



Redesain Perancangan Gedung untuk Memenuhi Standar Bangunan Gedung Hijau Berkelanjutan Berbasis BIM

Alvin Ridla Firmansyah¹, Jajok Widodo Soetjipto², Retno Utami Agung Wiyono²

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jember

*Corresponding author's email: alvinridla08@gmail.com

Diterima: April 2024, Direvisi: April 2024, Disetujui: April 2024, Terbit: April 2024

Abstract: Population growth in Indonesia causes an increase in building needs every year. Many studies and information show that building construction hurts the environment. The Indonesian government has issued regulations governing the implementation of Green Buildings (BGH) as an effort to design sustainable buildings. However, applying this rule still needs to be improved because it requires additional funds and a reasonably complicated design. The government has advised that all building construction funded by the government is expected to implement BGH. The construction of the ICU building at Ngudi Waluyo Wlingi Hospital, which the Blitar Regency Government owns, is underway. Therefore, it is necessary to assess the implementation of BGH in the building and the efforts that must be made so that the BGH concept can be implemented as fully as possible within the required costs. The research was carried out through design reviews, field conditions surveys, and interviews with project stakeholders. This data will be assessed to assess the extent of BGH implementation in the building project. The research results show that the percentage value obtained for Green Buildings has only reached 37% and still needs to meet the primary level criteria with a value of 45% -65%. Therefore, it is necessary to carry out a redesign that can be implemented so that the building meets the BGH criteria. The redesign includes site management, energy use efficiency, indoor air quality and waste management. The results of efforts to improve the performance of Green Buildings can increase the percentage by 12%. So, the final total percentage of green buildings at Ngudi Waluyo RSD is 49%, which is the required funding IDR 271,330,820.58.

Keywords: Green Buildings; Sustainability; BIM; Redesign;

Abstrak: Pertumbuhan penduduk di Indonesia menyebabkan kenaikan kebutuhan bangunan gedung setiap tahun. Banyak penelitian dan informasi yang menyampaikan hasil bahwa pembangunan gedung memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Pemerintah Indonesia sudah mengeluarkan peraturan yang mengatur tentang pelaksanaan Bangunan Gedung Hijau (BGH) sebagai upaya mendesain gedung yang berkelanjutan. Namun penerapan aturan ini masih sangat terbatas karena membutuhkan dana tambahan dan desain yang cukup rumit. Pemerintah sudah menghimbau bahwa semua pembangunan gedung yang didanai oleh pemerintah diharapkan sudah menerapkan BGH. Saat ini sedang dilakukan Pembangunan Gedung ICU RSUD Ngudi Waluyo Wlingi yang dimiliki oleh Pemerintah Kabupaten Blitar. Oleh karena itu perlu dilakukan asesmen terhadap implementasi BGH pada gedung tersebut dan upaya yang harus dilakukan agar konsep BGH dapat diterapkan semaksimal mungkin dengan kebutuhan biaya yang diperlukan. Penelitian dilakukan melalui review desain, survei kondisi lapangan dan wawancara kepada stakeholder proyek. Data ini akan diasesmen untuk menilai sejauh mana penerapan BGH pada proyek gedung tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perolehan nilai persentase Bangunan Gedung Hijau baru mencapai 37% dan masih belum memenuhi kriteria tingkat pratama dengan nilai 45%-65%. Oleh karena itu perlu dilakukan redesign yang dapat diimplementasikan agar gedung tersebut memenuhi kriteria BGH. Redesain yang dilakukan meliputi pengelolaan tapak, efisiensi penggunaan energi, kualitas udara dalam ruang, dan pengelolaan sampah. Hasil upaya peningkatan kinerja Bangunan Gedung Hijau ini dapat meningkatkan persentase sebesar 12%. Sehingga total akhir persentase bangunan Gedung hijau pada RSD Ngudi Waluyo sebesar 49% dengan RAB yang dibutuhkan sebesar Rp. 271.330.820,58.

Keywords: Bangunan Gedung Hijau; Keberlanjutan; BIM; Redesain

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat, hal ini menyebabkan kebutuhan dari masyarakat meningkat. Salah satu kebutuhan yang paling mendasar yaitu mengenai kebutuhan publik berupa bangunan gedung. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002 tentang bangunan gedung bahwa "Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat

manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus. Pembangunan gedung membutuhkan lahan sehingga menyebabkan berkurangnya lahan hijau dan peningkatan pemansan. Menurut observasi GBCI (2013) dalam (Bayu Widiarsa et al., 2021) bahwa sekitar 30% hingga 40% dari emisi gas karbondioksida berasal dari sektor bangunan, sehingga kontribusi bangunan terhadap kerusakan lingkungan sangat signifikan. Hal itu menyebabkan berbagai upaya alternatif dalam menekan berbagai kerusakan lingkungan dengan implementasi konsep bangunan hijau atau *green building*.

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2010 tentang kriteria dan sertifikasi bangunan ramah lingkungan bahwa bangunan ramah lingkungan (*green building*) adalah suatu bangunan yang menerapkan prinsip lingkungan dalam perancangan, pembangunan, pengoperasian, dan pengelolannya dan aspek penting penanganan dampak perubahan iklim. Penyelenggaraan bangunan gedung hijau sendiri sudah tertera dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021 Tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau. Bangunan gedung hijau dapat diterapkan pada berbagai jenis bangunan baik bangunan baru maupun bangunan yang sudah ada, seperti gedung perkantoran, gedung pemerintahan, gedung sekolah, dan gedung rumah sakit. Beberapa penelitian terdahulu yang membahas mengenai *green building* atau bangunan gedung hijau diantaranya oleh Anggraeni M (2020) dengan hasil dari penelitian ini setelah melakukan redesain, total poin yang diperoleh sebesar 45 poin dan memerlukan anggaran biaya sebesar Rp. 729,016,000.88. dan oleh Akbar M (2022) dengan hasil nilai bangunan hijau yang diperoleh sebesar 4,9% dari 100% dan mendapat rekomendasi teknik yang dapat meningkatkan nilai bangunan gedung hijau menjadi 47,3% dari 100%. Demikian juga penelitian terhadap *GreenShip Neighborhood* pada Kawasan Perumahan oleh Raharjo (2022).

Berdasarkan data dari *Green Building Council Indonesia* (GBCI) bangunan gedung di Indonesia yang terverifikasi bangunan hijau masih 60, dan mayoritas masih berada di kota-kota besar. Salah satu kabupaten yang minim menerapkan pembangunan gedung bangunan hijau yaitu Kabupaten Blitar, sedangkan pembangunan gedung baru terus bertambah. Pada tahun 2023 di Kabupaten Blitar dilakukan Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Ngudi Waluyo Wlingi Kabupaten Blitar. Hal ini sangat dibutuhkan untuk peningkatan pelayanan, Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Ngudi Waluyo Wlingi melakukan pembangunan gedung khusus untuk ruang ICU. Menurut (Tamara, 2017) bahwa Intensive Care Unit (ICU) merupakan fasilitas medis dengan tim spesialis ahli yang menyediakan perawatan dan pengobatan dengan intensif. Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Ngudi Waluyo bertepatan dengan lokasi pusat kegiatan masyarakat dan pemukiman penduduk. Untuk meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan sekitar dan masyarakat maka seharusnya bangunan gedung tersebut menerapkan konsep *green building*. Di sisi lain di RSUD Ngudi Waluyo masih belum pernah diadakan penilaian Bangunan Gedung Hijau. Kriteria konsep bangunan gedung hijau yaitu pengelolaan tapak, efisiensi penggunaan energi, efisiensi penggunaan air, kualitas udara dalam ruang, penggunaan material ramah lingkungan, pengelolaan sampah, dan pengelolaan air limbah.

