

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya ini digunakan sebagai acuan untuk melakukan penelitian, sehingga teori yang digunakan untuk mengkaji penelitian ini dapat diperkaya.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti dan Judul Penelitian	Kesimpulan	Persamaan	Perbedaan
1.	Anita Lestari Condro Winarsih dkk, 2022, Capain Green Construction Pada Proyek Gedung Uin Raden Intan Lampung Dengan Model Assessment Green Construction (MAGC)	Dalam melakukan penilaian variable green building yang mengacu pada Model Assessment Green Construction (MAGC) dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Dalam penelitian ini, capaian Green	Membahas tentang <i>green construction</i> . Menggunakan kuisoner untuk memperoleh data.	Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Uin Raden Intan Lampung. Metode yang digunakan berbeda.

		<p>Construction masih kurang maksimal karena beberapa kendala, seperti biaya, tenaga kerja yang tidak memadai, dan peraturan pemerintah.</p> <p>Faktor konservasi dan efisiensi energi dan faktor program kesehatan dan keselamatan kerja mencapai nilai tertinggi 95,71% dan nilai terendah 66,86%.</p>		
2.	<p>Muhammad rajhab dkk, 2022, Evaluasi penerapan green construction pada proyek pembangunan rumah sakit</p>	<p>melakukan analisis dan faktor kendala terkait green construction dengan menggunakan sistem penilaian Greenship New</p>	<p>Membahas tentang <i>green construction</i>. Menggunakan kuisioner untuk memperoleh data.</p>	<p>Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan rumah sakit Pendidikan UIN Alauddin di Kota Makassar.</p>

	Pendidikan UIN Alauddin di Kota Makassar.	Building Versi 1.2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 88,6% kendala dalam tahap pembangunan termasuk dalam kategori green construction, dengan beberapa kendala yang sulit diidentifikasi.		Sedangkan penelitian penulisan menggunakan proyek gedung di Kota Malang sebagai objek penelitian.
3.	Anik ratnaningsih dkk 2019, Penilaian kriteria green building pada pembangunan gedung IsDB project berdasarkan skala indeks menggunakan greenship versi 1.2	Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif pada kriteria green building berdasarkan perangkat penialain Greenship versi 1.2, dengan menggunakan	Membahas tentang <i>green building</i> . Menggunakan kuisioner untuk memperoleh data dan menggunakan indeks greenship versi 1.2.	Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan gedung IsBD gedung engineering biotechnology universitas jember dengan menentukan nilai akhir sebagai green building, sedangkan

		<p>metode wawancara, pengumpulan data sekunder, studi literatur, dan peraturan terakit. Hasil diskusi menunjukkan bahwa gedung ini dapat dikategorikan sebagai bangunan hijau dengan peringkat bronze atau perunggu, meskipun ada beberapa detail yang kurang baik dari tahap perencanaan hingga operasional</p>		<p>penelitian ini dilakukan pada proyek di kota malang dan hanya dilakukan pencarian kriteria green construction yang paling penting.</p>
4.	<p>Maranatha Wijayaningtyas, Fuad Achmad, Togi Halomoan Nainggolan, 2018, Persepsi Generasi</p>	<p>menemukan bahwa pemahaman generasi milenial tentang green building masih sangat</p>	<p>Penelitian di lakukan di Malang.</p>	<p>Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian penyusun yaitu terletak pada</p>

	<p>Milenial Terhadap Green Building Di Malang</p>	<p>rendah. Selama ini, konsep hijau dianggap sebatas tanaman atau area hijau di dalam dan sekitar rumah. Namun, para ahli telah membahas konsep hijau lebih dari sekedar lingkungan hijau; itu juga mencakup tata guna lahan, penghematan energi, konservasi air, daur ulang material, kesehatan dan kenyamanan dalam ruangan, dan manajemen lingkungan bangunan, seperti yang ditunjukkan</p>		<p>kajian yang diangkat dalam penelitian.</p>
--	---	--	--	---

		oleh Greenship New Building.		
5.	Renaldy Priya Utama dkk, 2022, Identifikasi factor-faktor sukses penerapan green construction management pada proyek gedung di kota malang.	Berdasarkan hasil penelitian ini dilakukan penerapan faktot-factor keberhasilan dalam penerapan Green Construction, metode pengumpulan dengan kuisioner menggunakan metode SAW, factor-faktor yang dominan pertama mesin dan peralatan canggih, kedua ada alternatif material dan metode pelaksanaan.	Membahas tentang Green Construction Di kota malang.	Penelitian berada di Gedung Proyek di Kota Malang, menggunakan metode SAW
6.	Haribaan Ari Purnawirawan dkk, 2020, Assessment	Menggunakan Perangkat Penilaian Gedung Hijau	Membahas tentang <i>Greenship versi 1.2</i>	Penelitian berada di Gedung Kuliah Fakultas

