <i>Less Energy Emission</i>	0,25% penurunan CO2 dari original emission	-
C.Water Conservation			1
1	WAC 1 – <i>Water Sub-Metering</i>	Adanya sub-meter konsumsi air pada sistem area publik, area komersil dan utilitas bangunan	-
2	WAC 2 – <i>Water Monitoring Control</i>	Adanya standar prosedur operasi dan pelaksanaannya mengenai pemeliharaan dan pemeriksaan sistem plambing secara berkala untuk mencegah terjadinya kebocoran dan pemborosan air.	-

No	Kode - Kriteria	Uraian	Nilai
3	WAC 3 – <i>Fresh Water Efficiency</i>	Adanya penurunan konsumsi air selama 6 bulan terakhir sebesar% (berdasarkan SNI yang berlaku)	-
4	WAC 4 – <i>Water Quality</i>	Adanya bukti laboratorium dari air sumber primer yang sesuai dengan kriteria air bersih, minimal 1x dalam 6 bulan	1
5	WAC 5 – <i>Recycled and Alternative Water</i>	a. 100% kebutuhan irigasi tidak bersumber dari sumber air primer (PDAM dan air tanah),	-
		b. Adanya air daur ulang dan/atau air alternatif untuk kebutuhan flushing WC,	-
		c. Adanya sistem air daur ulang dan/atau air alternatif yang keluarannya setara dengan standar air bersih yang berlaku.	-
6	WAC 6 – <i>Potable Water</i>	Apabila terdapat sistem filtrasi yang menghasilkan air minum sesuai dengan PerMenKes yang berlaku	-
7	WAC 7 – <i>Deep Well Reduction</i>	Penggunaan air deep well untuk konsumsi air harian sebesar 10.%	-
8	WAC 8 – <i>Water Tap Efficiency</i>	50% atau 80% dari total unit keran air pada area publik menggunakan fitur auto stop	-
D. Material Resource and Cycle			3
1	MRC 1 – <i>Non ODS Usage</i>	Seluruh sistem pendingin ruangan menggunakan bahan refrigerant dengan ODP = 0 (non CFC dan non HCFC). Nilai OPD bahan pembersih < 1	3
2	MRC 2 – <i>Material Purchasing Practice</i>	Penggunaan material ramah lingkungan paling sedikit 3 dari material yang telah ditetapkan dalam daftar (yang ditunjang dengan dokumentasi pembelian material),	-
3	MRC 3 – <i>Waste Mangement Practice</i>	a. Adanya SPO, pelatihan dan laporan untuk kegiatan pemilahan sampah organik dan anorganik	-
		b. Poin a ditambah dengan pengolahan sampah organik secara mandiri / bekerja sama dengan badan resmi	-
		c. Poin b dengan prinsip 3R	-
		d. Adanya upaya pengurangan sampah kemasan yang terbuat dari styrofoam dan non-food grade plastic	-
		e. Adanya upaya penanganan sampah dari kegiatan renovasi ke pihak ketiga minimal 10% dari total anggaran renovasi	-
4	MRC 4 – <i>Hazardous Waste Management</i>	Adanya SPO, pelatihan dan laporan manajemen pengelolaan limbah B3	-
5	MRC 5 – <i>Management of Used Good</i>	Adanya SPO dan laporan penyaluran barang bekas yang masih dapat dimanfaatkan kembali melalui donasi atau pasar barang bekas.	-
E. Indoor Health and Comfort			7
1	IHC 1 – <i>Outdoor Air Introduction</i>	Kualitas udara yang dihasilkan dari ventilasi alami eksisting telah sesuai dengan SNI yang berlaku.	2

No	Kode - Kriteria	Uraian	Nilai
2	IHC 2 – <i>Environmental Tobacco Smoke Control</i>	Adanya larangan merokok di dalam gedung, serta tidak ada bangunan khusus untuk merokok.	-
3	IHC 3 – <i>CO2 and CO Monitoring</i>	Adanya instalasi sensor gas CO2 pada ruang-ruang dengan kepadatan yang tinggi	-
4	IHC 4 – <i>Physical, Chemical and Biological Pollutants</i>	a. Kualitas udara dalam ruang memenuhi standar gas pencemar, b. Kadar debu total ruang sesuai Kepmenkes yang berlaku, c. Kadar <i>Volatile Organic Compound</i> (VOC) sesuai dengan SNI yang berlaku, d. Memenuhi poin a, b dan c, serta memiliki kadar formaldehida sesuai dengan SNI yang berlaku, e. Memenuhi poin a, b dan c, serta memiliki kadar asbes sesuai dengan SNI yang berlaku, f. Adanya kegiatan pembersihan filter, coil pendingin dan alat bantu VAC sesuai dengan jadwal perawatan berkala, g. Jumlah bakteri dalam ruang maksimal 700 koloni / m3 udara, serta bebas dari kuman patogen.	-
5	IHC 5 – <i>Thermal Comfort</i>	Kondisi termal ruangan secara umum pada suhu 24°C – 27°C dan kelembaban relatif 60% ±5%	1
6	IHC 6 – <i>Visual Comfort</i>	Tingkat pencahayaan pada setiap ruang kerja sesuai dengan SNI yang berlaku.	1
7	IHC 7 – <i>Acoustic Level</i>	Tingkat bunyi di ruang kerja sesuai dengan SNI yang berlaku	1
8	IHC 8 – <i>Building User Survey</i>	a. Telah dilakukan survey kenyamanan pengguna gedung (kuisioner) yang meliputi suhu udara, tingkat pencahayaan ruang, kenyamanan suara, kebersihan gedung dan keberadaan hamapengganggu, dengan jumlah responden minimal sebanyak 30% dari total pengguna gedung tetap.	1
		b. Hasil kuisioner menyatakan bahwa 60% total responden merasa nyaman	1
		c. Hasil kuisioner menyatakan kurang dari 60% merasa nyaman, dan diikuti dengan perbaikan	-
F. Building Environmental Management			2
1	BEM 1 – <i>Innovations</i>	a. Inovasi peningkatan kualitas bangunan secara kuantitatif sehingga terjadi peningkatan efisiensi melebihi batas maksimum yang ditentukan pada rating yang bersangkutan,	1
		b. Inovasi berupa pendekatan manajemen seperti mendorong perubahan perilaku sehingga terjadi peningkatan efisiensi pada rating lain.	-
2	BEM 2 – <i>Design Intent and Owner's Project Requirement</i>	a. Adanya dokumen <i>Design Intent</i> dan <i>Owner's Project Requirement</i> berikut perubahan-perubahannya yang terjadi selama masa revitalisasi dan operasional,	-
		b. Adanya dokumen <i>As Built Drawing</i> , spesifikasi teknis dan manual untuk operasional dan pemeliharaan peralatan berikut perubahan-perubahannya yang terjadi selama masa revitalisasi dan operasional.	1
3	BEM 3 –	a. Adanya struktur terintegrasi antara sebuah team yang bertugas mengontrol penerapan prinsip <i>sustainability</i> /	-

No	Kode - Kriteria	Uraian	Nilai
	<i>Green Operational and Maintenance Team</i>	<i>green building</i> , b. Minimal terlibat seorang Greenship Profesional dalam operational and maintenance secara full time.	-
4	BEM 4 – <i>Green Occupancy/Lease</i>	Memiliki SPO dan training yang mencakup upaya-upaya untuk memenuhi kriteria-kriteria dalam Greenship for Existing Building minimum 1 rating dalam tiap kategori.	-
5	BEM 5 – <i>Operation and Maintenance Training</i>	a. Adanya jadwal berkala minimum tiap 6 bulan dan program pelatihan dalam pengoperasian dan pemeliharaan untuk tapak, energi, air, material dan HSES (<i>Health Safety Environmental and Security</i>), b. Adanya bukti pelaksanaan pelatihan tentang pengoperasian dan pemeliharaan untuk tapak, energi, air, material dan HSES berikut dengan evaluasi dari pelatihan tersebut.	-
TOTAL POIN			37

5.5 *Green Retrofitting*

5.5.1 *Green Retrofit pada Kategori Appropriate Site Development*

1. *Motor vehicle reduction*

- a. Gedung TI memiliki area parkir sepeda motor pada halaman depan yang diperuntukkan bagi staff dan karyawan, serta di sepanjang sisi barat dan utara gedung untuk para mahasiswa. Pengurangan penggunaan kendaraan bermotor dapat diterapkan pada para mahasiswa dengan cara membatasi atau mengurangi area parkir cukup pada 1 sisi gedung saja atau dapat juga ditiadakan sama sekali. Bagi mahasiswa yang memang sangat membutuhkan kendaraan bermotor untuk ke kampus dapat memanfaatkan area parkir Teknik yang terletak di sebelah timur gedung.



Gambar 5.17 Area parkir Teknik

- b. Penambahan *rack* parkir sepeda sejumlah 2buah (20 unit) yang diletakkan bersebelahan dengan *rack* eksisting.

Gambar 5.18 Site plan area parkir sepeda

2. *Site Management*

Penyusunan dan penerapan SPO pengendalian terhadap hama penyakit dan gulmatanaman dengan menggunakan bahan-bahan tidak beracun.

5.5.2 *Green Retrofit* untuk Kategori *Energy Efficiency and Conservation*

1. *Optimized Efficiency Building Energy Performance*

Rekomendasi utama dalam hal efisiensi energi dalam gedung adalah dengan optimalisasi penggunaan pencahayaan alami pada ruang-ruang yang berada pada sisi timur gedung yang sering digunakan, dengan cara membuka gorden secara penuh setiap ruang digunakan.

Terdapat 6 ruang kelas dan 2 ruang kerja pada sisi timur gedung yang perlu untuk mendapat optimalisasi pencahayaan alami setiap ruang tersebut digunakan. Tercatat, setiap hari antara pukul 10.15 – 14.45 (4,5 jam) ruang-ruang tersebut mendapatkan intensitas cahaya matahari yang cukup baik, yakni rata-rata sebesar 394,3 lx. Oleh karena itu, dapat diusulkan untuk menggunakan pencahayaan alami selama 4,5 jam tersebut.



