

VENTILASI ALAMI SEBAGAI STRATEGI ARSITEKTUR HIJAU PADA BANGUNAN TINGGI

Studi Kasus pada Desain Apartemen Umum di Kota Madiun

**Anisa Heryuntia, Benedicta Brigitta, Fakhruddin Faiz, Geri Amora Putra,
Tri Yuni Iswati, Wiwik Setyaningsih.**

Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
Email: anisaheryuntia@gmail.com

Abstrak

Pembangunan yang semakin pesat harus diikuti dengan kesadaran akan dampak pada lingkungan. Pembangunan berkontribusi dalam peningkatan suhu global. Untuk mengurangi efek dari global warming, perencanaan bangunan harus menerapkan konsep yang sesuai dengan iklim dan lingkungan alam sekitar. Konsep bangunan hijau merupakan wujud kepedulian terhadap kelestarian lingkungan di bidang konstruksi dalam menyikapi pemanasan global yang mempertimbangkan kenyamanan penggunanya. Perencanaan dengan konsep Green Building diatur dalam sertifikasi bangunan oleh Green Building Council Indonesia (GBCI) dengan aspek kualitas udara dan kenyamanan dalam ruang (IHC) sebagai faktor kenyamanan bagi penggunanya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui strategi bangunan hijau yang ideal untuk diaplikasikan pada kasus bangunan tinggi. Metode penelitian dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif dengan melakukan penilaian pada tahap Design Recognition (DR) berdasarkan kriteria GREENSHIP dari GBCI dengan hasil penilaian berupa skala indeks. Hasil data kuantitatif kemudian dikomparasikan secara kualitatif pada data hasil observasi dan wawancara serta data sekunder dari pihak perencana meliputi gambar rencana, BoQ (Bill of Quantity) dan RKS (Rencana Kerja Syarat-syarat). Pada hasil penelitian ditemukan bahwa pada kriteria IHC merupakan hal yang krusial sehingga perlu perhatian dari perencana bangunan untuk menghasilkan bangunan hijau. Optimalisasi desain ventilasi alami merupakan strategi ideal untuk menciptakan bangunan hijau pada kasus Apartemen di kota Madiun.

Kata kunci: ventilasi alami, bangunan hijau, bangunan tinggi, apartemen hijau

1. PENDAHULUAN

Pembangunan adalah salah satu hal yang grafiknya selalu meningkat, selalu bertambah, dan jumlah produk tidak pernah menurun. Pembangunan yang pesat berdampak langsung pada perubahan suhu global. Perubahan suhu global mengakibatkan perubahan unsur iklim terutama kenaikan suhu udara (Mas'at, 2009). Seiring dengan pembangunan, kesadaran akan dampak pembangunan perlu dimiliki oleh pihak pembangun, termasuk di dalamnya arsitek pada desain dan konsep bangunan. Diperlukan konsep pembangunan dengan sistem berkelanjutan (PT Bika Solusi Perdana, 2019). Pembangunan berkelanjutan dapat menguntungkan pihak pembangun maupun pihak pengguna.

Bangunan berkelanjutan memiliki unsur-unsur yang selaras dengan bangunan hijau. Manfaat bangunan hijau sendiri adalah penghematan, peningkatan produktivitas dan kualitas hidup, dan material yang mendukung kesehatan. Penghematan terjadi karena biaya perawatan bangunan hijau per bulannya akan lebih terjangkau karena berbasis lingkungan. Peningkatan produktivitas dan kualitas hidup karena bangunan hijau dapat meminimalisir stress dari penggunaan material dan

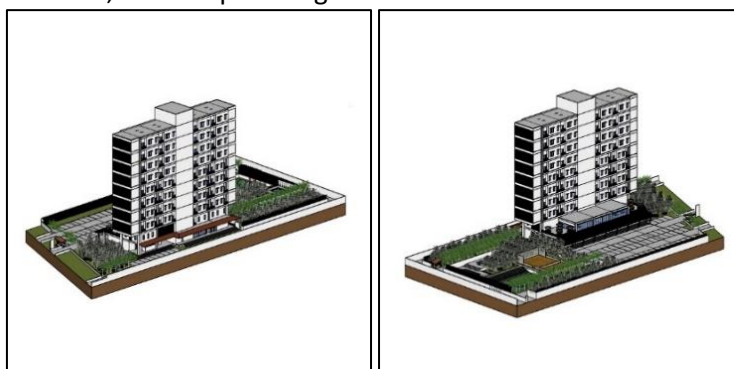
konsep bangunan yang digunakan. Sehingga bangunan hijau menjadikan bangunan sehat (Jakarta Green Building, 2018).

Kriteria bangunan hijau di Indonesia diatur oleh *Green Building Council Indonesia* (GBCI) dalam sistem *rating* (perangkat tolok ukur) yang dinamakan *GreenShip*. *Green Building Council Indonesia* adalah lembaga non pemerintah dan nirlaba yang berkomitmen terhadap pendidikan masyarakat dalam aplikasi bangunan berbasis lingkungan dan berkelanjutan. Kriteria bangunan hijau berdasarkan sistem *greenShip* adalah: tepat guna lahan, efisiensi dan konservasi energi, konservasi air, sumber dan siklus material, kualitas udara dan kenyamanan udara dalam ruang, dan manajemen lingkungan bangunan (Green Building Council Indonesia, 2013).

