

PENGARUH BUKAAN UNTUK EFISIENSI ENERGI DALAM BANGUNAN DAN KAWASAN HIJAU

Studi Kasus Majapahit Eco-Resort di Mojokerto

Alifia Niza, Amalia Setiyani, Dhinar Sekarkinasih, Celesviana,
Tri Yuni Iswati, Wiwik Setyaningsih.

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

Abstrak

Konsep *green building* saat ini sangat penting untuk diterapkan pada bangunan di kota-kota besar mengingat adanya degradasi kualitas lingkungan akibat pembangunan yang tidak bertanggung jawab dan tidak memperhatikan kelestarian lingkungan. *Greenship rating tools* dapat menjadi salah satu kriteria yang dapat diterapkan pada *green building*. Perancangan Majapahit Eco-Resort ini merupakan salah satu bentuk aplikasi penggunaan konsep arsitektur hijau. Standar *Greenship* merupakan sistem penilaian bangunan yang merupakan bentuk dari salah satu upaya untuk menjembatani konsep ramah lingkungan dan prinsip keberlanjutan dengan praktik yang nyata. Dalam penelitian ini kami melalui beberapa proses & metode, mulai dari Kajian Literatur, Pengumpulan data, Analisa hasil pengolahan data, hingga Pengambilan kesimpulan. Dalam kajian literatur kami mempelajari karakteristik dan standar dari bangunan dengan konsep arsitektur hijau dengan standar *Greenship*.

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan penilaian *Greenship Rating Tool* pada Majapahit Eco-Resort mendapatkan hasil yang memadai untuk dikategorikan sebagai bangunan dengan standar hijau. Majapahit Eco-Resort memenuhi 6 butir standar *Greenship* sesuai data & analisa yang telah disebutkan, dengan nilai skor *Greenship* keseluruhan yaitu layak 93.7%. Setelah diteliti kembali, rupanya efisiensi energi menjadi indikator terbesar dalam indikator *Greenship*. Sehingga kami mendapat kesimpulan bahwa pengaruh dari desain penghawaan, pencahayaan alami dan pengontrolan penggunaan listrik dapat menjadi faktor terbesar dalam efisiensi energi dalam bangunan. Hal tersebut dapat menunjang sebuah bangunan untuk menjadi bangunan dengan standar arsitektur hijau. Dalam hal ini konservasi energi dengan desain bukaan dan Ruang Terbuka Hijau menjadi poin yang berpengaruh dalam perancangan kawasan dan bangunan *Green Building*.

Kata kunci: Arsitektur, hijau, *Greenship*, energi, bukaan

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya zaman dan perubahan iklim, Bangunan dengan standar 'hijau' menjadi populer untuk dikembangkan. Salah satunya dalam proyek Majapahit Hotel Resort bintang 4 yang menggunakan pendekatan arsitektur hijau dalam perancangannya. Eco-Resort yang ada dalam judul Diambil dari kata ekosistem/ lingkungan. Yang berarti *eco-design* atau *green-design* sebagai patokan utama desain yang ramah lingkungan. *Eco-design* merupakan sebuah gerakan berkelanjutan yang mencita-citakan terciptanya perancangan dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan pemakaian material yang ramah lingkungan serta penggunaan energi dan sumber daya yang efektif dan efisien. Rancang Bangun merupakan hotel wisata (*resort*) dengan menggunakan prinsip *green design* / arsitektur hijau dan konsep kekayaan budaya setempat.

Teori *Green Architecture*

Green Architecture atau sering disebut sebagai Arsitektur Hijau adalah arsitektur yang minim mengonsumsi sumber daya alam, termasuk energi, air, dan material, serta minim menimbulkan dampak

negatif bagi lingkungan. Arsitektur hijau adalah suatu pendekatan perencanaan bangunan yang berusaha untuk meminimalisasi berbagai pengaruh membahayakan pada kesehatan manusia dan lingkungan. Arsitektur hijau merupakan langkah untuk mempertahankan eksistensinya di muka bumi dengan cara meminimalkan perusakan alam dan lingkungan di mana mereka tinggal. Istilah keberlanjutan menjadi sangat populer ketika mantan Perdana Menteri Norwegia GH Brundtland memformulasikan pengertian Pembangunan Berkelanjutan (*sustainable development*) tahun 1987 sebagai pembangunan yang dapat memenuhi kebutuhan manusia masa kini tanpa mengorbankan potensi generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri.

Keberlanjutan terkait dengan aspek lingkungan alami dan buatan, penggunaan energi, ekonomi, sosial, budaya, dan kelembagaan. Penerapan arsitektur hijau akan memberi peluang besar terhadap kehidupan manusia secara berkelanjutan. Aplikasi arsitektur hijau akan menciptakan suatu bentuk arsitektur yang berkelanjutan. Untuk pemahaman dasar arsitektur hijau yang berkelanjutan, meliputi di antaranya lansekap, interior, dan segi arsitekturnya menjadi satu kesatuan. Dalam contoh kecil, arsitektur hijau bisa juga diterapkan di sekitar lingkungan kita. Dalam perhitungan kasar, jika luas rumah adalah 100 meter persegi, dengan pemakaian lahan untuk bangunan adalah 60 meter persegi, maka sisa 40 meter persegi lahan hijau, Jadi komposisinya adalah 60:40. Selain itu membuat atap dan dinding menjadi konsep roof garden dan green wall. Dinding bukan sekadar beton atau batu alam, melainkan dapat ditumbuhi tanaman merambat. Selain itu, tujuan pokok arsitektur hijau adalah menciptakan eco desain, arsitektur ramah lingkungan, arsitektur alami, dan pembangunan berkelanjutan.