Gambar 5.19 Suasana pencahayaan dalam ruang apabila tertutup gorden

Diketahui bahwa total watt lampu yang akan dimatikan pada jam tersebut adalah sebesar 4.931 watt, maka penghematan beban listrik dalam sebulan yang dapat dihasilkan adalah :

$$= 4.931 \text{ watt} \times 4,5 \text{ jam} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 665.800 \text{ wh / bulan}$$

$$= 665,8 \text{ kWh / bulan}$$

Sehingga dalam 1 tahun diperoleh penghematan biaya listrik sebesar :

$$665,8 \text{ kWh} \times 12 \times \text{Rp. } 900 = \text{Rp. } 7.190.640,-$$

2. System Energy Performance

a. Penambahan lampu sensor gerak

Lampu *downlight* pada area selasar dan lobby selalu menyala mulai pukul 06.00 hingga pukul 18.00, walaupun kondisi pencahayaan cukup terang (243 lx) pada pagi hingga sore hari. Rekomendasi efisiensi energi dapat dilakukan dengan mengganti lampu tersebut dengan lampu sensor gerak yang hanya menyala apabila terdapat orang pada ruangan tersebut.

Beban listrik lampu eksisting / bulan = 15 watt x 12 jam x 30 buah x 30 hari

$$= 162.000 \text{ Wh / bulan}$$

$$= 162 \text{ kWh / bulan}$$

Beban listrik lampu sensor / bulan = 7 watt x 6 jam x 30 buah x 30 hari

$$= 37.800 \text{ Wh / bulan}$$

$$= 37,8 \text{ kWh / bulan}$$

Sehingga dalam 1 tahun diperoleh penghematan biaya listrik sebesar :

$$(162 - 37,8) \text{ kWh} \times 12 \times \text{Rp. } 900 = \text{Rp. } 1.341.360,-$$

b. Efisiensi penggunaan *air conditioning* (AC)

Kondisi eksisting ventilasi alami pada tiap ruang dalam gedung telah memenuhi persyaratan, bahkan melebihi ideal (kategori IHC - *Outdoor Air Quality*).

Sayangnya, bukaan jendela jarang dimanfaatkan, terutama pada ruang-ruang yang dipakai dalam jangka waktu lama seperti ruang kerja, sehingga pendingin ruangan menyala selama 12 jam. Sedangkan bukaan jendela pada laboratorium sudah cukup sering dimanfaatkan.

Optimalisasi penghawaan alami dapat diterapkan pada ruang kerja dengan cara mengurangi penggunaan AC dari 12 jam menjadi 6 jam saja (09.30 – 15.30).

Diketahui AC yang digunakan adalah AC inverter 3pk dimana watt terkecil yang dibutuhkan untuk mendinginkan ruangan adalah 400 watt, dan berjumlah 8 buah.

Berikut penghematan yang dapat diperoleh :

$$= 400 \text{ watt} \times 8 \text{ buah} \times 6 \text{ jam} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 576.000 \text{ wh / bulan}$$

$$= 576 \text{ kWh / bulan}$$

Sehingga dalam 1 tahun diperoleh penghematan biaya listrik sebesar :

$$576 \text{ kWh} \times 12 \times \text{Rp. } 900 = \text{Rp. } 6.220.800,-$$

5.5.3 *Green Retrofit untuk Kategori Water Conservation*

Rekomendasi perbaikan untuk kategori ini adalah penambahan fitur kran auto stop pada setiap wastafel di area kamar mandi gedung TI yaitu sejumlah 30 buah. Selain itu, instalasi sistem daur ulang air limbah juga dapat diterapkan untuk dapat menghemat konsumsi air gedung yang berdampak pada penghematan listrik yang digunakan oleh pompa air.

Penggunaan fitur tersebut berdampak pada penghematan energi listrik yang digunakan oleh pompa air yakni sebesar 84 kWh / bulan. Maka penghematan biaya yang didapatkan dalam 1 tahun adalah :

$$= 84 \text{ kWh} \times 12 \times \text{Rp. } 900,-$$

$$= \text{Rp. } 907.200,0$$

5.5.4 *Green Retrofit untuk Kategori Material Resource and Cycle*

Diperlukan adanya SOP dan komitmen dari manajemen untuk kegiatan pemilahan sampah organik dan penyaluran barang bekas secara berkala.

5.5.5 *Green Retrofit untuk Kategori Indoor Health and Comfort*

Kategori ini berhubungan erat dengan kategori *Energy Efficiency and Conservation*, dimana optimalisasi yang dilakukan terhadap aspek pencahayaan dan penghawaan berdampak langsung terhadap efisiensi energi. Selain itu, pemasangan instalasi sensor CO² pada ruang auditorium merupakan hal yang penting dilakukan agar dapat mencegah terjadinya penumpukan emisi gas CO² yang dapat mengurangi kenyamanan dalam ruang. optimalisasi bukaan jendela pada ruang kelas, laboratorium dan ruang kerja, serta membuka gorden jendela setiap ruang digunakan merupakan saran retrofit demi meningkatkan kualitas kenyamanan pencahayaan dan penghawaan dalam ruang, sekalipun bangunan ini telah nyaman menurut para pengguna.

5.5.6 *Green Retrofit untuk Kategori Building Environmental Management*

Dari beberapa rekomendasi retrofit tersebut maka diperoleh tambahan poin untuk kategori *Innovation*. Selain itu pembentukan tim khusus untuk menangani konsep bangunan hijau juga dapat dilakukan, mengingat telah tersedia banyak SDM yang kompeten dalam struktur manajemen gedung TI.

5.6 Penilaian Akhir GREENSHIP *Existing Building*

Tabel 5.10

Ringkasan Hasil Penilaian Akhir GREENSHIP *Existing Building*

No	Kode - Kriteria	Uraian	Nilai
A. Appropriate Site Development			13
1	ASD 1 – <i>Community Accessibility</i>	e. Terdapat minimal 5 jenis fasilitas umum dalam jarak pencapaian jalan utama sejauh 500 m dari tapak,	1
		f. Terdapat halte dalam jangkauan 300 m dari gerbang lokasi bangunan,	1
		g. Adanya fasilitas jalur pejalan kaki di dalam area gedung untuk menuju ke halte sesuai persyaratan dalam Permen PU No. 30/PRT/M/2006 Bab 2B,	1
		h. Adanya fasilitas pejalan kaki yang aman, nyaman, bebas dari perpotongan akses kendaraan bermotor untuk menghubungkan minimal 3 fasilitas umum pada poin a.	-
2	ASD 2 – <i>Motor Vehicle Reduction</i>	d. Pengurangan pemakaian kendaraan bermotor pribadi,	1
		e. Parkir sepeda aman dengan 1 unit parkir/30 pengguna gedung tetap,	1
		f. Apabila poin 1 terpenuhi dan menyediakan <i>shower</i> khusus pengguna sepeda untuk setiap 25 tempat parkir sepeda.	-
3	ASD 3 – <i>Site Landscaping</i>	d. Adanya <i>softscape</i> yang bebas dari <i>hardscape</i> dalam tapak seluas minim 30% luas total lahan (formasi tanaman sesuai Permen PU No.5/PRT/M/2008 Pasal 2.3.1),	1
		e. Penambahan nilai 1 poin untuk setiap penambahan 10% luas tapak untuk penggunaan area lansekap,	-
		f. Penggunaan 60% tanaman lokal yang berasal dari nursery lokal dengan jarak max. 1000 km, atau Penggunaan tanaman produktif minim 10% dari area lansekap.	1
4	ASD 4 – <i>Heat Island Effect</i>	c. Menggunakan bahan dengan nilai albedo rata-rata minim 0,3 sesuai dengan perhitungan pada area atap gedung yang tertutup perkerasan, atau menggunakan <i>green roof</i> sebesar 50% dari luas atap yang tidak digunakan untuk ME	1
		d. Menggunakan bahan dengan nilai albedo rata-rata minim 0,3 sesuai dengan perhitungan pada area non atap yang tertutup perkerasan.	1
5	ASD 5 – <i>Storm Water Management</i>	Pengurangan beban volume limpasan air hujan dari luas lahan ke jaringan drainase kota sebesar 50% total volume hujan harian rata-rata yang dihitung berdasarkan perhitungan debit air hujan pada bulan basah.	1
6	ASD 6 – <i>Site Management</i>	c. Adanya SPO pengendalian terhadap hama penyakit dan gulmatanaman dengan menggunakan bahan-bahan tidak beracun	1
		d. Tersedia habitat satwa non peliharaan minimal 5% dari keseluruhan area tapak bangunan, berdasarkan area aktifitas hewan.	-
7	ASD 7 –	e. Adanya aktifitas peningkatan kualitas hidup masyarakat sekitar gedung dengan melakukan : perbaikan	1

No	Kode - Kriteria	Uraian	Nilai
	<i>Building Neighbourhood</i>	sanitasi min. 5 unit / penyediaan tempat beribadah min 1 unit / WC umum 1 min. 5 unit / kaki lima dan pelatihan pengembangan masyarakat min. 1 program	1
		f. Membuka akses pejalan kaki ke minimal 2 orientasi yaitu : bangunan tetangga (wajib) dan bangunan tetangga lain dan/atau jalan sekunder, tanpa harus melalui area publik	-
		g. Pihak gedung mendedikasikan sebagian dari lahan terbukanya untuk kepentingan umum baik diwajibkan ataupun atas kesadaran sendiri untuk antara lain : utilitas umum, atau untuk ruang terbuka hijau privat	-
		h. Revitalisasi bangunan cagar budaya	-
B.Energy Efficiency and Conservation			21
1	EEC 1 – <i>Optimized Efficiency Building Energy Performance</i>	Nilai IKE listrik gedung di bawah IKE listrik standar acuan dalam 6 bulan terakhir.	9
2	EEC 2 – <i>Testing, Recommissioning or Retrocommissioning</i>	Adanya kegiatan kommissioning ulang atau retrokomisioning dengan sasaran peningkatan kinerja (KW/TR) pada peralatan utama MVAC dalam kurun waktu 1-3 tahun terakhir.	1
3	EEC 3 – <i>System Energy Performance</i>	d. Adanya penghematan konsumsi energi pada daya pencahayaan ruangan sebesar 20% (terkait kriteria IHC 6 – <i>VisualComfort</i>)	1
		e. Adanya penggunaan 80% ballast elektronik dan/atau LED pada ruang kerja umum	2
		f. Adanya efisiensi peralatan yang memakai sistem AC.	2
4	EEC 4 – <i>Energy Monitoring & Control</i>	d. Adanya kWh meter untuk sistem tata udara, sistem tata cahaya, sistem beban lainnya, ruang yang tidak dikecualikan / dikondisikan,	1
		e. Adanya pencatatan rutin bulanan hasil pantau dan koleksi data pada kWh meter,	1
		f. Adanya apresiasi penggunaan energi berupa Display Energi yang ditempatkan di area publik.	1
5	EEC 5 – <i>Operation and Maintenance</i>	d. Adanya panduan pengoperasian dan pemeliharaan seluruh sistem AC,	1
		e. Adanya panduan pengoperasian dan pemeliharaan seluruh sistem peralatan lainnya,	1
		f. Adanya laporan bulanan kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan sistem gedung selama minimal 6 bulan terakhir.	1
6	EEC 6 – <i>On Site Renewable Energy</i>	0,25% dari maximum power demand dihasilkan oleh energi terbarukan.	-
7	EEC 7 – <i>Less Energy Emission</i>	0,25% penurunan CO2 dari original emission	-
C.Water Conservation			6
1	WAC 1 – <i>Water Sub-Metering</i>	Adanya sub-meter konsumsi air pada sistem area publik, area komersil dan utilitas bangunan	1
2	WAC 2 – <i>Water Monitoring Control</i>	Adanya standar prosedur operasi dan pelaksanaannya mengenai pemeliharaan dan pemeriksaan sistem plambing secara berkala untuk mencegah terjadinya kebocoran dan pemborosan air.	-

