

## **ANALISIS PENERAPAN GREEN CONSTRUCTION MANAGEMENT TERHADAP LINGKUNGAN SEKITAR PROYEK**

NurYani<sup>1</sup>, Lila Ayu Ratna Winanda<sup>2</sup>, Deviany Kartika<sup>2</sup>

<sup>1)</sup>*Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang*

<sup>2)</sup>*Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang*

*Email : [1921083nuryani@gmail.com](mailto:1921083nuryani@gmail.com)*<sup>1</sup>

### **ABSTRACT**

Green Construction is a planning and management of construction projects to minimize the influence of the construction process on the environment so that there is a balance between environmental capabilities and human needs for present and future generations (Erviyanto, 2012). Green Building Council Indonesia (GBCI) is an organization founded by professionals in the building planning and construction sector with a rating system for each building called Greenship. Greenship is a value as a benchmark of green building. By using the Greenship assessment guide for buildings version 1.2. There are six aspects that serve as guidelines in the evaluation of Green Building assessments, namely Land Usefulness (ASD), Energy Efficiency and Conservation (EFC), Water Conservation (WAC), Material Sources and Cycles (MRC), Air Quality and Space Comfort (IHC), and Building Environmental Management (BEM), an assessment was carried out to find out the rating of the building. Assessment is done by means of interviews and questionnaires. The informants interviewed were the Project Manager, Team Leader Planners, and Team Leader Supervisors along with Construction Management Experts, while Respondents in collecting questionnaire data included Directors, Project Managers, Site Managers, Executors, Engineers, Supervisors, and Quality Control. The data is processed using the Fuzzy method through the Matlab application which refers to the Greenship guide for new buildings version 1.2. The results of the index scale assessment showed that the UB Medical Faculty Building received a total index of 44 points, with the Silver/Silver predicate and the Bethany Yestoya Malang Church Building received a total index of 57 points with the Gold/Gold predicate. With this research, it is hoped that it can analyze the achievement levels of green construction implementation of each greenship category that has been applied to building construction projects in Malang City and can provide appropriate solutions and improvements for construction projects in Malang City.

Keywords: Green Construction, Greenship New Building Versi 1.2, Fuzzy Logic.

### **ABSTRAK**

Konstruksi Hijau adalah perencanaan dan pengelolaan proyek konstruksi untuk meminimalkan pengaruh proses konstruksi terhadap lingkungan sehingga terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan manusia untuk generasi sekarang dan mendatang (Erviyanto, 2012). Green Building Council Indonesia (GBCI) adalah organisasi yang didirikan oleh para profesional di bidang perencanaan dan konstruksi bangunan dengan sistem penilaian untuk setiap bangunan yang disebut Greenship. Greenship merupakan nilai sebagai tolok ukur bangunan hijau. Dengan menggunakan panduan penilaian Greenship untuk bangunan versi 1.2. Terdapat enam aspek yang menjadi pedoman dalam evaluasi penilaian Green Building yaitu Kegunaan Lahan (ASD), Efisiensi dan Konservasi Energi (EFC), Konservasi Air (WAC), Sumber dan Siklus Material (MRC), Kualitas Udara dan Kenyamanan Ruang (IHC), dan Pengelolaan Lingkungan Bangunan (BEM), dilakukan penilaian untuk mengetahui rating bangunan tersebut. Penilaian dilakukan dengan cara wawancara dan kuesioner. Informan yang diwawancarai adalah Project Manager, Team Leader Planner, dan Team Leader Supervisor beserta Tenaga Ahli Manajemen Konstruksi, sedangkan Responden dalam mengumpulkan data kuesioner antara lain Direksi, Project Manager, Site Manager, Executor, Engineer, Supervisor, dan Quality Control. Data diolah menggunakan metode Fuzzy melalui aplikasi Matlab yang mengacu pada panduan Greenship untuk bangunan baru versi 1.2. Hasil penilaian skala indeks menunjukkan bahwa Gedung FK UB mendapatkan total indeks sebanyak 44 poin dengan predikat Silver/Silver dan Gedung Gereja Bethany Yestoya Malang mendapatkan total indeks sebanyak 57 poin dengan predikat Gold/Emas. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menganalisis tingkat pencapaian implementasi green construction dari setiap kategori greenship yang telah diterapkan pada proyek konstruksi gedung di Kota Malang dan dapat memberikan solusi dan perbaikan yang tepat untuk proyek konstruksi di Kota

Malang. Kata kunci: Kontruksi Hijau, Greenship Bangunan Baru Versi 1.2, Logika Fuzzy.

## 1. PENDAHULUAN

Kerusakan lingkungan dan pemanasan global merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi di dunia, termasuk juga di Indonesia. Indonesia merupakan urutan ke-lima di dunia dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca yaitu sebesar 4,63% (World Resources Institute, 2005). Menurut data dari konferensi Building South-East Asia "New Green Opportunities & Challenges". Konsumsi energi terbesar berasal dari aspek bangunan, kenyataan bahwa gedung-gedung bertingkat merupakan salah satu penyebab pemanasan global dan kerusakan lingkungan yang dimulai dari proses konstruksi hingga saat bangunan tersebut digunakan. Untuk menjaga keselamatan lingkungan dari efek konstruksi maka konsep bangunan berdasarkan prinsip lingkungan hidup mulai diterapkan. GBCI mempunyai tujuan untuk melakukan kegiatan meminimalkan biaya operasi dan dampak negative lingkungan di Indonesia. GBCI (Green Council Building Indonesia) merupakan suatu Lembaga yang berkomitmen penuh terhadap Pendidikan masyarakat dalam mengaplikasikan praktik-praktik terbaik lingkungan dan memfasilitasi transformasi industry bangunan global berkelanjutan. Oleh karena itu, pembangunan yang terus berkembang ini seharusnya diiringi dengan kesadaran akan pentingnya green construction. Green Construction merupakan suatu perencanaan dan pengelolaan proyek konstruksi untuk meminimalkan pengaruh proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan manusia untuk generasi sekarang dan akan datang (Ervianto, 2012).