Salah satu aspek yang menunjang kenyamanan pengguna adalah kualitas udara dan kenyamanan udara dalam ruang. Dalam kriteria *greenShip* sendiri, introduksi udara luar adalah poin prasyarat untuk lolos dalam penilaian aspek kualitas udara dan kenyamanan dalam ruang. Desain ruang membutuhkan potensi introduksi udara luar untuk meningkatkan kualitas udara dalam ruang sesuai kebutuhan ventilasi untuk kesehatan pengguna gedung (Green Building Council Indonesia, 2013). Ventilasi dibutuhkan pada bangunan supaya udara dapat bergerak dan menghasilkan penyegaran dalam ruang. Ventilasi merupakan jalan bagi aliran udara apabila terdapat perbedaan suhu dalam ruang dan luar ruangan (Sakti, 2019). Orientasi bangunan yang didesain menurut arah angin dapat mengoptimalkan penghawaan secara alami sehingga meningkatkan kualitas udara dalam ruang (Prasetyo, 2019). Oleh karena itu, penggunaan ventilasi dan arah hadap bangunan menjadi solusi pemenuhan aspek kualitas udara dan kenyamanan udara dalam ruang pada Apartemen Umum di Kota Madiun.

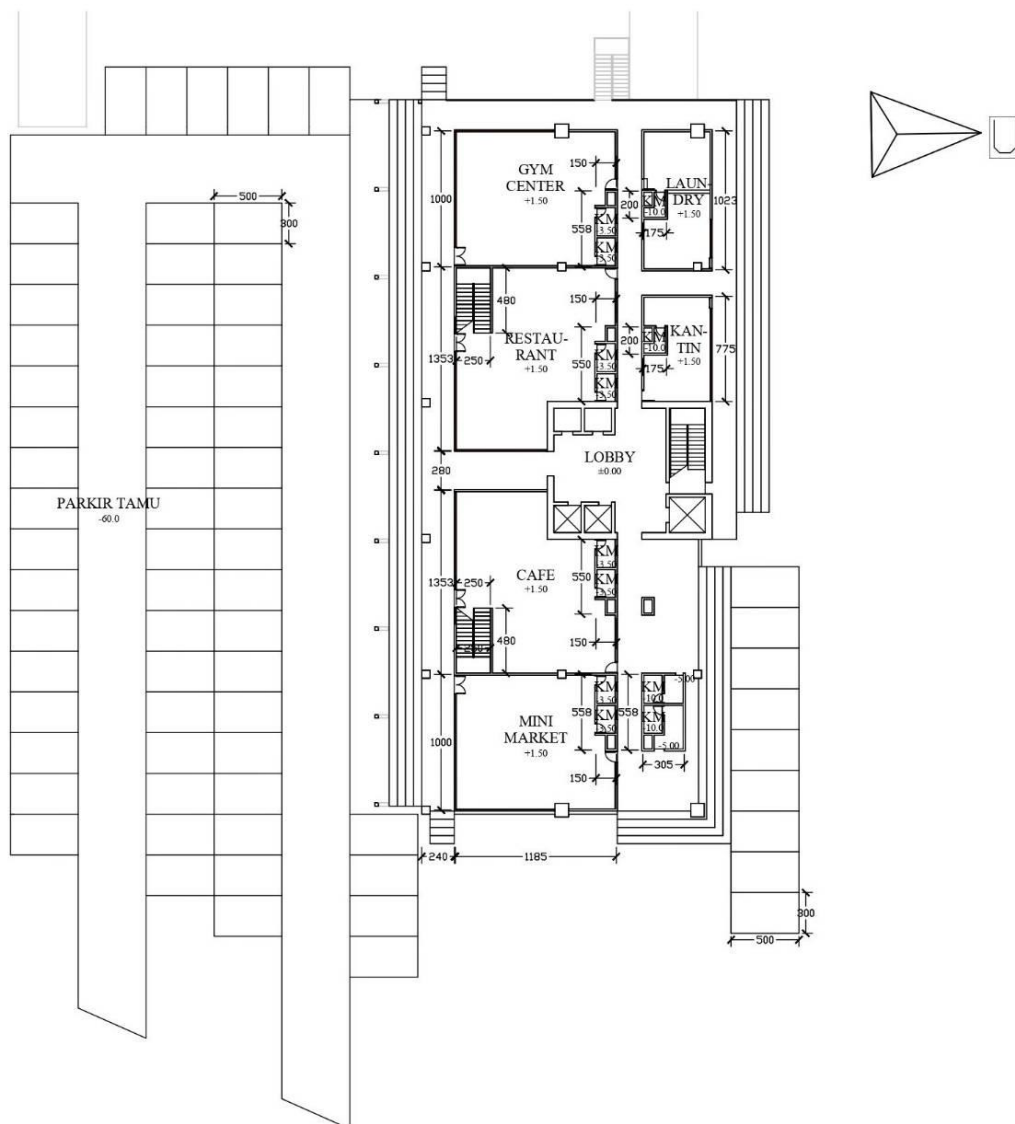
Ventilasi dibutuhkan agar udara di dalam ruangan tetap sehat dan nyaman. Aktivitas manusia maupun benda-benda di dalam ruang dapat menghasilkan gas-gas yang berbahaya bagi kesehatan apabila tetap terkonsentrasi di ruangan dalam jumlah yang melebihi batas toleransi manusia, hingga udara kotor harus diganti dengan udara yang lebih bersih. Sistem ventilasi alami dengan proses *cross ventilation* mengandalkan kekuatan pendorong alami, seperti perbedaan suhu/tekanan udara dalam bangunan dengan lingkungannya, untuk mendorong terjadinya pergerakan udara segar pada sebuah bangunan karena angin bergerak dari tekanan udara tinggi ke rendah. Pergerakan udara merupakan tindakan pengondisian lingkungan yang sangat berdampak pada kenyamanan termal yang bermanfaat untuk mengganti udara kotor dengan udara bersih (Razak, 2015).