Selain itu, arsitektur hijau diterapkan dengan meningkatkan efisiensi pemakaian energi, air dan pemakaian bahan-bahan yang mereduksi dampak bangunan terhadap kesehatan. Arsitektur hijau juga dapat direncanakan melalui tata letak, konstruksi, operasi dan pemeliharaan bangunan.

Prinsip Green Architecture

Conserving Energy (Hemat Energi)

Bangunan dirancang memanjang dengan bukaan menyesuaikan pergerakan matahari untuk memaksimalkan pencahayaan alami, sehingga dapat menghemat energi listrik dan hanya memasang lampu pada bagian yang intensitasnya rendah. Sangat ideal apabila menjalankan secara operasional suatu bangunan dengan sedikit mungkin menggunakan sumber energi yang langka atau membutuhkan waktu yang lama untuk menghasilkannya kembali. Solusi yang dapat mengatasinya adalah desain bangunan harus mampu memodifikasi iklim dan dibuat beradaptasi dengan lingkungan bukan merubah lingkungan yang sudah ada. Lebih jelasnya dengan memanfaatkan potensi matahari sebagai sumber energi.

Cara mendesain bangunan agar hemat energi, antara lain: bangunan dibuat memanjang dan tipis untuk memaksimalkan pencahayaan dan menghemat energi listrik, memanfaatkan energi matahari yang terpancar dalam bentuk energi thermal sebagai sumber listrik dengan menggunakan alat Photovoltaic yang diletakkan di atas atap, sedangkan atap dibuat miring dari atas ke bawah menuju dinding timur-barat atau sejajar dengan arah peredaran matahari untuk mendapatkan sinar matahari yang maksimal, memasang lampu listrik hanya pada bagian yang intensitasnya rendah dan juga menggunakan alat kontrol pengurangan intensitas lampu otomatis sehingga lampu hanya memancarkan cahaya sebanyak yang dibutuhkan sampai tingkat terang tertentu, menggunakan *Sunscreen* pada jendela yang secara otomatis dapat mengatur intensitas cahaya dan energi panas yang berlebihan masuk ke dalam ruangan, mengecat interior bangunan dengan warna cerah tapi tidak menyilaukan, yang bertujuan untuk meningkatkan intensitas cahaya, bangunan tidak menggunakan pemanas buatan, semua pemanas dihasilkan oleh penghuni dan cahaya matahari yang masuk melalui lubang ventilasi, meminimalkan penggunaan energi untuk alat pendingin (AC) dan lift.

Working with Climate (Memanfaatkan kondisi dan sumber energi alami)

Bangunan yang ramah lingkungan harus memanfaatkan kondisi dan sumber energi alami. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengatur orientasi bangunan terhadap matahari dan angin. Menggunakan tumbuhan dan air sebagai pengatur iklim. Melalui pendekatan green architecture bangunan beradaptasi

dengan lingkungannya. Hal ini dilakukan dengan memanfaatkan kondisi alam, iklim dan lingkungannya sekitar ke dalam bentuk serta pengoperasian bangunan, misalnya dengan cara mengatur orientasi bangunan terhadap sinar matahari, menggunakan sistem air pump dan cross ventilation untuk mendistribusikan udara yang bersih dan sejuk ke dalam ruangan, menggunakan tumbuhan dan air sebagai pengatur iklim dengan membuat kolam air di sekitar bangunan, menggunakan jendela dan atap yang sebagian bisa dibuka dan ditutup untuk mendapatkan cahaya dan penghawaan yang sesuai kebutuhan.

Respect for Site (Menanggapi keadaan tapak pada bangunan)

Mempertahankan kondisi tapak dan membuat desain yang mengikuti bentuk tapak yang ada. Mendesain bangunan secara vertikal, sehingga permukaan dasar bangunan dapat dimanfaatkan untuk tanaman hijau atau ruang terbuka. Perencanaan mengacu pada interaksi antara bangunan dan tapaknya. Hal ini dimaksudkan keberadaan bangunan baik dari segi konstruksi, bentuk dan pengoperasiannya tidak merusak lingkungan sekitar, dengan cara mempertahankan kondisi tapak dengan membuat desain yang mengikuti bentuk tapak yang ada, luas permukaan dasar bangunan yang kecil, yaitu pertimbangan mendesain bangunan secara vertical, menggunakan material lokal dan material yang tidak merusak lingkungan.

Respect for User (Memperhatikan pengguna bangunan)

Antara pemakai dan green architecture mempunyai keterkaitan yang sangat erat. Kebutuhan akan green architecture harus memperhatikan kondisi pemakai yang didirikan di dalam perencanaan dan pengoperasiannya.

Limiting New Resources (Meminimalkan Sumber Daya Baru)

Suatu bangunan seharusnya dirancang mengoptimalkan material yang ada dengan meminimalkan penggunaan material baru, dimana pada akhir umur bangunan dapat digunakan kembali untuk membentuk tatanan arsitektur lainnya.