No	Kode - Kriteria	Uraian	Nilai
3	WAC 3 – <i>Fresh Water Efficiency</i>	Adanya penurunan konsumsi air selama 6 bulan terakhir sebesar% (berdasarkan SNI yang berlaku)	-
4	WAC 4 – <i>Water Quality</i>	Adanya bukti laboratorium dari air sumber primer yang sesuai dengan kriteria air bersih, minimal 1x dalam 6 bulan	1
5	WAC 5 – <i>Recycled and Alternative Water</i>	d. 100% kebutuhan irigasi tidak bersumber dari sumber air primer (PDAM dan air tanah),	-
		e. Adanya air daur ulang dan/atau air alternatif untuk kebutuhan flushing WC,	2
		f. Adanya sistem air daur ulang dan/atau air alternatif yang keluarannya setara dengan standar air bersih yang berlaku.	-
6	WAC 6 – <i>Potable Water</i>	Apabila terdapat sistem filtrasi yang menghasilkan air minum sesuai dengan PerMenKes yang berlaku	1
7	WAC 7 – <i>Deep Well Reduction</i>	Penggunaan air deep well untuk konsumsi air harian sebesar 10.%	-
8	WAC 8 – <i>Water Tap Efficiency</i>	50% atau 80% dari total unit keran air pada area publik menggunakan fitur auto stop	1
D. Material Resource and Cycle			5
1	MRC 1 – <i>Non ODS Usage</i>	Seluruh sistem pendingin ruangan menggunakan bahan refrigerant dengan ODP = 0 (non CFC dan non HCFC). Nilai OPD bahan pembersih < 1	3
2	MRC 2 – <i>Material Purchasing Practice</i>	Penggunaan material ramah lingkungan paling sedikit 3 dari material yang telah ditetapkan dalam daftar (yang ditunjang dengan dokumentasi pembelian material),	-
3	MRC 3 – <i>Waste Mangement Practice</i>	f. Adanya SPO, pelatihan dan laporan untuk kegiatan pemilahan sampah organik dan anorganik	1
		g. Poin a ditambah dengan pengolahan sampah organik secara mandiri / bekerja sama dengan badan resmi	-
		h. Poin b dengan prinsip 3R	-
		i. Adanya upaya pengurangan sampah kemasan yang terbuat dari styrofoam dan non-food grade plastic	-
		j. Adanya upaya penanganan sampah dari kegiatan renovasi ke pihak ketiga minimal 10% dari total anggaran renovasi	-
4	MRC 4 – <i>Hazardous Waste Management</i>	Adanya SPO, pelatihan dan laporan manajemen pengelolaan limbah B3	-
5	MRC 5 – <i>Management of Used Good</i>	Adanya SPO dan laporan penyaluran barang bekas yang masih dapat dimanfaatkan kembali melalui donasi atau pasar barang bekas.	1
E. Indoor Health and Comfort			10
1	IHC 1 – <i>Outdoor Air Introduction</i>	Kualitas udara yang dihasilkan dari ventilasialameksisting telah sesuai dengan SNI yang berlaku.	2

No	Kode - Kriteria	Uraian	Nilai
2	IHC 2 – <i>Environmental Tobacco Smoke Control</i>	Adanya larangan merokok di dalam gedung, serta tidak ada bangunan khusus untuk merokok.	2
3	IHC 3 – <i>CO2 and CO Monitoring</i>	Adanya instalasi sensor gas CO2 pada ruang-ruang dengan kepadatan yang tinggi	1
4	IHC 4 – <i>Physical, Chemical and Biological Pollutants</i>	h. Kualitas udara dalam ruang memenuhi standar gas pencemar, i. Kadar debu total ruang sesuai Kepmenkes yang berlaku, j. Kadar <i>Volatile Organic Compound</i> (VOC) sesuai dengan SNI yang berlaku, k. Memenuhi poin a, b dan c, serta memiliki kadar formaldehida sesuai dengan SNI yang berlaku, l. Memenuhi poin a, b dan c, serta memiliki kadar asbestos sesuai dengan SNI yang berlaku, m. Adanya kegiatan pembersihan filter, coil pendingin dan alat bantu VAC sesuai dengan jadwal perawatan berkala, n. Jumlah bakteri dalam ruang maksimal 700 koloni / m3 udara, serta bebas dari kuman patogen.	-
5	IHC 5 – <i>Thermal Comfort</i>	Kondisi termal ruangan secara umum pada suhu 24°C – 27°C dan kelembaban relatif 60% ±5%	1
6	IHC 6 – <i>Visual Comfort</i>	Tingkat pencahayaan pada setiap ruang kerja sesuai dengan SNI yang berlaku.	1
7	IHC 7 – <i>Acoustic Level</i>	Tingkat bunyidi ruang kerja sesuai dengan SNI yang berlaku	1
8	IHC 8 – <i>Building User Survey</i>	d. Telah dilakukan survey kenyamananpenggunagedung(kuisiонер) yang meliputi suhu udara, tingkatpencahayaanruang, kenyamananansuara, kebersihangedungdankeberadaanhamapengganggu, denganjumlahresponden minimal sebanyak 30% dari total penggunagedungtetap.	1
		e. Hasil kuisiонер menyatakan bahwa 60% total responden merasa nyaman	1
		f. Hasil kuisiонер menyatakan kurang dari 60% merasa nyaman, dan diikuti dengan perbaikan	-
F. Building Environmental Management			7
1	BEM 1 – <i>Innovations</i>	c. Inovasi peningkatan kualitas bangunan secara kuantitatif sehingga terjadi peningkatan efisiensi melebihi batas maksimum yang ditentukan pada rating yang bersangkutan,	2
		d. Inovasi berupa pendekatan manajemen seperti mendorong perubahan perilaku sehingga terjadi peningkatan efisiensi pada rating lain.	1
2	BEM 2 – <i>Design Intent and Owner's Project Requirement</i>	c. Adanya dokumen <i>Design Intent</i> dan <i>Owner's Project Requirement</i> berikut perubahan-perubahannya yang terjadi selama masa revitalisasi dan operasional,	-
		d. Adanya dokumen <i>As Built Drawing</i> , spesifikasi teknis dan manual untuk operasional dan pemeliharaan peralatanberikut perubahan-perubahannya yang terjadi selama masa revitalisasi dan operasional.	1
3	BEM 3 –	c. Adanya strukturterintegrasiatausebuah team yang bertugasmengontrolpenerapanprinsipssustainability /	1

No	Kode - Kriteria	Uraian	Nilai
	<i>Green Operational and Maintenance Team</i>	<i>green building</i> , d. Minimal terlibat seorang Greenship Profesional dalam operational and maintenance secara full time.	-
4	BEM 4 – <i>Green Occupancy/Lease</i>	Memiliki SPO dan training yang mencakup upaya-upaya untuk memenuhi kriteria-kriteria dalam Greenship for Existing Building minimum 1 rating dalam tiap kategori.	2
5	BEM 5 – <i>Operation and Maintenance Training</i>	c. Adanya jadwal berkala minimum tiap 6 bulan dan program pelatihan dalam pengoperasian dan pemeliharaan untuk tapak, energi, air, material dan HSES (<i>Health Safety Environmental and Security</i>), d. Adanya bukti pelaksanaan pelatihan tentang pengoperasian dan pemeliharaan untuk tapak, energi, air, material dan HSES berikut dengan evaluasi dari pelatihan tersebut.	-
TOTAL POIN			61

5.7 Analisa Life Cycle Cost

Seperti telah sekilas dipaparkan pada bab II Tinjauan Pustaka, kategori biaya-biaya yang akan dihitung dalam analisa LCC gedung TI FT UB eksisting adalah sebagai berikut :

1. Biaya Awal (*initial cost*)

a. Biaya perencanaan

Biaya perencanaan adalah biaya tender perencanaan yang dianggarkan oleh Unit Layanan Pengadaan Universitas Brawijaya. Perencanaan gedung TI FT UB terbagi menjadi 2 tahap, dimana tahap 1 dilakukan pada tahun 2011, sedangkan tahap 2 berlangsung pada tahun 2012.

b. Biaya konstruksi dan pengawasan

Biaya konstruksi adalah biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan suatu proyek konstruksi. Biaya konstruksi untuk gedung TI FT UB merujuk pada biaya tender yang dikeluarkan oleh pihak Universitas Brawijaya melalui beberapa tahap konstruksi.