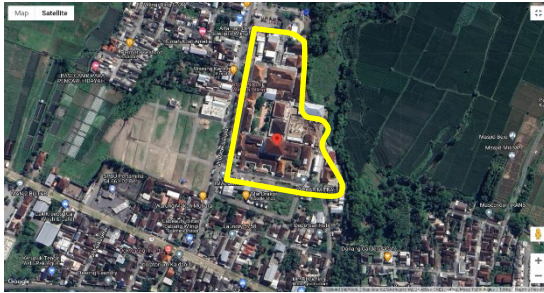
Oleh karena itu, pada penelitian ini akan melakukan kajian lebih mendalam terhadap penerapan pembangunan gedung hijau pada Gedung ICU RSUD Ngudi Waluyo Blitar yang berpedoman pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021 yang lebih terbaru dengan menggunakan aplikasi BIM. Hal ini dikarenakan BIM mampu menghasilkan model 3 Dimensi untuk visualisasi detail dan lebih akurat, menghasilkan volume pekerjaan dengan tingkat keakuratan yang tinggi dan estimasi biaya yang lebih optimal, sehingga dalam perencanaan konsep bangunan gedung hijau memiliki hasil yang lebih akurat dan efisien dibandingkan dengan cara konvensional.

2. Metodologi

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan studi kasus pada Pembangunan Gedung ICU RSUD Ngudi

Waluyo. Proyek ini berlokasi di Jalan Dr. Soeipto No. 5 Wlingi Kabupaten Blitar yang dibangun pada Tahun 2023 (peta lokasi dapat dilihat pada Gambar 1). Proyek ini membutuhkan waktu 8 bulan dengan anggaran biaya Rp. 30 miliar dalam pelaksanaan pembangunannya. Pemilik proyek ini adalah Dinas Kesehatan Kabupaten Blitar.



(i) Lokasi Proyek Pembangunan Gedung (ii) Desain 3D Gedung
Gambar 1. objek penelitian Proyek Pembangunan Gedung ICU RSUD Ngudi Waluyo

2.2 Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sebagai berikut: (i) data sekunder meliputi *Shop Drawing*, *Bill of Quantity*, Analisis Harga Satuan (AHS) dan data teknis terkait lainnya; dan (ii) data primer diperoleh dari hasil review desain, wawancara terkait penilaian BGH dengan stake holder proyek meliputi konsultan perencana, kontraktor proyek dan pemilik proyek, dan data kondisi lapangan eksisting.

2.3 Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini meliputi beberapa tahapan yaitu:

- Review Perancangan Pembangunan Gedung ICU RSUD Ngudi Waluyo
Review hasil perancangan pembangunan gedung ICU RSUD Ngudi Waluyo dan melakukan pendetailan hasil perancangan berdasarkan kondisi pelaksanaan proyek.
- Penilaian BGH Tahap Perencanaan
Penilaian dilakukan dengan mengisi data simak yang telah tercantum dalam Permen PUPR Nomor 21 Tahun 2021 dengan ketentuan bahwa bangunan gedung ICU RSUD Ngudi Waluyo memenuhi kriteria penilaian tingkat sertifikat BGH Pratama jika hasil penilaian mencapai 45%-65% dari total nilai berdasarkan daftar simak BGH.
- Perancangan Ulang untuk Peningkatan Penilaian Peringkat BGH
Jika hasil review dan wawancara terdapat hasil perancangan yang belum memenuhi kriteria BGH maka dilakukan perancangan ulang agar dapat mencapai kriteria BGH sampai tingkat tertinggi yang dapat diraih dalam penilaian sertifikat BGH.
- Membuat Gambar Detail Engineering Design (DED) Ulang
Menambahkan beberapa gambar DED tambahan jika terdapat hasil perancangan ulang untuk peningkatan sertifikat BGH.
- Rencana Anggaran Biaya
Merancang rencana anggaran biaya setelah tahapan redesain perencanaan BGH dilakukan untuk mengetahui kebutuhan anggaran biaya pelaksanaan konstruksi untuk pencapaian standar BGH.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Diskripsi Obyek Studi

Obyek studi penelitian ini adalah hasil Perancangan Pembangunan Gedung ICU RSUD Ngudi Waluyo. Gedung ini memiliki luas total 2,189.23 m² dengan beberapa fasilitas yaitu: ruang rawat inap 32 tempat tidur, ruang perawat, ruang dokter, ruang obat dan alat, *nurse station* pantry dan

toilet. Gedung ini menggunakan konstruksi beton bertulang dengan 3 lantai.

3.2 Asesmen Bangunan Gedung Hijau

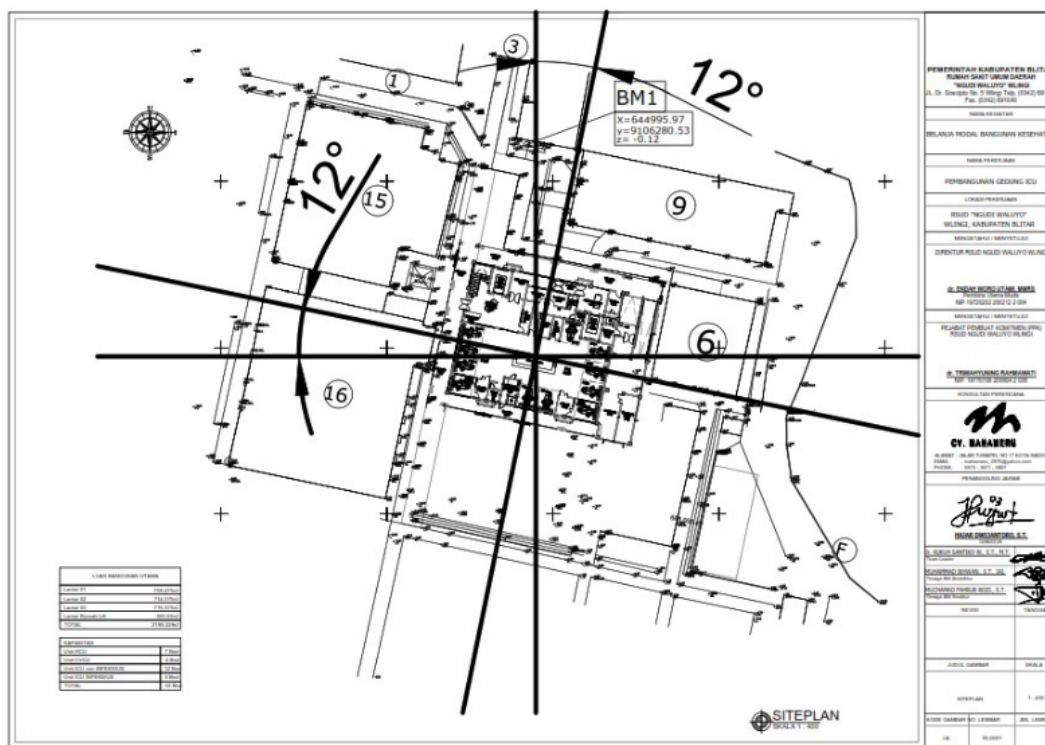
Kriteria asesmen bangunan gedung hijau meliputi 7 komponen yaitu: pengelolaan tapak, efisiensi penggunaan energi, efisiensi penggunaan air, kualitas udara dalam ruang, penggunaan material ramah lingkungan, pengeloaan sampah, dan pengelolaan air limbah. Hasil asesmen BGH akan diuraikan pada sub bab berikut.