Holistic

Memiliki pengertian mendesain bangunan dengan menerapkan 5 poin di atas menjadi satu dalam proses perancangan. Prinsip-prinsip green architecture pada dasarnya tidak dapat dipisahkan, karena saling berhubungan satu sama lain. Tentu secara parsial akan lebih mudah menerapkan prinsip-prinsip tersebut. Oleh karena itu, sebanyak mungkin dapat mengaplikasikan green architecture yang ada secara keseluruhan sesuai potensi yang ada di dalam site.

Sifat – sifat bangunan berkonsep Green Architecture :

Sustainable (Berkelanjutan)

Berkelanjutan berarti bangunan arsitektur hijau tetap bertahan dan berfungsi seiring zaman, konsisten terhadap konsepnya yang menyatu dengan alam tanpa adanya perubahan – perubahan yang signifikan tanpa merusak alam sekitar.

Earthfriendly (Ramah lingkungan)

Suatu bangunan belum bisa dianggap sebagai bangunan berkonsep arsitektur hijau apabila bangunan tersebut tidak bersifat ramah lingkungan. Maksud tidak bersifat ramah terhadap lingkungan disini tidak hanya dalam merusakkan terhadap lingkungan. Tetapi juga menyangkut masalah pemakaian energi. Oleh karena itu bangunan berkonsep arsitektur hijau mempunyai sifat ramah terhadap lingkungan sekitar, energi dan aspek – aspek pendukung lainnya.

High performance building.

Bangunan berkonsep arsitektur hijau mempunyai satu sifat yang tidak kalah pentingnya dengan sifat – sifat lainnya. Sifat ini adalah “High performance building. Salah satu fungsinya ialah untuk

meminimaliskan penggunaan energi dengan memanfaatkan energi yang berasal dari alam (Energy of nature) dan dengan dipadukan dengan teknologi tinggi (High technology performance). Contohnya penggunaan panel surya (Solar cell) untuk memanfaatkan energi panas matahari sebagai sumber pembangkit tenaga listrik rumahan dan penggunaan material – material yang dapat di daur ulang, penggunaan konstruksi – konstruksi maupun bentuk fisik dan fasad bangunan tersebut yang dapat mendukung konsep arsitektur hijau.

Konsep-konsep sederhana bangunan hemat listrik, hemat air, dan sebagainya dapat mulai diterapkan untuk mengantisipasi berkurangnya sumber listrik dan air di kehidupan sehari-hari. Green architecture saat ini lebih menjadi suatu kebutuhan daripada sekedar sebuah pola labelisasi style atau gaya saja, menjadi suatu keharusan ketika buruknya kualitas lingkungan hidup terus menjadi permasalahan lingkungan saat ini. Kadang disayangkan ketika green architecture yang seharusnya merupakan sebuah prinsip sebagai perwujudan moral seorang arsitek telah terperangkap pada pola labelisasi style.

Green Building saat ini menjadi salah satu solusi konsep yang sangat tepat untuk mengurangi konsumsi energi sektor pembangunan khususnya di Negara berkembang seperti Indonesia. *Green Building* juga merupakan salah satu komponen dalam mendukung pembangunan rendah karbon yakni melalui kebijakan dan program peningkatan efisiensi energi, air dan material bangunan serta peningkatan penggunaan teknologi rendah karbon (Yuwono, 2012). Penerapan *Green Building* bukan saja memberikan manfaat secara ekologis, tetapi juga bernilai ekonomis, karena dapat menurunkan biaya operasional dan perawatan gedung serta dapat menjaga eksistensi lingkungan sekitar. Berdasarkan dengan predikat Negara Indonesia sebagai Negara berkembang, semestinya konsep *Green Building* di terapkan dalam sektor pembangunan.

Greenship

Greenship adalah sistem penilaian bangunan yang merupakan bentuk dari salah satu upaya untuk menjembatani konsep ramah lingkungan dan prinsip keberlanjutan dengan praktik yang nyata. Hadirnya perangkat rating ini diharapkan dapat mendorong transformasi di industri bangunan, sehingga praktik-praktik ramah lingkungan dapat diterapkan di Indonesia. Setiap bangunan yang mendeklarasikan diri sebagai bangunan hijau akan dinilai dan disertifikasi berdasarkan kriteria-kriteria baku yang ada dalam sistem pemeringkatan ini. Kriteria penilaian *Greenship* bukan merupakan penemuan baru, melainkan kumpulan dan pengelompokan dari praktik-praktik terbaik di industri bangunan yang kemudian diidentifikasi oleh GBCI. Sistem rating ini juga dapat mengedukasi industri bangunan dan khalayak umum tentang aspek-aspek yang harus dipenuhi sebuah bangunan hijau. Dokumen sistem pemeringkatan *Greenship* dibagi menjadi tiga, yaitu *Greenship Interior Space* (untuk perencanaan, operasional, dan pemeliharaan ruangan dalam gedung), *Greenship Existing Building* (untuk manajemen, operasional dan pemeliharaan bangunan yang sudah terbangun dan dioperasionalkan), dan *Greenship New Building* (untuk perencanaan dan aktivitas konstruksi bangunan baru dalam tahap desain). (Laila, 2014)

Berdasarkan kategori yang ditentukan oleh GBCI, dalam *Greenship EB* terdapat enam kategori *Green Building*:

Appropriate Site Development

Kategori ini mencakup akses ke sarana-sarana umum, pengurangan kendaraan bermotor, penggunaan sepeda, lansekap tumbuhan hijau, *heat island effect*, pengurangan beban volume limpasan air hujan, *site management*, perhatian terhadap bangunan atau sarana di sekitarnya.