Biaya pengawasan merupakan biaya jasa profesi pengawasan proyek konstruksi. Seperti halnya konstruksi, tender untuk pengawasan konstruksi juga terbagi dalam 3 tahap.

c. Biaya interior

Biaya interior merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang dan jasa interior gedung.

d. Biaya administrasi dan biaya lain-lain

Asumsi pengeluaran biaya administrasi adalah sebesar 5% dan biaya lain-lain sebesar 15% dari total biaya awal (Juwana, 2005)

2. Biaya Operasional dan Pemeliharaan (*operational and maintenance cost*)

a. Biaya Energi

Yang termasuk biaya energi adalah biaya listrik dan air (jika ada), biaya pengelolaan limbah dan biaya IT.

b. Biaya pemeliharaan / perawatan gedung

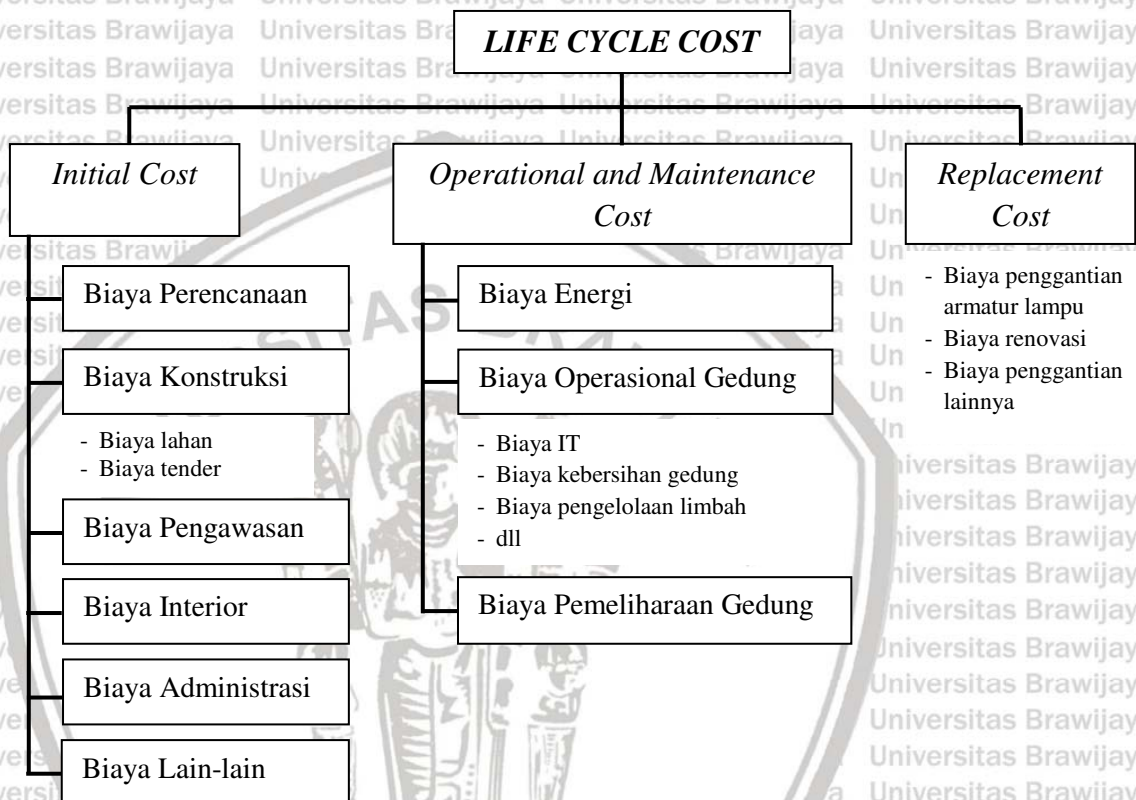
Yang termasuk di dalam biaya pemeliharaan adalah biaya untuk melakukan pemeliharaan yang dilakukan secara berkala, tergantung dari umur layanan dari fasilitas gedung atau elemen struktur

c. Biaya kebersihan gedung

3. Biaya Penggantian / Perbaikan (*replacement cost*)

Biaya ini dikeluarkan untuk kegiatan penggantian komponen, material atau struktur yang diperlukan di dalam gedung.

Diagram *cost breakdown structure* adalah sebagai berikut :



Gambar 5.20 Cost Breakdown Structure

5.7.1 Analisa Life Cycle Cost Bangunan Eksisting

A. Biaya Awal

Perhitungan biaya awal dilakukan dengan menggunakan data yang diperoleh dari personalia bidang Umum dan Barang Milik Negara pada kantor Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Oleh karena biaya awal terjadi pada awal dan hanya 1 kali saja, maka tidak diperlukan perhitungan *present value* untuk biaya ini.

1. Biaya perencanaan

- Biaya perencanaan pondasi (tahap 1) = Rp. 25.155.000,-
- Biaya perencanaan gedung (tahap 2) = Rp. 276.835.000,- +

Total biaya perencanaan = Rp. 301.990.000,-

2. Biaya konstruksi dan biaya pengawasan

- Biaya pembangunan pondasi tahap 1 = Rp. 319.290.000,-
- Biaya pembangunan gedung tahap 2 = Rp. 2.874.252.461,-
- Biaya pembangunan gedung tahap 3 = Rp. 10.445.380.000,-
- Biaya pengawasan pondasi tahap 1 = Rp. 14.393.000,-
- Biaya pengawasan tahap 2 = Rp. 182.179.800,- +

Total biaya konstruksi & pengawasan = Rp. 13.835.495.261,-

4. Biaya pekerjaan interior

- Biaya interior Lab. Ergonomi = Rp. 17.500.000,-
- Biaya interior R. Rapat lt. 4 = Rp. 47.500.000,-
- Biaya interior R. Kujur, R. Tunggu lt. 4 = Rp. 49.000.000,-
- Biaya pembuatan partisi = Rp. 49.000.000,- +

Total biaya pekerjaan interior = Rp. 163.000.000,-

5. Biaya administrasi

Biaya administrasi diasumsikan sebesar 5% dari total biaya konstruksi, yaitu :

$$5\% \times \text{Rp. } 13.835.495.261,- = \text{Rp. } 691.774.763,-$$

6. Biaya lain-lain

Biaya lain-lain diasumsikan sebesar 15% dari total biaya konstruksi, yaitu :

$$15\% \times \text{Rp. } 13.835.495.261,- = \text{Rp. } 2.075.324.289,-$$

Keseluruhan rincian biaya awal pada Gedung TI FT UB dapat dilihat pada tabel ... berikut.

Tabel 5.11

Estimasi biaya awal

Uraian	Total Biaya (Rp)
Biaya perencanaan	301.990.000,-
Biaya konstruksi	13.835.495.261,-
Biaya pekerjaan interior	163.000.000,-
Biaya administrasi	691.774.763,-
Biaya lain-lain	2.075.324.289,-
TOTAL	17.067.584.313,-

B. Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Data biaya operasional dan pemeliharaan diperoleh dari manajemen gedung FT TI UB yaitu berupa biaya energi listrik, biaya kebersihan gedung dan biaya pemeliharaan gedung.

1. Biaya energi

a. Biaya listrik

Pada bulan Juni, total beban listrik yang digunakan oleh gedung TI adalah sebesar 7.680 kWh. Tarif dasar listrik adalah Rp. 900 / kWh.

Biaya listrik / bulan = $7.680 \times \text{Rp. } 900,-$

= Rp. 6.912.000,-

Asumsi biaya listrik / tahun = Rp. 6.912.000 x 12 bulan

= **Rp. 82.944.000,-**

b. Biaya air

Oleh karena gedung TI 100% menggunakan air sumur untuk memenuhi kebutuhan konsumsi air harian, maka tidak ada biaya retribusi air yang dikeluarkan.

Total biaya energi = Rp. 82.944.000,-

2. Biaya kebersihan gedung

Gedung TI selalu menggunakan jasa *outsourcing* untuk kegiatan kebersihan gedung.

Biaya kebersihan gedung untuk tahun 2018 adalah sebesar Rp. 14.899.000,-

Total biaya kebersihan gedung = **Rp. 14.899.000,-.**

3. Biaya pemeliharaan gedung

Informasi yang didapatkan dari pihak jurusan adalah bahwa biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaan dan perawatan gedung per tahun kurang lebih sebesar Rp. 20.000.000,-.

Total biaya pemeliharaan gedung = **Rp. 20.000.000,-.**

Di dalam penelitian ini, analisa LCC dilakukan dengan menggunakan metode Nilai Sekarang (*Present Worth Method*). Beberapa acuan yang digunakan dalam perhitungan tersebut adalah :

a. Tingkat suku bunga (i) : 6 %

b. Periode analisa (n) : 10 tahun

c. Present time / tahun ke – 0 : tahun 2018

d. Inflasi diabaikan

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$PV = \sum_{t=0,06}^{n=10} FV \frac{1}{(1+i)^n}$$

Terlebih dahulu dihitung PV faktor untuk kemudian dapat dihitung PV nya.

$$PV \text{ factor} = \sum_{i=0,06}^{n=10} \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$PV \text{ factor} = 7,36$$

Keseluruhan rincian biaya operasional dan pemeliharaan pada bangunan eksisting dapat dilihat pada tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12
Estimasi biaya operasional dan pemeliharaan

Uraian	PV factor	Total Biaya (Rp)	Present Value 10 years (Rp)
Biaya energi	7,36	82.944.000,-	610.475.060,-
Biaya kebersihan gedung	7,36	14.899.000,-	109.657.937,-
Biaya pemeliharaan	7,36	20.000.000,-	147.201.741,-
TOTAL		117.843.000,-	867.334.738,-

C. Biaya Penggantian

Beberapa komponen yang perlu mendapatkan penggantian adalah armatur lampu non LED, pompa air (*jet pump*) serta *Air Conditioner*.