Pengelolaan Tapak

Pengelolaan tapak bangunan memiliki 9 penilaian yaitu orientasi bangunan, pengelolaan tapak termasuk aksesibilitas atau sirkulasi, pengelolaan lahan terkontaminasi limbah bahan berbahaya & beracun, rencana ruang terbuka hijau (RTH) privat, penyediaan jalur pedestrian, pengelolaan tapak basemen, penyediaan lahan parkir, sitem pencahayaan ruang luar, pembangunan bangunan gedung di atas dan/atau di bawah tanah, air dan/atau prasarana/sarana umum. Hasil asesmen penilaian pengelolaan tapak dapat dilihat sebagai berikut:

1. Orientasi Bangunan

Bangunan ini memiliki dinding terpanjangnya menghadap arah Utara-Selatan dengan sudut kemiringan paling banyak 15° terhadap sumbu Utara-Selatan. Berdasarkan pedoman penilaian BGH, gedung ini mendapatkan nilai 1 poin. (Gambar layout bangunan dapat dilihat pada Gambar 2).



Gambar 2. Gambar Site Plan Geding ICU RSUD Ngudi Waluyo

2. Pengelolaan Tapak Termasuk Aksesibilitas atau Sirkulasi

Bangunan ini memiliki penutup atap dan perkerasan yang terbuat dari bitumen dan plestera terang serta rumput untuk non atap. Dengan bahan material yang nilai pantul matahari (albedo) paling rendah 0,3, maka gedung ini mendapatkan nilai 1 poin. Jumlah kapasitas resapan air hujan tidak memenuhi kriteria sehingga mendapatkan nilai 0 poin, sedangkan untuk nilai jumlah tajuk vegetasi dibanding area tapak paling sedikit 20% tidak memenuhi kriteria sehingga tidak mendapatkan nilai.

Tabel 1. Perhitungan Nilai Albedo

Jenis	Material	Luas	Albedo	Luas x albedo
Atap 1	Bitumen	250	0.26	65
Atap 2	Plesteran Terang	448.625	0.6	269.175
Perkerasan Non Atap	Rumput	688	0.26	178.88
Jumlah		1,386.625		512.055
	Nilai			0.37

3. Pengelolaan Lahan Terkontaminasi Limbah Bahan Berbahaya & Beracun

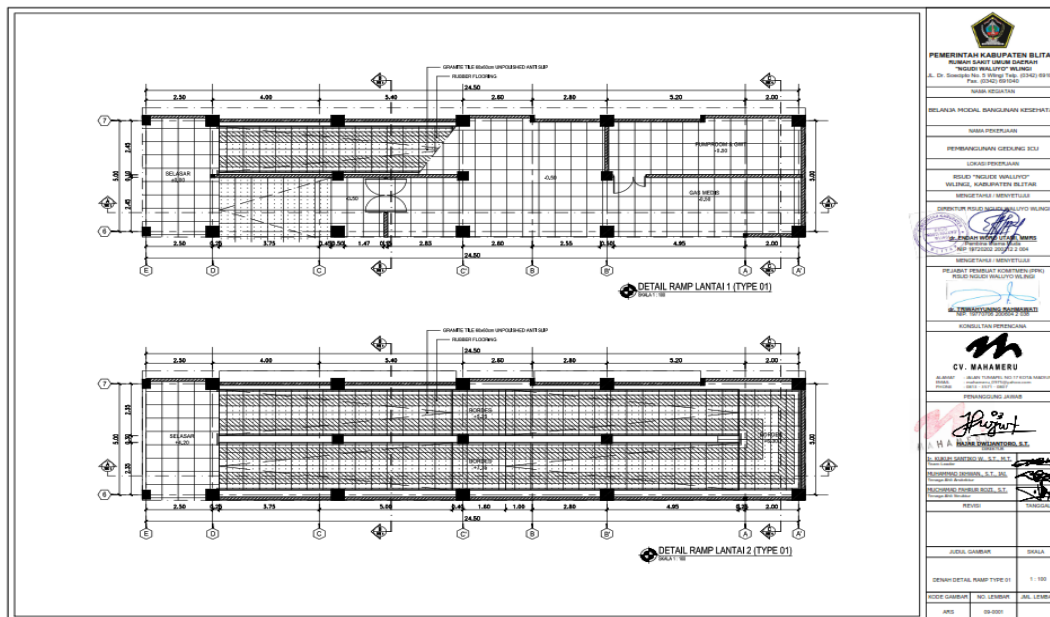
Bangunan gedung dibangun di lahan yang tidak terkontaminasi dengan limbah B3, sehingga pada penilaian BGH tidak diberikan nilai atau mendapatkan nilai 0.

4. Rencana Ruang Terbuka Hijau (RTH) Privat

Pembangunan gedung ini hanya berpusat pada pengadaan gedung tanpa merencanakan ruang terbuka hijau (RTH). Oleh karena itu pada asesmen BGH tidak diberikan poin atau mendapatkan nilai 0.

5. Penyediaan Jalur Pedestrian

Gedung ini memiliki jalur pedestrian yang dapat mengakses dari luar gedung menuju ke jalur masuk (entrance) gedung yang dilengkapi dengan ramp, sehingga gedung ini memenuhi persyaratan kemudahan akses dan mendapatkan nilai 3 poin (lihat Gambar 3). Akan tetapi gedung ini tidak memiliki fasilitas pedestrian yang terhubung atau menghubungkan ke fasilitas publik, misal transportasi umum, jembatan penyebrangan, ruang publik, dan menuju persil/kavling sekitarnya dengan batasan paling jauh 400 meter, sehingga asesmen untuk pedestrian ini tidak memenuhi kriteria dan tidak mendapatkan nilai atau 0 poin.



Gambar 3. Jalur Aksesibilitas dan Detail Ramp

6. Pengelolaan Tapak Basemen

Gedung ini tidak dilengkapi dengan basemen, maka tidak dilakukan penilaian atau mendapatkan nilai 0.

7. Penyediaan Lahan Parkir

Lahan parkir secara khusus tidak disiapkan dalam pembangunan gedung ini, sehingga tidak diberikan poin atau nilai 0.

8. Sitem Pencahayaan Ruang Luar

Salah satu syarat pencahayaan ruang luar adalah semua pencahayaan harus dilengkapi dengan sensor otomatis untuk menghidupkan dan mematikan lampu. Sedangkan pada gedung ini tidak dilengkapi dengan sensor tersebut maka asesmen kriteria ini mendapatkan nilai 0.