Untuk mewujudkan bangunan yang ramah lingkungan dapat dilakukan beberapa Langkah berdasarkan daur hidup proyek seperti upaya penghematan air, energi dan lain sebagainya. *GreenShip rating tools* yang disediakan oleh GBCI terdiri dari tiga katagori, yaitu untuk bangunan terbangun ( *Existing Building* ), bangunan baru ( *New Building* ), dan *Home interior*. Penilaian bangunan baru ( *New Building* ) dapat dilakukan menggunakan perangkat penilaian GreenShip New Building Versi 1.2, terdapat 6 (enam) kategori dalam menerapkan green building yakni meliputi Tepat Guna Lahan (TGL), Efisiensi dan Pelestarian Energi (EPE), Pelestarian Air (PA), Sumber dan Daur Ulang Material (DUM), Kualitas Udara dalam Ruang (KUR) dan Pengelolaan Lingkungan Bangunan (PLB). Salah satunya gedung di Kota Malang yaitu gedung E Fakultas Ilmu Administrasi Universitas Brawijaya telah memenuhi kriteria penerapan konsep bangunan hijau dengan peringkat perunggu ( *Bronze* ), nilai Bronze ialah nilai terendah dalam penilaian menurut Green Building Council Indonesia (GBCI) yang berarti perlu

adanya evaluasi dan solusi perbaikan yang tepat terhadap manajemen didalamnya.

Kota Malang menjadi salah satu contoh sebagai kota hijau pada ajang ASEAN Mayors Forum 2015 dengan adanya predikat ini akan memicu pembangunan gedung di kota Malang terutama pada pembangunan kampus. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengukuran untuk analisis penerapan Green Construction terhadap lingkungan sekitar proyek di Kota Malang. Instrumen yang digunakan untuk melakukan analisa *green construction* pada penelitian ini berupa sistem rating GreenShip New Building Versi 1.2.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya baik. Riskan dengan jelas (Iman Soeharto, 1999). Menurut Juliadi (2010) sebuah proyek adalah kompleks, tidak rutin, usahanya dibatasi oleh waktu, anggaran, sumber daya dan spesifikasi kinerja yang di desain untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Definisi dari kegiatan proyek adalah suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sasarannya telah ditetapkan dengan jelas.

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut terdapat suatu proses yang mengelola sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. (Ervianto, 2005) Proyek konstruksi adalah usaha yang kompleks dan tidak memiliki kesamaan persis dengan proyek manapun sebelumnya sehingga sangat penting suatu proyek konstruksi membutuhkan manajemen proyek konstruksi. Suatu proyek konstruksi membutuhkan manajemen proyek konstruksi. Suatu proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Selain itu, proyek konstruksi juga memiliki karakteristik yaitu bersifat unik, membutuhkan sumber daya (manpower, material, machines, money, method), serta membutuhkan organisasi (Ervianto, 2005).

Green building adalah bangunan yang sejak perencanaan, pembangunan dalam masa konstruksi dan dalam pengoperasian serta pemeliharaan selama masa pemanfaatannya menggunakan sumberdaya alam seminimal mungkin, pemanfaatan lahan dengan bijak, mengurangi dampak lingkungan serta menciptakan kualitas

udara di dalam ruangan yang sehat dan nyaman. Konsep green building akan mengurangi konsumsi energi secara signifikan melalui beberapa metode desain pasif dan desain aktif. Menggunakan konsep green building tidak perlu mengorbankan kenyamanan dan produktivitas akibat penghematan energi. Green building tidak hanya hemat energi tapi juga hemat air, melestarikan sumberdaya alam, dan meningkatkan kualitas udara serta pengelolaan sampah yang baik. Dalam mengantisipasi krisis air bersih, dikembangkan konsep pengurangan pemakaian air (reduce) dengan produksi alat saniter yang hemat air, penggunaan kembali air untuk berbagai keperluan sekaligus (reuse), mendaur ulang buangan air bersih (recycle), dan pemanfaatan air hujan yang jatuh di atap bangunan (rain water harvesting). Lembaga Konsil Bangunan Hijau Indonesia atau Green Building Council Indonesia (GBC Indonesia) adalah lembaga mandiri (non government) yang berkomitmen penuh terhadap pendidikan masyarakat dalam mengaplikasikan praktik-praktik terbaik lingkungan dan memfasilitasi transformasi industri bangunan global yang berkelanjutan. GBC Indonesia bertujuan untuk melakukan transformasi pasar serta diseminasi kepada masyarakat dan pelaku bangunan untuk menerapkan prinsip-prinsip bangunan hijau. Khususnya di sektor industri bangunan gedung di Indonesia.

Menurut (Ervianto,2012) proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun secara tidak langsung.

Green Construction adalah suatu perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi untuk meminimalkan dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi sekarang dan mendatang (Ervianto, W.I., 2011). Green Building adalah bangunan baru yang direncanakan dan dilaksanakan atau bangunan sudah terbangun yang dioperasikan dengan memperhatikan faktor-faktor lingkungan atau ekosistem dan memenuhi kinerja: bijak guna lahan, hemat air, hemat energi, hemat bahan kurangi limbah, dan kualitas udara dalam ruangan GBCI (Green Building Council Indonesia, 2010).