Green Building Pada Gedung Kuliah Fakultas Kedokteran Universitas Jember Menggunakan Perangkat Penilaian Greenship Untuk Bangunan Baru Versi 1.2	Untuk Bangunan Baru Versi 1.2 degan metode fuzzy logic dengan bantuan aplikasi matlab, menemukan bahwa gedung kuliah Fakultas Kedokteran Universitas Jember memiliki karakteristik hijau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gedung kuliah Fakultas Kedokteran Universitas Jember memiliki karakteristik hijau	Menggunakan metode <i>Fuzzy Logic</i> .	Kedokteran Universitas Jember.
--	--	---	--------------------------------

Dari tabel penelitian terdahulu dapat diketahui bahwa masih sangat sedikit literasi mengenai Penerapan green construction management terhadap lingkungan sekitar Proyek di Indonesia khususnya Kota Malang yang dibuktikan dari penulis menggunakan kajian penelitian terdahulu dari jurnal Nasional. karena itu penulis melakukan penelitian untuk mengevaluasi penggunaan manajemen konstruksi hijau terhadap lingkungan proyek,

terutama di Kota Malang. Penelitian ini menggunakan metode fuzzy logic dan perangkat penialain greenhip baru versi 1.2, yang dibantu oleh aplikasi Matlab.

2.2 Landasan Terori

2.2.1 Proyek Kontruksi

Kegiatan proyek dapat didefinisikan sebagai tindakan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, menggunakan sumber daya yang berbeda, dan bertujuan untuk menghasilkan produk atau barang yang memenuhi kriteria kualitas. (Soeharto, 1999) Proyek adalah kompleks dan tidak biasa, dan dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan dibatasi oleh waktu, anggaran, sumber daya, dan spesifikasi kinerja. Kegiatan proyek adalah suatu aktivitas sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, membutuhkan sumber daya tertentu, dan dirancang untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu dengan tujuan yang jelas.

Suatu proyek konstruksi adalah suatu rangkaian tindakan yang hanya dilakukan sekali dan biasanya berlangsung singkat, di mana suatu proses mengelola sumber daya proyek untuk menghasilkan suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan (Ervianto, 2005). Konstruksi adalah bisnis yang kompleks dan tidak sama dengan proyek sebelumnya, jadi sangat penting untuk memiliki manajemen proyek. Proyek konstruksi adalah rangkaian tindakan yang hanya dilakukan sekali dan biasanya berlangsung singkat. Selain itu, proyek konstruksi unik dan membutuhkan sumber daya (manusia, bahan, peralatan, uang, dan teknik) serta organisasi (Ervianto, 2005).

2.2.2 Green Building

Bangunan hijau didefinisikan sebagai bangunan yang menggunakan sumber daya alam seminimal mungkin sejak perencanaan dan konstruksi hingga pengoperasian dan pemeliharaan selama pemanfaatan. Ini mengurangi dampak lingkungan dan menciptakan kualitas udara yang sehat dan nyaman. Dengan

menggunakan desain pasif dan aktif, konsep bangunan hijau akan mengurangi konsumsi energi secara signifikan. Ini berarti bahwa bangunan hijau tidak hanya menghemat energi, tetapi juga melestarikan sumber daya alam, meningkatkan kualitas udara, dan mengelola sampah dengan baik. Untuk mencegah krisis air bersih, ada ide-ide untuk mengurangi penggunaan air melalui produksi alat saniter yang hemat air; penggunaan kembali air untuk berbagai tujuan sekaligus; mendaur ulang buangan air bersih; dan pengumpulan air hujan yang jatuh di atap bangunan.

2.2.3 GBCI

Untuk mendukung transformasi industri bangunan global yang berkelanjutan, Green Building Council Indonesia (GBCI) adalah forum mandiri, non-pemerintah, yang berkomitmen penuh terhadap pendidikan masyarakat dan penerapan praktik terbaik lingkungan. Tujuan GBC Indonesia adalah untuk mengubah pasar dan memberi tahu masyarakat dan pelaku bangunan tentang pentingnya bangunan hijau. khususnya di industri konstruksi Indonesia.

2.2.4 Green Construction

Menurut (Ervianto, 2012) Proyek konstruksi didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan yang dilaksanakan sekaligus dan biasanya berlangsung dalam jangka waktu pendek. Proses pengolahan sumber daya untuk menghasilkan bangunan merupakan hasil dari rangkaian kegiatan ini, yang tentunya melibatkan semua pihak yang terkait, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dengan meminimalkan dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan, konstruksi hijau dirancang dan dilakukan. Tujuannya adalah untuk mengimbangi kemampuan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi sekarang dan mendatang. (Ervianto, 2012). Bangunan hijau adalah bangunan baru yang

dirancang, dibangun, dan dioperasikan dengan mempertimbangkan faktor lingkungan atau ekosistem dan memenuhi kinerja seperti penggunaan lahan yang bijak, penggunaan energi dan air yang hemat, pengurangan limbah, dan kualitas udara dalam ruangan GBCI. (Building, 2010)