9. Pembangunan Bangunan Gedung di atas dan/atau di Bawah Tanah, Air dan/atau Prasarana/Sarana Umum

Bangunan gedung ini berdiri di lahan yang tidak termasuk bangunan gedung di atas dan/atau di bawah tanah, air dan/atau prasarana/sarana tidak diberikan poin atau mendapat nilai 0.

Efisiensi Penggunaan Energi

Penilaian kriteria efisiensi penggunaan energi terbagi menjadi 7 bagian yaitu selubung bangunan, sistem ventilasi, sistem pengondisian udara, sistem pencahayaan, sistem transportasi dalam gedung, perhitungan efisiensi energi, dan sistem kelistrikan. Hasil asesmen dari kriteria penggunaan energi dapat dilihat pada pembahasan berikut.

1. Selubung bangunan

Analisa perhitungan nilai selubung bangunan dan nilai akumulasi Overall Thermal Transfer Value (OTTV) dan Roof Thermal Transfer Value (RTTV) dan Window Wall Ratio (WWR) dapat dilihat pada Tabel 2 sampai dengan 4.

Tabel 2 Perhitungan nilai Overall Thermal Transfer Value (OTTV)

No	Orientasi bangunan	Total luas fasad (m ²)	WWR	α	U bata ringan	U kaca	SC	SF	TDEK	ΔT	Nilai OTTV (watt/m ²)
1	Selatan	392.78	14%	0.26	1.7	5.80	0.65	110	12	6	8.37
2	Utara	392.78	18%	0.26	1.7	5.80	0.65	155	12	6	10.61
3	Timur	284.62	23%	0.26	1.7	5.80	0.56	194	12	6	12.56
4	Barat	284.62	0%	0.26	1.7	5.80	0.56	211	12	6	5.26
OTTV Total											9.25

Tabel 3 Perhitungan Roof Thermal Transfer Value (RTTV)

No	Orientasi Bangunan	Total Luas Atap	Ar	A	U Atap	TDEK	RTTV
1	Atap	708.75	708.75	0.26	0.49	12	1.5288

Tabel 4 Perhitungan nilai Window Wall Ratio (WWR)

Sisi Bangunan	Luas Selubung Transparan	Luas Total Selubung	WWR
Timur	0	284.625	0%
Barat	64.35	284.625	23%
Utara	69.075	392.7825	18%
Selatan	53.032	392.7825	14%
Total	186	1,354.815	14%

Dari perhitungan tabel di atas nilai selubung bangunan memiliki nilai akumulasi Overall Thermal Transfer Value (OTTV) dan Roof Thermal Transfer Value (RTTV) paling tinggi 35 Watt/m², sehingga mendapatkan nilai sedangkan untuk nilai perbandingan selubung bangunan

transparan dengan selubung bangunan massif kurang dar 30% sehingga mendapatkan poin.

2. Sistem Ventilasi

Pada beberapa ruangan di bangunan gedung ini dilengkapi dengan pengkondisian udara dan melengkapi dengan ventilasi alami atau mekanis yang baik. Berdasarkan hasil wawancara dengan stakeholder diperoleh informasi bahwa ruangan ini sudah memenuhi kenyamanan termal, sehingga hasil asesmen untuk kriteria ini mendapatkan nilai 3 poin.

3. Sistem Pengondisian Udara

Sistem pengondisian udara pada gedung ini sudah diatur pada Rencana Kerja dan Syarat (RKS) yaitu ruangan sudah direncanakan dengan suhu 75 ± 4 °F atau 24 sampai dengan 26 °C dan kelembapan nisbi $60 \pm 10\%$ RH. Asesmen sistem kondisi udara ini menghasilkan nilai 2 poin. Sedangkan untuk pengondisian udara yang menggunakan merk Daikin Variable Refrigerant Volume (VRV) A System atau Variable Refrigerant flow (VRF) dengan nilai KW/TR 0,405 dan nilai COP 39,5 maka mendapatkan nilai 5 poin. Perhitungan detail dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Perhitungan nilai COP

Tipe AC	<i>Cooling Capacity</i> (BTU/H)	<i>Power Consumption</i> (KW)	<i>Power Consumption</i> (BTU/H)	<i>COP (Cooling Capacity/Power Consumption)</i> BTU/H	<i>COP (Cooling Capacity/Power Consumption)</i> KW
FXAQ 20 AVM4	7,500	0.04	491.328	15.26	4.47
FXAQ 25 AVM4	9,600	0.04	491.328	19.53	5.72
FXFSQ 63 AVEK-L	24,200	0.061	749.2752	32.29	15.32
FXMQ 140 PAV-R	54,600	0.405	4,974.96	10.97	3.2

4. Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan terdiri dari dua kriteria, pertama yakni pencahayaan buatan, pencahayaan bangunan buatan. Pada gedung ini semua ruangan direncanakan memiliki daya maksimum dan tingkat pencahayaan sesuai dengan SNI 6197:2020, akan tetapi dari hasil simulasi menggunakan BIM edisi terbaru ternyata banyak ruangan yang tidak memenuhi kriteria tersebut, sehingga gedung ini tidak mendapatkan nilai. Setiap saklar hanya dipakai untuk melayani ruangan < 30 m² sehingga sudah memenuhi kriteria BGH, sehingga mendapatkan nilai 2 poin. Syarat lain dalam pencahayaan adalah tersedianya sensor penghuni/pengendali pencahayaan, namun pada gedung ini tidak memiliki sesor tersebut, sehingga hasil asesmen untuk kriteria ini mendapatkan nilai 0 poin.

Sistem pencahayaan kedua adalah pencahayaan alami. Gedung dikelompokkan menjadi ruangan yang tidak mendapatkan cahaya alami dan ruangan yang dibuat dengan pebcahaya buatan. Berdasarkan hasil asesmen dan simulasi untuk kedua kelompok ruangan tersebut tidak memenuhi kriteria BGH, sehingga kriteria ini tidak mendapatkan poin.

5. Sistem Transportasi dalam Gedung

Transportasi dalam gedung menggunakan *Bed Left* dengan kapasitas 1600 dan *Dumb Water* dengan kapasitas 200 kg. Berdasarkan asesmen sistem transportasi dalam gedung ini mendapatkan nilai 1 poin. Namun untuk sistem transportasi vertikal masih belum dilengkapi dengan fitur hemat energi sehingga asesmen untuk kriteria ini masih belum mendapatkan poin.

6. Perhitungan Efisiensi

Pada dokumen hasil perencanaan gedung ini tidak melampirkan analisa perhitungan efisiensi energi, sehingga maka tidak mendapatkan nilai.

7. Sistem Kelistrikan

Sistem kelistrikan terbagi menjadi tiga bagian penilaian, pertama bangunan gedung direncanakan memiliki pengelompokan beban listrik dan masing-masing memiliki kWh meter, tetapi tidak tersedia sub meter energi listrik untuk sumber daya utama lebih besar dari 100 kVa, maka mendapatkan nilai 1 poin. Kedua, Bangunan dengan sistem pengondisian udara terpusat (*centralized air conditioning system*) tidak menggunakan *Building Management System* (BMS), maka tidak mendapatkan nilai. Ketiga, tidak terdapat rencana pemanfaatan sumber energi listrik dari sumber energi terbarukan maka tidak mendapatkan nilai.