Apartemen umum di Kota Madiun merupakan bangunan baru yang didesain menggunakan kriteria *greenShip* untuk mewujudkan konsep bangunan hijau yang berkualitas, berbasis lingkungan, dan berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kriteria *greenShip* yang dapat diterapkan pada bangunan baru Apartemen Umum di Kota Madiun sehingga sesuai dengan konsep bangunan hijau yang berkelanjutan. Hasil kajian ini diharapkan dapat sebagai pedoman bagi apartemen serupa yang menggunakan kriteria *greenShip* sebagai bangunan hijau berkelanjutan. Berikut adalah gambar desain Apartemen umum di Kota Madiun sebagai objek penelitian, termasuk isometri, denah lantai dasar, dan tampak bangunan.

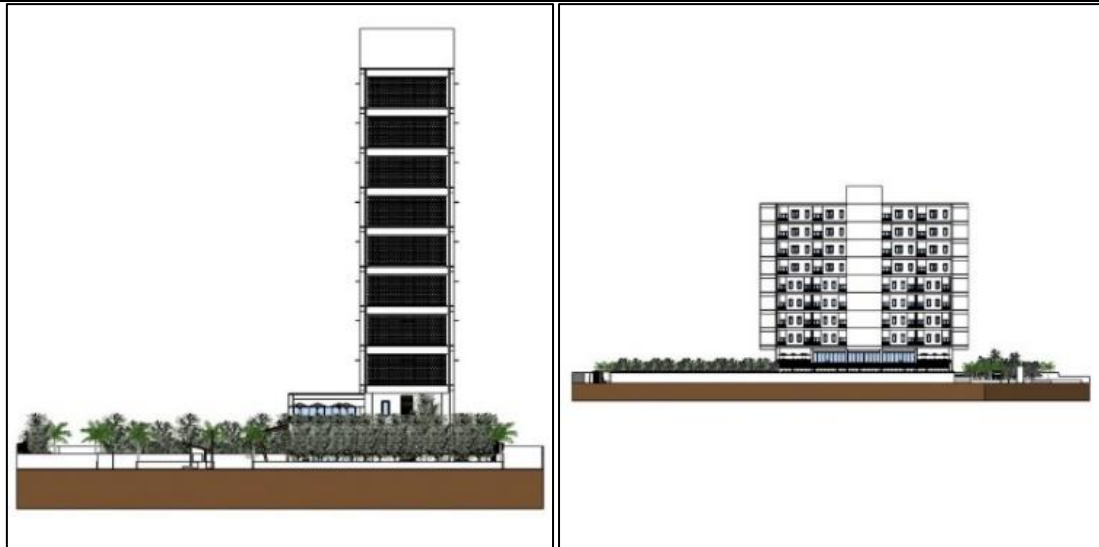


Gambar 1
Isometri Apartemen Umum di Kota Madiun

Sumber: Faiz, 2019



Gambar 2
Denah Lantai Dasar Apartemen Umum di Kota Madiun
Sumber: Faiz, 2019



Gambar 2
Tampak Apartemen Umum di Kota Madiun
Sumber: Faiz, 2019

2. METODE PENELITIAN

Metode perancangan yang dipakai untuk memperoleh informasi dan data-data yang relevan, lengkap, dan jelas yang meliputi studi literatur, pengumpulan data dan analisis data. Pada Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan data-data dari literatur yang berkaitan dengan perancangan. Studi literatur diperoleh dari materi pelajaran mata kuliah arsitektur hijau, buku, internet, *E-book*, jurnal, serta bacaan populer lainnya dengan kasus dan permasalahan yang saling berhubungan. Selanjutnya, pengumpulan data dengan data yang dihasilkan berasal dari data tugas mata kuliah STUPA 4 (Faiz, 2019) dengan objek perancangan bangunan apartemen umum Kota Madiun yang berada di Kota Madiun, Jawa Timur, serta data preseden. Analisis data metode penelitian pada artikel ini menggunakan skala indeks perangkat penilaian *GreenShip* Untuk Bangunan Baru versi 1.2 tahun 2014. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dan kuantitatif. Metode kuantitatif dengan melakukan penilaian pada tahap *Design Recognition (DR)* berdasarkan kriteria *greenship* dari GBCI dengan hasil penilaian berupa skala indeks. Hasil data kuantitatif kemudian dikomparasikan secara kualitatif pada data hasil observasi dan wawancara serta data sekunder dari pihak perencana meliputi gambar rencana, BoQ (Bill of Quantity) dan RKS (Rencana Kerja Syarat-syarat). Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data perencanaan gedung dari pihak perencana bangunan, data perangkat penilaian *greenship* dari GBC Indonesia, dan data dari penelitian langsung yang didapat peneliti melalui survei, wawancara, dan pengukuran. Data sekunder adalah data yang dikumpulkan oleh pihak lain dan telah didokumentasikan sehingga dapat digunakan oleh pihak lain (peneliti) meliputi gambar rencana, BoQ (*Bill of Quantity*) dan RKS (Rencana Kerja Syarat-Syarat). Tahap *Design Recognition (DR)* merupakan tahap penilaian yang dilakukan saat proyek dalam finalisasi desain dan perencanaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bangunan hijau adalah bangunan yang sejak dimulai dalam tahap perencanaan, pembangunan, pengoperasian hingga dalam operasional pemeliharaannya memperhatikan aspek-aspek dalam melindungi, menghemat, mengurangi penggunaan sumber daya alam, menjaga mutu dari kualitas udara di dalam ruangan, dan memperhatikan kesehatan penghuninya yang semua berpegang pada kaidah bersinambungan.

Bangunan dikatakan sudah menerapkan konsep bangunan hijau jika berhasil melalui proses evaluasi penilaian yang disebut Sistem *rating*. Sistem *rating* adalah suatu alat yang berisi butir-butir dari aspek yang dinilai dan setiap butir *rating* mempunyai nilai. Sistem *rating* disusun oleh *Green Building Council* yang ada di negara-negara tertentu yang sudah mengikuti gerakan bangunan hijau.