1. Biaya penggantian armatur lampu

Asumsi kebutuhan penggantian armatur / fitting lampu adalah setiap 10 tahun sekali. Armatur lampu yang membutuhkan penggantian adalah untuk jenis lampu yang sering digunakan, yaitu downlight dan TL RMI.

$$\begin{aligned} \text{Biaya penggantian armatur lampu} &= (\text{harga armatur lampu downlight} \times \text{jumlah lampu downlight}) + (\text{harga armatur lampu TL RMI} \times \text{jumlah lampu TL RMI}) \\ &= (\text{Rp. } 60.000 \times 93) + (\text{Rp. } 250.000 \times 124) \\ &= \text{Rp. } 36.580.000,- \end{aligned}$$

2. Biaya penggantian pompa air

Asumsi kebutuhan penggantian jet pump untuk air sumur adalah selama 5 tahun sekali.

$$\begin{aligned} \text{Biaya penggantian pompa air} &= \text{harga pompa air} \times \text{jumlah pompa air} \\ &= \text{Rp. } 1.500.000 \times 2 \text{ buah} \\ &= \text{Rp. } 3.000.000,- \end{aligned}$$

3. Biaya penggantian AC

Asumsi penggantian AC adalah 10 tahun sekali. AC yang memerlukan penggantian adalah AC type *split wall-mounted*.

$$\begin{aligned} \text{Biaya penggantian AC} &= \text{harga AC} \times \text{jumlah AC} \\ &= \text{Rp. } 1.500.000 \times 10 \text{ buah} \end{aligned}$$

= Rp. 15.000.000,-

Keseluruhan rincian biaya penggantian pada bangunan eksisting beserta *present value* nya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.13
Estimasi biaya penggantian

Uraian	PV factor	Total Biaya (Rp)	<i>Present Value</i> 10 years (Rp)
Biaya penggantian armatur lampu	0,56	36.580.000,-	20.426.081,-
Biaya penggantian pompa air	1,31	3.000.000,-	3.916.959,-
Biaya penggantian AC	0,56	15.000.000,-	8.375.922,-
TOTAL		117.843.000,-	32.718.961,-

Total LCC bangunan eksisting dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.14
Total *Life Cycle Cost* Bangunan Eksisting

Uraian	Total Biaya (Rp)
Biaya awal	17.067.584.313,-
Biaya operasional dan pemeliharaan	867.334.738,-
Biaya penggantian	32.718.961,-
TOTAL	17.967.638.013,-

5.7.2 Analisa *Life Cycle Cost* setelah *Green Retrofit*

Biaya yang muncul dari *green retrofit* tersebut kemudian ditambahkan kepada biaya awal. Sedangkan untuk biaya penghematan listrik yang dihasilkan dapat dikurangkan pada biaya operasional dan pemeliharaan dan biaya penggantian. Harga fitur didapatkan dari harga rata-rata yang beredar. Berikut adalah estimasi biaya awal ditambah dengan biaya retrofit :

Tabel 5.15
Estimasi biaya awal dan biaya *green retrofit*

Uraian	Total Biaya (Rp)
Biaya perencanaan	301.990.000,-
Biaya konstruksi	13.835.495.261,-
Biaya pekerjaan interior	163.000.000,-
Biaya administrasi	691.774.763,-
Biaya lain-lain	2.075.324.289,-
Biaya green retrofit	
Biaya rack sepeda	2.800.000,-
Biaya lampu sensor gerak	4.500.000,-
Biaya instalasi sistem daur ulang air hujan	20.000.000,-
Biaya kran air auto stop	17.100.000,-
Biaya pengelolaan limbah	7.500.000,-
Biaya instalasi sensor CO2	1.000.000,-
Biaya tong sampah 3 jenis	6.600.000,-
TOTAL	17.127.084.313,-

Perhitungan penghematan biaya energi beserta penambahan kebutuhan listrik akibat instalasi pengolahan limbah adalah sebagai berikut :

Biaya energi eksisting – biaya penghematan listrik (lampu, ac dan pompa air) + biaya pengelolaan limbah

= Rp. 82.944.000 – (Rp. 7.190.640 + Rp. 1.341.360 + Rp. 6.220.800 + Rp. 907.200) + Rp. 150.000

= Rp. 82.944.000 – Rp. 16.158.000

= **Rp. 66.786.000,-**

Tabel 5.16

Estimasi biaya operasional dan pemeliharaan bangunan retrofit

Uraian	PV factor	Total Biaya (Rp)	Present Value 10 years (Rp)
Biaya energi	7,36	66.786.000,-	491.550.774,-
Biaya kebersihan gedung	7,36	14.899.000,-	109.657.937,-
Biaya pemeliharaan	7,36	20.000.000,-	147.201.741,-
TOTAL		117.843.000,-	748.410.452,-

Tabel 5.17

Estimasi biaya penggantian bangunan retrofit

Uraian	PV factor	Total Biaya (Rp)	Present Value 10 years (Rp)
Biaya penggantian armatur lampu	0,56	36.580.000,-	20.426.081,-
Biaya penggantian pompa air	1,31	1.750.000,-	2.284.893,-
Biaya penggantian AC	0,56	15.000.000,-	8.375.922,-
TOTAL		117.843.000,-	31.086.895,-

Dengan demikian didapatkan total LCC bangunan pasca *green retrofit* seperti pada tabel 5.18. apabila biaya awal retrofit yang tidak berdampak langsung terhadap efisiensi energi tidak diikutkan (biaya rack sepeda, biaya tong sampah) maka terjadi penghematan lebih besar, seperti terlihat pada tabel 5.19.

Tabel 5.18

Total *Life Cycle Cost* Bangunan Retrofit alternatif 1

Uraian	Total Biaya (Rp)
Biaya awal dan biaya green retrofit	17.127.084.313,-
Biaya operasional dan pemeliharaan	784.410.452,-
Biaya penggantian	31.086.895,-
TOTAL	17.906.581.660,-

Tabel 5.19

Total *Life Cycle Cost* Bangunan Retrofit alternatif 2

Uraian	Total Biaya (Rp)
Biaya awal dan biaya green retrofit	17.109.184.313,-
Biaya operasional dan pemeliharaan	747.306.439,-
Biaya penggantian	31.086.895,-
TOTAL	17.887.577.647,-

5.7.3 Pembahasan

Terdapat 2 alternatif perhitungan LCC yang diusulkan. Alternatif 1 adalah perhitungan LCC dengan melibatkan seluruh biaya yang muncul akibat rekomendasi *green retrofit*. Alternatif 2 adalah perhitungan LCC yang hanya memasukkan biaya yang berhubungan langsung dengan efisiensi energi, yaitu biaya lampu sensor gerak, biaya instalasi sistem daur ulang air hujan dan biaya kran air auto stop.

Perbandingan hasil analisa LCC bangunan eksisting dan bangunan retrofit dalam 2 alternatif dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.20

Perbandingan *Life Cycle Cost* Sebelum dan Sesudah Retrofit

Uraian Biaya	Estimasi Biaya (Rp)			Present Worth (Rp)		
	Eksisting	Setelah Retrofit (A)	Setelah Retrofit (B)	Eksisting	Setelah Retrofit (A)	Setelah Retrofit (B)
Biaya awal	17.067.584.313,-	17.127.084.313,-	17.109.184.313,-	17.067.584.313,-	17.127.084.313,-	17.109.184.313,-
Biaya operasional & pemeliharaan	562.873.103,-	471.810.083,-	471.810.083,-	562.873.103,-	466.924.798,-	471.810.083,-
Biaya penggantian				38.110.444,-	28.143.097,-	28.143.097,-
Total Life Cycle Cost				17.668.567.861	17.605.052.209,-	17.577.037.494,-

Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa *green retrofit* yang diterapkan ke dalam sebuah bangunan eksisting berpengaruh dalam hal penghematan biaya operasional dan pemeliharaan serta biaya penggantian. Lebih jauh, analisa LCC alternatif 2 memberikan penghematan biaya yang lebih besar daripada alternatif 1, yakni sebesar 0,52 % dari LCC eksisting.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kajian *green building* dengan menggunakan GREENSHIP *Existing Building-GBCI* pada Gedung TI FT UB menunjukkan bahwa poin yang diperoleh adalah 37 dan tanpa predikat. Penilaian tersebut didapatkan dengan mengesampingkan kriteria prasyarat yang harus dipenuhi.
2. Penerapan *green retrofit* pada gedung TI FT UB yang mengacu pada GREENSHIP *Existing Building* menghasilkan kenaikan poin menjadi 61 atau setara dengan predikat Silver.
3. Perubahan biaya yang terjadi akibat penerapan *green retrofit* pada bangunan eksisting berpengaruh secara signifikan terhadap penghematan *Life Cycle Cost*, terutama apabila perbaikan difokuskan kepada kriteria-kriteria di dalam kategori *Energy Efficiency & Conservation*, *Water Conservation* dan *Indoor Health and Comfort*, dimana penghematan *Life Cycle Cost* yang didapatkan adalah sebesar 0,45% dan penghematan biaya operasional sebesar 13,7%.

6.2 Saran

1. Penelitian lebih lanjut hendaknya menggunakan obyek studi yang lebih membutuhkan *green retrofitting* agar didapatkan hasil penghematan *Life Cycle Cost* yang lebih signifikan.
2. Acuan *green retrofit* sebaiknya diperkaya dengan menggunakan standar selain GREENSHIP agar perbaikan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alev Durmus-Pedini, B. A. (2010). An Overview of the Benefits and Risk Factors of Going Green in Existing Buildings. *International Journal of Facility Management* , Vol.1, No.1.
- Ashuri, A. D.-P. (2010). An Overview of the Benefits and Risk Factors of Going Green in Existing Buildings. *International Journal of Facility Management* , Vol 1, No 1.
- Construction, T. C. (2010). *Existing Building Retrofit*. Singapore: The Centre for Sustainable Buildings and Construction.
- Indonesia, B. (2017, July 24). *Bisnis Properti*. Dipetik March 25, 2018, dari Bisnis.com: <http://properti.bisnis.com/read/20170724/107/674256/di-indonesia-gbic-baru-sertifikasi-25-gedung>
- Jagarajan, R., Abdullah, M. N., Lee, J. Y., & Jaafar, M. N. (2015). An Overview of Green Retrofitting Implementation in Non Residential Existing Buildings. *Jurnal Teknologi* , 85-91.
- Jagarajan, R., Asmonia, M. N., Mohammeda, A. H., Jaafara, M. N., Meia, J. L., & Babab, M. (2017). Green retrofitting – A review of current status, implementations and challenges. *Elsevier* , 1360-1368.
- Kats, G. H. (2003). *Green Building Cost and Financial Benefits*. USA: Massachusetts Technology Collaborative.
- Miller, E., & Buys, L. (2008). Retrofitting Commercial Office Buildings for Sustainability: Tenants' Perspectives. *Journal of Property Investment & Finance* , 552-561.
- Mineral, P. D. (2013). *Kajian Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi*. Indonesia: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- YU, S.-M., TU, Y., & Luo, C. (2011, August). Green Retrofitting Costs and Benefits : A New Research Agenda. *IRES Working Paper Series* , hal. 1-15.
- Zhenjun Ma, P. C. (2012). Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. *Elsevier* , 889-902.
- Howe, J. C. (2010). Chapter One - Overview of Green Building. Dalam e. J. Cullen Howe and Michael B. Gerrard, *The Law of Green Buildings - Regulatory and Legal Issues in Design, Construction, Operations and Financing* (hal. 3-14). USA: American Bar Association.
- Junus, T. D., Fitria, D., & Dimas, T. A. (2017, March 1). *Pengambilan Keputusan Investasi dengan Menggunakan Metode Life Cycle Cost Analysis*. Dipetik March 16, 2018, dari PT Asdi Swasatya: <http://www.pt-asdi.com/article/detail/36>
- Wilkinson, S., & Ying, F. J. (2007). The Application of Life Cycle Costing for Building Retrofit. *CIB World Building Congress* , 1-10.