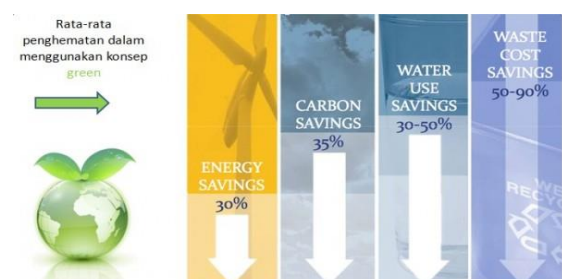
Konstruksi hijau (green construction) merupakan upaya untuk menghasilkan bangunan dengan menggunakan proses-proses yang ramah lingkungan, penggunaan sumber daya secara efisien selama daur hidup bangunan sejak perencanaan, pembangunan, operasional, pemeliharaan, renovasi

bahkan hingga pembongkaran. Green construction dapat diinterpretasikan sebagai konstruksi yang berdasarkan pembangunan berkelanjutan (sustainable development). Pembangunan berkelanjutan sendiri adalah pembangunan yang ditujukan untuk menyediakan kualitas kehidupan yang lebih baik untuk semua orang saat ini dan generasi yang akan datang, yang meliputi tiga tema penting, yaitu sosial, ekonomi, dan lingkungan. Ada 2 Aspek manfaat langsung konsep green construction pertama Manfaat Lingkungan diantaranya Penghematan Energi, Penghematan Air, Pengendalian Buangan. Kedua Manfaat Ekonomi yaitu, Penghematan biaya energi, Efisiensi biaya buangan, Efisiensi Biaya operasional dan pemeliharaan gedung Intensif fiskal bagi green construction (pada negara tertentu).

Berdasarkan beberapa standar faktor penilaian green construction, masing-masing memiliki kriteria dan faktor dalam hal desain, proses pelaksanaan, dan operasional. Dari beberapa faktor yang ada, maka dikombinasikan sehingga terdapat beberapa factor utama proses pelaksanaan green construction yaitu peran manajer, pengelolaan lingkungan, pelatihan, peralatan konstruksi, dampak ekologis, peran pemerintah, kontrol polusi, pemakaian energi, penelitian dan pengembangan. Berdasarkan beberapa faktor tersebut diatas dapat dibagi menjadi dua aspek utama yaitu aspek manajerial dan aspek operasional.(Tresnawati, 2018).

Manfaat Green Construction untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dari proses konstruksi. Menurut PT. Pembangunan Perumahan (Persero), penerapan green construction pada proyek membawa nilai tambah bagi pelaksana konstruksi yaitu dengan munculnya efisiensi pada penggunaan energi listrik, air, material, dan juga BBM.

Hal ini juga akan menghemat biaya produksi pada proses konstruksi dan memberikan profit yang lebih baik kepada pelaku usaha konstruksi. Gambar 2.1 berikut memberikan ilustrasi tentang besaran efisiensi biaya yang dapat diperoleh dengan penerapan green construction (Gambar 1).



Gambar 1 Manfaat aplikasi penerapan green construction

Sistem rating Greenship terdiri dari beberapa komponen yang akan dinilai. Dimana posisinya

dalam daur hidup proyek konstruksi berupa desain, konstruksi, dan operasional. Berdasarkan pengelompokan tersebut sebagai besar komponen yang dinilai lebih dominan pada tahap desain, selanjutnya tahap operasional, dan terakhir tahap konstruksi. Pembahasan secara mendetail menurut GreenShip untuk bangunan baru versi 1.2 Perangkat Penilaian GreenShip Rating Tools oleh GBCI ( Green Building Council Indonesia ) tentang ringkasan kriteria dan tolak ukur (Tabel 2).

Tabel 2 Perangkat Penilaian GreenShip New Building Versi 1.2

No	Katagori	Nilai Setiap Kategori			Jumlah Nilai
		Prasyarat	Kredit	Bonus	
1	Tepat Guna Lahan (ASD)	1	7	-	8
2	Efisiensi dan Konservasi Energi (EFC)	2	4	1	7
3	Konservasi Air (WAC)	2	6	-	8
4	Sumber & Siklus Material (MRC)	1	6	-	7
5	Kesehatan dan Kenyamanan dalam ruangan (IHC)	1	7	-	8
6	Manajemen Lingkungan Bangunan (BEM)	1	7	-	8
Jumlah Kriteria dan Tolak Ukur		8	37	1	46

Sumber ; Perangkat Penilaian GreenShip untuk Bangunan Baru Versi 1.2, 2013

Kriteria Green Building yang ada dalam GreenShip rating tools untuk bangunan baru ditentukan oleh Green Building Council Indonesia berdasarkan standar teori dan peraturan yang telah disesuaikan di Indonesia. Ada 3 (tiga) kriteria yang dimiliki dengan jenis yang berbeda (GBCI, 2013), yaitu :

1. Kriteria prasyarat, merupakan kriteria yang ada di setiap kategori dan harus terpenuhi sebelum adanya penilaian yang lebih lanjut berdasarkan kriteria kredit dan kriteria bonus. Kriteria ini merepresentasikan standar minimum gedung ramah lingkungan. Apabila salah satu prasyarat tidak dipenuhi maka kriteria kredit dan kriteria bonus dalam semua kategori tidak dapat dinilai.

Kriteria prasyarat ini tidak memiliki nilai kriteria seperti yang lainnya.

