

# KAJIAN *GREEN BUILDING* PADA GEDUNG DEKANAT FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG

Barra Pasuka Dewa<sup>1</sup>, Agung Murti Nugroho<sup>2</sup>, Muhammad Satya Adhitama<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya  
Jalan MT. Haryono 167 Malang, 65145, Jawa Timur, Indonesia  
Alamat Email penulis: barradewa@gmail.com

## ABSTRAK

*Green Building* merupakan suatu konsep bangunan ramah lingkungan yang sudah menjadi perhatian khususnya di negara beriklim tropis. Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis dengan suhu dan kelembaban yang tinggi. Maka pada tahun 2009, sebuah lembaga GBCI (*Green Building Council Indonesia*) dibentuk untuk memberikan praktik-praktik bangunan ramah lingkungan kepada masyarakat. Universitas Brawijaya merupakan salah satu universitas dengan skala wilayah yang luas. Parameter bangunan yang dipilih adalah bangunan dengan bentukan vertikal, geometri bangunan, bentukan massa, bangunan berlantai 6-8 lantai, fungsi perkantoran dan perkuliahan, dan orientasi bangunan Utara-Selatan. Maka terpilih bangunan Gedung Dekanat FT-UB. Penelitian ini dilakukan untuk mengukur seberapa jauh tingkat *Green Building* pada bangunan obyek Gedung Dekanat. Metode penelitian observasi dengan deskriptif kualitatif. Pengamatan, wawancara, dan pengukuran menggunakan alat ukur sebagai pelengkap kajian penelitian ini. Pada gedung tersebut akan dinilai dari standar *GreenShip* dengan 6 kriteria utama. Kriteria utama tersebut adalah *Basic Green Area*, *Electric Sub Metering*, *Water Metering*, *Fundamental Refrigerant*, *Indoor Health and Comfort*, dan *Basic Waste Management*. Setelah dilakukan kajian terhadap obyek, diperoleh nilai 40 poin dengan predikat *BRONZE*. Kemudian peneliti memberi rekomendasi agar naik satu predikat menjadi *SILVER* dengan nilai akhir 54 poin. Rekomendasi tersebut diantaranya pada kriteria *Water Metering*, *Indoor Health And Comfort* dan *Electrical Sub Metering*.

Kata kunci: *Green Building*, Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, *GreenShip*, rating/sertifikasi.

## ABSTRACT

*Green Building* is an environmentally friendly building concepts which have become a center of attention, especially in tropical countries. In 2009, GBCI (*Green Building Council Indonesia*) was formed to provide practices environmentally buildings friendly to the communities. Brawijaya University is a university with a broad regional scale. Parameters building that selected is a building with a vertical form, geometry buildings, mass form, 6 to 8-storey building, office functions and lectures, and a buildings orientation North-South. The selected buildings is Dean buildings of Faculty Engineering in Brawijaya University. This research was conducted to measure how much the level of *Green Building* on the objects Dean buildings. Research method is observation with a qualitative description. Observation, interviews, and measurement using a measuring instrument as a complement to this research study. The building will be assessed on the standard of *GreenShip* with six main criteria: *Basic Green Area*, *Electric Sub Metering*, *Water Metering*, *Fundamental Refrigerant*, *Indoor Health and Comfort*, and *Basic Waste Management*. After a review towards the object, earned a value of 40 points with the predicate of *BRONZE*. The researchers gave the

*recommendation to go up one predicate becomes SILVER with a final value of 54 points. The recommendations include the criteria Water Metering, Indoor Health And Comfort and Electrical Sub-Metering.*

*Keywords: Green Building, The Dean of Faculty Engineering in Brawijaya University, Greenship, rating/ certification.*