Energy Efficiency and Conservation

Kategori ini mencakup optimalisasi efisiensi penggunaan energi pada bangunan, komisioning ulang pada peralatan pengkondisian udara, penghematan energi pada sistem pencahayaan dan pengkondisian udara, pencatatan dan pengawasan penggunaan energi, operasi dan perawatan peralatan AC, penggunaan energi terbarukan dan pengurangan emisi energi.

Water Conservation

Kategori *Water Conservation* meliputi sub metering konsumsi air, pemeliharaan dan pemeriksaan sistem *plumbing*, efisiensi penggunaan air bersih, pengujian kualitas air, penggunaan air daur ulang, penggunaan sistem filtrasi untuk menghasilkan air minum, pengurangan penggunaan air dari sumur dalam dan penggunaan kran *auto stop*.

Material Resources and Cycle

Kategori ini mencakup penggunaan *refrigerant*, penggunaan materi yang ramah lingkungan, pengelolaan sampah, pemilahan sampah, pengelolaan limbah B3 dan penyaluran barang bekas.

Indoor Health and Comfort

Kategori ini mencakup kualitas udara ruangan, pengaturan lingkungan asap rokok, pengawasan gas CO₂ dan CO, pengukuran kualitas udara dalam ruang, pengukuran kenyamanan visual, pengukuran tingkat bunyi dan survei kenyamanan gedung.

Building Environment Management

Kategori ini mencakup inovasi peningkatan kualitas bangunan, tersedianya dokumen- dokumen tentang bangunan yang lengkap, adanya tim yang menjaga prinsip green building dan pelatihan dalam pengoperasian dan perawatan aspek-aspek green building secara lengkap.

2. METODE PENELITIAN

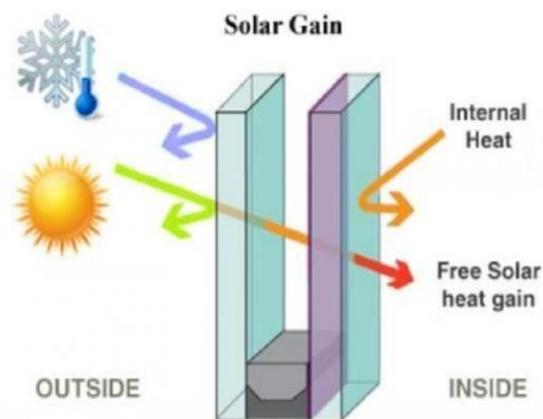
Penelitian kuantitatif ini menggunakan metode analisis faktor dengan teori *GreenShip rating Tools*. Dimana data-data yang ada akan diolah menggunakan sistem kredit skor yang ada pada ketentuan *greenShip rating tools*. Deskripsi data-data yang ada akan dinilai sesuai dengan ketentuan *greenShip*. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap mulai dari Kajian Literatur tentang *green building*. Kajian Literatur ini meliputi pencarian data dan literasi tentang arsitektur hijau dan faktor-faktor penentunya, termasuk teori dan indikator arsitektur hijau dengan *greenShip*. Pengumpulan data proyek yang kemudian di analisa dan dibedah sesuai dengan indikator *GreenShip*. Analisa hasil pengolahan data menggunakan perangkat penilaian *greenShip* dan penelitian faktor terbesar dalam desain untuk arsitektur hijau. Pengambilan kesimpulan dari hasil olah dan analisa data tentang bangunan dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi indikator penilaian bangunan berstandar hijau.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Butir butir penilaian dalam rating yang menjadi kategori penilaian green building meliputi 6 butir.

Penilaian pertama adalah ASD (*Appropriate Site Development*). Penilaian ini merupakan kriteria kesesuaian tata guna lahan. Di Majapahit Eco-Resort Bintang 4 kriteria ini dipenuhi karena ada *site manajement policy* dan *motor vehicle policy*. Detail antara lain : Menyediakan *shuttle bus*, Menyediakan fasilitas pejalan kaki, parkir dan jalur sepeda, *shower for bikers*, Finishing lansekap bukan warna hitam, Terdapat serapan air hujan yang ditampung dalam sumur dan langsung dialirkan ke sungai

Penilaian kedua adalah EEC (*Energy Efficiency & Cooling*). Pemenuhan kriteria efisiensi energi bangunan Majapahit Eco-Resort Bintang 4 dicapai melalui usaha efisiensi energi baik untuk pencahayaan, AC, maupun *elevator* dan *escalator*. Detail antara lain : Efisiensi AC dengan sistem pengelolaan *cooling tower* yang dimonitor secara periodik (*energy monitoring system*), Efisiensi tenaga listrik untuk penerangan (lampu) dengan *ballast frequency*, Penggunaan kaca penyerap radiasi panas sampai 30% mengurangi beban AC dan *heater* (pemanas)



Gambar 1
Kaca penyerap energi

Sumber : <https://ejournal.borobudur.ac.id>

Penilaian ketiga adalah WAC (Water Conservation). Konseravi air Majapahit Eco-Resort Bintang 4 disini antara lain dilakukan dengan : Tidak menggunakan deep well, untuk mencegah penyusutan bumi, Sistem monitoring water untuk menjamin kualitas air, yang diuji secara periodik. Detail antara lain : Penggunaan kran air auto stop untuk menghemat pemakaian air, Make up water untuk cooling tower bisa menghemat 4,500 m3/bulan, dan Water recycling dari tempat wudhu di musholla (lt 10) langsung dimanfaatkan untuk pengairan taman.