Konstruksi hijau adalah upaya untuk menggunakan proses yang ramah lingkungan dan menghemat sumber daya selama siklus hidup bangunan, dari perencanaan hingga pembangunan, operasional, pemeliharaan, renovasi, bahkan pembongkaran. Pembangunan hijau dapat didefinisikan sebagai pembangunan berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan sendiri berarti pembangunan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup bagi semua orang, baik sekarang maupun generasi yang akan datang. Ini mencakup tiga topik penting: sosial, ekonomi, dan lingkungan. Ada dua aspek langsung dari gagasan pembangunan hijau. Yang pertama adalah manfaat lingkungan, yaitu penghematan energi, air, dan pengendalian buangan. Yang kedua adalah manfaat ekonomi, yaitu penghematan biaya energi, efisiensi biaya buangan, efisiensi biaya operasional, dan insentif fiskal untuk pembangunan hijau di setiap negara.

Berdasarkan standar faktor penilaian konstruksi hijau, masing-masing memiliki kriteria dan faktor dalam hal desain, proses pelaksanaan, dan operasional. Beberapa faktor yang ada digabungkan untuk membuat beberapa faktor utama proses konstruksi hijau: manajer, pengelolaan lingkungan, pelatihan, peralatan konstruksi, dampak ekologis, peran pemerintah, kontrol polusi, pemakaian energi, dan penelitian dan pengembangan. Aspek manajemen dan operasional adalah dua komponen utama, berdasarkan faktor-faktor di atas (TRESNAWATI, 2018).

2.2.5 Manfaat Green Construction

Mengurangi dampak buruk proses konstruksi terhadap lingkungan adalah tujuan dari konstruksi hijau. PT. Pembangunan Perumahan (Persero) menyatakan bahwa penerapan konstruksi hijau pada proyek akan membawa nilai tambah bagi pelaksana konstruksi karena akan menghemat biaya produksi dan memberikan keuntungan yang lebih besar bagi pelaku usaha konstruksi karena efisiensi penggunaan energi listrik, air, material, dan BBM.

Gambar 2.1 di bawah ini menunjukkan besaran efisiensi biaya yang dapat dicapai dengan menerapkan konstruksi hijau.



Gambar 2.1 Sebuah ilustrasi tentang seberapa besar efisiensi biaya yang dapat diperoleh dari penerapan konstruksi hijau

Menurut Media Tren Konstruksi (2010), dikutip oleh Ervianto, dkk., manfaat konstruksi hijau adalah sebagai berikut :

1. Penghematan Energi konstruksi membutuhkan banyak energi, jadi perlu diusahakan untuk menguranginya.
2. Penghematan Air konstruksi membutuhkan banyak air, dan jika prosesnya tidak dikelola dengan baik atau ceroboh, akan menyebabkan inefisiensi dan bencana lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan standar efisiensi air untuk pekerjaan konstruksi.

Mengelola limbah padat, cair, dan gas dengan mengurangi jumlah

3. Untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, pembuangan dan recycling harus dilakukan. Reduce, reuse, dan recycle adalah tiga tindakan yang dilakukan.

2.2.6 Perencanaan Green Building

Setelah melalui proses evaluasi tolak ukur penilaian menggunakan sistem rating, suatu bangunan dapat dianggap telah menerapkan konsep bangunan hijau. Alat yang disebut sistem penilaian berisi bagian-bagian dari elemen yang dinilai yang disebut penilaian dan masing-masing memiliki nilai. Apabila suatu bangunan berhasil melaksanakan salah satu penilaian tersebut, ia akan menerima nilai dari penilaian tersebut. Jika jumlah semua nilai yang berhasil dikumpulkan oleh bangunan selama pelaksanaan sistem penilaian mencapai suatu titik yang ditentukan, bangunan tersebut dapat disertifikasi pada tingkat sertifikasi tertentu.

Di negara-negara tertentu yang telah mengadopsi inisiatif bangunan hijau, GBCI bertanggung jawab untuk menyiapkan dan membangun sistem penilaian. Setiap negara menggunakan sistem ratingnya sendiri. Amerika Serikat, misalnya, memiliki rating LEED (Leadership Efficiency Environment Design). Sistem penilaian yang disebut Greenship adalah standar terukur yang bermanfaat dan mudah dipahami oleh pelaku konstruksi dan pengguna bangunan. Untuk menilai penilaian GREENSHIP, ada enam komponen, yaitu :

1. (Appropriate Site Development/ASD)
2. (Energy Efficiency & Conservation/EEC)
3. (Water Conservation/WAC)
4. (Material Resource and Cycle/MRC)
5. (Indoor Air Health and Comfort/IHC)
6. (Building and Environmental Management/BEM)

Konsep bangunan hijau. komponen utama GBCI yaitu:

1. Material untuk membangun harus berasal dari alam dan dikelola secara berkelanjutan. Mereka harus diuji daya tahannya sambil mengandung

bahan daur ulang, sehingga mengurangi jumlah sampah dan membuatnya dapat digunakan kembali atau didaur ulang.