2. Kriteria kredit, merupakan kriteria yang ada pada setiap kategori dan tidak harus dipenuhi. Kriteria ini dapat diterapkan jika sesuai dengan kemampuan gedung tersebut.
3. Kriteria bonus, merupakan kriteria yang memberikan penilaian tambahan. Kriteria penilaian ini tidak harus dipenuhi dan pencapaiannya dinilai cukup sulit juga jarang terjadi di lapangan. Maka, nilai bonus ini tidak mempengaruhi nilai maksimum GreenShip, namun tetap diperhitungkan sebagai nilai pencapaian. Gedung yang memiliki kriteria bonus yang dapat dilihat di tabel 2.1 mengenai dinilai prestasinya.

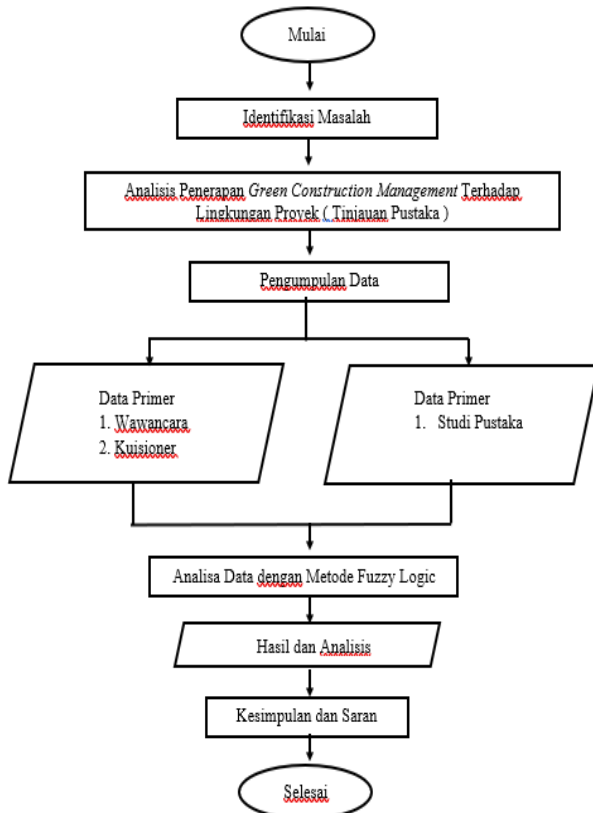
### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dengan mengikuti acuan GreenShip untuk bangunan versi 1.2. Penilaian/pengukuran kriteria GreenShip dilakukan berdasarkan kondisi proyek yang sedang berjalan, maka penelitian ini menialai sampai tahap DR (Design Recognition). Kemudian menentukan variable penelitian yang meliputi 6 kategori greenShip yakni, kategori tepat guna lahan (ASD), efisiensi dan konservasi energi (EFC), Konservasi air (WAC) sumber siklus material (MRC), kesehatan dan kenyamanan dalam ruangan (IHC), dan manajemen lingkungan bangunan (BEM) yang digunakan untuk iput pada logika fuzzy dan mengetahui tingkat platinum, gold, silver dan broze untuk outputnya. Dalam pengolahan data didapatkan melalui tahap wawancara pihak perencana maupun pengelola, dan membagikan kuesioner kepada pengguna gedung. Kemudian hasil analisis setiap kriteria dimasukkan kedalam table poin GreenShip untuk mengetahui poin penilaian green building yang didapatkan dari proyek dikota malang, lalu hasil analisis tersebut di olah dengan bantuan perhitungan menggunakan metode logika fuzzy. Penelitian ini menggunakan metode penelitian gabungan (mixed methods). Menurut Sugiyono (2016), metode penelitian campuran merupakan metode penelitian dengan mengkombinasikan antara dua metode penelitian kualitatif dan kuantitatif dalam suatu kegiatan penelitian sehingga akan diperoleh data yang lebih komprehensif, valid, reliabel, dan objektif. dan sumber data yang dikumpulkan untuk penelitian ini adalah :

1. Data Primer pada penelitian ini adalah Wawancara dan Kuesioner.
2. Data Sekunder

Penelitian memperoleh data sekunder dari studi literatur, studi Literatur adalah cara untuk menyelesaikan persoalan dengan menelusuri sumber-sumber tulisan yang pernah dibuat sebelumnya.

Setelah mengumpulkan data dilakukan analisis data dengan metode fuzzy logic dengan bantuan aplikasi Matlab. Selanjutnya didapatkan hasil dan analisis data untuk terakhir kesimpulan dan saran (Gambar 3).



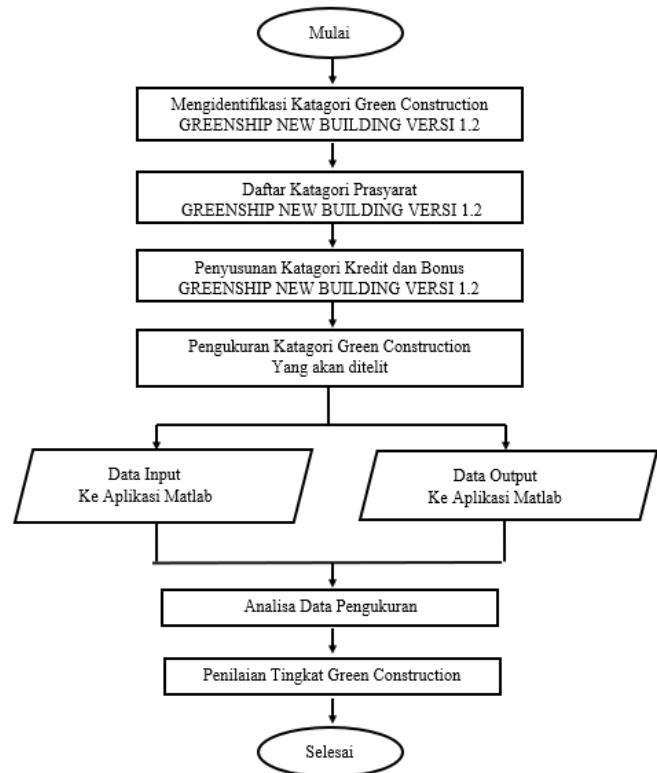
Gambar 3 Bagan Alir Tahap Penelitian.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan agar mendapatkan nilai output yang sesuai dengan tujuan penelitian. Identifikasi penilaian Greenship untuk bangunan baru Versi 1.2 didapatkan melalui Langkah-langkah berikut ;