GreenShip adalah sebuah perangkat penilaian yang disusun oleh *Green Building Council Indonesia (GBCI)* untuk menentukan apakah suatu bangunan bisa dinyatakan layak bersertifikat bangunan hijau atau belum. Butir-butir penilaian dalam *rating* yang menjadi kategori penilaian *green building* meliputi 6 butir yaitu: Kesesuaian tata guna lahan (*Appropriate Site Development/ASD*), Efisiensi dan Konservasi energi (*Energy Efficiency & Conservation/EEC*), Konservasi Air (*Water Conservation/WAC*), Sumber dan Siklus Material (*Material Resource and Cycle/MRC*), Kualitas Udara dan Kenyamanan Ruang (*Indoor Health and Comfort/IHC*), Manajemen Lingkungan Bangunan (*Building and Environment Management/BEM*).

Hasil dan pembahasan pada poin ini mencakup hasil analisis Uji Kelayakan Bangunan (*Eligibility*), kriteria prasyarat, kriteria kredit dan kriteria bonus menggunakan metode indeks. Uji Kelayakan Bangunan (*Eligibility*) terdapat 6 (enam) kriteria telah memenuhi standar uji kelayakan, sedangkan 1 (satu) kriteria belum memenuhi (Tabel 1).

TABEL 1
Kelayakan Bangunan (*Eligibility*)

No	Kriteria	Kelayakan	
		Ya	Tidak
1.	Minimum luas gedung dalam 2500 m ²	√	
2.	Ketersediaan data gedung untuk diakses GBC Indonesia terkait sertifikasi	√	
3.	Fungsi gedung sesuai dengan peruntukan lahan RT/RW setempat	√	
4.	Kepemilikan AMDAL dan UKL/UPL	-	
5.	Kesesuaian gedung dengan standar keselamatan kebakaran	√	
6.	Kesesuaian gedung terhadap standar keselamatan ketahanan gempa	√	
7.	Kesesuaian gedung terhadap standar aksesibilitas difabel	√	

Pada penilaian Tepat Guna Lahan (ASD) dibagi menjadi beberapa poin, yaitu pertama ASD P-Area Dasar Hijau. Area hijau pada bangunan baru seluas 40% dari total lahan dengan pertimbangan jenis tanaman oleh Peraturan Menteri PU No. 5/PRT/M/2008 Mengenai Ruang Terbuka Hijau (RTH) Pasal 2.3.1 tentang Kriteria Vegetasi untuk Pekarangan. Kedua ASD 1-Pemilihan Tapak. Daerah pembangunan menggunakan lahan dengan ketentuan KLB > 3 dan menggunakan lahan bekas pembangunan sehingga tidak terjadi salah fungsi lahan. Ketiga ASD 2-Aksesibilitas Komunitas. Pada bangunan menyediakan fasilitas/akses jaringan konektivitas yang aman, nyaman dan bebas dan meningkatkan penggunaan gedung untuk mempermudah dalam menjalankan kegiatan sehari-hari dan menghindari kendaraan. Keempat ASD 3-Transportasi Umum. Menyediakan fasilitas halte kurang lebih 5 meter dan jembatan layang kurang lebih 10 meter dari bangunan. Kelima ASD 4-Fasilitas Pengguna Sepeda. Ada jalur sepeda yang memadai bagi penggunaan sepeda sehingga mengurangi jumlah pengguna kendaraan bermotor. Keenam ASD 5-Lansekap Pada Lahan. Lahan hijau pada bangunan seluas 40% dari lahan keseluruhan. Terakhir ASD 6-Iklim Mikro Bangunan menggunakan material-material yang menghindari efek *heat island*. Perolehan indeks hasil analisis setiap kriteria dalam kategori Tepat Guna Lahan (ASD) dapat dilihat dari tabel 2.

TABEL 2
Ringkasan Perolehan Poin Kategori Tepat Guna Lahan (ASD)

Kategori dan Kriteria		Nilai Kriteria Tolak Ukur	Nilai Kriteria
ASD P	Area Dasar Hijau (<i>Basic Green Area</i>)	P	P
ASD 1	Pemilihan Tapak (<i>Site Selection</i>)	2	2
ASD 2	Aksesibilitas Komunitas (<i>Community Accessibility</i>)	2	1,5

ASD 3	Transportasi Umum (<i>Public Transportation</i>)	2	1,5
ASD 4	Fasilitas Pengguna Sepeda (<i>Bicycle Facility</i>)	2	1
ASD 5	Lansekap Pada Lahan (<i>Site Landscaping</i>)		2
ASD 6	Iklim Mikro (<i>Micro Climate</i>)	3	1
ASD 7	Manajemen Air Limpasan Hujan (<i>Stormwater Management</i>)	3	0
Total Nilai Kategori		9	
$\frac{\sum \text{Indeks total}}{\sum \text{Indeks maksimum (101)}} \times 100\%$		8,91%	

Menjelaskan kategori Tepat Guna Lahan (ASD) pada kriteria prasyarat telah memenuhi area dasar hijau, sedangkan pada kriteria kredit mendapatkan perolehan nilai indeks 9 (sembilan). Kategori tepat guna lahan merupakan usaha perencanaan pembangunan yang memperhatikan sarana dan prasarana dalam bentuk efisiensi energi dan biaya.