Penilaian keempat adalah MRC (Material Resources & Cycle). Meliputi Sumber & Siklus Material Majapahit Eco-Resort Bintang 4 antara lain dengan : penggunaan material non-R22 untuk mengurangi efek gas rumah kaca, Material purchasing practice (penjualan olie aki bekas, di luar equipment). Waste management: pemisahan sampah organik dan dimasukkan dalam ruang bersuhu 15oC sebelum dibuang pada malam hari untuk mencegah bau dan perkembangan bakteri yang merugikan kesehatan.

Penilaian kelima adalah IHC (Indoor Air Health & Comfort). Kualitas Udara & Kenyamanan Ruang Majapahit Eco-Resort Bintang 4 antara lain dilakukan dengan: Pengukuran kualitas udara dalam ruang setiap 3 bulan, CO2 monitoring di lt 37, Visual comfort, Acoustic level noise dengan batas 65Db

Penilaian keenam adalah BEM (Building & Enviroment Management). Manajemem lingkungan bangunan Majapahit Eco-Resort Bintang 4 antara lain dengan : green occupancy, training karyawan, perilaku membuang sampah sendiri pada kantin, dan lain sebagainya

Penilaian greenship menggunakan tahap rekognisi desain (Design Recognition - DR), dengan maksimum nilai 77 poin. Dimana tim proyek mendapat kesempatan untuk mendapatkan penghargaan sementara untuk proyek pada tahap finalisasi desain dan perencanaan berdasarkan perangkat penilaian GREENSHIP. Tahap ini dilalui selama gedung masih dalam tahap perencanaan. Berikut tabel nilai untuk setiap kategori penilaian.

TABEL 1
PENILAIAN GREENSHIP MENGGUNAKAN TAHAP REKOGNISI DESAIN

Kategori dan Kriteria		Nilai Kriteria Maksimum	Nilai Kriteria Maksimum
Tepat Guna Lahan (<i>Appropriate Site Development-ASD</i>)			
ASD P	Area Dasar Hijau (<i>Basic Gren Area</i>)	P	1 kriteria prasyarat, 7