Efisiensi Penggunaan Air

Efisiensi penggunaan air terdiri dari 3 bagian yaitu sumber air, pemakaian air, dan penggunaan Peralatan Saniter Hemat Air.

1. Sumber Air

Sumber air minum menggunakan air PDAM dan sumur dalam dengan kapasitas 14 m³ maka mendapatkan nilai 1 poin, tidak terdapat pengolahan air permukaan maka tidak mendapatkan nilai, adanya pengelolaan air hujan maka mendapatkan nilai sebesar 2 poin, disamping itu juga terdapat pengolahan dari air daur ulang dari air bekas dan air kotor maka sehingga mendapatkan nilai 5 poin.

2. Pemakaian Air

Dalam perencanaan terdapat pemasangan meter air di setiap sistem keluaran air tanah maka mendapatkan nilai 2 poin, sedangkan untuk rencana penghematan konsumsi air dalam bentuk neraca tidak ada, sehingga tidak mendapatkan nilai.

3. Penggunaan Peralatan Saniter Hemat Air

Total dari pengadaan produk fixture hemat air lebih dari 75% maka mendapatkan nilai 5 poin.

Kualitas Udara dalam Ruang

1. Pelarangan Merokok

Tidak terdapat dokumen komitmen dari pengelola bangunan gedung bebas dari asap rokok sehingga tidak mendapatkan nilai, di samping itu juga tidak terdapat peringatan dan rambu larangan merokok di seluruh bagian gedung.

2. Pengendalian karbon dioksida (CO₂) dan karbon monoksida (CO)

Pada gedung ini tidak memiliki program pengendalian karbon dioksida dan karbon monoksida sehingga tidak mendapatkan poin atau nilai 0 poin.

3. Pengendalian Penggunaan Bahan Pembeku (*Refrigerant*)

Sebagian besar ruangan dalam gedung menggunakan alat pendingin udara maka tidak mendapatkan nilai, sedangkan untuk bangunan gedung yang direncanakan menggunakan alat pendingin refrigerant R410a dengan nilai ODP sama dengan 0 maka mendapatkan nilai 3 poin dan penggunaan refrigerant R410a dengan nilai GWP antara 750 sampai dengan 2500 menyebabkan penilaiannya 0 poin.

Penggunaan Material Ramah Lingkungan (Eco-Labeling)

1. Pengendalian Penggunaan Material Berbahaya

Penggunaan material cat pada gedung merupakan bahan yang cukup berbahaya namun pada gedung ini menggunakan cat exterior mowilex dan interior nippon paint yang sudah mendapatkan sertifikat *eco labelling* sehingga masih mendapatkan nilai 2 poin. Terkait penggunaan material terbarukan tidak dijelaskan dalam RKS bangunan sehingga belum mendapatkan poin. Sedangkan penggunaan material logam yang diberi pelapis cat tahan karat yang tidak mengandung B3 maka mendapatkan nilai 2 poin.

2. Penggunaan Material Bersertifikat Ramah Lingkungan (*Eco-Labeling*)

Pada kriteria ini terdapat 9 penilaian yaitu: (i) material beton menggunakan bahan baku lokal dengan jarak paling jauh 1000 km atau berasal dari sumber/pabrik terdekat maka mendapatkan nilai 1 poin; (ii) material beton menggunakan semen dari pabrik yang menerapkan sistem manajemen lingkungan ISO 14001 maka mendapatkan nilai 3 poin; (iii) material penutup dinding harus berasal dari sumber lokal dengan jarak paling jauh 1000 km atau berasal dari sumber/pabrik terdekat dari lokasi proyek yaitu menggunakan produk valentino maka mendapatkan nilai 1 poin; (iv) komponen material kayu menggunakan kayu yang memenuhi ketentuan legal sehingga memiliki poin 2; (v) daur ulang kayu/bambu/material tidak ada sehingga tidak mendapatkan poin; (vi) perencanaan menggunakan car mowilex atau menerapkan manajemen lingkungan ISO 14001 maka mendapatkan 3 poin; (vii) penutup atap direncanakan menggunakan bahan asphalt bitumen yang ramah lingkungan dan tidak mengandung bahan beracun dan berbahaya (B3) maka mendapatkan 1 poin; (viii) penggunaan material berbasis limbah/produk samping sebagai agregat, filler substitusi semen, dan bahan finishing tidak ada dalam perencanaan sehingga tidak mendapatkan poin; dan (ix) penggunaan material dengan tingkat komponen dalam negeri (TKDN) paling sedikit 40% tidak memenuhi maka tidak mendapatkan nilai.

Pengelolaan Sampah

1. Penerapan Prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*)

Tidak terdapat komitmen dan dokumen rencana pengelolaan sampah di gedung dengan prinsip 3R maka tidak mendapatkan poin.

2. Penerapan Sistem Penanganan Sampah

Terdapat tiga penilaian dalam penerapannya yakni: (i) penyediaan fasilitas tempat sampah berskala individual maupun komunal tidak ada maka tidak mendapatkan poin; (ii) Tempat Penampungan Sementara (TPS) tidak direncanakan sehingga tidak mendapatkan nilai; dan (iii) Fasilitas pengelolaan sampah organik dan anorganik secara mandiri atau dengan pihak ketiga tidak direncanakan sehingga tidak mendapatkan nilai.

3. Penerapan Sistem Pencatatan Timbulan Sampah

Dalam perencanaannya tidak terdapat pencatatan berat/volume timbulan sampah yang akan dikelola maka tidak mendapatkan nilai.

Pengelolaan Air Limbah

Dalam bagian ini terdapat dua bagian penilaian yaitu penyediaan fasilitas pengolahan air limbah sebelum dibuang ke saluran pembuangan kota dan daur ulang air yang berasal dari air limbah domestic.

1. Penyediaan Fasilitas Pengolahan Air Limbah Sebelum Dibuang ke Saluran Pembuangan Kota

Pada gedung ini tidak terdapat teknologi pemanfaatan sistem jaringan air limbah kota atau komunal pada bangunan gedung dan juga tidak terdapat fasilitas pengolahan air limbah pada bangunan gedung maka keduanya tidak mendapatkan nilai atau 0 poin.

2. Daur Ulang Air yang Berasal dari Air Limbah Domestik

Penggunaan air daur ulang dan peningkatan kualitas daur ulang tidak direncanakan sehingga tidak mendapatkan poin.

Berdasarkan hasil penilaian pada masing-masing kriteria yang sesuai dengan kinerja bangunan gedung hijau mulai dari awal pengelolaan tapak hingga pengelolaan air limbah dapat dirangkum dalam Tabel 6. Poin yang diperoleh dari komponen ini adalah 61 poin dari 165 poin.

$$\begin{aligned} \text{Persentase} &= (\text{poin didapat})/(\text{poin maksimal}) \times 100\% \\ &= 61/165 \times 100\% \\ &= 37\% \end{aligned}$$

Nilai ini menunjukkan bahwa parameter penilaian kinerja masih belum memenuhi kriteria penilaian BGH tingkat pratama sebesar 45-65%. Maka perlu dilakukan peningkatan kinerja

dengan melakukan redesain terhadap kondisi bangunan eksisting.