<https://www.buildings.com/article-details/articleid/8773/title/life-cycle-cost-assessment-as-a-tool-for-retrofits/viewall/true> 10 april 2018 buildings-smarter facility management, by RASIKASAVKAR, 21AGS2009



Formulir Wawancara Manajemen Gedung Teknik Industri FT UB

Hari / Tanggal :

Jam :

No	Topik	Hasil Wawancara
1	Nursery vegetasi : adakah yang berasal dari nursery lokal dengan radius max. 1000 km?	
2	Apakah terdapat SPO pengendalian terhadap hama penyakit dan gulma tanaman dengan menggunakan bahan-bahan tidak beracun?	
3	a. Apakah terdapat aktifitas peningkatan kualitas hidup masyarakat sekitar gedung, semisal: perbaikan sanitasi min. 5 unit / penyediaan tempat beribadah min 1 unit / WC umum 1 min. 5 unit / kaki lima dan pelatihan pengembangan masyarakat min. 1 program? b. Apakah membuka akses pejalan kaki ke minimal 2 orientasi yaitu : bangunan tetangga (wajib) dan bangunan tetangga lain dan/atau jalan sekunder, tanpa harus melalui area publik? c. Apakah pihak gedung telah mendedikasikan sebagian dari lahan terbukanya untuk kepentingan umum baik diwajibkan ataupun atas kesadaran sendiri untuk antara lain : utilitas umum, atau untuk ruang terbuka hijau privat?	
4	Apakah terdapat kegiatan komisioning ulang atau retrokomisioning dengan sasaran peningkatan kinerja (KW/TR) pada peralatan utama MVAC dan sistem secara keseluruhan dalam kurun waktu 1 tahun sebelumnya, atau adanya komisioning berkelanjutan secara berkala dalam waktu maksimal 3 tahun?	
5	a. Apakah terdapat pencatatan rutin bulanan tentang konsumsi energi (min 6 bulan terakhir), serta terdapat hasil pemantauan dan koleksi data pada kWh meter? b. Apakah terdapat penerapan dukungan teknologi untuk memonitoring dan mengontrol peralatan gedung melalui teknologi EMS (<i>Energy Management System</i>)? c. Adakah Audit energi eksternal (level 2) minimal sekali dalam 1 tahun terakhir?	
6	a. Adakah panduan pengoperasian dan pemeliharaan seluruh sistem AC (<i>chiller, Air Handling Unit, cooling tower</i>)? b. Adakah panduan pengoperasian dan pemeliharaan secara berkala pada seluruh sistem peralatan lainnya? c. Adakah laporan bulanan selama minimum 6 bulan terakhir untuk kegiatan pengoperasian dan	

No	Topik	Hasil Wawancara
	pemeliharaan sistem gedung secara tertib sesuai dengan format yang tercantum dalam panduan pengoperasian dan pemeliharaan?	
7	Apakah gedung ini menggunakan sumber energi terbarukan?	
8	Apakah terdapat SOP pemeliharaan dan pemeriksaan sistem plambing secara berkala untuk mencegah terjadinya kebocoran dan pemborosan air?	
9	Apakah pihak gedung pernah melakukan uji lab sumber air dengan kriteria air bersih?	
10	Apakah gedung ini menggunakan sistem air daur ulang / air alternatif?	
11	Apakah bahan refrigerant yang digunakan pada sistem pendingin ruangan memiliki ODP = 0 (non CFC dan non HCFC)?	
12	Adakah dokumen tentang pembelanjaan material sesuai kebijakan prasyarat 2 (material ramah lingkungan), minimal 3 / 5 / 7 material dari daftar yang telah ditetapkan?	
13	a. Adakah SPO, pelatihan dan laporan untuk mengumpulkan dan memilah sampah berdasarkan jenis organik dan anorganik dalam 6 bulan terakhir? b. Poin a ditambah dengan pengolahan sampah organik secara mandiri atau bekerja sama dengan badan resmi pengolahan limbah organik? c. Poin b ditambah dengan prinsip 3R (reduce, reuse, recycle)? d. Adakah upaya pengurangan sampah kemasan yang terbuat dari styrofoam dan non-food grade plastic?	
14	Adakah SPO, pelatihan dan laporan manajemen pengelolaan limbah B3 dalam 6 bulan terakhir?	
15	Adanya SPO, dan laporan penyaluran barang bekas yang masih dapat dimanfaatkan kembali melalui donasi / pasar barang bekas dalam 6 bulan terakhir?	
16	Adakah inovasi-inovasi yang dilakukan terkait dengan <i>Building Environmental Management</i> ?	

PENGARUH PENERAPAN GREEN RETROFIT TERHADAP LIFE CYCLE COST PADA BANGUNAN GEDUNG

Studi Kasus : Gedung Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

AULIA RAHMAWATI

146060100111002

Magister Teknik Sipil - Manajemen Konstruksi

Bapak/Ibu/Sdr/i yang saya hormati,

Saya adalah mahasiswa jurusan Magister Manajemen Konstruksi – Teknik Sipil, Universitas Brawijaya Malang.

Kuisisioner ini merupakan bagian dari instrumen penelitian Tesis yang terkait dengan penilaian **kenyamanan dan kesehatan dalam ruang** pada gedung Teknik Industri FT UB. Oleh karena itu saya mohon kesediaan Bapak/Ibu/Sr/i untuk dapat mengisinya dengan sebenar-benarnya.

Atas bantuan dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Identitas

a. Responden

Nama :

Status /

Jabatan :

b. Waktu Pengambilan Data

Hari :

Jam :

c. Petunjuk Pengisian

Kuisisioner ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kenyamanan fisik dan thermal bangunan secara umum pada gedung. Silakan Anda menjawab pertanyaan dengan MELINGKARI pilihan pada kolom di bawah ini, dengan keterangan sebagai berikut :

- **SN** (Sangat Nyaman)
- **N** (Nyaman)
- **C** (Cukup)
- **TN** (Tidak Nyaman)
- **STN** (Sangat Tidak Nyaman)

Indikator Kenyamanan	No	Faktor yang mempengaruhi tingkat kenyamanan ruang dalam gedung	Skor				
			5	4	3	2	1
Visual	1	Pencahayaan dengan menggunakan lampu di dalam ruang kerja	SN	N	C	TN	STN
	2	Pencahayaan dengan menggunakan lampu di dalam r. kelas/laboratorium	SN	N	C	TN	STN
	3	Pencahayaan dengan menggunakan lampu di hall/lobby	SN	N	C	TN	STN
	4	Bila lampu dimatikan dan hanya menggunakan pencahayaan alami di dalam ruang kerja saat siang hari	SN	N	C	TN	STN
	5	Bila lampu dimatikan dan hanya menggunakan pencahayaan alami di dalam r. kelas/laboratorium saat siang hari	SN	N	C	TN	STN
	6	Bila lampu dimatikan dan hanya menggunakan pencahayaan alami di hall/lobby saat siang hari	SN	N	C	TN	STN
Thermal	1	Penghawaan alami di dalam ruang kerja	SN	N	C	TN	STN
	2	Penghawaan alami di dalam ruang kelas/laboratorium	SN	N	C	TN	STN
	3	Penghawaan alami di hall / lobby	SN	N	C	TN	STN
	4	Penghawaan buatan (AC) di dalam ruang kerja	SN	N	C	TN	STN
	5	Penghawaan buatan (AC) di dalam ruang kelas/laboratorium	SN	N	C	TN	STN
	6	Penghawaan buatan (AC) di hall / lobby	SN	N	C	TN	STN
Kebisingan	1	Kebisingan di dalam ruang kerja	SN	N	C	TN	STN
	2	Kebisingan di dalam r. kelas/laboratorium	SN	N	C	TN	STN
	3	Kebisingan di hall/lobby	SN	N	C	TN	STN
	3	Kebisingan dari luar gedung	SN	N	C	TN	STN
Sirkulasi udara	1	Sirkulasi udara di ruang kerja	SN	N	C	TN	STN
	2	Sirkulasi udara di r. kelas/laboratorium	SN	N	C	TN	STN
	3	Sirkulasi udara di hall / lobby	SN	N	C	TN	STN

Terima kasih atas perhatian dan kerjasamanya.

Formulir Pengumpulan Data Kriteria Prasyarat GREENSHIP *Rating Tools for Existing Building*

☐ Gedung Teknik Industri FT UB

Hari / Tanggal :

Jam :

A. *Appropriate Site Development*

No	Sub Kriteria	Item	Penilaian
1	<i>Site Management Policy</i>	Surat pernyataan tentang komitmen manajemen puncak mengenai pemeliharaan eksterior bangunan, manajemen hama terpadu, dan gulma serta manajemen habitat sekitar tapak dengan bahan-bahan tidak beracun (bahan yang efektif membasmi hama dan/atau gulma, tetapi tidak memiliki dampak berbahaya bagi manusia dan lingkungan).	
2	<i>Motor Vehicle Reduction Policy</i>	a. Surat pernyataan tentang komitmen manajemen puncak untuk melakukan berbagai tindakan dalam rangka mencapai pengurangan pemakaian kendaraan bermotor pribadi. Contohnya adalah pembedaan tarif parkir khusus untuk mobil listrik dan mobil hybrid, penyediaan tempat parkir khusus untuk mobil listrik dan mobil hybrid. b. Kampanye dalam rangka mendorong pengurangan pemakaian kendaraan bermotor pribadi dengan minimal pemasangan kampanye tertulis secara permanen di setiap lantai, antara lain berupa stiker, poster, email.	

B. *Energy Efficiency & Conservation*

No	Sub Kriteria	Item	Penilaian
3	<i>Policy and Energy Management Plan</i>	a. Surat pernyataan yang memuat komitmen dari manajemen puncak tentang prosedur (SOP) monitoring, target penghematan dan <i>action plan</i> berjangka waktu tertentu oleh tim energi. b. Kampanye dalam rangka mendorong penghematan energi dengan minimal pemasangan kampanye tertulis secara permanen di setiap lantai, dapat berupa stiker, poster atau email.	