## **1. Pendahuluan**

Perubahan iklim global menurut Karyono (2010), akan berdampak pada perubahan parameter iklim (suhu, radiasi, suhu udara, kelembabsan, dan kecepatan angin) di dalam kota, kawasan sekitar bangunan, serta dalam bangunan itu sendiri. Pembangunan yang dapat melindungi alam dari ancaman polusi dan penurunan kualitas yang diakibatkan oleh manusia. Dengan demikian konsep pembangunan yang ideal secara global mulai bergeser ke arah pembangunan yang responsif terhadap isu lingkungan. Universitas Brawijaya merupakan salah satu universitas di Indonesia dengan konsumsi energi yang besar. Salah satu gedung yang menjadi obyek kajian adalah Gedung Dekanat Fakultas Teknik. Gedung tersebut dipilih berdasar studi kasus dengan kriteria berlantai banyak, bentukan geometri bangunan, orientasi Utara-Selatan, bentukan vertikal, dan memiliki fungsi perkantoran dan perkuliahan. Dari latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana rating/predikat Gedung dekanat jika dinilai berdasar tolok ukur *Greenship* dari GBCI (*Green Building Council Indonesia*) dan SNI sebagai acuan untuk langkah program *Eco-Campus* kedepannya. Adanya penelitian kriteria *Greenship* dari GBCI tersebut diharapkan dapat dijadikan perbandingan untuk mengkaji gedung-gedung lain dan sebagai bagian dari upaya untuk penyesuaian kriteria dari *green building*.

## **2. Metode**

Penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan cara pengambilan datanya berupa observasi dengan wawancara narasumber dan pengguna, dokumentasi, pengukuran lapangan, dan studi literatur dengan metode analisis yang digunakan adalah metode analisis deskriptif, berdasarkan fokus penelitian yang terdiri dari 6 kriteria utama yang merupakan tolok ukur *Greenship* dari GBCI, dimana 6 kriteria utama tersebut diantaranya : *Basic Green Area* (Tata Guna Lahan), *Electrical sub Metering* (Efisiensi dan Konservasi Energi), *Water Metering* (Konservasi Air), *Fundamental Refrigerant* (Sumber Material dan Daur Ulang), *Indoor health dan Comfort* (Kesehatan dan Kenyamanan Ruangan), serta *Basic Waste Management* (Manajemen Lingkungan Bangunan). Dari hasil observasi tersebut penilaian menggunakan poin sesuai dengan ketentuan GBCI. Kemudian dijumlahkan antar kriteria sehingga didapatkan jumlah poin hasil penilaian (101 poin). Setelah penilaian dilakukan dan mendapat predikat sesuai acuan *Greenship*, maka dilakukan rekomendasi untuk meningkatkan nilai bangunan Gedung Dekanat.

## **3. Hasil dan Pembahasan**

Gedung Dekanat Fakultas Teknik berlokasi di Jalan MT. Haryono no.167, Malang, Jawa Timur, merupakan gedung perkantoran dan perkuliahan dengan jumlah 8 lantai. Luas gedung tersebut adalah 1557 m<sup>2</sup> dan total luas lahan Gedung Dekanat 7082 m<sup>2</sup>. Gedung Dekanat berorientasi Utara-Selatan dengan jam operasional antara pukul 07.30–16.00 WIB. Setelah dilakukan pengamatan, pengukuran dengan alat ukur *Lux Meter*,

*Sound Level Meter*, dan *Thermometer*, dan wawancara, maka didapat hasil penelitian sebagai berikut:

### 3.1 Tata Guna Lahan (*Basic Green Area*)

#### **Site Selection**

Dengan memiliki minimal 8 prasarana perkotaan berdasarkan Rencana Ruang Kota Malang no.4 tahun 2011 sehingga memiliki 2 poin. Kemudian gedung dekanat dengan prasyarat pembangunan 7 (tujuh) fasilitas umum sebagai jaringan konektivitas dan jalur pedestrian sudah terpenuhi sehingga memiliki 2 poin.

#### **Public Transportation**

Adanya halte dalam jangkauan 300 m namun akses menuju ke lokasi halte tersebut masih belum ada atau terpisah dari fasilitas trotoar sehingga memiliki 1 poin.

#### **Bicycle**

Pada area gedung Dekanat masih belum ada fasilitas parkir sepeda sehingga tidak mendapat poin.

#### **Site Landscaping**

Minimal 40% total luas lahan Dekanat harus berupa landscape sudah terpenuhi dengan perhitungan total landscape 43,05% sehingga memiliki 2 poin.

#### **Micro climate**

Yaitu menghitung nilai *albedo* pada area atap dan non atap minimal memiliki 0,3. Perhitungan *albedo* pada Gedung Dekanat menunjukkan angka 0,27 sehingga tidak memiliki poin.

### 3.2 Efisiensi Dan Konservasi Energi (*Electrical Sub Metering*)

Pada kriteria ini obyek gedung dilakukan penilaian tentang penggunaan energi dalam sistem elektrik.

#### **Energy Efficiency Measure**

Untuk sub Kriteria *Energy Efficiency Measure*, peneliti tidak melakukan perhitungan dengan OTTV, namun dengan perhitungan manual konsumsi listrik pada peralatan listrik seperti AC, dan Laptop/PC di Gedung Dekanat.