Tabel 6 Hasil Penilaian Kinerja Bangunan Gedung hijau

No	Parameter penilaian kinerja	Poin maks	Poin didapat
1.	Pengelolaan Tapak	38	5
2.	Efisiensi Penggunaan Energi	46	23
3.	Efisiensi Penggunaan Air	22	15
4.	Kualitas Udara Dalam Ruang	19	3
5.	Penggunaan Material Ramah Lingkungan	21	15
6.	Pengelolaan Sampah	7	0
7.	Pengelolaan Air Limbah	12	0
Total		165	61

3.3 Rekomendasi Peningkatan Kinerja

Setelah dilakukan penilaian, berikut ini rincian rekomendasi yang dapat dilakukan untuk Bangunan Gedung RSUD Ngudi Waluyo agar mendapatkan poin tambahan untuk mencapai BGH mulai dari pengelolaan tapak hingga pengelolaan air.

1. Pengelolaan Tapak

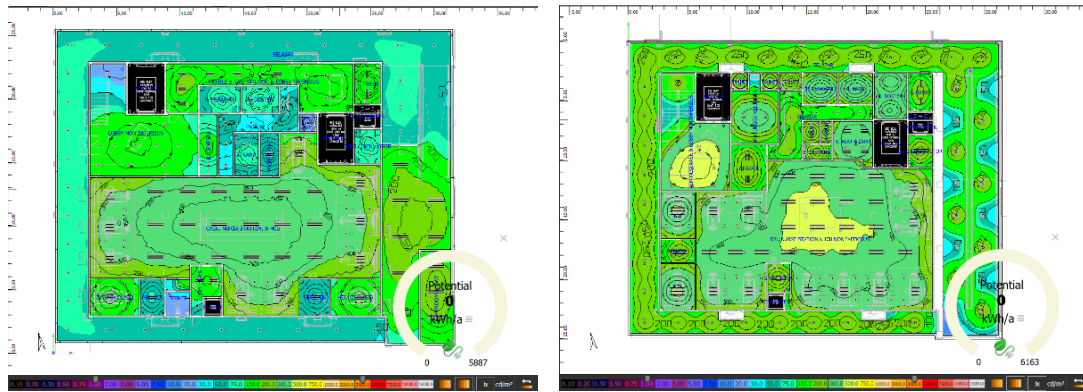
Upaya yang dapat dilakukan oleh pemilik proyek yakni dengan melakukan penambahan tajuk vegetasi sebanyak 38% dibanding area tapak (mendapatkan tambahan poin 3), membuat rencana ruang terbuka hijau dengan area hijau sebesar 38% (mendapatkan tambahan poin 1), direncanakan area hijau dapat diakses publik dengan tambahan fasilitas bangku (mendapatkan tambahan poin 1), dan melakukan penanaman vegetasi jenis tanjung sejumlah 8 dengan total luas tajuk 40 m² dan vegetasi jenis pucuk merah sebanyak 39 dengan total luas tajuk 11,7 m². Penanaman vegetasi tersebut berfungsi sebagai peneduh, peredam suara, penyaring bau, atau penyaring debu (mendapatkan tambahan poin 1).

2. Efisiensi Penggunaan Energi

Peningkatan kinerja untuk kriteria efisiensi penggunaan energi yakni dengan menambahkan sistem pencahayaan buatan ruangan direncanakan memiliki daya maksimum dan tingkat pencahayaan sesuai dengan SNI 6197:2020 atau edisi terbaru. Untuk mendapatkan hasil yang optimal maka pada penelitian ini menggunakan simulasi BIM sehingga mendapatkan tambahan poin 4. Adapun simulasi desain dapat dilihat pada Gambar 4 sampai dengan 6. Hasil simulasi pencahayaan menggunakan *Dialux Evo* diperoleh rekomendasi untuk mengganti spesifikasi lampu dalam rangka meningkatkan nilai lux pencahayaan ruangan agar sesuai dengan SNI.

Tabel 7 Nilai Hasil Simulasi Menggunakan Dialux

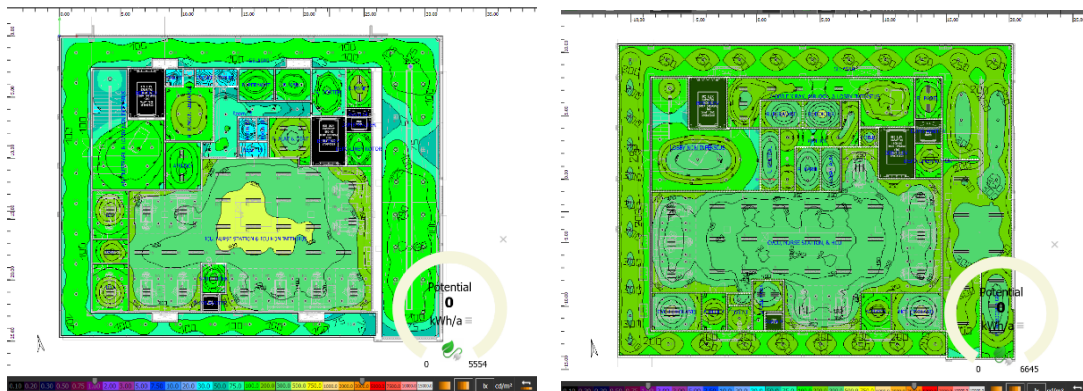
Ruangan	Minimal Lux Pada SNI	Sebelum Ditingkatkan	Setelah Ditingkatkan
Selasar	150	122	237
Toilet	200	60,3	260
Ruang Perawat	350	123	375
Ruang Dokter	350	129	401
Ruang Obat & Alat	350	108	394
Ruang Central	350	152	378
Hcu	350	193	385
Cvcu	350	193	384
Linen Kotor	200	133	211
Nurse Station	350	384	385
Ruang Tunggu	200	191	279
Airlock	150	110	209
Pantry	200	77,8	223
Lobby	200	157	216



(i) Setelah Peningkatan

(ii) Sebelum Peningkatan

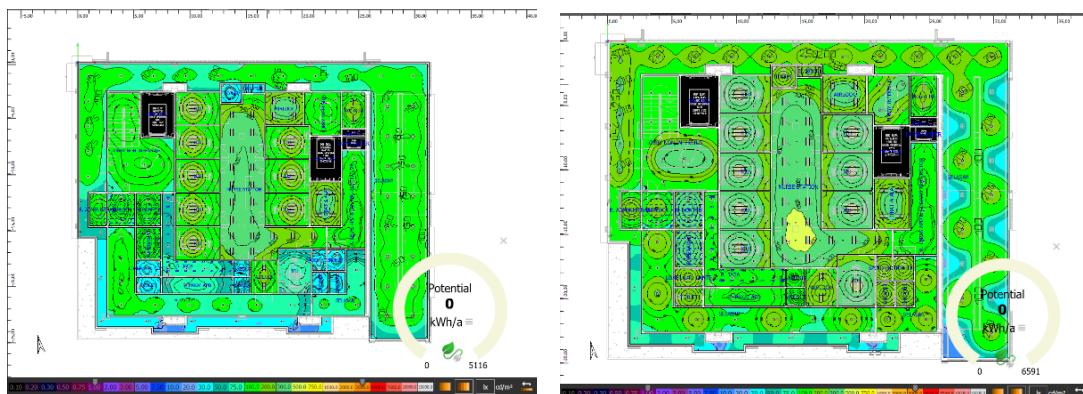
Gambar 4. Simulasi pencahayaan menggunakan dialux lantai 1