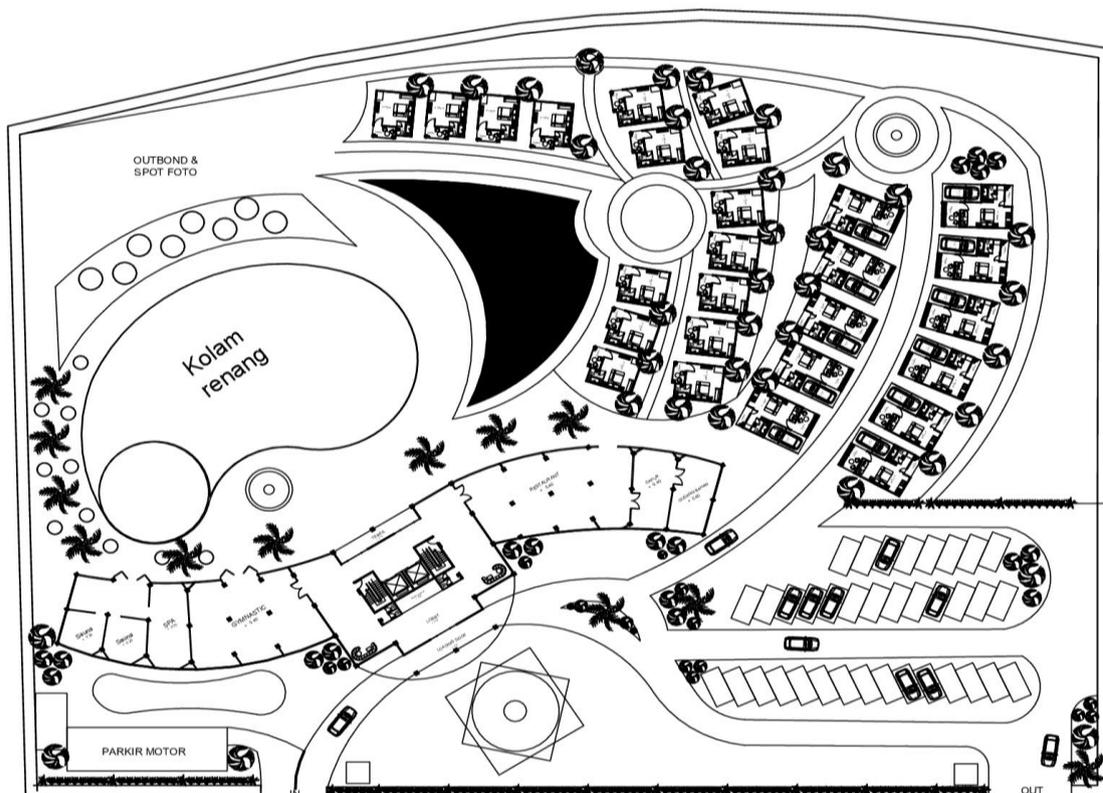
ASD 1	Pemilihan Tapak (Site Selection)	2	kriteria kredit
ASD 2	Aksesibilitas Komunitas (Community Accesibility)	2	
ASD 3	Transportasi Umum (Public Transportation)	2	
ASD 4	Fasilitas Pengguna Sepeda (Bicycle Facility)	2	
ASD 5	Lansekap pada Lahan (Site Landscaping)	1	
ASD 6	Iklim Mikro (Micro Climate)	2	
ASD 7	Manajemen Air Limpasan Hujan (Stormwater Management)	3	
Total Nilai Kategori ASD		14	13.8%
Efisiensi dan Konservasi Energi (Energy Efficiency and Conservation-EEC)			
EEC P1	Pemasangan Sub-Meter (<i>Electrical Sub Metering</i>)	P	1 kriteria prasyarat, 4 kriteria kredit, 1 kriteria bonus
EEC P2	Perhitungan OTTV (<i>OTTV Calculation</i>)	P	
EEC 1	Langkah Penghematan Energi (<i>Energy Efficiency Measures</i>)	15	
EEC 2	Pencahayaan Alami (<i>Natural Lighting</i>)	4	
EEC 3	Ventilasi (<i>Ventilation</i>)	1	
EEC 4	Pengaruh Perubahan Iklim (<i>Climate Change Impact</i>)	1	
EEC 5	Energi Terbarukan Dalam Tapak (<i>On Site Renewable Energy</i>) (Bonus)	5	
Total Poin Kategori EEC		26	25.7%
Konservasi Air (Water Conservation-WAC)			
WAC P1	Meteran Air (<i>Water Metering</i>)	P	2 kriteria prasyarat; 6 kriteria kredit
WAC P2	Perhitungan Penggunaan Air (<i>Water Calculation</i>)	P	
WAC 1	Pengurangan Penggunaan Air (<i>Water Use Reduction</i>)	8	
WAC 2	Fitur Air (<i>Water Fixtures</i>)	3	
WAC 3	Daur Ulang Air (<i>Water Recycling</i>)	3	
WAC 4	Sumber Air Alternatif (<i>Alternative Water Resources</i>)	2	
WAC 5	Penampungan Air Hujan (<i>Rainwater Harvesting</i>)	3	
WAC 6	Efisiensi Penggunaan Air Lansekap (<i>Water Efficiency Landscaping</i>)	2	
Total Nilai Kategori WAC		21	20.7%
Sumber dan Siklus Material (Material Resources and Cycle-MRC)			
MRC P	Refrigeran Fundamental (<i>Fundamental Refrigerant</i>)	P	1 kriteria prasyarat; 6 kriteria kredit
MRC 1	Penggunaan Gedung dan Material Bekas (<i>Building and Material Reuse</i>)	0	
MRC 2	Material Ramah Lingkungan (<i>Environmentally Friendly Material</i>)	3	
MRC 3	Penggunaan Refrigeran tanpa ODP (<i>Non ODS Usage</i>)	2	

MRC 4	Kayu Bersertifikat (<i>Certified Wood</i>)	2	
MRC 5	Material Prafabrikasi (<i>Prefab Material</i>)	3	
MRC 6	Material Regional (<i>Regional Material</i>)	2	
Total Nilai Kategori MRC		12	11.8%
Kesehatan dan Kenyamanan dalam Ruang (<i>Indoor Health and Comfort-IHC</i>)			
IHC P	Introduksi Udara Luar (<i>Outdoor Air Introduction</i>)	P	1 kriteria prasyarat; 7 kriteria kredit
IHC 1	Pemantauan Kadar CO ₂ (<i>CO₂ Monitoring</i>)	1	
IHC 2	Kendali Asap Rokok di Lingkungan (<i>Environmental Tobacco Smoke Control</i>)	2	
IHC 3	Polutan Kimia (<i>Chemical Pollutant</i>)	3	
IHC 4	Pemandangan ke luar Gedung (<i>Outside View</i>)	1	
IHC 5	Kenyamanan Visual (<i>Visual Comfort</i>)	1	
IHC 6	Kenyamanan Termal (<i>Thermal Comfort</i>)	1	
IHC 7	Tingkat Kebisingan (<i>Acoustic Level</i>)	1	
Total Nilai Kategori IHC		10	9.9%
Manajemen Lingkungan Bangunan (<i>Building & Environment Management-BEM</i>)			
BEM P	Dasar Pengelolaan Sampah (<i>Basic Waste Management</i>)	P	1 kriteria prasyarat; 7 kriteria kredit
BEM 1	GP Sebagai Anggota Tim Proyek (<i>GP as a Member of Project Team</i>)	1	
BEM 2	Polusi dari Aktivitas Konstruksi (<i>Pollution of Construction Activity</i>)	2	
BEM 3	Pengelolaan Sampah Tingkat Lanjut (<i>Advanced Waste Management</i>)	2	
BEM 4	Sistem Komisioning yang Baik dan Benar (<i>Proper Commissioning</i>)	3	
BEM 5	Penyerahan Data <i>Green Building</i> (<i>Green Building Submission Data</i>)	2	
BEM 6	Kesepakatan dalam Melakukan Aktivitas <i>Fit Out</i> (<i>Fit Out Agreement</i>)	1	
BEM 7	Survei Pengguna Gedung (<i>Occupant Survey</i>)	1	
Total Nilai Kategori BEM		12	11.8%
Total Nilai Keseluruhan Penilaian		95	93.7%
Total Nilai Keseluruhan Kategori		101	100%