**Tabel 1. Perhitungan Daya listrik AC**

Lantai	P/hari	P/bulan	P/tahun
1	410.958	9.041.076	108.492.912
2	868.203	19.100.466	229.205.592
3	745.578	16.402.716	196.832.592
4	648.837	14.274.414	171.292.968
5	495.378	10.898.316	130.898.316
6	494.685	10.883.070	130.596.840
7	415.667	9.144.674	109.736.088
8	243.567	5.358.672	64.304.064
TOTAL	4.322.873	95.103.404	1.141.359.372

Perhitungan AC = Kebutuhan AC =  $P \times L \times 500$

Pemakaian AC berkisar 9 jam/hari. Kapasitas AC yang terpasang kemudian dikonversikan ke dalam daya listrik dengan  $1 \text{ BTU/hr} = 0,2931 \text{ W}$ .

**Tabel 2. Perhitungan Daya listrik**

Komputer	P/hari	P/bulan	P/tahun
Desktop PC	21.319	469.022	5.628.264
Laptop	6.462	142.179	1.706.148
Total	27.781	611.201	7.334.412

Hasil survey menunjukkan bahwa rasio desktop PC adalah 0,72 desktop PC/pegawai, rasio laptop adalah 0,5 laptop/pegawai, dan total pegawai gedung adalah 65 orang. Dengan demikian terdapat 47 buah desktop PC dan 33 buah laptop. Penggunaan Desktop/PC membutuhkan daya 70 W/ Jam dengan intensitas pemakaian 9 jam/hari. Penggunaan Laptop membutuhkan daya 48 W/ Jam dengan intensitas pemakaian 8 jam/hari. Penggunaan daya listrik tersebut kemudian dihitung emisinya dengan faktor emisi (EF) yaitu **0,741 ton CO<sub>2</sub>/MWh** sesuai ketentuan Surat Kementrian ESDM Dirjen Ketenagalistrikan Nomor 1281/05/600.4/2012.

#### ***Natural Lighting***

Penggunaan cahaya alami secara optimal sehingga minimal 30% luas lantai yang digunakan untuk bekerja mendapatkan intensitas cahaya alami minimal sebesar 300 lux. Kesimpulan dari hasil perhitungan adalah lantai 1, lantai 2, dan lantai 8 telah memenuhi syarat perhitungan jika luas pencahayaan alami memiliki luas minimal 30 % dari luas lantai untuk bekerja. Sehingga mendapat 2 poin namun tidak mendapat penambahan poin untuk penggunaan lux sensor dalam Gedung Dekanat.

#### ***Climate Change Impact***

Perhitungan daya telah dilakukan pada sub kriteria *energy efficiency measure* yang telah didapatkan untuk daya AC total 1.313.161.632 P/tahun dan untuk daya listrik komputer total 11.177.216 P/tahun. Penggunaan daya listrik tersebut kemudian dihitung emisinya dengan faktor emisi (EF) yaitu **0,741 ton CO<sub>2</sub>/MWh**.

#### ***Ventilation***

Pada Kriteria *Ventilation* di Gedung dekanat mengkondisikan AC pada ruang koridor di setiap lantai sehingga tidak mendapat poin.

#### ***On Site Renewable energy***

Kriteria *On Site Renewable energy* mendapat 5 poin karena dalam tapak terdapat solar sistem sebagai sumber energi dalam memenuhi minimal 1% dari keseluruhan penggunaan listrik Gedung Dekanat.

### ***3.3 Kriteria Konservasi Air (Water Metering)***

#### ***Water Use Reduction***

Jumlah kebutuhan air jika dihitung menggunakan SNI 03-7065-2005 di gedung dekanat per bulan = 3000 liter/hari x 30 hari = 90000 liter/bulan. Sesuai dengan perhitungan SNI. Maka dalam sub kriteria ini mendapat **8 poin**.

#### ***Water Fixtures***

Water fixture yang digunakan dalam gedung dekanat sudah memiliki upaya penghematan air. Maka dalam sub kriteria ini mendapat **3 poin**.

#### ***Water Recycling***

Gedung hanya memakai sumber air dari PDAM. Maka dalam sub kriteria ini mendapat **nol poin**.

#### ***Alternative Water Resource***

Seperti pada pernyataan nomor 3, tidak memiliki alternatif sumber air lain. Maka dalam sub kriteria ini mendapat **nol poin**.