Pertama penentuan variable perangkat penilain Greenship untuk bangunan baru versi 1.2 yang didapatkan dari dua jensi pengumpulan data yakni wawancara, dan form kuisisioner.

Kedua melakukan Penilaian tingkat predikat dari keenam variable greenship, yaitu (1) Tepat Guna Lahan (ASD); (2) Efisiensi dan Konservasi Energi (EFC); (3) Koservasi Air (WAC); (4) Sumber dan Siklus Material (MRC); (5) Kesehatan dan Kenyaman dalam Ruang (IHC); (6) Manajemen Lingkungan Bangunan (BEM).

Data dan informasi yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari Greenship New Building Versi 1.2 Variabel kriteria prasyarat, kredit dan bonus, Selanjutnya dilakukan penyebaran kuesioner untuk mengetahui katagori Green Construction yang telah diterapkan pada proyek gedung tersebut. Setelah didapatkan katagori green construction yang akan diteliti, maka tahap selanjutnya tahap pengukuran. Dengan menentukan kriteria apa saja yang telah diterapkan dari variabel syarat. Ketiga merekap data hasil wawancara, dan kuesioner. Rekap data yang didapat menghasilkan nilai yang dibutuhkan untuk menilai sebuah gedung menggunakan acuan greenship untuk bangunan baru versi 1.2 agar mendapatkan hasil untuk dimasukkan kedalam ruang input pada penentuan variable aplikasi Matlab (Gambar 4).



Gambar 4 Bagan Alir Penggunaan Matlab.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis fuzzy digunakan untuk memperoleh penialain hasil akhir untuk mengetahui predikat dari proyek kontruksi gedung di Kota Malang. Tahapan dalam proses fuzzy adalah Fuzzifikasi, Implikasi, Agregasi, Defuzzifikasi. Untuk

memudahkan proses perhitungan fuzzy logic maka menggunakan program bantuan aplikasi Matlab, berikut proses perhitungan fuzzy untuk menentuka nilai rating dari setiap katagori Greenship New Building Versi 1.2. Pembentukan himpunan fuzzy dilakukan dengan metode interval dengan melakukan penyebaran kuesioner dan wawancara, diuraikan penjelasan pada setiap variable Greenship New Building Versi 1.2 ada enam variable yaitu, Tepat guna lahan/ASD tingkatan (rendah, sedang, tinggi), Efisiensi dan konservasi energi/EFC tingkatan (rendah, sedang, tinggi), Sumber & siklus material/MRC tingkatan (rendah, sedang, tinggi), Kesehatan & kenyamanan dalam ruangan/IHC tingkatan (rendah, sedang, tinggi) Manajemen lingkungan bangunan/BEM tingkatan (rendah, sedang, tinggi). Variabel linguistik tersebut ada 6 dalam 1 variabel linguistik, kemudian untuk mengetahui hasil akhir predikat dari proyek gedung di kota malang digabung menjadi satu pada saat proses defuzzifikasi dengan cara merata-ratakan. Responden yang dapat memberikan konfirmasi waktu dalam pengisian proses fuzzifikasi berjumlah 20 orang responden dimasukkan dengan bobot penelian berdasarkan table 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Hasil Kuesioner Fakultas Kedokteran UB

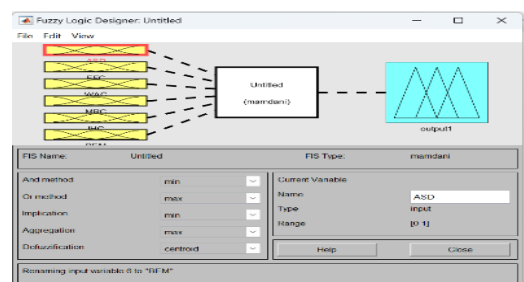
Responden	ASD	EFC	WAC	MRC	IHC	BEM
Responden 1	7	6	6	11	7	6
Responden 2	7	6	6	12	7	6
Responden 3	7	6	5	11	7	6
Responden 4	7	5	6	11	7	6
Responden 5	6	6	5	12	7	6
Responden 6	6	5	6	12	7	6
Responden 7	7	5	6	11	7	6
Responden 8	7	6	6	12	7	6
Responden 9	7	6	6	12	7	6
Responden 10	7	6	5	12	7	6
Hasil	68	57	57	116	70	60
Rata-rata	7	6	6	12	7	6
Total	44					