No	Sub Kriteria	Item	Penilaian
4	<i>Minimum Building Energy Performance</i>	a. Dapat memperlihatkan IKE listrik selama 6 bulan terakhir sampai lebih kecil dari IKE listrik standar acuan yang ditentukan oleh GBCI (perkantoran 250 kWh/m².tahun, mall 450 kWh/m².tahun dan Hotel atau apartemen 350 kWh/m².tahun), atau b. Dapat memperlihatkan penghematan energi 5 % atau lebih antara konsumsi energi rata-rata 1 tahun terakhir dengan konsumsi energi rata-rata 1 tahun sebelumnya.	

C. *Water Conservation*

No	Sub Kriteria	Item	Penilaian
5	<i>Water Management Policy</i>	a. Surat pernyataan yang memuat komitmen dari manajemen puncak tentang prosedur (SOP) monitoring, target penghematan dan <i>action plan</i> berjangka waktu tertentu oleh tim konservasi air. b. Kampanye dalam rangka mendorong konservasi air dengan minimal pemasangan kampanye tertulis secara permanen di setiap lantai, dapat berupa stiker, poster maupun email.	

D. *Material Resources and Cycle*

No	Sub Kriteria	Item	Penilaian
6	<i>Fundamental Refrigerant</i>	a. Telah menggunakan refrigeran non-CFC dan bahan pemadam kebakaran yang memiliki nilai Ozone Depleting Potential (ODP) kecil, <1 atau b. Apabila masih menggunakan CFC sebagai refrigeran, diperlukan adanya Audit dan rencana phase out dalam penggunaan CFC sebagai refrigeran dalam kurun waktu 3 tahun mendatang serta mengurangi konsumsi CFC dari kebocoran dan kerusakan mesin pendingin yang dinyatakan dalam Refrigerant Management System Plan atau RMS Plan.	
7	<i>Material Purchasing Policy</i>	Adanya kebijakan manajemen puncak yang memprioritaskan pembelian semua material yang ramah lingkungan sesuai daftar berikut ini : a. Produksi regional b. Bersertifikat SNI / ISO / ecolabel c. Material yang dapat didaur ulang (recycle) d. Material Bekas (reuse) e. Material Terbarukan (renewable) f. Kayu bersertifikasi	

No	Sub Kriteria	Item	Penilaian
		g. Modular atau Pre fabrikasi h. Lampu yang tidak mengandung merkuri i. Insulasi yang tidak mengandung styrene j. Plafond atau Partisi yang tidak mengandung asbestos k. Produk kayu komposit dan agrifiber beremisi formaldehyde rendah l. Produk cat dan karpet yang beremisi VOC rendah (Prasyarat ini terbatas untuk pemeliharaan gedung).	
8	Waste Management Policy	a. Surat pernyataan tentang komitmen manajemen puncak terhadap pengelolaan sampah berdasarkan pemisahan antara sampah organik, sampah anorganik, dan sampah yang mengandung B3. b. Kampanye dalam rangka mendorong perilaku pemilahan sampah terpisah dengan minimal pemasangan kampanye tertulis secara permanen di setiap lantai, antara lain berupa stiker, poster, dan email.	

E. Indoor Health & Comfort

No	Sub Kriteria	Item	Penilaian
9	No Smoking Campaign	a. Surat pernyataan tentang komitmen manajemen puncak untuk mendorong minimalisasi aktifitas merokok dalam gedung, b. Kampanye dilarang merokok yang mencakup dampak negatif dari merokok terhadap diri sendiri dan lingkungan dengan minimal pemasangan kampanye tertulis secara permanen di setiap lantai, antara lain berupa: stiker, poster, dan email.	

F. Building Environmental Management

No	Sub Kriteria	Item	Penilaian
1	Operation and Maintenance Policy	Adanya rencana <i>operation and maintenance</i> yang mendukung sasaran pencapaian rating-rating GREENSHIP <i>Existing Building</i> yang dititikberatkan pada sistem mekanikal dan elektrik, sistem plambing dan kualitas air, pemeliharaan eksterior & interior, purchasing dan pengelolaan sampah yang mencakup : struktur organisasi, standar prosedur operasi dan pelatihan, program kerja, anggaran dan laporan berkala minimum tiap 3 bulan.	

Formulir Pengumpulan Data Kriteria Kredit GREENSHIP *Rating Tools for Existing Building*

☐ Gedung Teknik Industri FT UB

Hari / Tanggal :

Jam :

Appropriate Site Development

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran
1	<i>Community Accessibility</i>	a. Identifikasi min. 5 jenis fasilitas umum di sekitar gedung dalam radius 500 m	a. tempat ibadah, halte, bank, kafetaria, poliklinik, kantor polisi
		b. Identifikasi halte dalam jangkauan 300 m dari gerbang, atau halte permanen dengan teluk bus / jalur henti bus.	b. ukur jarak ke halte depan gerbang kedokteran hewan ?
		c. Identifikasi fasilitas jalur pejalan kaki yang ada di dalam area gedung menuju ke halte (sesuai Permen PU No. 30/PRT/M/2006 Bab 2B).	c. tidak memenuhi
		d. Identifikasi fasilitas pejalan kaki yang aman, nyaman, bebas dari perpotongan akses kendaraan bermotor untuk menghubungkan minimal 3 fasilitas umum di atas.	d. tidak memenuhi
2	<i>Motor Vehicle Reduction</i>	a. Implementasi pengurangan pemakaian kendaraan bermotor pribadi (car pooling/feeder bus/diskriminasi tarif parkir)	a.
		b. Identifikasi parkir sepeda aman → 1 unit parkir/30 pengguna gedung tetap (max. 100 unit)	b.

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran
		c. Identifikasi fasilitas kamar mandi (<i>shower</i>) yang tersedia → 1 unit/25 unit parkir sepeda	c.
3	<i>Site Landscaping</i>	a. Adanya <i>softscape</i> dalam tapak seluas minim 30% luas total lahan (formasi sesuai Permen PU No.5/PRT/M/2008 Pasal 2.3.1)	a.
		b. Penggunaan 60% tanaman lokal yang berasal dari nursery lokal dengan jarak max. 1000 km.	b.
		c. Penggunaan tanaman produktif minim 10% dari area lansekap.	c.
4	<i>Heat Island Effect</i>	a. Menggunakan bahan dengan nilai albedo rata-rata minim 0,3 sesuai dengan perhitungan pada area atap gedung yang tertutup perkerasan, atau menggunakan <i>green roof</i> sebesar 50% dari luas atap yang tidak digunakan untuk ME	a.
		b. Menggunakan bahan dengan nilai albedo rata-rata minim 0,3 sesuai dengan perhitungan pada area non atap yang tertutup perkerasan.	b.
		Rumus : $\text{Albedo total} = \frac{\sum (A_n \times L_n)}{\sum L_n}$ dimana : A = nilai albedo dari material n L = luas dari material n	
5	<i>Storm Water Management</i>	Pengurangan beban volume limpasan air hujan dari luas lahan ke jaringan drainase kota sebesar 50% atau 75% total volume hujan harian rata-rata yang dihitung berdasarkan perhitungan debit air hujan pada bulan basah.	

[illegible]

Energy Efficiency & Conservation

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran
1	<i>Optimized Efficiency Building Energy Performance</i>	IKE listrik gedung 6 bulan terakhir	
2	<i>Testing, Recommissioning or Retrocommissioning</i>	Adanya kegiatan komisioning ulang atau retrokomisioning dengan sasaran peningkatan kinerja (KW/TR) pada peralatan utama MVAC dan sistem secara keseluruhan dalam kurun waktu 1 tahun sebelumnya, atau adanya komisioning berkelanjutan secara berkala dalam waktu maksimal 3 tahun.	
3	<i>System Energy Performance</i>	<u>Lighting control</u> a. Adanya penghematan konsumsi energi pada daya pencahayaan ruangan sebesar 20% (berdasarkan SNI 03 6197-2000).	a.
		b. Adanya penggunaan minimum 50% atau 80% ballast frekuensi tinggi (elektronik) dan/atau LED pada ruang kerja umum.	b.

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran																			
		<u><i>Mechanical Ventilation Air Conditioning (MVAC)</i></u> Adanya efisiensi peralatan yang memakai sistem AC yang dioperasikan dengan listrik, Berikut adalah tabel efisiensi minimum menurut GBCI beserta usaha penghematannya : <table border="1"> <thead> <tr> <th>System AC</th><th>Jenis Peralatan</th><th>Efisiensi Minimum (kW/TR)</th><th>Setiap usaha penghematan mendapat 2 poin</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Water cooled</td><td>Recip.screw chiller</td><td>0,881</td><td>0,03</td></tr> <tr> <td>Centrifugal chiller</td><td>0,656</td><td>0,03</td></tr> <tr> <td>Aircooled</td><td>Recip/screw chiller</td><td>1,270</td><td>0,05</td></tr> <tr> <td>Unitary</td><td>Split</td><td>1,436</td><td>0,02</td></tr> </tbody> </table>	System AC	Jenis Peralatan	Efisiensi Minimum (kW/TR)	Setiap usaha penghematan mendapat 2 poin	Water cooled	Recip.screw chiller	0,881	0,03	Centrifugal chiller	0,656	0,03	Aircooled	Recip/screw chiller	1,270	0,05	Unitary	Split	1,436	0,02	
System AC	Jenis Peralatan	Efisiensi Minimum (kW/TR)	Setiap usaha penghematan mendapat 2 poin																			
Water cooled	Recip.screw chiller	0,881	0,03																			
	Centrifugal chiller	0,656	0,03																			
Aircooled	Recip/screw chiller	1,270	0,05																			
Unitary	Split	1,436	0,02																			
		d. Adanya kWh meter yang terdiri dari sistem tata udara, sistem tata cahaya dan kotak kontak, sistem beban lainnya, ruang yang tidak dikecualikan atau dikondisikan.	a.																			
		e. Adanya pencatatan rutin bulanan (min 6 bulan terakhir), terdapat hasil pemantauan dan koleksi data pada kWh meter.	b.																			
4	<i>Energy Monitoring & Control</i>	f. Adanya Display Energy pada area publik sebagai bentuk apresiasi penggunaan energi, atau adanya penerapan dukungan teknologi untuk memonitoring dan mengontrol peralatan gedung melalui teknologi EMS (<i>Energy Management System</i>), atau adanya Audit energi eksternal (level 2) minimal sekali dalam 1 tahun terakhir.	c.																			