(i) Setelah Peningkatan

(ii) Sebelum Peningkatan

Gambar 5. Simulasi pencahayaan menggunakan dialux lantai 2



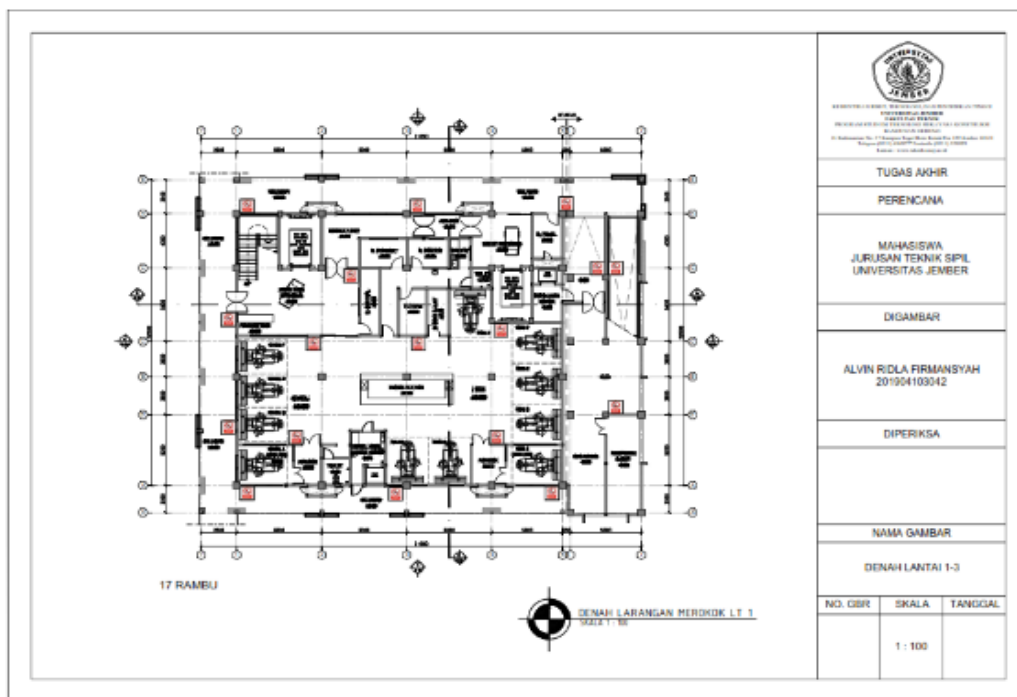
(i) Setelah Peningkatan

(ii) Sebelum Peningkatan

Gambar 6. Simulasi pencahayaan menggunakan dialux lantai 3

3. Kualitas Udara dalam Ruang

Dalam peningkatan kualitas udara dalam ruang ditambahkan pelarangan merokok dengan komitmen bebas dari asap rokok dari pengelola gedung (mendapatkan tambahan poin 2) dan menambahkan peringatan dan rambu larangan merokok di seluruh bagian bangunan gedung (mendapatkan tambahan poin 3). Adapun usulan penambahan rambu larangan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Persebaran Rambu-Rambu Larangan Merokok Dan Bebas Asap

4. Pengelolaan Sampah

Hal yang perlu dilakukan yaitu dengan melakukan pengelolaan sampah di gedung berkomitmen untuk pengelolaan sampah dengan prinsip 3R (mendapatkan tambahan poin 1), menambahkan penyediaan fasilitas tempat/wadah sampah sesuai dengan pengelompokan dan pemisahan sampah terhadap jenis sampah (mendapatkan tambahan poin 1), dan menambahkan rencana fasilitas pengolahan sampah organik dan/atau anorganik (mendapatkan tambahan poin 2).

Volume timbulan sampah = Timbulan per bed x Jumlah bed
 = 7,86 L/H x 32
 = 251,52 L/H = 0,25152 m3/h

Berat timbulan sampah = Berat timbulan per bed x Jumlah bed
 = 1,16 kg x 32
 = 37,12 kg

Jumlah kebutuhan perawat Berdasarkan persatuan perawat nasional Indonesia dalam (Qomah isti et al., 2022) dirumuskan sebagai berikut:

$$Tenaga\ perawat = \frac{(A \times 52mg) \times 7hr \times (TT \times BOR)}{41mg \times 40jam} \times 125\%$$

$$Tenaga\ perawat = \frac{(6 \times 52mg) \times 7hr \times (32 \times 1)}{41mg \times 40jam} \times 125\%$$

Tenaga perawat = 53,26 = 53 perawat

Keterangan : A: Jumlah perawatan/24 jam; TT: Tempat tidur; BOR: Bed Occupancy Rate

Jumlah dokter diasumsikan 16

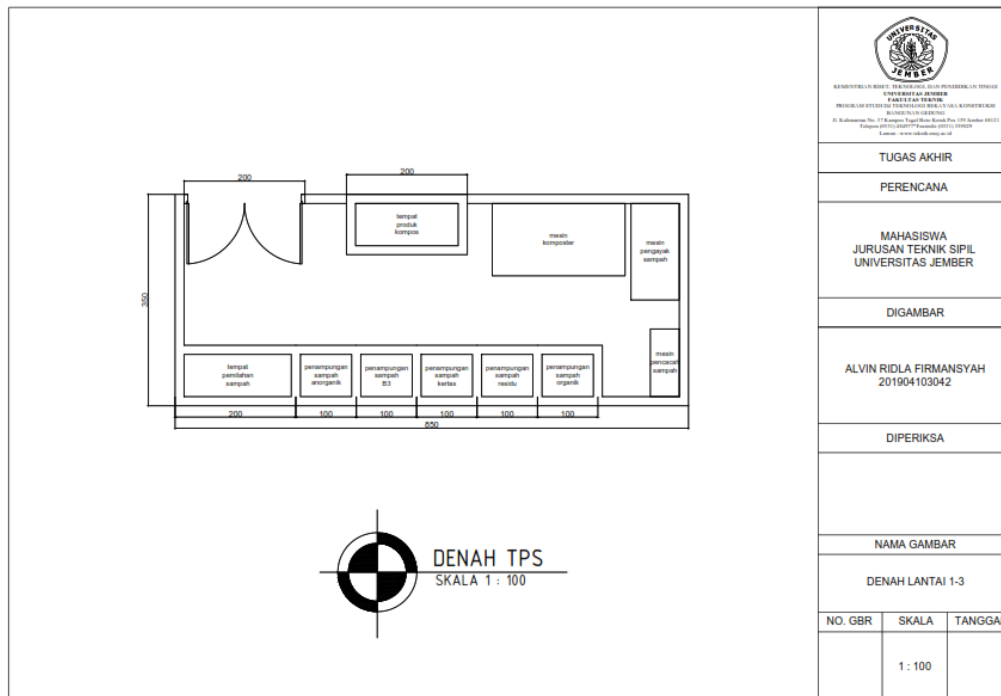
Jumlah admin 6 orang

Maka total pegawai adalah 75

Volume timbulan sampah = Timbulan per pegawai x Jumlah pegawai
 = 1,47 L/hari x 75
 = 110,25 L = 0,11025 m3/h