2. Diperkirakan bahwa penerapan panel surya dapat mengurangi biaya listrik bangunan. Selain itu, bangunan harus memiliki jendela untuk mengurangi penggunaan listrik, terutama untuk lampu dan AC. Sebaiknya jendela ditutup selama siang hari untuk mengurangi penggunaan listrik. Tidak diragukan lagi, jendela dapat meningkatkan kesehatan dan produktivitas penghuninya. Selain itu, bangunan hijau harus menggunakan lampu yang hemat energi, peralatan listrik yang hemat energi, dan teknologi energi terbarukan seperti turbin angin dan panel surya.
3. Dengan memasang sistem tangkapan air hujan, Anda dapat menghemat air untuk menyiram tanaman atau toilet. Anda juga dapat menggunakan peralatan hemat air seperti pancuran air beraliran rendah, tidak menggunakan bathtub di kamar mandi, menggunakan toilet hemat air, dan memasang pemanas air tanpa listrik.
4. Gunakan bahan bangunan dan furnitur yang tidak beracun, bebas emisi, rendah emisi, atau non-VOC (senyawa organik yang mudah menguap) dan tahan air untuk mencegah penyebaran kuman dan bakteri lainnya. Alat-alat pengatur kelembaban udara dan sistem ventilasi juga dapat meningkatkan kualitas udara dalam ruangan.

Aspek GreenShip mencapai pencapaian nilai hasil rating yang memberikan predikat untuk bangunan tersebut. Predikat terendah untuk perunggu adalah untuk mencapai nilai minimal 35, perak adalah untuk mencapai nilai minimal 47, emas adalah untuk mencapai nilai minimal 58 dan platinum adalah untuk mencapai nilai minimal 74. Untuk mencapai bangunan hijau yang tercantum dalam GreenShip GBCI, seseorang harus memenuhi persyaratan awal sebelum dapat memperoleh rating tambahan untuk setiap aspek yang ada

2.2.7 Katagori Greenship Rating Tools

Sistem penilaian Greenship terdiri dari banyak elemen yang harus dinilai. Di mana posisinya dalam daur hidup proyek konstruksi berupa desain, konstruksi, dan operasional, sebagian besar komponen yang dinilai paling penting pada tahap desain, operasional, dan konstruksi. Perangkat penilain Greenship Rating Tools oleh GBCI (Green Building Council Indonesia) untuk ringkasan kriteria dan tolak ukur untuk bangunan baru versi 1.2.

Tabel 2.2 Jumlah kriteria penilaian Greenship kategori.

No	Katagori	Nilai Setiap Kategori			Jumlah Nilai
		Prasyarat	Kredit	Bonus	
1	(ASD)	1	7	-	8
2	(EFC)	2	4	1	7
3	(WAC)	2	6	-	8
4	(MRC)	1	6	-	7
5	(IHC)	1	7	-	8
6	(BEM)	1	7	-	8
Tolak pengukuran		8	37	1	46

Sumber ;GBCI 2013.

Setiap kriteria memiliki tujuan dan tolak ukur yang harus dipenuhi untuk mencapai poin. Tahapan penialian Greenship terdiri dari (GBCI, 2013) :

1. Tahap Rekognisi Desain (DR), yang memiliki nilai tertinggi 77 poin. Pada titik ini, berdasarkan perangkat penilaian GREENSHIP, tim proyek memiliki kesempatan untuk mendapatkan penghargaan sementara untuk proyek selama tahap finalisasi desain dan perencanaan. Tahap ini dilakukan selama gedung masih dalam tahap perencanaan.

2. Tahap Penilaian Akhir (FA), yang memiliki nilai maksimal 101 poin, menilai proyek dari semua aspek desain dan konstruksi. Tahap ini menentukan kinerja gedung secara menyeluruh.

Tabel 2.3 Nilai Kriteria Penilaian *Greenship Tools*

No	Kategori	Nilai DR			Nilai FA		
		Prasyarat	Kredit	Bonus	Prasyarat	Kredit	Bonus
1	ASD	-	17		-	17	
2	EFC	-	26	5	-	26	5
3	WAC	-	21		-	21	
4	MRC	-	2		-	14	
5	IHC	-	5		-	10	
6	BEM	-	6		-	13	
Tolak Jengukuran		-	77	5		101	5

Sumber; Perangkat Penilaian Greenship Versi 1.2.