Pada penilaian Efisiensi dan Konservasi Energi (EEC) dibagi menjadi enam, yaitu pertama EEC P1-Pemasangan Sub-Meter. Digunakan untuk memantau penggunaan energi sehingga dapat menjadi dasar penerapan manajemen energi lebih baik. Dengan memasang kWh meter untuk mengukur konsumsi listrik. Kedua EEC P2-Perhitungan OTTV. Perhitungan OTTV berdasarkan SNI 03-63892011 atau SNI edisi terbaru tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung. Ketiga EEC 1- Langkah Penghematan Energi. Langkah penghematan energi dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu menghitung nilai OTTV yang sesuai standar, menggunakan lampu dengan daya pencahayaan lebih hemat sebesar 15%, zonasi pencahayaan menggunakan sensor gerak, penempatan tombol lampu dengan jarak jangkauan pada saat buka pintu, menggunakan fitur hemat energi. Keempat EEC 2-Pencahayaan Alami dengan penggunaan jendela yang cukup dan ukuran yang pas dapat memudahkan cahaya masuk ke dalam bangunan secara maksimal. Kelima EEC 3-Ventilasi dengan pengadaan ventilasi alami untuk ruang wc, tangga, koridor dan lobi lift. Keenam EEC 4-Pengaruh Perubahan Iklim yaitu mengatur pola energi yang berlebihan yang akan berpengaruh terhadap perubahan iklim. Perolehan indeks hasil analisis setiap kriteria dalam kategori Efisiensi dan Konservasi Energi (EEC) dapat dilihat dari tabel 3.

Pada kategori Efisiensi dan Konservasi Energi (EEC) pada kriteria prasyarat sudah memenuhi, sedangkan pada kriteria kredit mendapatkan perolehan nilai indeks 16 (enam belas). Penilaian kategori efisiensi dan konservasi energi merupakan konsep sosialisasi yang dapat mendukung prosedur penghematan listrik. Pada penilaian Konservasi Air (WAC) dibagi menjadi beberapa poin, yang pertama adalah WAC P1-Meteran Air. Pemasangan alat meteran air ditempatkan di lokasi-lokasi tertentu pada sistem distribusi air. Hal ini dilakukan untuk memantau penggunaan volume air, memonitor keluaran sistem daur ulang dan mengukur tambahan keluaran air bersih. Kedua WAC P2-Perhitungan Penggunaan Air. Perhitungan menggunakan *worksheet* perhitungan air dari GBC Indonesia.

TABEL 3
Ringkasan Perolehan Poin Kategori Efisiensi dan Konservasi Energi (EEC)

Kategori dan Kriteria		Nilai Kriteria Tolak Ukur	Nilai Kriteria
EEC P1	Pemasangan Sub-Meter (<i>Electrical Sub Metering</i>)	P	P
EEC P2	Perhitungan OTTV (<i>OTTV Calculation</i>)	P	P
EEC 1	Langkah Penghematan Energi (<i>Energy Efficiency Measures</i>)	20	10
EEC 2	Pencahayaan Alami (<i>Natural Lighting</i>)	4	4
EEC 3	Ventilasi (<i>Ventilation</i>)	1	1
EEC 4	Pengaruh Perubahan Iklim (<i>Climate Change Impact</i>)	1	1
EEC 5	Energi Terbarukan Dalam Tapak (<i>On Site Renewable Energy (Bonus)</i>)	5	0

Total Nilai Kategori	16
$\frac{\sum \text{Indeks total}}{\sum \text{Indeks maksimum (101)}} \times 100\%$	15,8%

Ketiga WAC 1-Pengurangan Penggunaan Air. Pengurangan penggunaan air bertujuan meningkatkan penghematan penggunaan air bersih yang akan mengurangi beban konsumsi air bersih dan mengurangi keluaran air bersih. Sehingga dari waktu ke waktu pengguna bangunan akan lebih menghargai air. Keempat WAC 2-Fitur Air. Penggunaan fitur air untuk mendorong upaya penghematan air. Dengan memasang fitur air yang sejumlah minimal 25% pengadaan produk fitur air. Fitur air seperti wc flush valve, keran wastafel, keran tembok dan shower. Kelima WAC 3-Daur Ulang Air. Penggunaan seluruh air bekas pakai (grey water) yang telah di daur ulang untuk kebutuhan sistem flushing atau cooling tower. Terakhir WAC 4-Sumber Air Alternatif. Menggunakan sumber air alternatif yang diproses sehingga menghasilkan air bersih untuk mengurangi kebutuhan air dari sumber utama. Menjadi salah satu dari tiga alternatif sebagai berikut: air kondensasi AC, air bekas wudhu, atau air hujan. Atau bisa menggunakan teknologi yang memanfaatkan air laut atau air danau atau air sungai untuk keperluan air bersih sebagai sanitasi, irigasi dan kebutuhan lainnya. Perolehan indeks hasil analisis setiap kriteria dalam kategori Konservasi Air (WAC) dapat dilihat dari tabel 4.

TABEL 4
Ringkasan Perolehan Poin Kategori Konservasi Air (WAC)

Kategori dan Kriteria		Nilai Kriteria Tolak Ukur	Nilai Kriteria
WAC P1	Meteran air (<i>water metering</i>)	P	P
WAC P2	Perhitungan penggunaan air (<i>water calculation</i>)	P	P
WAC 1	Pengurangan penggunaan air (<i>water use reduction</i>)	8	3
WAC 2	Fitur air (<i>water fixtures</i>)	3	3
WAC 3	Daur ulang air (<i>water recycling</i>)	3	1
WAC 4	Sumber air alternative (<i>alternative water resources</i>)	2	2
WAC 5	Penampungan air hujan (<i>rainwater harvesting</i>)	3	0
WAC 6	Efisiensi penggunaan air lansekap (<i>water efficiency landscaping</i>)	2	0
Total Nilai Kategori		9	
$\frac{\sum \text{Indeks total}}{\sum \text{Indeks maksimum (101)}} \times 100\%$		8,91%	

Kategori Konservasi Air (WAC) pada kriteria prasyarat sudah memenuhi, sedangkan pada kriteria kredit mendapatkan perolehan nilai indeks sebesar 9 (sembilan), dalam kategori konservasi air dilakukan penilaian upaya serta langkah penghematan air pada gedung.