Berat timbulan sampah = Berat timbulan per pegawai x Jumlah pegawai
 = 0,20 kg x 75
 = 15 kg

Direncanakan penyimpanan selama 3 hari, maka total volume dan berat timbunan sampah adalah 1,08531 m³ dan 156,36 kg. Berdasarkan perencanaan timbunan sampah maka direncanakan denah seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Denah Tempat Pembuangan Sampah

Berdasarkan hasil rekomendasi peningkatan kinerja diperoleh penambahan poin sebesar 20 poin. Hasil penilaian setiap komponen gedung dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Poin Hasil Rekomendasi Peningkatan

No	Rekomendasi Peningkatan	Poin Didapat
1	Pengelolaan tapak	8
2	Efisiensi penggunaan energi	4
3	Kualitas udara dalam ruang	5
4	Pengelolaan sampah	3
Total		20

Maka akumulasi total poin yang didapat sebelum dan sesudah dilakukan peningkatan kinerja adalah 81 poin, sedangkan untuk persentasenya menapai 49%

3.4 Rencana Anggaran Biaya

Selanjutnya, hasil redesain dilakukan analisis kebutuhan biaya sesuai hasil rekomendasi yang diusulkan untuk peningkatan rating nilai BGH di atas. Adapun biaya tambahan yang harus dikeluarkan oleh pemilik proyek sesuai redesain tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Analisa Perhitungan Kebutuhan Biaya Redesain Peningkatan Nilai BGH

No	Rekomendasi Peningkatan	Sub pekerjaan	Jumah Harga (Rp)
1	Pengelolaan tapak	Pekerjaan Persiapan, bangku taman, penambahan vegetasi	40.997.075,17
2	Efisiensi penggunaan energi	Penambahan pencahayaan	20.784.500,00
3	Kualitas udara dalam ruang	Penambahan rambu larangan merokok	3.600.000,00
4	Pengelolaan sampah	Pembangunan TPS 3R	175.303.086,07

3.5 Kebaruan Penelitian

Pada penelitian ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan penelitian terdahulu yaitu: (i) redesain menggunakan BIM sehingga dapat dilakukan perancangan yang terintegrasi (desain 3D, penarikan volume dapat dilakukan secara otomatis, desain gedung dapat dilakukan secara bersama-sama dengan tim perencan yang lain, dan lain-lain); (ii) analisa penilaian rating BGH dilakukan secara manual dengan analisa yang panjang dan kurang teliti, sedangkan pada penelitian ini mengimplementasikan BIM untuk melakukan simulasi penilaian ratiing BGH yang lebih teliti dan akurat serta menghasilkan desain yang optimal; (iii) analisa perhitungan kebutuhan biaya dapat segera dilakukan seiring dengan perancangan yang dilakukan bahkan ketika dilakukan redesain.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penilaian kinerja Bangunan Gedung Hijau di setiap parameter yang mengacu pada Peraturan Menteri No 21 Tahun 2021 tentang Petunjuk Teknis Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau mendapat persentase 37% Angka tersebut masih belum memenuhi kriteria Bangunan Gedung Hijau tingkat pratama dengan nilai 45%-65%. Oleh karena itu perlu dilakukan redesain hasil perancangan bangunan tersebut pada komponen bangunan yang masih memungkinkan untuk dirubah, sedangkan komponen yang sudah tidak bisa ditingkatkan akan dicatat sebagai informasi tambahan pada perancangan bangunan berikutnya. Hasil redesain perancangan gedung tersebut menghasilkan rekomendasi pada 4 komponen bangunan gedung yaitu: (i) pengelolaan tapak; (ii) efisiensi penggunaan energi; (iii) kualitas udara dalam ruang; dan (iv) pengelolaan sampah. Setelah dilakukannya upaya peningkatan kinerja Bangunan Gedung Hijau didapatkan tambahan persentase sebesar 12% Sehingga total akhir persentase bangunan Gedung hijau pada RSUD Ngudi Waluyo sebesar 49%. Persentase ini termasuk dalam kategori bangunan gedung hijau tingkat pratama. Berdasarkan hasil perhitungan dalam setiap kategori kriteria rekomendasai peningkatan kinerja dengan kebutuhan anggaran biaya sebesar Rp. 271,330,820.58. Penilaian rating BGH dapat mengimplementasikan Bim yang terbukti dapat dilakukan dengan akurat, efisien dan terintegrasi. Dari penelitian ini diharapkan perencanaan peningkatan kinerja bangunan gedung hijau pada gedung ICU RSUD Ngudi Waluyo dapat menjadi referensi penelitian pada bangunan gedung lainnya, dan dapat dilakukan penilaian kinerja pada tahap pemanfaatan jika gedung telah selesai masa konstruksinya.

Acknowledgment

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan jurnal ini khususnya keluarga, dosen pembimbing skripsi, serta teman-teman.

Daftar Pustaka

- [1] Anggraeni, M. E. (2020). Redesain Perencanaan Gedung Integrated Laboratory For Engineering Biotechnology Dengan Konsep Green Building Dalam Peningkatan Rating Dari Bronze Menuju Gold Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
- [2] Akbar, M. R. Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau pada Gedung Integrated Laboratory for Science Policy and Public Communication Universitas Jember
- [3] Arthasari, A. H. (2020). Peningkatan Kinerja Hijau Melalui Retrofitting Studi Kasus : Pekerjaan Pengubahsuaian Bangunan Pip2b Diy. <https://doi.org/10.14710/mdl.20.1.2020.57-65>.
- [4] Bayu Widiarsa, K., Kumara, I., Sari Hartati, R., & Teknik Elektro, J. (2021). Studi Literatur Perkembangan Green Building Di Indonesia. *Jurnal Spektrum* (Vol. 8, Issue 2).
- [5] Peraturan Menteri negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2010 Tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan..
- [6] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021 Tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau.
- [7] Putri, A. E. (2019). Evaluasi Program Bimbingan Dan Konseling: Sebuah Studi Pustaka. In *Jurnal Bimbingan Konseling Indonesia* 4(2), 39-42.

- [8] Qomah isti, Amarta Moh, & Kholili Ulil. (2022). Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja Rekam Medis Berdasarkan Beban Kerja Dengan Metode PPNI Di Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center (PMC) Tahun 2020. *Jurnal Rekam Medis (Medical Record Journal)*, Volume 01, 1–15
- [9] Raharjo WP, Soetjipto JW, Arifin S. (2022) Analisis Penerapan Greenship Neighborhood Version 1.0 pada Kawasan Perumahan Graha Riski Harmoni di Kabupaten Banyuwangi, *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*.
- [10] amara, J. V. (2017). Rumah Sakit Kanker di Sleman Penekanan Pengolahan Tata Lansekap Dengan Prinsip Healing Garden. (Doctoral Dissertation, UAJY).
- [11] Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung.
- [12] Phaobunjong, K., & Nuntapong. (2002). *Estimating Building Cost*. Marcel Dekker.

[This page is intentionally left blank]