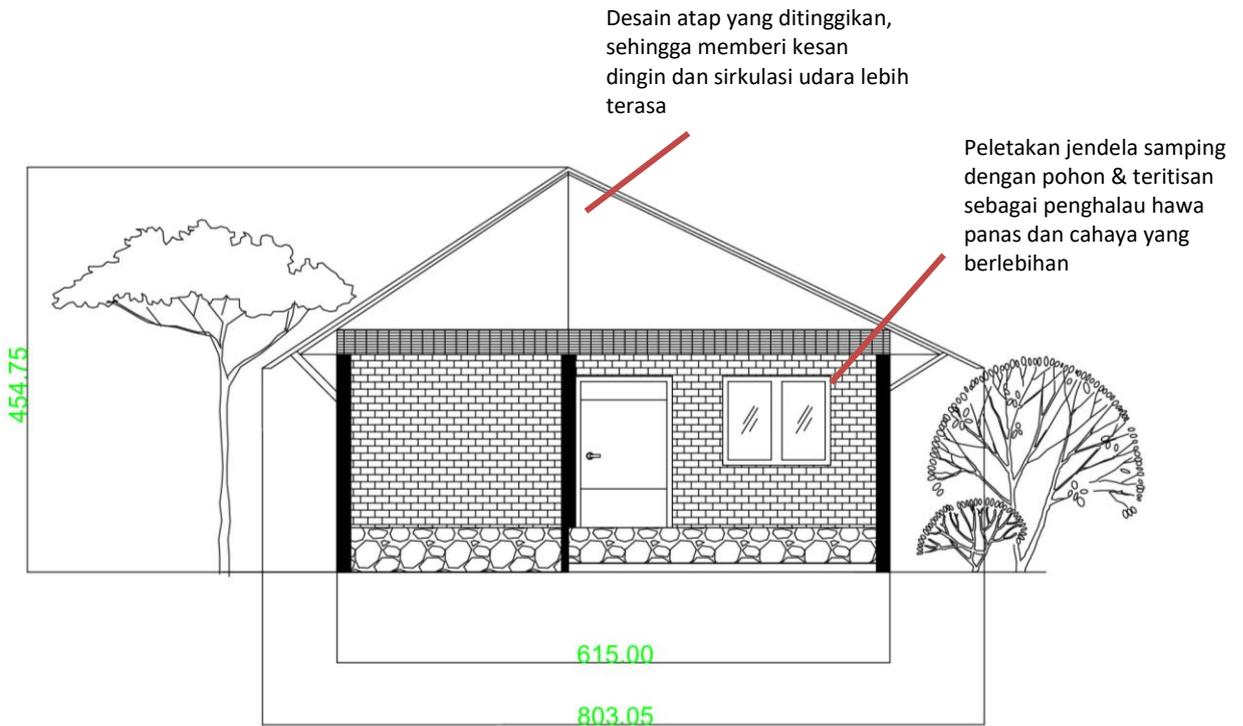
Dari hasil perhitungan di atas dapat kita lihat bahwa indikator Greenship Bangunan Majapahit Eco-Resort paling besar disumbang oleh bagian Efisiensi Energi sebesar 25,7% dari total 26%. Bagian yang berpengaruh di dalamnya adalah Pemasangan Sub-Meter (*Electrical Sub Metering*), Perhitungan OTTV (*OTTV Calculation*), Langkah Penghematan Energi (*Energy Efficiency Measures*), Pencahayaan Alami (*Natural Lighting*), Ventilasi (*Ventilation*), Pengaruh Perubahan Iklim (*Climate Change Impact*), Energi Terbarukan Dalam Tapak (*On Site Renewable Energy*) (Bonus). Meskipun di indikator lain juga memberikan efek cukup besar, namun kami merasa bahwa bagian efisiensi energi dapat menjadi titik

penting karena bentuk site adalah kawasan yang luas sehingga penggunaan energy yang tidak tepat akan menjadi sangat boros.