Pada penilaian Sumber dan Siklus Material (MRC) dibagi beberapa poin, yaitu pertama MRC Prasyarat (Refrigeran Fundamental). Prasyarat yang harus dilakukan pada poin MRC adalah tidak menggunakan chloro fluoro-carbon (CFC) sebagai refrigeran dan halon sebagai bahan pemadam kebakaran. Alat pemadam api ringan (APAR) yang digunakan adalah berbasis karbon dioksida (CO₂) sehingga tidak menimbulkan residu karena berbentuk gas. Jenis APAR ini adalah alat kebakaran media AF11. Kedua MRC 1 (Penggunaan Gedung dan Material). Poin MRC 1 adalah penggunaan material bekas untuk bangunan baru. Tetapi, untuk apartemen Umum di Kota Madiun belum mencapai 10% dari pembiayaan dalam penggunaan material bekas sehingga tidak bisa memenuhi poin MRC 1. Ketiga MRC 2 (Material Ramah Lingkungan). Material pada Apartemen Umum di Kota Madiun menggunakan material dengan sumber daya terbarukan dan masa jangka panen pendek yaitu kurang dari 10 tahun. Material dengan sumber daya terbarukan ini bernilai 2% dari total biaya material. Keempat MRC 3 (Penggunaan Refrigeran tanpa ODP). Poin MRC 3 adalah tidak

menggunakan bahan perusak ozon pada seluruh sistem pendinginan gedung. Pada sistem pendingin AC dan kulkas menggunakan refrigeran tanpa ODP. Saat ini sudah ada bahan pendingin alternatif pengganti yaitu refrigeran hidrokarbon (natural hydrocarbon) dengan merek Musicool. Kelima MRC 4 (Kayu Bersertifikat). Penggunaan kayu pada Apartemen Umum di Kota Madiun belum bisa diidentifikasi pihak pemberi sertifikat ecolabel Indonesia. Keenam MRC 5 (Material Prefabrikasi). Material yang digunakan untuk Apartemen Umum di Kota Madiun adalah material prefabrikasi pada berbagai elemen baik struktur maupun *finishing*. Elemen struktur pada pondasi dan bekisting plat lantai, kolom, dan balok. Elemen finishing meliputi sekat dinding, lantai, plafon, dan tangga. Menggunakan material prefabrikasi dapat mempercepat waktu pengerjaan dan ukuran yang sudah pasti sehingga menghemat biaya konstruksi. Ketujuh MRC 6 (Material Regional). Pada poin MRC 6 menjelaskan penggunaan material berbasis wilayah atau regional untuk menghemat biaya transportasi. Material pabrikan yang digunakan pada Apartemen Umum di Kota Madiun berada pada wilayah Indonesia dan bernilai 80% dari total biaya material. Perolehan indeks hasil analisis setiap kriteria dalam Sumber dan Siklus Material (MRC) dapat dilihat dari tabel 5.

TABEL 5
Ringkasan Perolehan Poin Kategori Sumber dan Siklus Material (MRC)

Kategori dan Kriteria		Nilai Kriteria Tolok Ukur	Indeks Nilai
MRC P	Refrigeran fundamental	P	P
MRC 1	Penggunaan gedung dan material bekas	1A	0
		1B	0
MRC 2	Material ramah lingkungan	1	0
		2	0
		3	1
MRC 3	Penggunaan refrigerant tanpa OD	1	2
MRC 4	Kayu bersertifikasi	1	0
		2	0
MRC 5	Material prafabrikasi	1	3
MRC 6	Material regional	1	0
		2	1
Total Nilai Kategori		7	
$\frac{\sum \text{Indeks total}}{\sum \text{Indeks maksimum (101)}} \times 100\%$		6,93%	

Kategori Sumber dan Siklus Material (MRC) pada kriteria prasyarat sudah memenuhi, sedangkan pada kriteria kredit mendapatkan perolehan nilai sebesar 7 (tujuh) poin. Kategori sumber dan siklus material diterapkan dimana sebagai bentuk usaha untuk mendukung perkembangan industri material bangunan yang ramah lingkungan.

Pada penilaian Kualitas Udara dan Kenyamanan Ruang (IHC) dibagi menjadi beberapa poin, yaitu pertama IHC 2-Kendali Asap Rokok di Lingkungan. Memasang tanda "*Dilarang Merokok di Seluruh Area Gedung*" dan menyediakan bangunan/area khusus untuk merokok hanya di luar gedung. Kedua IHC 3-Polutan Kimia. Menggunakan cat dan *coating* yang mengandung kadar *volatile organic compounds (VOCs)* rendah, yang ditandai dengan label/sertifikasi yang diakui GBC Indonesia. Selain itu juga menggunakan material lampu yang kandungan merkurnya pada toleransi maksimum yang disetujui GBC Indonesia dan tidak menggunakan material yang mengandung asbestos. Ketiga IHC 4-Pemandangan Ke Luar Gedung. Memberikan Pemandangan Jarak Jauh dan menyediakan koneksi visual ke luar gedung dengan menyediakan bukaan transparan 75% dari *net lettable area (NLA)*. Perolehan indeks hasil analisis setiap kriteria Kesehatan dan Kenyamanan dalam Ruang (IHC) dapat dilihat dari tabel 6.