Gambar simbol GBCI Greenship: Perak, Emas, Perak, Perunggu

Tabel 2.4 Poin Minimum *Greenship Rating Tools*

Level	Poin	
	Poin	Presentase (%)
Platinum	74 - 101	73
Gold	58 - 73	57
Silver	47 - 57	46
Bronze	35 - 46	35

Sumber :Panduan Peneran greenship versi 1.2

2.2.7.1 Kriteria dalam Greenship

Green Building Council Indonesia menggunakan standar teori dan peraturan yang telah disesuaikan di Indonesia untuk menetapkan kriteria Green Building yang ada dalam alat penilaian Greenship. Jenis yang berbeda memiliki tiga (tiga) kriteria (GBCI, 2013), yaitu :

1. Kriteria prasyarat-kriteria yang ada di setiap kategori dan harus dipenuhi sebelum penilaian kriteria kredit dan bonus—merupakan standar minimum gedung ramah lingkungan. Apabila salah satu kriteria ini tidak dipenuhi, kriteria kredit dan bonus dalam setiap kategori tidak dapat dinilai. Nilai kriteria prasyarat ini tidak sama dengan nilai kriteria lainnya..
2. Kriteria kredit kriteria ini berlaku untuk setiap kategori dan tidak perlu dipenuhi. Namun, jika sesuai dengan kemampuan gedung, kriteria ini dapat diterapkan.
3. Bonus criteria adalah kriteria yang memberikan penilaian tambahan. Mereka tidak perlu dipenuhi dan pencapaiannya dianggap cukup sulit dan jarang terjadi di lapangan. Nilai bonus tidak mempengaruhi nilai maksimum Greenship, tetapi tetap diperhitungkan sebagai nilai pencapaian. Tabel menunjukkan gedung dengan kriteria bonus mengenai dinilai prestasinya.

Gambar 2.2 Greenship ASD

Kategori dan Kriteria		Nilai Kriteria Maksimum	Keterangan Per Kategori
Tepat Guna Lahan (<i>Appropriate Site Development-ASD</i>)			
ASD P	Area Dasar Hijau (<i>Basic Green Area</i>)	P	1 kriteria prasyarat; 7 kriteria kredit
ASD 1	Pemilihan Tapak (<i>Site Selection</i>)	2	
ASD 2	Aksesibilitas Komunitas (<i>Community Accesibility</i>)	2	
ASD 3	Transportasi Umum (<i>Public Transportation</i>)	2	
ASD 4	Fasilitas Pengguna Sepeda (<i>Bicycle Facility</i>)	2	
ASD 5	Lansekap pada Lahan (<i>Site Landscaping</i>)	3	
ASD 6	Iklm Mikro (<i>Micro Climate</i>)	3	
ASD 7	Manajemen Air Limpasan Hujan (<i>Stormwater Management</i>)	3	
Total Nilai Kategori ASD		17	16.8%

Gambar 2.3 Greenship EFC

Efisiensi dan Konservasi Energi (<i>Energy Efficiency and Conservation-EEC</i>)			
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>)	20	
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	

Gambar 2.4 Greenship WAC

Kategori dan Kriteria		Nilai Kriteria Maksimum	Keterangan Per Kategori
Konservasi Air (Water Conservation-WAC)			
WAC P1	Meteran Air (Water Metering)	P	2 kriteria prasyarat; 6 kriteria kredit
WAC P2	Perhitungan Penggunaan Air (Water Calculation)	P	
WAC 1	Pengurangan Penggunaan Air (Water Use Reduction)	8	
WAC 2	Fitur Air (Water Fixtures)	3	
WAC 3	Daur Ulang Air (Water Recycling)	3	
WAC 4	Sumber Air Alternatif (Alternative Water Resources)	2	
WAC 5	Penampungan Air Hujan (Rainwater Harvesting)	3	
WAC 6	Efisiensi Penggunaan Air Lansekap (Water Efficiency Landscaping)	2	
Total Nilai Kategori WAC		21	20.8%

Gambar 2.5 Greenship ASD

Sumber dan Siklus Material (Material Resources and Cycle-MRC)			
MRC P	Refrigeran Fundamental (Fundamental Refrigerant)	P	1 kriteria prasyarat; 6 kriteria kredit
MRC 1	Penggunaan Gedungdan Material Bekas (Building and Material Reuse)	2	
MRC 2	Material Ramah Lingkungan (Environmentally Friendly Material)	3	
MRC 3	Penggunaan Refrigeran tanpa ODP (Non ODS Usage)	2	
MRC 4	Kayu Bersertifikat (Certified Wood)	2	
MRC 5	Material Prefabrikasi (Prefab Material)	3	
MRC 6	Material Regional (Regional Material)	2	
Total Nilai Kategori MRC		14	

Gambar 2.6 GreenShip IHC

Kategori dan Kriteria		Nilai Kriteria Maksimum	Keterangan Per Kategori
Kesehatan dan Kenyamanan dalam Ruang (Indoor Health and Comfort-IHC)			
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%

Gambar 2.7 GreenShip BEM

Manajemen Lingkungan Bangunan (Building Environment Management-BEM)			
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		13	12.9%

2.2.6 Tolak Ukur dan Penilaian Katagori Green Construction

Berdasarkan GreenShip

Semua jenis pembangunan hijau yang didasarkan pada GreenShip memiliki tujuan dan standar yang harus dipenuhi. Berikut adalah penjelasan untuk setiap kategori pembangunan hijau :

1. Recycle Gedung dan Material Bekas

Tujuan ;

Menggunakan material bekas bangunan lama dan/atau dari tempat lain untuk mengurangi penggunaan bahan mentah yang baru, sehingga dapat mengurangi limbah pada pembuangan akhir serta memperpanjang usia pemakaian suatu bahan material. Pada kategori ini terdapat 2 pilihan tolok ukur yaitu 1a atau 1b. Apabila tolok ukur 1a terpenuhi maka mendapatkan nilai 1 sedangkan jika lebih mampu memenuhi tolok ukur 1b maka akan mendapatkan nilai 2.