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran
5	Operation and Maintenance	d. Adanya panduan pengoperasian dan pemeliharaan seluruh sistem AC (<i>chiller, Air Handling Unit, cooling tower</i>)	a.
		e. Adanya panduan pengoperasian dan pemeliharaan secara berkala pada seluruh sistem peralatan lainnya, antara lain sistem transportasi dalam gedung, sistem distribusi air bersih dan kotor (pompa) dan pembangkit listrik cadangan.	b.
		f. Adanya laporan bulanan selama minimum 6 bulan terakhir untuk kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan sistem gedung secara tertib sesuai dengan format yang tercantum dalam panduan pengoperasian dan pemeliharaan.	c.
6	On Site Renewable Energy	Power demand yang dihasilkan oleh energi terbarukan	
7	Less Energy Emission	Adanya penurunan CO2 dari <i>original emission</i> (pemakaian listrik dari PLN). Pengurangan bisa didapatkan apabila menggunakan sumber energi lain yang lebih rendah emisinya, antara lain gas, air terjun, tenaga matahari.	

Catatan :

Water Conservation

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran
1	<i>Water Sub-Metering</i>	Identifikasi terhadap sub-meter konsumsi air pada sistem area publik, area komersil dan utilitas bangunan	
2	<i>Water Monitoring Control</i>	Identifikasi SOP pemeliharaan dan pemeriksaan sistem plambing secara berkala untuk mencegah terjadinya kebocoran dan pemborosan air (bukti neraca air 6 bulan terakhir)	
3	<i>Fresh Water Efficiency</i>	Pengukuran konsumsi air 6 bulan terakhir kemudian menghitung penghematan yang dilakukan	
4	<i>Water Quality</i>	Identifikasi bukti laboratorium dari air sumber primer yang sesuai dengan kriteria air bersih, minimal 1x dalam 6 bulan	
5	<i>Recycled and Alternative Water</i>	Identifikasi penggunaan sistem air daur ulang atau air alternatif untuk kebutuhan <i>water cooling tower / flushing WC</i> pada gedung	
6	<i>Potable Water</i>	Identifikasi sistem filtrasi sesuai PerMenKes No. 492 tahun 2010.	
7	<i>Deep Well Reduction</i>	Pengukuran konsumsi air yang menggunakan deep well	

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran
8	<i>Water Tap Efficiency</i>	Identifikasi penggunaan fitur auto stop pada unit keran air pada area publik.	

Material Resources and Cycle

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran
1	<i>Non ODS Usage</i>	a. Identifikasi penggunaan bahan refrigerant pada sistem pendingin ruangan dengan ODP = 0 (non CFC dan non HCFC). b. Identifikasi bahan pembersih dengan nilai ODP <1	
2	<i>Material Purchasing Practice</i>	Adanya dokumen tentang pembelanjaan material sesuai kebijakan prasyarat 2 (material ramah lingkungan), minimal 3 / 5 / 7 material dari daftar yang telah ditetapkan	
3	<i>Waste Mangement Practice</i>	e. Adanya SPO, pelatihan dan laporan untuk mengumpulkan dan memilah sampah berdasarkan jenis organik dan anorganik dalam 6 bulan terakhir	a.
		f. Poin a ditambah dengan pengolahan sampah organik secara mandiri atau bekerja sama dengan badan resmi pengolahan limbah organik	b.
		g. Poin b ditambah dengan prinsip 3R (reduce, reuse, recycle)	c.
		h. Adanya upaya pengurangan sampah kemasan yang terbuat dari styrofoam dan non-food grade plastic.	d.
4	<i>Hazardous Waste Management</i>	Adanya SPO, pelatihan dan laporan manajemen pengelolaan limbah B3 dalam 6 bulan terakhir.	
5	<i>Management of Used Good</i>	Adanya SPO, dan lapran penyaluran barang bekas yang masih dapat dimanfaatkan kembali melalui donasi / pasar barang bekas dalam 6 bulan terakhir.	

Indoor Health & Comfort

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran
1	<i>Outdoor Air Introduction</i>	Pengukuran kualitas udara ruangan sesuai dengan SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Ventilasi dan Sistem Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung	
2	<i>Environmental Tobacco Smoke Control</i>	Identifikasi terhadap larangan merokok di dalam gedung, serta tidak adanya bangunan / area khusus merokok di dalam gedung. Atau jika ada, harus minimal berjarak minimal 5 m dari pintu masuk / tempat masuknya udara segar / bukaan jendela dengan tindak lanjut prosedur pemantauan, dokumentasi dan sistem tanggap terhadap larangan merokok,	
3	<i>CO₂ and CO Monitoring</i>	a. Identifikasi instalasi sensor gas CO ₂ dengan mekanisme untuk mengatur jumlah ventilasi udara luar sehingga konsentrasi CO ₂ di dalam ruangan tidak lebih dari 1.000 / 800 ppm pada ruang-ruang dengan kepadatan yang tinggi	a.
		b. Identifikasi instalasi sensor gas CO dengan mekanisme penagaturan jumlah ventilasi udara luar sehingga konsentrasi CO di dalam ruangan tidak lebih dari 23 ppm pada ruang parkir tertutup di dalam gedung.	b.
4	<i>Physical, Chemical and Biological Pollutants</i>	a. Pengukuran kualitas udara dalam ruang dengan minimal 1 titik sampel per 1000 m ² atau jumlah maksimal penilaian sampel adalah 25 titik.	a.

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran
		b. Pengukuran kadar debu total ruang sesuai Kepmenkes No. 1405/Menkes/SK/XI/2002 (Lampiran I, Bab 3, A.2. Debu total)	b.
		c. Pengukuran kadar Volatile Organic Compound (VOC) sesuai SNI 19-0232-2005 tentang Nilai Ambang Batas Zat Kimia di Udara Tempat Kerja	c.
		d. Pengukuran kadar formaldehida sesuai SNI 19-0232-2005	d.
		e. Pengukuran kadar asbestos sesuai Kepmenkes No.1405/Menkes/SK/XI/200	e.
		f. Identifikasi kegiatan rutin pembersihan filter, coil pendingin dan alat bantu VAC (<i>Ventilation and Air Conditioning</i>) sesuai dengan jadwal perawatan berkala untuk mencegah terbentuknya lumut dan jamur sebagai tempat berkembangnya mikroorganisme	f.
		g. Pengukuran jumlah bakteri dengan jumlah max. kuman 700 koloni /m3 udara dan bebas kuman patogen pada ruangan yang ditentukan GBCI berdasarkan KepMenKes RI No.1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri	g.
5	Thermal Comfort	Pengukuran suhu ruang dan kelembaban relatif dalam ruang dengan acuan suhu 24°C - 27°C dan kelembaban relatif 60% ± 5%, (SNI 6390:2011 tentang Konservasi energi sistem tata udara bangunan	

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran
		gedung)	
6	<i>Visual Comfort</i>	Pengukuran tingkat pencahayaan (iluminasi) pada ruang kerja dengan acuan SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan.	
7	<i>Acoustic Level</i>	Pengukuran tingkat bunyi secara acak sebanyak 5 titik sampel dari minimal setiap 1 ruang per 2 lantai pada saat tidak dihuni dan dalam kondisi peralatan bangunan sedang beroperasi, dengan acuan SNI 03-6386-2000 tentang Spesifikasi Tingkat Bunyi dan Waktu Dengung dalam Bangunan Gedung dan Perumahan (kriteria desain yang direkomendasikan)	
8	<i>Building User Survey</i>	Survey kenyamanan pengguna gedung menggunakan kuisisioner yang meliputi suhu udara, tingkat pencahayaan ruang, kenyamanan suara, kebersihan gedung dan keberadaan hama pengganggu, dengan jumlah responden minimal sebanyak 30% dari total pengguna gedung tetap.	

Building Environmental Management

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran
1	<i>Innovations</i>	a. Identifikasi inovasi berupa peningkatan kualitas bangunan secara kuantitatif sehingga terjadi peningkatan efisiensi melebihi batas maksimum yang ditentukan pada rating yang bersangkutan. b. Identifikasi inovasi dengan melakukan pendekatan manajemen seperti mendorong perubahan perilaku, sehingga terjadi peningkatan efisiensi pada rating lain.	a. b.
2	<i>Design Intent and Owner's Project Requirement</i>	a. Identifikasi dokumen <i>Design Intent</i> dan <i>Owner's Project Requirement</i> berikut perubahan-perubahannya yang terjadi selama masa revitalisasi dan operasional b. Identifikasi dokumen <i>As Built Drawing</i> (minimal <i>single line drawing</i>), spesifikasi teknis dan manual untuk operasional dan pemeliharaan peralatan (genset, transportasi dalam gedung, AC dan cooling tower) berikut perubahan-perubahannya yang terjadi selama masa revitalisasi dan operasional.	a. b.
3	<i>Green Operational and Maintenance Team</i>	a. Identifikasi adanya satu struktur yang terintegrasi di dalam struktur operasional dan pemeliharaan gedung yang bertugas menjaga penerapan prinsip <i>sustainability/green building</i> b. Identifikasi adanya minimal 1 orang <i>Greenship Professional</i> yang terlibat dalam operasional dan pemeliharaan gedung yang bekerja penuh waktu (<i>full time</i>).	a. b.
4	<i>Green Occupancy/Lease</i>	Identifikasi adanya Lease Agreement atau SPO atau Training terkait kriteria-kriteria dalam GREENSHIP untuk bangunan eksisting. (khusus untuk bangunan komersial)	

No	Sub Kriteria	Pengamatan / Pengukuran	Hasil Pengamatan / Pengukuran
5	Operation and Maintenance Training	a. Identifikasi jadwal berkala minimum tiap 6 bulan dan program pelatihan dalam pengoperasian dan pemeliharaan untuk tapak, energi, air, material dan HSES (<i>Health Safety Environmental and Security</i>)	a.
		b. Identifikasi bukti pelaksanaan pelatihan tentang pengoperasian dan pemeliharaan untuk tapak, energi, air, material dan program HSES berikut dengan evaluasi dari pelatihan tersebut, berhak mendapat 1 poin.	b.

Catatan :