Tabel 4.2 Rekapitulasi Data Hasil Kuesioner Gereja Betahny Yestoya Malang

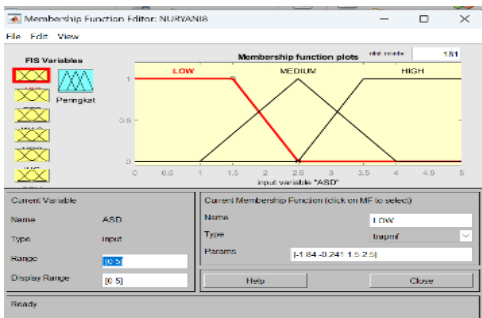
Responden	ASD	EFC	WAC	MRC	IHC	BEM
Responden 1	15	13	14	0	12	11
Responden 2	13	13	11	0	12	11
Responden 3	13	11	11	0	10	11
Responden 4	15	11	11	0	10	10
Responden 5	13	11	12	0	10	10
Responden 6	13	11	11	0	11	10
Responden 7	15	13	12	0	10	10
Responden 8	15	12	12	0	12	11
Responden 9	15	11	11	0	10	11
Responden 10	13	11	11	0	11	11
Hasil	130	117	116	0	108	106
Rata-rata	13	12	12	0	10	10
Total	57					

Proses defuzzifikasi langkah pertama adalah membuka program matlab yang didalamnya sudah terintegrasi dengan fuzzy logic. Pada command window detik “fuzzy” kemudian akan muncul jendela tampilan awal fuzzy logic. Pengolahan data pada Fuzzy Logic nantinya akan terbagi pada 3 bagian yaitu ruang input, kotak hitam, dan ruang output. Ruang input merupakan data hasil dari proses perhitungan maupun survei dari setiap kategori penilaian greenship. Kotak hitam disini merupakan proses pengolahan data yang dilakukan secara otomatis oleh aplikasi Fuzzy Logic dari data yang telah diinput dan pembuatan rules. Ruang output ini merupakan hasil dari pengolahan ruang input. Proses penilaian ini dilakuka secara otomatis sesuai dengan rules yang telah dibuat sebelumnya. Mengolah FIS Editor yang akan digunakan untuk memasukkan variable input dan output penelitian. Keenam kategori greenship yakni tepat guna lahan (ASD), efisiensi dan konservasi energi (EFC), konservasi ait (WAC), sumber dan siklus material (MRC), Kesehatan dan kenyamanan dalam ruang (IHC), dan manajemen lingkungan bangunan (BEM). Sedangkan untuk variable output terdapat empat kategori yakni, bronze, silver, gold dan platinum yang kemudian masing-masing dimasukkan kedalam FIS editor seperti Gambar 4.1

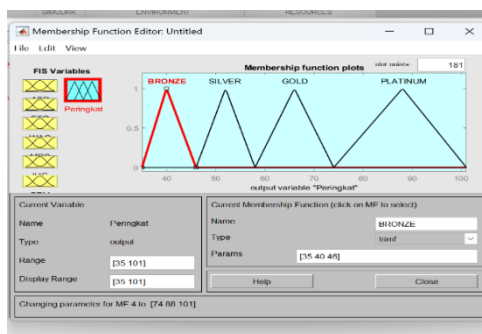
Gambar 4.1 Hasil FIS Editor



Mengolah membership function Editor, setelah menentukan variable dilanjutkan untuk mengolah Membership Function Editor yang bertujuan untuk memasukkan range nilai dari setiap variable input dilakukan dengan memasukkan range nilai dari setiap input yaitu nilai Low, Medium dan High dapat dilihat pada gambar 4.2. Sedangkan untuk variable output dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.2 Membership Function ASD



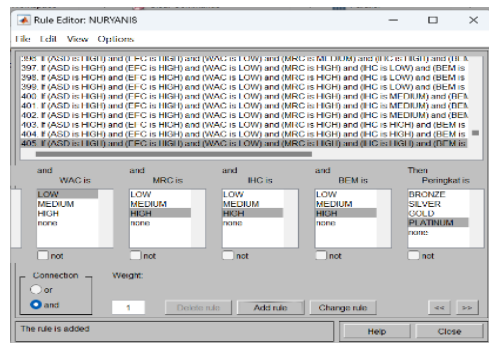
Gambar 4.3 Membership Function Bronze

Setelah memasukkan jarak nilai pada setiap variable, maka Langkah selanjutnya adalah Inferensi yaitu penentuan aturan rule inferensi dengan menyebarkan kuesioner ke responden dengan menggabungkan himpunan fuzzy (fuzzifikasi) yang didalamnya mempunyai tingkatan yang sudah ditentukan, maka aturan rule untuk tingkatan probabilitas dengan keenam katagori (ASD, EFC, WAC, MRC, IHC, dan BEM) diuraikan menentukan rules seperti pada Tabel 4.17. Terdapat 405 rules yang digunakan untuk mendapatkan hasil penilaian gedung. Pembuatan rules sebanyak 405 dilakukan secara manual berdasarkan pengelompokan nilai peringkat setiap kategorinya. Rules berfungsi untuk menentukan nilai yang diperoleh oleh Gedung Proyek di Kota Malang. Pada menu rules menggunakan fungsi “and” dimana fungsi ini berfungsi untuk menjumlahkan setiap kategori dan hasil peringkatnya sehingga terakumulasi menjadi nilai

greenship. Input keenam variable greenship ASD, EFC, WAC, MRC, IHC dan BEM untuk keempat output Bronze, Silver, Gold dan Platinum dijelaskan pembuatan rule inferensi tingkatan probabilitas Greenship New Building Versi 1.2. ;