No	Tolak Ukur	Nilai	Total Nilai
1a.	Menggunakan kembali material yang telah digunakan sebelumnya, setidaknya sepuluh persen dari total material yang digunakan untuk struktur utama, fasad, plafon, lantai, partisi, kusen, dan dinding, yang berasal dari bangunan lama.	1	2
	Atau		
1b.	Menggunakan kembali material yang telah digunakan sebelumnya, setidaknya 20% dari total material, termasuk bahan untuk struktur utama, fasad, plafon, lantai, partisi, kusen, dan dinding, yang berasal dari bangunan lama.	2	

2. Material Ramah Lingkungan

Tujuan ;

Mengurangi dampak ekologi dari proses produksi material dan ekstraksi bahan mentah. Ada tiga tujuan dalam kategori ini. Setiap tujuan memiliki nilai satu, dan jika semua tujuan telah dipenuhi, nilai tiga akan diberikan.

No	Tolak Ukur	Nilai	Total Nilai
2a.	Pada proses produksi menggunakan material yang disertifikasi oleh sistem manajemen lingkungan harus membayar setidaknya tiga puluh persen dari total biaya material. Sertifikat dianggap sah hanya jika masih berlaku selama rentang waktu proses pembelian konstruksi.	1	3
2b.	Menggunakan bahan yang dihasilkan dari proses daur ulang harus setidaknya 5% dari biaya material total.	1	
2c.	Menggunakan bahan yang bahan baku utamanya berasal dari sumber daya (SD) terbarukan dan memiliki masa panen jangka pendek setidaknya sepuluh tahun adalah 2% dari biaya total bahan.	1	

Sumber; GBCI, 2013

3. Penggunaan Refigeran Tanpa ODP

Tujuan ;

Menggunakan bahan yang tidak merusak ozon. Ada 1 tolok ukur dalam kategori ini, dan total nilainya adalah 2. Tolok ukur dan penilaian kategori penggunaan refigeran tanpa ODP dijelaskan di sini.

No	Tolak Ukur	Nilai	Total Nilai
3a.	Jangan gunakan bahan perusak ozon di seluruh pendingin bangunan.	2	2

Sumber; GBCI, 2013

4. Kayu Bersertifikat

Tujuan ;

Melindungi kelestarian hutan dengan menggunakan bahan kayu yang dapat dipertanggung jawabkan asal-usulnya. Ada dua tujuan dalam kategori ini. Setiap tujuan diberi nilai satu, dan jika semua tujuan terpenuhi, maka nilai kedua akan diberikan.

No	Tolak Ukur	Nilai	Total Nilai
4a.	menggunakan kayu yang telah disertifikasi sesuai dengan peraturan pemerintah tentang asal kayu (seperti faktur angkutan kayu olahan/FAKO, sertifikat perusahaan, dan lain-lain), dan terbebas dari perdagangan ilegal kayu sebesar seratus persen dari biaya total.	1	2
4b.	jika 30% dari item di atas dibuat dari kayu yang disertifikasi oleh Lembaga Ekolabel Indonesia (LEI) atau Komite Pengawasan Hutan (FSC).	1	

Sumber; GBCI, 2013

5. Material Regional

Tujuan ;

Mengurangi emisi karbon yang dihasilkan oleh moda transportasi distribusi dan mendorong pertumbuhan ekonomi

domestik. Ada dua tujuan dalam kategori ini. Setiap tujuan yang dicapai diberi nilai satu, sehingga jika semua tujuan terpenuhi, maka nilai 2

No	Tolak Ukur	Nilai	Total Nilai
5a.	Jika lokasi bahan baku utama dan pabrikasinya berada di dalam radius minimal 1.000 km dari lokasi proyek, penggunaan bahan tersebut akan mewakili setidaknya 50% dari total biaya material.	1	2
5b.	jika 30% dari item di atas dibuat dari kayu yang disertifikasi oleh Lembaga Ekolabel Indonesia (LEI) atau Komite Pengawasan Hutan (FSC).	1	

Sumber; GBCI, 2013

6. Pemantauan Kadar Co2

Tujuan ;

Menjaga kesehatan pengguna gedung dengan mengontrol konsentrasi karbondioksida (CO₂) dalam masukan udara segar.