TABEL 6
Ringkasan Perolehan Poin Kategori Kesehatan dan Kenyamanan dalam Ruang (IHC)

Kategori dan Kriteria		Nilai Kriteria Tolok Ukur	Indeks Nilai
IHC P	Introduksi Udara Luar	P	
IHC 1	Pemantauan Kadar CO ₂	1	0
IHC 2	Kendali asap rokok di lingkungan	2	2
IHC 3	Polutan kimia (<i>chemical pollutant</i>)	1	1
		3	1
IHC 4	Pemandangan ke luar gedung (<i>outside view</i>)	1	1
IHC 5	Keyamanan Visual (<i>Visual Comfort</i>)	1	0
IHC 6	Kenyamanan Termal (<i>Thermal Comfort</i>)	1	0
IHC 7	Tingkat Kebisingan (<i>Acoustic Level</i>)	1	0
Total Nilai Kategori		5	
$\frac{\sum \text{Indeks total}}{\sum \text{Indeks maksimum (101)}} \times 100\%$		4,95%	

Menjelaskan pada Kategori Kualitas Udara Dan Kenyamanan (IHC) pada kriteria prasyarat belum memenuhi, sedangkan pada kriteria kredit mendapatkan perolehan nilai indeks sebesar 5 (lima). Usaha pengendalian kualitas udara yang mengacu pada praktik lingkungan dalam ruang yang sehat dan nyaman termasuk penilaian dalam kategori kualitas udara dan kenyamanan.

Pada penilaian Manajemen Lingkungan Bangunan (BEM) dibagi menjadi delapan poin (Tabel 7), yaitu pertama BEM P (Dasar Pengelolaan Sampah). Di bagian gedung apartemen disediakan instalasi atau fasilitas untuk memilah dan mengumpulkan sampah sejenis sampah rumah tangga berdasarkan jenis organik, anorganik, dan B3. Kedua BEM 1 (GP sebagai Anggota Tim Proyek). Sejak dari tahap awal tidak diterapkan langkah-langkah desain suatu *green building*. Ketiga BEM 2 (Polusi dari Aktivitas Konstruksi). Gedung ini memiliki rencana manajemen sampah konstruksi Limbah cair, yaitu dengan menjaga kualitas seluruh buangan air yang timbul dari aktivitas konstruksi agar tidak mencemari drainase kota. Keempat BEM 3 (Pengelolaan Sampah Tingkat Lanjut). Gedung apartemen mengolah limbah organik yang dilakukan secara mandiri maupun bekerjasama dengan pihak ketiga sehingga menambah nilai manfaat dan dapat mengurangi dampak lingkungan. Kelima BEM 4 (Sistem Komisioning yang Baik dan Benar). Gedung apartemen tidak melaksanakan komisioning yang baik dan benar. Keenam BEM 5 (Penyerahan Data *Green Building*). Gedung apartemen sudah melengkapi database implementasi *green building* di Indonesia untuk mempertajam standar-standar dan bahan penelitian. Ketujuh BEM 6 (Kesepakatan dalam Melakukan Aktivitas *Fit-Out*). Gedung apartemen sudah mengimplementasikan prinsip *green building* saat *fit out* gedung. Yaitu dengan tolak ukur: Penggunaan kayu yang bersertifikat untuk material *fit-out*, Pelaksanaan pelatihan yang akan dilakukan oleh manajemen gedung, Pelaksanaan manajemen *indoor air quality* (IAQ) setelah konstruksi *fit-out*. Implementasi dalam bentuk Perjanjian Sewa (*lease agreement*) atau POS. Terakhir BEM 7 (Survei Penggunaan Gedung). Mengukur kenyamanan pengguna gedung melalui survei yang baku terhadap pengaruh desain dan sistem pengoperasian gedung.

TABEL 7
Ringkasan Perolehan Poin Kategori Manajemen Lingkungan Bangunan (BEM)

Kategori dan Kriteria		Nilai Kriteria Tolok Ukur	Indeks Nilai
BEM P	Dasar pengelolaan sampah	P	P
BEM 1	GP sebagai anggota tim proyek	1	0
BEM 2	Polusi dari aktivitas konstruksi	2	1
BEM 3	Pengelolaan sampah tingkat lanjut	2	1
BEM 4	Sistem komisioning yang baik dan benar	3	0
BEM 5	Penyerahan data <i>green building</i>	2	2
BEM 6	Kesepakatan dalam melakukan aktivitas <i>fit-out</i>	1	0

BEM 7	Survei penggunaan gedung	1	1
Total Nilai Kategori		5	
$\frac{\sum \text{Indeks total}}{\sum \text{Indeks maksimum (101)}} \times 100\%$		4.9%	

Kategori Manajemen Lingkungan Bangunan (BEM) pada kriteria prasyarat sudah memenuhi, mendapatkan perolehan nilai indeks sebesar 5 (lima). Penerapan manajemen lingkungan bangunan merupakan bentuk usaha untuk mengarahkan tindakan operasional bangunan agar menunjukkan hasil bangunan yang ramah lingkungan.

Pada tahap ini dilakukan penilaian Rekognisi Desain (*Design Recognition-DR*) dengan maksimum nilai indeks 101. Tahap ini dilakukan selama objek masih dala tahap perencanaan. Total indeks yang diperoleh dari masing-masing kategori kemudian dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\sum \text{Indeks total} = ASD + EEC + WAC + MRC + IHC$$

$$\text{Presentase penilaian} = \frac{\sum \text{Indeks total}}{\sum \text{Indeks maksimum}} \times 100\%$$

TABEL 8
Total Penilaian Apartemen Umum Kota Madiun

NO	KETERANGAN	JUMLAH
1.	Total Nilai Kategori ASD	9
2.	Total Nilai Kategori EEC	16
3.	Total Nilai Kategori WAC	9
4.	Total Nilai Kategori MRC	7
5.	Total Nilai Kategori IHC	5
6.	Total Nilai Kategori BEM	5
Total Keseluruhan Nilai Kategori		51