#### ***Rainwater Harvesting***

Belum ada upaya pengelolaan limpasan air hujan. Maka mendapat **nol poin**.

### ***3.4 Kriteria Sumber dan Material Daur Ulang (Fundamental Refrigerant)***

Informasi untuk penilaian kriteria ini dilakukan dengan wawancara kepada narasumber yang merupakan salah satu tim perencanaan pembangunan Gedung Dekanat.

**Building and Material Reuse** dan **Prefab Material** mendapat penilaian **nol poin**.  
**Environmentally Friendly Material** dan **Prefab Material** mendapat penilaian **2 poin**.  
**Non ODS Usage** dan **Certified Wood** mendapat penilaian **1 poin**.

### 3.5 Kriteria Kesehatan dan Kenyaman Ruang (*Indoor Health and Comfort*)

#### **CO2 Monitoring**

Dalam kondisi eksisting tidak ditemukan sensor *CO2 monitoring* dalam tiap ruang yang memiliki kepadatan tinggi < 2,3 m<sup>2</sup> per orang maka dalam sub kriteria ini mendapat **nol poin**.

**Environmental Tobacco Smoke Control** mendapat penilaian **2 poin**.

**Chemical pollutants** mendapat penilaian **1 poin**.

**Outside View** mendapat penilaian **1 poin**.

**Visual Comfort**

**Tabel 3. Pengukuran dan Respon Pengguna**

LT	Posisi Ruang	Sampel Ruang	Pengamatan & pengukuran	Respon pengguna	Kesimpulan
1	Utara – timur	R. Administrasi (bukaan & tirai tertutup)	Kurang (75 lux dan 218 lux , 65 dB)	Nyaman	Kurang
2	Utara	Hall	Cukup ( 352 lux)	Kurang	Kurang
3	Utara-timur	<i>Meeting Room</i>	Kurang (276 lux)	Cukup	Kurang
4	Utara – timur	R. BPP (bukaan & tirai tertutup)	Cukup ( 283 lux, 108 lux dan 48 dB )	Kurang	Kurang
5	Utara – timur	R. Akademik (bukaan & tirai tertutup)	Kurang (287 lux, 202 lux, 216 lux dan 52 dB)	Nyaman	Kurang
	Utara - tengah	Ruang kuliah S 3 (bukaan & tirai tertutup)	Cukup ( 704 lux, 331 lux dan 49 dB )	Cukup	Cukup
	Utara - barat	Ruang kuliah S 3 (bukaan & tirai tertutup)	Kurang ( 202 lux, 194 lux dan 53 dB)	Kurang	Kurang
	Barat	Ruang Kuliah S 3 (bukaan & tirai terbuka)	Nyaman ( 1464 lux, 743 lux, 328 lux, 335 lux, 266 lux, 235 lux dan 50 dB )	Nyaman	Baik
6	Utara - Timur	Ruang Perlengkapan	Kurang ( 287 lux)	Nyaman	Kurang
	Utara-tengah	Ruang Kepegawaian	Cukup (285 lux)	Nyaman	Kurang

#### **Thermal Comfort**

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa rata-rata suhu 30°C dengan kelembaban 69%. Sehingga kriteria ini mendapat **nol poin**.

#### **Accoustic Level**

Accoustic level yang ditunjukkan pada tiap lantai adalah antara **50 dB – 65 dB**. Batas maksimal adalah 85 dB (SNI 03-6389-2000). Maka dalam sub kriteria sudah sesuai standar dan mendapat **1 poin**.

### 3.6 Kriteria Manajemen Lingkungan (*Basic Waste Management*)

Penilaian pada sub kriteria ini berdasarkan informasi dari narasumber.

**GP as a Member of The Project Team** dan **Pollutio of Construction Activity** mendapat penilaian **nol poin**.

**Advanced Waste Management** dan **Proper Commissioning** mendapat penilaian **1 poin**.

**Submission Green Building Data** dan **Fit Out Agreement** mendapat penilaian **nol poin**.

### 3.7 Total Penilaian Kriteria Greenship:

**Tabel 4. Penilaian Kriteria Greenship**

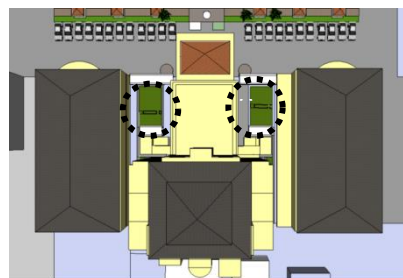
KRITERIA	POIN
<i>BASIC GREEN AREA</i>	8
<i>ELECTRICAL SUB METERING</i>	7
<i>WATER METERING</i>	11
<i>FUNDAMENTAL REFRIGERANT</i>	6
<i>INDOOR AND HEALTH COMFORT</i>	6
<i>BASIC WASTE MANAGEMENT</i>	2
	<b>40 (BRONZE)</b>