Pada kategori ini terdapat satu metrik, dan nilai totalnya 1

No	Tolak Ukur	Nilai	Total Nilai
6a.	(CO ₂) dipasang di ruangan dengan kepadatan tinggi, yaitu kurang dari 2,3 m ² per orang. Sensor ini ditempatkan 1,5 meter di atas lantai dekat return air grille atau return air duct, dan memiliki mekanisme untuk mengontrol jumlah ventilasi udara luar sehingga konsentrasi CO ₂ di dalam ruangan tidak lebih dari 1.000	1	1

Sumber; GBCI, 2013

7. Pengendalian Lingkungan Atas Asap Rokok

Tujuan ;

Menghentikan pengguna gedung dan permukaan material interior dari asap rokok agar kesehatan mereka terjaga. Dalam kategori ini, ada satu tolok ukur, dan nilai total yang diperoleh jika semua kriteria dipenuhi adalah 2.

No	Tolak Ukur	Nilai	Total Nilai
7a.	Memasang tanda "Dilarang Merokok di Seluruh Area Gedung" dan tidak menyediakan bangunan atau area khusus untuk merokok di dalam gedung. Apabila tersedia, bangunan atau area khusus untuk merokok harus minimal berada pada jarak 5 m dari pintu masuk, saluran udara luar, dan bukaan jendela.	2	2

Sumber; GBCI, 2013

8. Polutan Kimia

Tujuan ;

Mengurangi polusi udara ruang yang berasal dari emisi material bangunan, yang dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan pekerja konstruksi serta orang yang menggunakan gedung. Ada tiga tujuan dalam kategori ini. Setiap tujuan yang dicapai diberi nilai satu, dan jika semua tujuan telah dipenuhi, maka nilai tiga akan diberikan.

No	Tolak Ukur	Nilai	Total Nilai
----	------------	-------	-------------

8a.	menggunakan cat dan pelapis yang mengandung tingkat volatile organic compounds (VOC) yang rendah yang ditunjukkan dengan label atau sertifikasi yang diakui GBC Indonesia.	1	3
8b.	menggunakan produk kayu komposit dan laminating adhesive yang memiliki kadar emisi formaldehida yang rendah yang ditandai dengan label atau sertifikasi yang diakui GBC Indonesia.	1	
8c.	Tidak menggunakan material yang mengandung asbestos dan menggunakan material lampu dengan toleransi merkuri tertinggi yang disetujui GBC Indonesia.	1	

Sumber; GBCI, 2013

9. Kenyaman Visual / Tingkat Pencahayaan

Tujuan ;

Mencegah gangguan visual yang disebabkan oleh tingkat pencahayaan yang tidak sesuai dengan daya akomodasi mata. Ada satu tolok ukur dalam kategori ini, dan total nilai yang diperoleh adalah 1.

No	Tolak Ukur	Nilai	Total Nilai
9a.	Sesuai dengan SNI 03-6197-2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, menggunakan lampu dengan iluminansi (tingkat pencahayaan) ruangan.	1	1

Sumber; GBCI, 2013

10. Tingkat Kebisingan

Tujuan ;

Menjaga tingkat kebisingan ruangan yang paling rendah. Ada satu tolok ukur dalam kategori ini, dan nilai totalnya adalah 1.

No	Tolak Ukur	Nilai	Total Nilai
10.a	Tingkat kebisingan harus melebihi atau memenuhi kriteria desain yang direkomendasikan SNI 03-6386-2000 tentang Spesifikasi Tingkat Bunyi dan Waktu Dengung dalam Bangunan Gedung dan Perumahan pada 90% dari nett lettable area (NLA).	1	1

Sumber; GBCI, 2013

11. GP Sebagai Anggota Tim Proyek

Tujuan ;

Arahkan desain bangunan hijau sejak awal untuk memudahkan desain yang memenuhi rating. Ada satu tolok ukur dalam kategori ini, dan nilai totalnya adalah 1.

No	Tolak Ukur	Nilai	Total Nilai
11.a.	melibatkan setidaknya seorang profesional bersertifikat GREENSHIP (GP), yang akan memandu proyek hingga mendapatkan sertifikat GREENSHIP.	1	1

Sumber; GBCI, 2013

12. Polusi dari Aktivitas Kontruksi

Tujuan ;

Mengurangi polusi dan sampah yang dihasilkan dari konstruksi. Ada dua tujuan dalam kategori ini. Setiap tujuan diberi nilai satu, dan jika semua tujuan terpenuhi, maka nilai kedua akan diberikan.