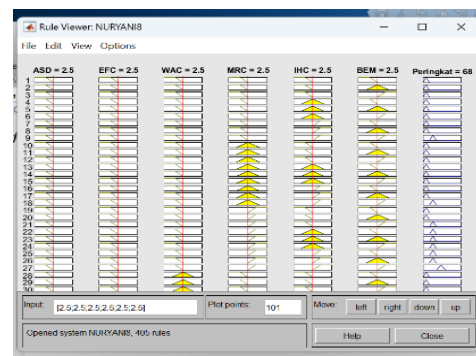
**IF** (ASD is Rendah/Low) **AND** (EFC is Rendah/Low) **AND** (WAC is Rendah/Low) **AND** (MRC is Rendah/Low) **AND** (IHC is Rendah/Low) **AND** (BEM is Rendah/Low), **THEN** (Hasil\_GB is Bronze) (1)

**IF** (ASD is Rendah/Low) **AND** (EFC is Rendah/Low) **AND** (WAC is Rendah/Low) **AND** (MRC is Rendah/Low) **AND** (IHC is Rendah/Low) **AND** (BEM is Tinggi/High), **THEN** (Hasil\_GB is Bronze) (2)



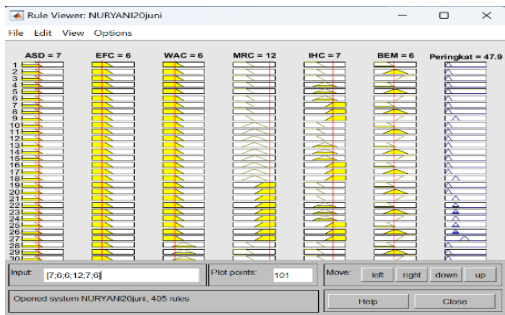
Gambar 4.4 Hasil Penentuan Rules Matlab

Gambar 4.5 merupakan hasil pengelolahan atau percobaan keenam variable untuk dijadikan rules pada hasil penelitian. Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan mengklik View – rules. Hasil penilaian fuzzy dari rata-rata nilai responden diisikan pada input. Maka secara otomatis akan keluar nilai yang diharapkan. Untuk penilaian pada setiap variable akan memiliki nilai defuzzifikasi tersendiri. Nilai tersebut adalah level yang dicari apakah termasuk Bronze, Silver, Gold dan Platinum.

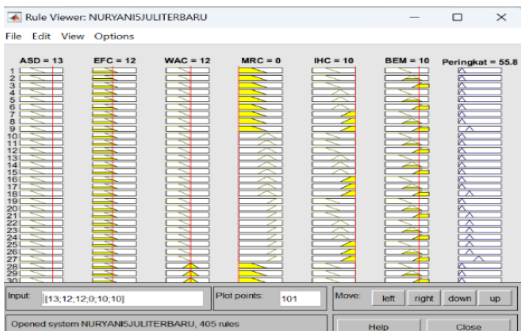


Gambar 4.5 Hasil Matlab Fuzzifikasi-Inferensi-Defuzzifikasi

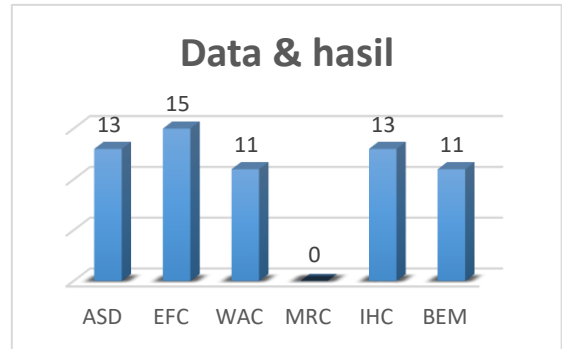
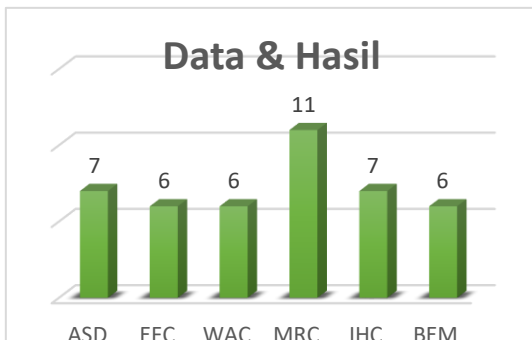
Hasil analisis perhitungan dengan bantuan MSEXcel dan hasil pemodelan dengan system fuzzy di aplikasi Matlab memberikan hasil predikat yang sama, Validasi hasil pemodelan dengan studi kasus pada Proyek Gedung Fakultas Kedokteran UB Kota Malang menunjukkan predikat Perunggu/Bronze dengan total indeks 44 Poin dijelaskan pada Gambar 4.6.



Hasil analisis perhitungan dengan bantuan MSEXcel dan hasil pemodelan dengan system fuzzy di aplikasi Matlab memberikan hasil predikat yang sama, Validasi hasil pemodelan dengan studi kasus pada Proyek Gereja Bethany Yestoya Kota Malang menunjukkan predikat Perak/Silver dengan total indeks 57 Poin dijelaskan pada Gambar 4.7.



Perbandingan hasil greenship Gedung Fakultas Kedokteran Ub dan Gereja Bethany Yestoya dengan analisis yang telah dilakukan disajikan dalam grafik Gambar 4.3 dan 4.4.



## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

- Berdasarkan hasil pengukuran kategori Green Construction dengan penilaian Greenship New Building Versi 1.2 Proyek Gedung Fakultas Kedokteran UB telah menerapkan keenam kategori *Greenship* yaitu ASD, EFC, WAC, MRC, IHC, BEM. Sedangkan Proyek Gereja Bethany Yestoya lima kategori *Greenship* yang diterapkan yaitu ASD, EFC, WAC, IHC, BEM dan satu kategori tidak diterapkan pada proyek tersebut yaitu kategori MRC.
- Hasil Penelitian menunjukkan bahwa analisis perhitungan dengan bantuan MSEXcel dan hasil pemodelan dengan system fuzzy di aplikasi Matlab memberikan hasil predikat yang sama, Validasi hasil pemodelan dengan studi kasus pada Proyek Gedung di Kota Malang menunjukkan predikat Perunggu/Bronze dengan total indeks 44 Poin, dan predikat Perak/Silver dengan total indeks 57 Poin.
- Solusi perbaikan dalam penerapan Greenship Rating Tools For New Building Ver 1.2 untuk menaikkan peringkat Gedung di Kota Malang, yaitu dilakukan penambahan nilai untuk memperbaiki peringkat predikat *greenship*, Gedung Fakultas Kedokteran UB meningkat ratingnya dari Bronze menuju ke Silver dengan penambahan poin, kategori tepat guna lahan (ASD) 10 poin, efisiensi dan konservasi energi (EFC) 8 poin, konservasi air (WAC) 8 poin, Sumber dan siklus material (MRC) 14 poin, Kesehatan dan kenyamanan dalam ruangan (IHC) 9 poin, manajemen lingkungan bangunan (BEM) 8 poin. Sedangkan untuk Gedung Gereja Bethany Yestoya Malang dari Silver menuju ke Gold dengan penambahan poin, tepat guna lahan (ASD) 15 poin, efisiensi dan konservasi energi (EFC) 13 poin,



konservasi air (WAC) 12 poin, Sumber dan siklus material (MRC) 12 poin, manajemen lingkungan bangunan (BEM) 12 poin.

#### Saran

Selama melaksanakan penelitian ini penulis merasa terdapat beberapa kekurangan yang sebaiknya dapat disempurnakan untuk penelitian selanjutnya. Saran tersebut antara lain adalah :

1. Hasil analisis dengan metode fuzzy logic dengan bantuan Matlab bahwa penilaian Gedung di Kota Malang telah memenuhi standar GreenShip New Building Ver 1.2, akan tetapi ada beberapa kategori kriteria *greenShip* yang masih belum terpenuhi secara maksimal. Sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk memperoleh nilai yang lebih maksimal.
2. Solusi dan saran perbaikan yang telah dianalisis untuk menaikkan peringkat Gedung di Kota Malang diharapkan dapat diterapkan oleh pihak pengelolaan Proyek di Kota Malang agar kedepannya bisa mendapatkan peringkat yang maksimal pada Green Construction dalam penerapan Green Building di Indonesia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Fa'izah, Z., Rahayu, Y. ., & Hikmah, N. (2019). Digital Repository Universitas Jember Digital Repository Universitas Jember. *Efektifitas Penyuluhan Gizi Pada Kelompok 1000 HPK Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan Sikap Kesadaran Gizi*, 3(3), 69–70.
- Ervianto. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. 99.  
[https://www.researchgate.net/publication/316081639\\_Manajemen\\_Proyek\\_Konstruksi](https://www.researchgate.net/publication/316081639_Manajemen_Proyek_Konstruksi)
- Ervianto. (2012). *Selamatkan Bumi Melalui Konstruksi Hijau*.
- Ervianto, W. I. (2011). Kajian Faktor Green Construction Infrastruktur Jalan Berdasarkan Sistem Rating Greenroad Dan Invest. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7*, 7(KoNTekS 7), 24–25.
- Green Building Council indonesia. (2010). Penilaian Kriteria Green Building Pada Bangunan Gedung Universitas Pembangunan Jaya Berdasarkan Indikasi Green Building Council Indonesia. *Widyakala Journal*, 6, 29.  
<https://doi.org/10.36262/widyakala.v6i0.181>
- Purnawirawan, H. A., Ratnaningsih, A., & Irawan, J. F. (2020). Assessment Green Building Pada Gedung Kuliah Fakultas Kedokteran Universitas Jember Menggunakan Perangkat Penilaian GreenShip Untuk Bangunan Baru Versi 1.2. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 5(2), 166.  
<https://doi.org/10.19184/jrsl.v5i2.18936>
- Sakit, R., Uin, P., Di, A., Makassar, K., Rajhab, M., Pratama, M. K. H., Supardi, S., & Arsal, S. F. (2022). *Evaluasi Penerapan Green Construction Pada Proyek Pembangunan*. 4(April), 206–213.
- Soeharto, I. (1999). Free-electron two-quantum stark radiation driven by the electric wiggler associated with density modulation in a hydrodynamic free-electron laser. *Journal of the Korean Physical Society*, 60(5), 674–679.  
<https://doi.org/10.3938/jkps.60.674>
- Wijayaningtyas, M., Achmadi, F., & Nainggolan, T. H. (2018). Persepsi generasi milenial terhadap Green Building di Malang. *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH), September*, 521–529.
- Winanda, L. A. R., Adi, T. W., Anwar, N., & Wahyuni, F. S. (2017). Construction safety monitoring based on the project's characteristic with fuzzy logic approach. *AIP Conference Proceedings*, 1903(November).  
<https://doi.org/10.1063/1.5011578>
- Winanda, L. A. R., Arifin, A., Arrofiqi, F., Adi, T. W., & Anwar, N. (2019). A design concept of fuzzy decision support system for construction workers safety monitoring. *MATEC Web of Conferences*, 258, 02019.  
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201925802019>
- Winarsih, A. L. C., Perwitasari, D., & Enjelina, L. (2022). Capaian Green Construction Pada Proyek Gedung Uin Raden Intan Lampung Dengan Model Assessment Green Construction (Magc). *Cived*, 9(1), 81.  
<https://doi.org/10.24036/cived.v9i1.113109>