Sehingga nilai total yang diperoleh 46 maka presentasenya menggunakan persamaan

$$\text{Presentase penilaian} = \frac{\sum \text{Indeks total}}{\sum \text{Indeks maksimum}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase penilaian} = \frac{51}{101} \times 100\%$$

$$= 50,49\%$$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan hasil penilaian apartemen umum Kota Madiun menggunakan *GREENSHIP rating tool* adalah sebagai berikut: Pada kategori Tepat Guna Lahan (ASD) pada kriteria prasyarat telah memenuhi area dasar hijau, sedangkan pada kriteria kredit mendapatkan perolehan nilai indeks 9 (8,91%). Pada kategori Efisiensi dan Konservasi Energi (EEC) pada kriteria prasyarat sudah memenuhi, sedangkan pada kriteria kredit mendapatkan perolehan nilai indeks 16 (15,8%). Pada kategori Konservasi Air (WAC) pada kriteria prasyarat sudah memenuhi, sedangkan pada kriteria kredit mendapatkan perolehan nilai indeks sebesar 9 (8,91%). Pada kategori Sumber dan Siklus Material (MRC) pada kriteria prasyarat sudah memenuhi, sedangkan pada kriteria kredit mendapatkan perolehan nilai sebesar 7 (6,93%). Pada Kategori Kualitas Udara Dan Kenyamanan (IHC) pada kriteria prasyarat belum memenuhi, sedangkan pada kriteria kredit mendapatkan perolehan nilai indeks sebesar 5 (4,95%). Pada kategori Manajemen Lingkungan Bangunan (BEM) pada kriteria prasyarat sudah memenuhi, mendapatkan perolehan nilai indeks sebesar 5 (4,9%). Sehingga nilai total yang diperoleh 46 (45,54%).

Pada objek bangunan tinggi apartemen umum di Kota Madiun belum bisa dikatakan bangunan hijau karena belum memenuhi kriteria prasyarat pada kategori kualitas udara dan kenyamanan dalam ruang (IHC). Kriteria prasyarat pada IHC adalah introduksi udara luar dengan tujuan menjaga dan meningkatkan kualitas udara dalam ruang dengan melakukan introduksi udara luar ruang sesuai dengan kebutuhan laju ventilasi untuk kesehatan pengguna gedung. Tolok ukur pada kriteria prasyarat IHC adalah desain ruang yang menunjukkan potensi udara luar sesuai dengan standar ASHRAE 62.1-2007 atau standar ASHRAE terbaru. Sehingga pada tahap perencanaan apartemen umum di Kota Madiun selanjutnya dapat memperhatikan desain bangunan yang sesuai dengan tolok ukur IHC untuk menghasilkan bangunan hijau.

Bagi pengembang bangunan *Apartemen Umum Kota Madiun* disarankan untuk memaksimalkan pada kriteria prasyarat IHC yaitu kualitas udara dan kenyamanan dalam ruang. Pada Kriteria Kualitas Udara dan Kenyamanan harus ditingkatkan dengan ventilasi alami. Standar ventilasi alami yang sesuai dengan ASHRAE 62.1-2007 adalah harus terbuka permanen untuk dan dalam jarak 8 meter dari dinding atau bukaan atap yang dapat dioperasikan ke luar. Area yang dapat dibuka minimal 4% dari luas lantai yang dapat ditempati. Sistem ventilasi mekanis harus mencakup kontrol, manual atau otomatis, yang memungkinkan sistem kipas beroperasi kapanpun pada ruang yang ditempati. Kedua dengan sistem ventilasi *intake* luar diperlukan sebagai bagian dari sistem ventilasi alami dan harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga jarak terpendek dari *intake* ke sumber potensial kontaminan luar secara spesifik harus sama dengan atau lebih besar dari jarak pemisahan.

REFERENSI

- Fakhruddin Faiz. (2019). Tugas Studio Perancangan Arsitektur 4 *Apartemen Umum di Kota Madiun*. Program Studi Arsitektur Universitas Sebelas Maret.
- Green Building Council Indonesia. (2013). *Perangkat Penilaian GreenShip*. Retrieved from Green Building Council Indonesia.
- Humairoh Razak, D. N. (2015). PENGARUH KARAKTERISTIK VENTILASI DAN LINGKUNGAN TERHADAP TINGKAT KENYAMANAN TERMAL RUANG KELAS SMPN DI JAKARTA SELATAN. *AGORA, Jurnal Arsitektur, Volume 15, Nomor 2*, 5.
- Iqbal Prasetyo, H. Y. (2019). Penerapan Teori Arsitektur Hijau pada Pengolahan Tapak Terminal Bus Tipe A di Kulon Progo. *Jurnal SenTHong vol. 2 no. 1*, 253.
- Jakarta Green Building. (2018, Agustus 8). *Seberapa Pentingkah Penerapan Konsep 'Green Building' untuk Indonesia?* Retrieved from Jakarta Green Building: <https://greenbuilding.jakarta.go.id/news/2018/08/09/seberapa-pentingkah-penerapan-konsep-green-building-untuk-indonesia/>
- Maria Kinanthi Sakti NH, W. S. (2019). Penerapan Prinsip Arsitektur Ekologis pada Pengembangan Agrowisata Teh Kemuning di Karanganyar. *Jurnal SenTHong vol.2 no. 1*, 166.
- Mas'at, A. (2009). Efek Pengembangan Perkotaan terhadap Kenaikan Suhu Udara di Wilayah DKI Jakarta. *J.Agromet 23 (1)*, 52.
- Materi Perkuliahan *Green Building* Mata Kuliah Arsitektur Hijau Program Studi Arsitektur Universitas Sebelas Maret

Materi Perkuliahan *Green Building Pada Bangunan dan Lingkungan Binaan* Mata Kuliah Arsitektur Hijau Program Studi Arsitektur Universitas Sebelas Maret

Materi Perkuliahan *Arsitektur 'Hijau' (Green Architecture) VS Arsitektur Hijau (Biophilic Architecture)* Mata Kuliah Arsitektur Hijau Program Studi Arsitektur Universitas Sebelas Maret

Materi Perkuliahan *Tokoh Green Architecture* Mata Kuliah Arsitektur Hijau Program Studi Arsitektur Universitas Sebelas Maret