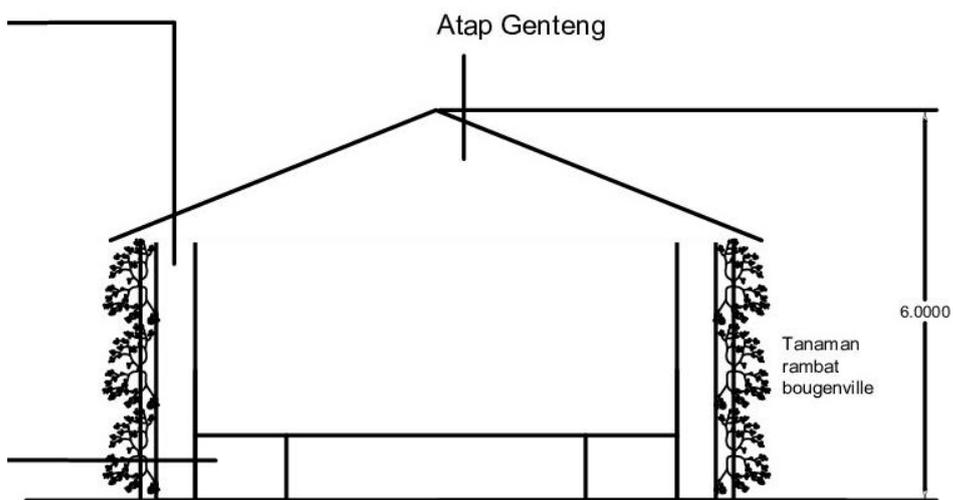
Objek penelitian ini merupakan Resort dengan bentuk kawasan di sekitar area pegunungan, dikelola dengan desain penghawaan dan pencahayaan alami yang memadai, sehingga penggunaan energi akan jauh lebih kecil. Dalam aplikasinya, kawasan ini dibantu dengan alam sekitar yang masih segar sehingga meskipun dikelola dengan hawa & cahaya alam tetap terasa nyaman. Hal ini memberikan kemudahan dalam pengelolaan energi di *resort* ini. Pembangunan di kawasan yang luas ini dipenuhi dengan taman-taman untuk Ruang Terbuka Hijau sehingga kawasan ini amat menguntungkan bila dikelola untuk penghawaan alami.



Gambar 2
Siteplan



Gambar 3
Tampak cottage Resort



Gambar 4
Tampak pondok taman Resort

Selain menggunakan penghawaan dan pencahayaan alami pada bangunan utama dan *cottage*, aplikasi tersebut juga digunakan pada pondok/gazebo taman sehingga pengunjung tetap merasakan hawa segar dimanapun. Selain itu dalam Resort ini juga menggunakan material-material yang dikelola oleh penduduk setempat seperti batu bata, batu alam, genteng, bamboo dan lain sebagainya yang memiliki sifat sejuk. Sehingga selain hemat energi, bangunan ini juga hemat biaya dan menunjukkan ciri khas lokal penduduk Majapahit di Mojokerto. Selain menghemat biaya, masyarakat dapat kembali menggunakan material alam sehingga material alami akan terus dibutuhkan dan diproduksi terus menerus dan tidak menghilangkan tergantikan material baru.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasar hasil penelitian yang kami lakukan, Bangunan Majapahit Eco-Resort memenuhi syarat untuk indikator *Green Building* sesuai dengan standar *GreenShip* dengan skor 93,7%. Dalam pengamatan kami, Efisiensi energi menjadi poin penting dalam faktor 'arsitektur hijau' Resort ini. Resort dengan bentuk kawasan di sekitar arena pegunungan ini dikelola dengan desain penghawaan dan pencahayaan alami yang memadai, sehingga penggunaan energi akan jauh lebih kecil dan tidak boros. Dalam aplikasinya, kawasan ini dibantu dengan alam sekitar yang masih segar sehingga meskipun dikelola dengan hawa & cahaya alam tetap terasa nyaman. Aplikasi desain dengan bukaan dan penataan Ruang Terbuka Hijau yang banyak dapat mereduksi penggunaan energi dalam sebuah kawasan yang luas yang biasanya boros. Dengan desain bukaan dan penggunaan material yang sesuai, anda dapat mempertahankan konsep Green Building walau hanya dengan material lokal dan murah.

REFERENSI

Arsitektur, P.S., Teknik, F., & Borobudur, U. (n.d.). *Green Building Dalam Pembangunan Berkelanjutan*.

Pratama, F., Setiawan, P., Gazali, G.E., Nugraha, P., & Loekita, S. (n.d.) *Material Dari Greenship Rating Tools Pada Proyek Konstruksi*. 1-7.

Triwidiastuti, S. E. (2017). Model Green Building Di Indonesia Berbasis Konsep Kualitas DMAIC SIX SIGMA. Optimaslisasi Peran Sains Dan Teknologi Untuk Mewujudkan Smart City, 141-166. [Http://repositry.ut.ac.id/7075/1/UTFMIPA2017-06-sri.pdf](http://repositry.ut.ac.id/7075/1/UTFMIPA2017-06-sri.pdf)

Pengertian-greenarchitecture-prinsip@www.arsitur.com.(n.d.).
<https://www.arsitur.com/2017/09/pengertian-green-architectre-prinsip.html> *Green-architecure @ gospoth.blogspot.com*. (n.d.). <http://gospoth.blogspot.com/2013/03/green-architecture.html>

Laila, Atik Nurul. 2014. Evaluasi Gedung Grha Wiksa Praniti Menggunakan Sistem Pemeringkatan Bangunan Hijau Greenship New Building Versi 1.2. Yogyakarta: Jurusan Teknik Fisika, Universitas Gadjah Mada.

<https://arsitekturdanlingkungan.wg.ugm.ac.id/2015/11/20/pengaturan-penghawaan-dan-pencahayaan-pada-bangunan/>