Disimpulkan bahwa kondisi **eksisting** Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya mendapatkan jumlah **40 poin** dengan predikat **BRONZE**.

### 3.8 Rekomendasi

Terpilih beberapa sub kriteria yang akan direkomendasi agar mencapai prosentase **SILVER** yakni pemanfaatan air hujan dan sumber energi.

#### 1. Pemanfaatan Air Hujan



Gambar 1. Peletakkan PAH, bak kontrol di area softscape depan gedung

Sistem penerapan pemanfaatan air hujan di atas adalah air hujan akan mengalir ke pipa. Pipa air hujan menuju ke bak kontrol dan kemudian akan dialirkan ke PAH untuk disaring/difilter. Selanjutnya dari PAH akan disedot oleh pompa air yang dikontrol oleh sebuah alat kontrol panel yang berfungsi untuk mendeteksi apakah kondisi air di PAH kosong atau terisi air. Selanjutnya air akan menuju ke tandon atas yang berada di lantai 8 dan didistribusikan ke semua lantai. Jika air pada PAH keadaan penuh, sebagian air menuju ke sumur resapan untuk dialirkan ke riol kota.

#### 2. Konservasi Energi

**Tabel 5. Perbandingan penggunaan daya per tahun tiap peralatan (W)**

Peralatan	Kondisi	
	Eksisting	Manajemen
AC	1.141.359.372	1.107.118.590
Desktop PC	5.628.264	5.628.264
Laptop	1.706.148	1.599.312
Total	1.148.693.784	1.114.346.166

**Tabel 6. Perbandingan emisi CO2 per tahun tiap peralatan (CO2)**

Peralatan	Kondisi	
	Eksisting	Manajemen
AC	845.747.294	820.374.875
Desktop PC	4.170.543	4.170.543
Laptop	1.264.255	1.185.090
Total	851.182.092	825.730.508

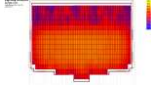
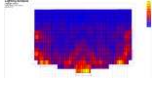
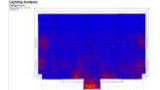
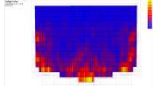
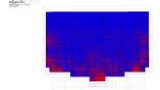
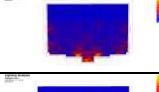
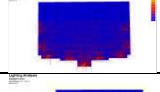
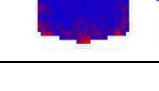
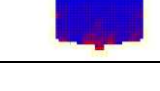
**Tabel 7. Perbandingan kondisi eksisting dengan manajemen pengurangan emisi (CO2)**

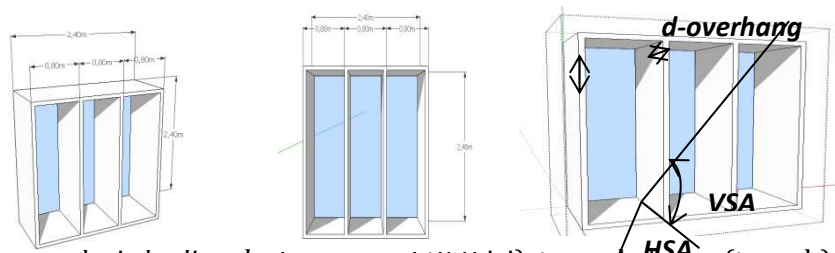
Kondisi	Daya (W)	Emisi ton (CO2)	Reduksi emisi(ton CO2)
Eksisting	1.141.359.372	851.182.092	-
Manajemen	1.107.118.590	825.730.508	281.388.082

### 3. *Indoor Health and Comfort (natural lighting, thermal comfort dan CO2 monitoring)*

Dalam perhitungan ruangan yang memerlukan sensor *CO2 monitoring* sesuai dengan tingkat kepadatan yang tinggi , 2,3 m2 per orang yaitu pada ruang perkuliahan lantai 5, *meeting room* di lantai 3, dan Hall di lantai 2. Pada simulasi untuk shading device dilakukan menggunakan software (*Autodesk Ecotect Analysis 2011*).