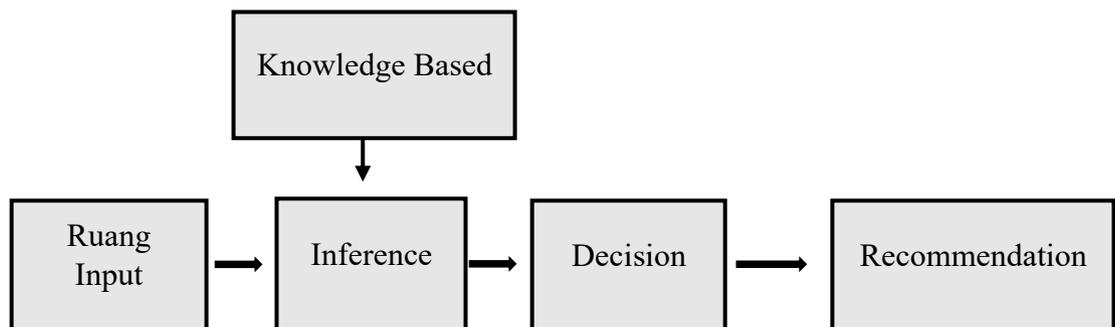
No	Tolak Ukur	Nilai	Total Nilai
12a.	Limbah padat memiliki area pengumpulan, pemisahan, dan sistem pencatatan. Pencatatan disesuaikan dengan jumlah limbah padat yang dibuang ke tempat pembuangan sampah, digunakan kembali, dan didaur ulang oleh pihak ketiga.	1	2
12b.	Limbah cair, menjaga kualitas seluruh buangan air yang dihasilkan dari konstruksi agar tidak mencemari drainase kota.	1	

2.2 Metode Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah teknik yang tepat untuk memetakan ruang input ke dalam ruang output dan memiliki nilai kontiniu. Ini dinyatakan dalam derajat keanggotaan dan derajat kebenaran, sehingga sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama (Kusumadewi, 2004). Logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan antara 0 dan 1, dan menunjukkan sejauh mana nilai benar dan salah. Dalam bahasa, fuzzy diartikan sebagai kabur atau samar, yang berarti bahwa suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Logika fuzzy memiliki nilai kekaburan atau kesamaran antara 0 dan

1. Namun, seberapa besar kebenaran dan kesalahannya tergantung pada seberapa berat anggota itu.

Prof. Lotfi Asker Zadeh, seorang guru besar di University of California, Berkeley, Amerika Serikat, adalah orang pertama yang memperkenalkan logika fuzzy pada tahun 1965. Metode logika fuzzy biasanya digunakan untuk menghitung pengganti angka atau bilangan dengan menggunakan variabel kata (linguistic variable), menurut Naba (2019). Salah satu cara untuk menggunakan aturan IF-THEN untuk memetakan ruang input ke ruang keluar adalah dengan cara ini. Proses pemetaan tersebut dilakukan menggunakan sistem inference fuzzy, yang merupakan metode yang digunakan untuk mengatasi hal-hal yang tidak pasti pada masalah yang memiliki banyak jawaban. Dalam logika fuzzy, tipe pengerjaan FIS Sugeno dan Mamdani. Nilai keanggotaan, juga dikenal sebagai fungsi keanggotaan, merupakan ciri utama penalaran dengan logika fuzzy. Gambar 2.1 menjelaskan konsep logika fuzzy (Winanda et al., 2019).



Gambar 2.2 Konsep dari fuzzy system

Metode Mamdani—juga dikenal sebagai Metode Max-Min diciptakan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk menghasilkan output, perancangan sistem memerlukan empat tahapan, (Rizky Pahlevi, et al (2013)) meliputi:

- a. Pembentukan himpunan fuzzy
- b. Penggunaan metode implikasi
- c. Komposisi aturan menggunakan metode max, metode additive, dan metode lainnya
- d. Proses penegasan (defuzzyfikasi) yang merupakan transformasi keluaran

dari nilai fuzzy kenilai tegas.

Terdapat beberapa alasan yang telah dijelaskan oleh Kusumadewi, et al (2006) mengenai alasan orang menggunakan logika fuzzy, yakni:

- a. Idenya sederhana, dan matematis yang mendasari penalaran fuzzy lebih muda dihitung dan sangat sederhana.
- b. Metode ini dapat disesuaikan.
- c. Metode ini sangat tepat untuk mengolah data.
- d. Ada kemampuan untuk mensimulasikan fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
- d. Dapat secara langsung menerapkan dan membentuk pengalaman pakar tanpa melalui proses pelatihan.
- f. Dapat berfungsi dengan metode kendali konvensional
- g. Metode ini berasal dari penggunaan bahasa alami.

Dengan menggunakan logika fuzzy, tujuan adalah untuk mendapatkan hasil jawaban yang jelas atau dekat dengan kebenaran. Metode jaringan saraf tiruan (JST) adalah salah satu dari banyak metode alternatif yang dapat digunakan untuk menjawab kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi. Menurut Handayanto (2018), metode jaringan saraf tiruan (JST) dapat digabungkan dengan fuzzy inference system (FIS), juga dikenal sebagai Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). Metode ANFIS memiliki beberapa kekurangan dan kelebihan dalam operasinya, seperti bahwa itu membutuhkan lebih banyak waktu untuk diproses daripada metode jaringan saraf tiruan.

Berdasarkan kelebihan dan kekurangan yang ada pada setiap metode, logika fuzzy merupakan metode yang sering menjadi pilihan terbaik untuk digunakan karena dapat mempermudah dalam membuat rancang bangun sistem untuk mempercepat dan menghasilkan hasil yang lebih baik dan lebih cepat.