**Tabel 8. Simulasi Perbandingan Shading Device**

Lantai	Eksisting	Penambahan shading device	Keterangan
1		-	Lantai 1 tidak dapat ditambah dengan <i>shading device</i> dikarenakan posisi pintu masuk ada di sebelah utara dan ersebelahan dengan pendopo
2 & 3	-	-	Tidak dilakukan rekomendasi <i>shading device</i> dikarenakan Hall di lantai 2 sangat jarang difungsikan.
4			Penambahan <i>shading device</i> pada bukaan sisi utara lantai 4
5			Penambahan <i>shading device</i> pada bukaan sisi utara lantai 5
6			Penambahan <i>shading device</i> pada bukaan sisi utara lantai 6
7			Penambahan <i>shading device</i> pada bukaan sisi utara lantai 7



Gambar 2. Rekomendasi *shading device*: perspektif (kiri), tampak depan (tengah), HSA dan VSA (kiri)

*Shading device* yang direkomendasikan memiliki dimensi sesuai ukuran dari bukaan, yaitu 2,4 m x 2,4 m dan 1,2 m x 2,4 m. kedalaman *overhang* pada shading 100

cm dengan tinggi bukaan 2,4 m. Posisi matahari terhadap bangunan akan membentuk sudut vertikal dan horizontal (Szokolay, 2004).

**Tabel 9. Tabel Penilaian Akhir**

Rekomendasi	Sub kriteria	Penambahan Poin	Jumlah Poin Rekomendasi
Pemanfaatan air hujan	<i>Water Recycling</i>	2	7
	<i>Alternative Water Resource</i>	2	
	<i>Rainwater Harvesting</i>	1	
	<i>Water Efficiency landscaping</i>	2	
Konservasi Energi ( <i>electrical sub metering</i> )	<i>Energy Efficiency Measure</i>	2	5
	<i>Climate Change Impact</i>	1	
	<i>Natural Lighting</i>	2	
Kesehatan dan Kenyamanan Ruang ( <i>Indoor Health and Comfort</i> )	<i>CO2 Monitoring</i>	1	1
	<i>Thermal Comfort</i>	1	1
JUMLAH			14

Penilaian **GREENSHIP** pada Gedung Dekanat untuk Eksisting adalah **40 poin** dengan peringkat **BRONZE**. Setelah dilakukan rekomendasi pada beberapa sub kriteria seperti di atas maka poin dalam penilaian bertambah menjadi **54 poin** dengan predikat **SILVER** untuk penilaian berdasar **GREENSHIP**.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penilaian keseluruhan didapatkan bahwa Gedung dekanat dapat dilakukan beberapa rekomendasi untuk mencapai predikat Silver atau naik satu tingkat dari predikat eksisting yaitu **BRONZE**. Dengan rekomendasi *Indoor Health and Comfort* khususnya sub kriteria *CO2 Monitoring*, *Thermal Comfort*, kemudian *Water Metering* khususnya Pemanfaatan Air Hujan (PAH), *Electrical Sub Metering* khususnya *Energy Efficiency Measure*, *Climate Change Impact*, *Natural Lighting* diharapkan Gedung Dekanat lebih nyaman untuk pengguna dan dapat dilakukan manajemen pada listrik dan air sehingga pengeluaran dapat diminimalkan.

#### Daftar Pustaka

- Autodesk Ecotect Analysis 2011. © ECOTECH
- Karyono, Tri Harso. 2010. *Green Architecture: Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau di Indonesia*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Szokolay, Steven V. 2004. *Introduction to Architectural Science The Basis of Sustainable Design*. British Library Cataloguing in Publication Data.
- Rancangan Peraturan Daerah Kota Malang tahun 2011.
- Surat Kementrian ESDM Dirjen Ketenagalistrikan Nomor 1281/05/600.4/2012.
- Green Building Council Indonesia. 2015. *GreenShip Rating Tools*.  
<http://www.gbcindonesia.org> (diakses 12 September 2015)
- SNI 03-7065-2005 mengenai *Konsumsi Air Bersih Sesuai Kebutuhan per Orang*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-6389-2000 mengenai *Spesifikasi Tingkat Bunyi Dan Waktu Dengung Dalam Bangunan Gedung Dan Perumahan*. Badan Standardisasi Nasional.